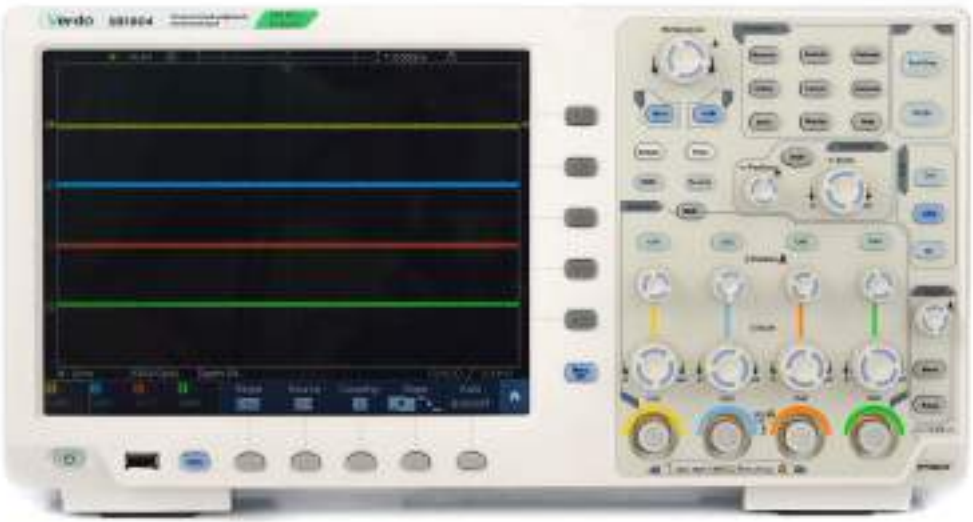
Verdo SB1800

Осциллографы цифровые запоминающие



Руководство по эксплуатации

Содержание

1.Введение 4

2.Описание прибора 5
2.1.Назначение 5
2.2.Сведения о сертификации 5
2.3.Технические характеристики 5
2.4.Условия эксплуатации 18
2.5.Комплектация 19
2.6.Описание органов управления и индикации 20

3.Общие требования техники безопасности 29

4.Подготовка осциллографа к работе 33
4.1.Общий осмотр осциллографа 33
4.2.Проверка функционирования осциллографа 33
4.3.Первоначальная настройка осциллографа 34
4.4.Элементы управления 38
4.5.Сенсорное управление 42

5.Работа с осциллографом 49
5.1.Настройка вертикальной системы 50
5.2.Настройка горизонтальной системы 66
5.3.Настройка триггера/системы декодирования 67
5.4.Работа с функциональным меню 98

6.Работа с генератором сигналов 145
6.1.Подключение генератора и настройка каналов 145
6.2.Установка сигналов 146
6.3.Анализ частотной характеристики 153

7.Использование мультиметра (опционально) 156
7.1.Описание 156
7.2.Проведение измерений мультиметром 158
7.3.Особенности мультиметра 161
7.4.Регистратор данных мультиметра 162

8.Связь с ПК 166
8.1.Использование USB-порта 166
8.2.Использование порта LAN 167

9.Демонстрация работы 174

10.Поиск и устранение неисправностей 184

11.Техническое обслуживание 186
11.1.Общий уход 186
11.2.Чистка 186

12.Техническая поддержка 187

13.Сведения о содержании драгметаллов 188

14.Утилизация 189

15.Хранение и транспортировка 190

16.Методика поверки 191

1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на осциллографы серии VERDO SB 1800, изготавливаемые в модификациях VERDO SB1801, VERDO SB1802, VERDO SB1803, VERDO SB1804 и предназначено для ознакомления с конструкцией, функциями и правилами эксплуатации осциллографов, а также содержит сведения о технических характеристиках и гарантиях изготовителя.

Осциллографы серии VERDO SB 1800 имеют разные технические характеристики, однако принцип их работы одинаков.

Руководство по эксплуатации предназначено для лиц, работающих с прибором, а также для обслуживающего и ремонтного персонала. Рекомендуется ознакомиться с данным руководством по эксплуатации до начала работы с прибором для исключения получения травм и повреждения прибора.

В связи с постоянным совершенствованием продукции, в конструкцию прибора могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в данной инструкции.

В настоящую инструкцию могут быть внесены изменения без предварительного уведомления.

2. Описание прибора

2.1. Назначение

Цифровые запоминающие осциллографы серии VERDO SB1800 предназначены для исследования электрических сигналов в полосе частот от 0 до 500 МГц.

Осциллографы серии SB1800 идеально подходит для испытаний продукции, для исследований и разработки, для любых проверок и выявления неисправностей аналоговых/цифровых схем, а также для обучающего процесса.

Осциллографы этой серии могут запускать формирование осциллограммы по разным видам триггера, включая триггер по шине и триггер по логическим выражениям.

С помощью генератора сигнала произвольной формы можно выводить осциллограммы с произвольной формой волны, а использование мультиметра позволит измерить различные параметры сигнала, а также проверять электрические цепи на непрерывность.

Осциллографы обеспечивают возможность подключения к внешнему персональному компьютеру по интерфейсам USB и LAN.

2.2. Сведения о сертификации

Соответствие продукции требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»; ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» подтверждено декларацией ЕАЭС N RU Д-CN.PA07.B.82558/22 Срок действия до 30.10.2027, выдана Обществу с ограниченной ответственностью ТОРГОВАЯ КОМПАНИЯ «ОЛДИС» 01.11.2022.

2.3. Технические характеристики

Если не указано иное, технические характеристики применяются только к данной серии осциллографов, а затухание пробников установлено 10X.

Модель	VERDO SB1801	VERDO SB1802	VERDO SB1803	VERDO SB1804
Полоса пропускания, МГц	350		500	
Каналы	2	4	2	4
Частота дискретизации, Гвыб/с (максимальная)	5			
Вертикальное разрешение (A/D) бит	8 бит			

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Верхняя частота полосы пропускания	SB1801 SB1802 SB1803 SB1804	350 МГц 500 МГц
	Для Ko < 5 мВ/дел	типовое значение верхней частоты полосы пропускания - 20 МГц
Вход	Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц
	Входное сопротивление, переключаемое	1 MΩ±2%, параллельно с 15 пФ±5 пФ, или 50Ω±2%
	Макс. входное напряжение, (для 1 МОм)	400 В (DC + AC пик)
	Чувствительность по вертикали	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел

Вход	Коэффициент затухания пробника	0.001X - 1000X
	Режимы входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля
	Межканальная изоляция	50Гц: 100 : 1 10 МГц: 40 : 1 500 МГц: 20 : 1
	Временная задержка между каналами (типичная)	150пс
Смещение	±1В (1мВ/дел); ±2 В (2 мВ / дел ~ 50 мВ / дел); ±20 В (100 мВ / дел ~ 500 мВ / дел); ±200 В (1 В / дел ~ 5 В / дел); ±100 В (10 В / дел);	
Точность усиления на постоянном токе	Ко = 1 мВ/дел Ко ≥ 2 мВ/дел	±3,0% ±2,0%
Точность по постоянному току в режиме усреднения (типично)	Разница по напряжению между любыми двумя средними значениями осциллограмм ≥16, полученных при одинаковой настройке осциллографа и условиях окружающей среды (△V):	± (3% Показания + 0.05 дел)
Инвертирование сигнала	Вкл/Выкл	
Режимы захвата данных	Выборка	Последовательный захват выборок
	Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей
	Усреднение	Усреднение от 2 до 128 осциллограмм

	Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки, меньшей или равной 100 мс/дел.
Макс. скорость захвата осциллограмм	600 000 осциллограмм/с	
Разрешение по вертикали	8 бит	
Диапазон частот дискретизации	4 канала 2 канала 1 канал	0,05 выб/с~1 Гвыб/с 0,05 выб/с~2,5 Гвыб/с 0,05 выб/с~5 Гвыб/с
Интерполяция	Sin(x))/x или x	
Математическая обработка	+, -, *, / ,FFT, FFTrms, Intg, Diff, Sqrt, пользовательская функция, цифровой фильтр (нижние частоты, высокие частоты, полосовой фильтр, режективный фильтр)	

Система горизонтального отклонения каналов

Диапазон скорости развертки	500 пс/дел – 1000 с/дел, шаг 1 – 2 - 5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения длинных временных интервалов	$\pm 2{,}5 \times 10^{-6}$

Погрешность измерения коротких временных интервалов (△T) (DC - 100МГц) (типично)	Одиночный сигнал: ±(1 интервал времени + 1ppm×Показание + 0,6 нс); Усреднение >16: ± (1 интервал времени + 1ppm×Показание + 0,4 нс)	
Максимальная длина записи	1-канальный режим 2-канальный режим – 200M 3-х и 4-канальный режим	400 M 200 M 100 M (для 4-канальных приборов)

Система запуска

Типы запуска	Диапазон уровня триггера	Внутренний EXT EXT/5	±5 делений от центра экрана ±2 В ±10 В
	Точность уровня триггера (типичная)	Внутренний EXT EXT/5	±0.3 дел ± (10 мВ + 6% от установленного значения) ± (50 мВ +6% от установленного значения)
	Смещение точки запуска	В соответствии с длиной записи и временной разверткой	
	Диапазон удержания триггера	100 нс – 10 с	
	Настройка уровня 50% (номинал)	Частота входного сигнала ≥ 50 Гц	
	Запуск по фронту	Наклон	Подъем, Падение
		Связь по входу	AC, DC, HF, подавление шума
		Источник:	Канал1 Канал2 Канал3 Канал4 EXT EXT/5 Сеть питания

Типы запуска	Запуск по видеосигналу	Модуляция	Поддержка стандартных систем вещания NTSC, PAL и SECAM
		Диапазон номеров строк	1-525 (NTSC) и 1-625 (PAL/SECAM)
	Запуск по импульсу	Условие триггера	Положительный пульс: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =
		Диапазон ширины импульса	от 30 нс до 10 с
	Запуск по наклону	Условие триггера	Положительный пульс: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =
		Настройка времени	от 30 нс до 10 с
	Запуск по ранту	Полярность	Положительный, Отрицательный
		Условие на ширину импульса	>,=, <
		Диапазон ширины импульса	от 30 нс до 10 с
	Запуск по окну	Полярность	Положительный, Отрицательный
		Положение триггера	Вход, Выход, Время
		Временное окно	от 30 нс до 10 с
	Запуск по тайм-ауту	Тип фронта	Подъем, Падение
		Диапазон времени простоя	от 30 нс до 10 с

Типы запуска	Запуск по N-му фронту	Тип фронта	Подъем, Падение
		Время простоя	от 30 нс до 10 с
		Номер фронта	1 до 128
	Логический триггер	Логический режим	AND, OR, XNOR, XOR
		Режим входа	H, L, X, Подъем, Падение
		Режим выхода	Становится истинно, становится ложным, истинно >, истинно <, истинно =
	Запуск по шине UART/RS232	Полярность	Нормальный, Инвертированный
		Условие триггера	Start, Error, Check Error, Data
		Скорость	Обычная, Пользовательская
		Биты данных	5 бит, 6 бит, 7 бит, 8 бит
	Запуск по шине I2C	Условие триггера	Start, Restart, Stop, ACK Lost, Address, Data, Addr/ Data
		Биты адреса	7 бит, 8 бит, 10 бит
		Диапазон адресов	0 до 127, от 0 до 255, от 0 до 1023
		Длина байта	от 1 до 5
	Запуск по шине SPI	Условие триггера	Тайм-аут
		Значение тайм-аута	от 30 нс до 10 с
		Биты данных	От 4 до 32 бит
		Настройка строки	H, L, X

Типы запуска	Запуск по шине CAN (опционально)	Тип сигнала	CAN_H, CAN_L, TX, RX
		Условие триггера	Start of Frame, Type of Frame, Identifier, Data, ID & Data, End of Frame, Missing Ack, Bit Stuffing Error
		Скорость	Обычная, Пользовательская
		Точка выборки	от 5% до 95%
		Тип фрейма	Data, Remote, Error, Overload
Режимы запуска	Автоматический, ждущий и однократный		
Диапазон задержки запуска	от 100 нс до 10 с		
Частотомер	Измерение частоты входного сигнала путем измерения частоты запуска по каналу. Диапазон частот составляет от 2Гц до полной полосы пропускания		

Система хранения данных

Место хранения данных	Внутренняя память – до 100 осциллограмм (формат .BIN), 20 настроек, Внешнее USB -устройство памяти: осциллограммы, картинки, настройки (BIN, TXT, CSV, BMP)
Часы реального времени	Программируемые часы считают время в годах, месяцах, днях, часах, минутах и секундах.

Измерение параметров сигнала

Курсоры	Время, амплитуда, время+ амплитуда, автокурсоры

Автоматизированные измерения	Измеряется 38 параметров, до 27 из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка между двумя каналами по нарастающему фронту, задержка между двумя каналами по ниспадающему фронту, длительность положительного перепада, длительность отрицательного перепада, положительный рабочий цикл, отрицательный рабочий цикл, рабочий цикл по экрану, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, фаза, положительный выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое по периоду, среднеквадратическое между курсорами, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных перепадов, число отрицательных перепадов, площадь, площадь периода, время между первым восходящим фронтом источника А и первым ниспадающим фронтом источника В, время между ниспадающим фронтом источника А и первым восходящим фронтом источника В, время между первым ниспадающим фронтом источника А и первым ниспадающим фронтом источника, время между первым восходящим фронтом источника А и последним восходящим фронтом источника В, Время между источником А первым восходящим фронтом и последним ниспадающим фронтом источника В, время между первым ниспадающим фронтом источника А и последним восходящим фронтом источника В, время между первым ниспадающим фронтом источника А и последним ниспадающим фронтом источника В.
Стробирование	Выделяет конкретный участок захваченного сигнала между курсорами или по всему экрану для выполнения его измерения.
Статистика	Максимальное, минимальное, среднее, стандартное отклонение значений по выборке, и объем выборки (отдельно задается объем выборки для расчета стандартного отклонения)

Математическая обработка осциллограмм

Математические операции	+, -, *, / Intg, Diff, Sqrt, пользовательская функция (составная)
БПФ	Выбор вертикального масштаба БПФ: Среднеквадратическое значение в вольтах, среднеквадратическое значение в дБВ, фазовые измерения: радианы, градусы Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса, Кайзера, Барлетта
Цифровой фильтр	нижние частоты, высокие частоты, полоса пропускания, полоса режекции

ПО для передачи данных в ПК

LAN, USB	ПО позволяет отображать осциллограммы на экране компьютера, позволяет сохранять данные проводимых измерений в виде файла в формате *.bin, а также сохранять снимки экрана прибора и проводить курсорные измерения отображаемых осциллограмм.
	Командная строка для передачи команд SCPI команд

Генератор сигналов (опция)

Максимальная выходная частота	50 МГц
Частота дискретизации	250 Мвыб/с
Канал	1 канал
Вертикальное разрешение	14 бит
Диапазон амплитуд	2мВп-п – 5Вп-п (≤50 МГц) 2мВп-п – 20Вп-п (≤25MHz)
Длина формы сигнала	16 тыс. точек

Стандартные формы сигналов	Синусоида, меандр, треугольник и импульс
Произвольная форма	Всего 46 встроенных форм сигнала и определяемых пользователем произвольных форм: Нисходящая лестница, Восходящая лестница, Восходящая/нисходящая лестница, Трапециевидная форма сигнала, Кругло-половинная волна, Абсолютное значение синусоиды, Абсолютное значение половины синусоиды, Синусоидальный поперечный разрез, Синусоидальный вертикальный разрез, Отрицательная пила, Усиливающаяся кривая колебаний, Затухающая кривая колебаний, Закодированный импульс, Положительный импульс, Отрицательный импульс, Экспоненциальная функция нарастания, Экспоненциальная функция падения, Функция Синк (sin(x)/x), Тангенс, Котангенс, Квадратный корень, Квадратная функция, Функция ГаверСинус, Функция Лоренца, Функция натурального логарифма, Кубическая функция, Дистрибуция Коши, Функция Бесселя I, Функция Бесселя II, Функция ошибки, Функция Эйри, Прямоугольное окно, Распределение Гаусса, Окно Хэмминга, Окно Ханнинга, Окно Бартлетта, Окно Блэкмена, Окно лейлайт, Треугольное окно (окно Фейера), Сигнал постоянного тока, Сердечный сигнал, Круглый сигнал, Линейный FM-импульс, Сигнал ромба, Кардио- Сигнал, Шумовой сигнал

Мультиметр - регистратор (опция)

Полная шкала	4 ½ цифр (макс. 20000 значений)
Тестирование диодов	0 В - 2 В
Входное сопротивление	До 10 МОм
Прозвонка	<50 Ом - звуковой сигнал
Емкость	2нФ – 20 мкФ: ± (4%+10 е.м.р.) - типично Примечание: Сокращение «е.м.р.» означает «единиц младшего разряда»

Напряжение	DCV: 20 мВ,200мВ ± (0,5% +10 е.м.р.) типично, 2В, 20В, 200В ± (0,3% +5 е.м.р.) типично, 1000В: ± (0,5% ±5 е.м.р.) типично ACV: 200мВ, 2В, 20В, 200В: ± (0,8% +10 е.м.р.) типично, 750В: ± (1%+10 е.м.р.) типично Частота: 40 Гц - 400 Гц	
Ток	DCA: 20А: ± (2% +10 е.м.р.) типично ACA: 20 А: ± (2,5% ±10е.м.р.) типично	
Сопротивление 200 Ом ~ 2МОм: ± (0,8% +10е.м.р.) 20МОм: ± (1% +10е.м.р.)		
Дополнительный функционал	Режим относительных измерений Ручной и автоматический выбор диапазонов измерений Режим удержания показаний	
Регистратор данных	Длительность регистрации	3 суток (внутренняя запись) 10 суток (на внешнем USB-носителе)
	Интервал между точками записи	От 0,5 с до 10 с (с шагом 0,5 с)
	Экспорт данных	Файл формата .CSV

Характеристики дисплея

Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюймов (26 см), 65536 цветов Опциональная функция сенсорного дисплея «мультитач»
Разрешение	800 × 600
Представление сигналов	Векторное или точечное, переменное послесвечение (0-1-2-5 секунд) и бесконечное послесвечение. Функция цветовой температуры
Координатная сетка	Сетка 10 делений по вертикали на 15 делений по горизонтали.
Формат	YT XY (ошибка разности фаз не более 3°).

Порты ввода-вывода

USB- хост-порт	Поддерживает сохранение осциллограмм, настроек, картинок, запись самописца вольтметра на внешнее устройство USB-памяти
USB-порт устройства	Расположен на задней панели. Поддерживает подключение осциллографа ко внешнему ПК. Совместим с PictBridge
EXT Trig In	Вход внешней синхронизации
Порт LAN	Розетка RJ-45, расположен на задней панели. Поддерживает подключение осциллографа ко внешнему ПК.
Trig Out (P / F);	Порт выхода внешней синхронизации, совмещен с портом выхода системы тестирования по маске «Pass/Fall»
Out	Выход генератора сигналов (опция)
V/Ω/A/-II-	Вход мультиметра регистратора (опция)
COM	Общий вход мультиметра-регистратора (опция)
VGA	Подключение внешнего монитора или проектора (опция)
Компенсатор пробника	Амплитуда 3,3 В, частота 1 кГц

Электропитание

Сетевое напряжение источника питания	Переменное напряжение 100В - 240 Вскз 50/60 Гц
Потребляемая мощность	Не более 65
Способ охлаждения	Охлаждение встроенным вентилятором

Условия применения

Температура	Рабочая температура (нормальные условия): от 15°C до 25°C Температура хранения: от -20°C до +60°C
Относительная влажность	от 30 до 80%
Атмосферное давление	от 84 до 106 кПа
Способ охлаждения	Охлаждение встроенным вентилятором

Габариты и масса

Размеры	422×226×135 мм (Д*В*Ш)
Масса	Около 5 кг (без аксессуаров)

Механические характеристики

Размеры	422 мм × 226 мм × 135 мм (Д*В*Ш)
Масса	Около 5 кг (без аксессуаров)

Периодичность калибровки:

Рекомендуется производить калибровку раз в год.

2.4. Условия эксплуатации

До начала работы прибор должен непрерывно работать не менее 30 минут в заданном интервале температур. Предел диапазона рабочих температур - от 0°C до 40°C, относительная влажность не более 90%. Работа с прибором вне этих диапазонов может привести к выходу его из строя. Использовать и хранить прибор необходимо в помещениях, не содержащих пыль, пары кислот, щелочей. При использовании прибора в местах с сильным магнитным или электрическим полем может нарушиться достоверность измерений.

2.5. Комплектация

Стандартные аксессуары:

Кабель питания

Диск с ПО

Руководство по эксплуатации

USB-кабель

Пробники (по 1 шт. на канал)

Отвертка для настройки пробника

Опциональные аксессуары:

Щупы мультиметра

Кабель BNC

Внешний токовый модуль

2.6. Описание органов управления и индикации

2.6.1 Передняя панель

Передняя панель имеет ручки и функциональные кнопки. 5 кнопок в столбце в правой части экрана дисплея или в строке под экраном дисплея являются кнопками выбора меню, с помощью которых вы можете установить различные параметры для текущего меню. Другие кнопки являются функциональными кнопками, с помощью которых вы можете войти в различные меню функций или запускать конкретную функцию напрямую.

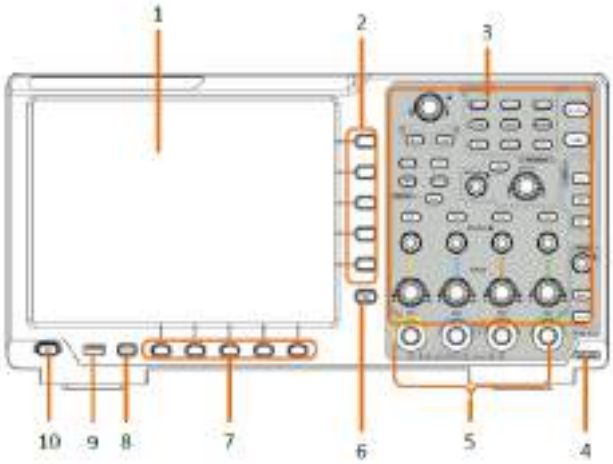


Рисунок 2-1 Передняя панель

1. Область отображения
2. Кнопка выбора пункта меню
3. Область управления (кнопки и ручки)
4. Компенсация пробника: выход измерительного сигнала (3,3 В / 1 кГц).
5. Входные разъёмы осциллографических каналов
6. Кнопка удаления левого и правого меню

7. Выбор пунктов нижнего меню

8. Кнопка копирования: Вы можете сохранить форму сигнала, просто нажав эту кнопку в любом пользовательском интерфейсе.

9. Порт USB Host: он используется для передачи данных, когда внешнее USB-оборудование подключается к осциллографу, рассматриваемому как «хост-устройство». Например, для сохранения формы сигнала на флэш-накопитель USB необходимо использовать этот порт.

10. Кнопка включения питания прибора

2.6.2 Задняя панель

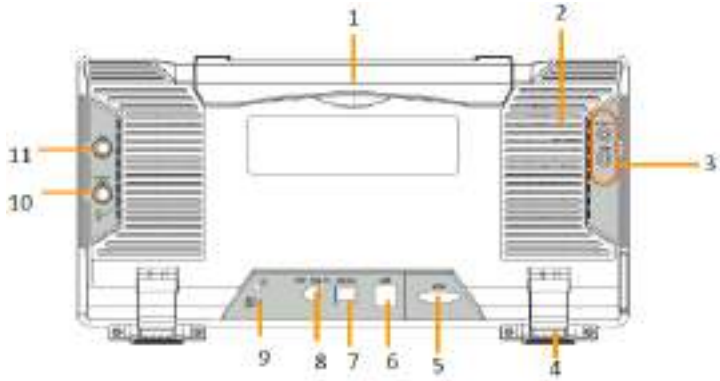


Рисунок 2-2 Задняя панель

1. Ручка для переноски

2. Решетка вентиляции

3. Входные клеммы мультиметра (опционально)

4. Ножки прибора: отрегулируйте угол наклона осциллографа.

5. Порт VGA: для подключения осциллографа к монитору или проектору в качестве выхода VGA.

6. Порт LAN: сетевой порт, который можно использовать для подключения к ПК.

7. Порт USB Device: используется для передачи данных, когда внешнее USB-оборудование подключается к осциллографу, рассматриваемому как «ведомое устройство». Например: использовать этот порт при подключении ПК к осциллографу по USB.

8. Внешний входной порт триггера.

9. Отверстие замка безопасности: Вы можете заблокировать осциллограф в фиксированном месте с помощью замка безопасности (не входит в комплект поставки) для закрепления осциллографа.

10. Порт Trig Out (P / F): выход сигнала триггера или выход Pass/Fail (Годен/Негоден). Тип вывода можно задать в меню (Меню Utility→Output→Output).

11. Выходной разъём генератора сигналов

2.6.3 Боковая панель

2.6.4 Панель управления

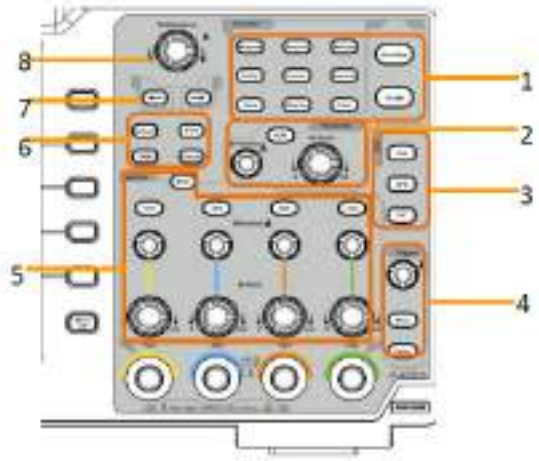


Рисунок 2-3 Обзор области управления

1. Область функциональных кнопок: всего 11 кнопок

2. Горизонтальная область управления с 1 кнопкой и 2 ручками.

Кнопка «HOR» относится к меню настройки горизонтальной системы, «Position» (Горизонтальное положение) - ручки управления положением триггера, «Scale» (Горизонтальная шкала) -для управления масштабом временной развертки.

3. Элементы управления генератором сигналов (опционально) или

DAQ: Регистратор Мультиметра (см. раздел 7.4 Регистратор данных мультиметра»)

P/F: Pass/Fail (см. раздел 5.4.4 Настройка вспомогательных системных функций)
W.REC: Запись осциллограммы (см. раздел «5.4.3 Сохранение осциллограмм «)

4. Область управления триггером с 2 кнопками и 1 ручкой.

Ручка «Trigger» предназначена для регулировки уровня запуска (триггера). Другие 2 кнопки относятся к настройке системы запуска.

5. Область управления вертикальной разверткой

- Для четырехканальных моделей: 5 кнопок и 8 ручек.

Кнопки CH1 - CH4 соответствуют меню настроек в каналах CH1 - CH4.

Кнопка «Math» предоставляет доступ к математическим операциям над осциллограммой (+, -, ×, /, FFT, пользовательская функция, цифровой фильтр).

Ручки «Vertical Position (Вертикальное положение)» управляют вертикальным положением текущего канала, а ручки «Scale (Шкала)» контролируют коэффициент вертикальной развертки напряжения текущего канала.

- Для двухканальных моделей: 3 кнопки и 4 ручки:

Кнопки CH1 – CH2 соответствуют меню настроек в каналах CH1 – CH2.

Кнопка «Math» предоставляет доступ к математическим функциям формы сигнала (+, -, ×, /, FFT, пользовательская функция, цифровой фильтр).

Ручка «Vertical Position (Вертикальное положение)» управляют вертикальным положением текущего канала, а ручки «Scale (Шкала)» контролируют шкалу напряжения текущего канала.

6. Кнопка Default (По умолчанию): вызов настроек по умолчанию.

Кнопка Print (Печать): печать изображения с экрана.

Кнопка Decode (Декодирование) (опционально): включение / выключение функции декодирования цифровых шин передачи данных.

Кнопка DMM (мультиметр, опционально) или Snap (кнопка быстрого доступа для снимка измерения)

7. Клавиши направления: перемещение курсоров выбранного параметра.

8. M (Multipurpose - Многоцелевая ручка): когда символ появляется в меню, он указывает, что вы можете повернуть ручку M, чтобы выбрать меню или установить значение. Вы можете нажать на нее, чтобы закрыть меню слева и справа.

2.6.5 Пользовательский интерфейс

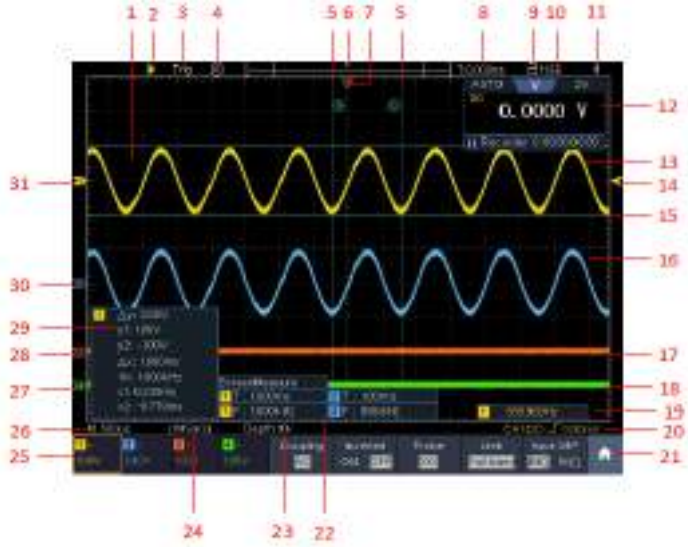


Рисунок 2-5 Интерфейс дисплея

1. Область отображения формы сигнала.

2. Run/Stop (сенсорный на сенсорном экране) (см. раздел 5.4.10 Использование исполнительных кнопок).

3. Состояние триггера, в том числе:

Auto (Авто): автоматический режим и получение осциллограммы без срабатывания триггера.

Trig (Триггер): Событие запуска обнаруживается и запуск осциллограммы.

Ready (Готовность): предварительно обработанные данные, собранные и готовые к запуску развёртки.

Scan (Сканирование): непрерывный захват и отображение осциллограммы.

Stop (Остановка): сбор данных остановлен.

4. Нажмите, чтобы запустить режим автоустановки.
5. Две синие пунктирные линии указывают расположение вертикальных измерительных курсоров.
6. Маркер, показывающий позицию момента запуска во внутренней памяти.
7. Т-образный маркер, показывающий позицию запуска по горизонтали.
8. Показывает текущее значение запуска и отображает местоположение текущего окна во внутренней памяти.
9. Сенсорный значок предназначен для включения ( ) или отключения ( ) сенсорного управления экраном.
10. Показывает установленное время (см. раздел 5.4.4 «Настройка вспомогательных системных функций»).
11. Указывает на то, что есть USB-диск, подключенный к осциллографу.
12. Окно мультиметра.
13. Осциллограмма канала CH1.
14. Маркер показывает положение уровня запуска источника в меню триггера.
15. Две синие пунктирные линии указывают расположение горизонтальных измерительных курсоров.
16. Осциллограмма канала CH2.
17. Осциллограмма канала CH3.
18. Осциллограмма канала CH4.
19. Частота триггерного сигнала.
20. Значок показывает выбранный тип триггера, например, представляет запуск по восходящему фронту. Показание отображает значение уровня

триггера соответствующего канала.

21. Нажмите, чтобы отобразить/скрыть сенсорное контекстное меню.

22. Указывает тип и результат измерения по соответствующему каналу.

«T» означает период, «F» означает частоту, «V» означает среднее значение, «Vp» - пиковое значение, «Vr» - среднеквадратичное значение, «Ma» - максимальное значение амплитуды, «Mi» - минимальное значение амплитуды, «Vt» - значение напряжения плоского верхнего значения формы сигнала, «Vb» - значение напряжения плоского основания формы сигнала, «Va» - значение напряжения плоского основания осциллограммы, «Va» - значение амплитуды, «Os» - значение положительного выброса, «Ps» - значение отрицательного выброса, «RT» - значение времени нарастания, «FT» - значение времени спада, «PW» - значение +width (ширина импульса), «NW» - значение -Width (ширина импульса), «+D» значение +Duty (рабочий цикл), «-D» - значение -Duty, «FRR» - FRR, «FRF» - FRF, «FFR» - FFR, «FFF» FFF, «LRR» - LRF, «LRF» - LRF, «LFR» - LFR, «LFF» - LFF, «PD» - значение задержки (delay) A→B, «FND» - значение задержки A→B, «TR» - среднеквадратическое значение цикла, «CR» - среднеквадратическое значение, «WP» – рабочий цикл по экрану, «RP» - фаза A→B, «FP» Фаза A→B, «+PC» + Количество импульсов, «-PC» - Количество импульсов, «+E» - Число нарастающих фронтов, «-E» - Количество спадающих фронтов, «AR» - Площадь, «CA» - Область цикла.

23. Значение установленной длины памяти (записи).

24. Значение текущей частоты дискретизации.

25. Коэффициент вертикальной развертки (Вольт/дел) по каналам. «BW» указывает на ограничение пропускной способности.

Следующие значки показывают режим связи по каналам:

«-» указывает на режим входа «связь по постоянному току» (открытый вход)

«~» указывает на режим входа «связь по переменному току» (закрытый вход)

« ⏚ » обозначает режим входа «соединение GND (вход заземлен)»

26. Коэффициент основной горизонтальной развертки (Время/дел).

27. Зеленый маркер указывает на исходную точку заземления (положение нулевой точки) осциллограммы канала CH4.

28. Оранжевый маркер указывает на исходную точку заземления (положение нулевой точки) осциллограммы канала CH.

29. Это окно измерения курсора, показывающее абсолютные значения и показания курсоров.

30. Синий маркер указывает на исходную точку заземления (положение нулевой точки осциллограммы канала CH2.

31. Желтый маркер указывает на исходную точку заземления (положение нулевой точки) осциллограммы канала CH1.

3. Общие требования техники безопасности

Во избежание получения травм и повреждения прибора или подсоединенного к нему оборудования, прежде чем приступить к работе с прибором, внимательно прочтите нижеследующую информацию по безопасной работе. Чтобы исключить возможные опасности, прибор разрешается использовать только в указанных в инструкции целях.

Техническое обслуживание прибора может проводить только квалифицированный персонал.

Термины техники безопасности.

Вы можете встретить следующие термины в тексте руководства по эксплуатации:

Предупреждение: Описывает условия и действия, которые могут представлять угрозу жизни пользователя или привести к получению травмы.

Внимание: Описывает условия и действия, которые могут причинить вред прибору или другому оборудованию.

Вы можете встретить следующие символы на приборе:

	Опасное напряжение
	Обратитесь к инструкции
	Выход защитного заземления

	Выход заземления корпуса
	Выход заземления измерительных схем

Требования техники безопасности

Во избежание возгорания или получения травм:

- Правильно подсоединяйте пробник. Заземляющий вывод пробника соответствует нулевой фазе прибора. Не подсоединяйте заземляющий вывод пробника к положительной фазе.

- Используйте надлежащий шнур питания. Для питания прибора используйте только шнур, входящий в комплект поставки и сертифицированный для применения в вашей стране.

- Правильно подсоединяйте и отсоединяйте прибор от измерительной цепи. Когда пробник или измерительный провод подсоединены к источнику напряжения, не подсоединяйте и не отсоединяйте пробник или измерительный провод случайным образом.

- Ознакомьтесь с предельной допустимой нагрузкой на всех входных гнездах. Во избежание возгорания или поражения электрическим током проверьте все указанные значения допустимой нагрузки и метки, нанесенные на прибор. Прежде чем подавать сигнал на входные гнезда, обратитесь к инструкции за более подробной информацией о допустимой нагрузке.

- Не работайте с прибором с открытым корпусом. Не допускается использование прибора при снятых панелях или деталях корпуса.

- Используйте правильные предохранители. Устанавливайте в прибор только предохранители штатного типа и с надлежащими характеристиками.

- Избегайте измерений в цепях с открытыми проводниками. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам, когда питание прибора включено.

- Не используйте прибор, если у вас появились сомнения в его правильной работе. Если вы подозреваете, что в приборе возникли повреждения, прежде чем продолжать его эксплуатацию, отдайте его на проверку квалифицированным

специалистам.

- Используйте осциллограф в хорошо проветриваемом помещении. Удостоверьтесь, что обеспечивается надлежащая вентиляция прибора.
- Не работайте с прибором во влажной среде.
- Не работайте с прибором во взрывоопасной атмосфере.
- Поддерживайте поверхность прибора чистой и сухой.

Предупреждение: Каналы осциллографа электрически не изолированы. Во избежание коротких замыканий, не допускается подсоединять заземление двух щупов разных каналов к двум различным неизолированным уровням постоянного напряжения.

Схема подключения заземляющего провода осциллографа:

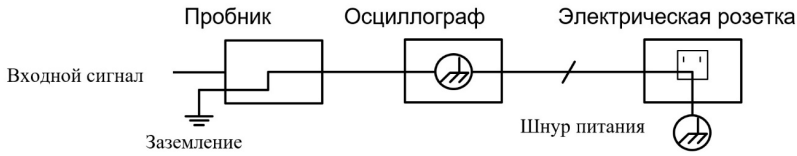
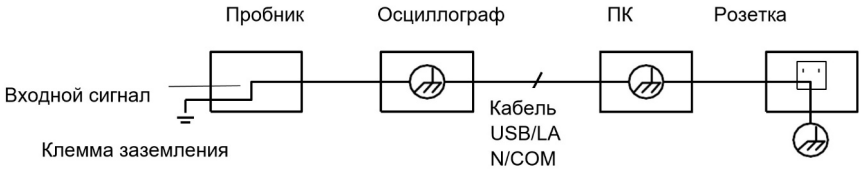


Схема подключения заземляющего провода при подключении осциллографа к ПК с питанием от сети переменного тока через порты:



Не допускается измерение мощности переменного тока, когда осциллограф с питанием от сети переменного тока подключен к ПК с питанием от сети переменного тока через порты.

Предупреждение: Во избежание пожара или поражения электрическим током, если на вход прибора подается напряжение выше с пиковым значением 42 В (30 Вскз), а также в цепях с мощностью более 4800 В·А, придерживайтесь следующих указаний:

- Используйте только изолированные пробники и измерительные провода.
- Перед началом работы осматривайте пробники, измерительные провода и принадлежности на предмет механических повреждений и заменяйте их в случае обнаружения таковых.
- Отсоединяйте от прибора все пробники, измерительные провода и принадлежности, которые в данный момент не используются в работе.
- По завершении использования отсоединяйте USB-кабель, соединяющий осциллограф и компьютер.
- Не подавайте на входы прибора напряжения выше номинально допустимых. С осторожностью работайте при ослаблении измерительных проводов 1:1, поскольку напряжение, поданное на концы проводов, будет передано непосредственно на прибор.
- Не используйте открытые металлические разъемы типа BNC и «бананового» типа.
- Не вставляйте металлические предметы в гнезда прибора.

4. Подготовка осциллографа к работе

4.1. Общий осмотр осциллографа

После того, как вы получите новый осциллограф, рекомендуется проверить прибор в соответствии со следующими шагами:

1. Проверьте, есть ли какие-либо повреждения, вызванные транспортировкой.

Если обнаружится, что упаковочная коробка или защитные подушки из пенопласта получили серьезные повреждения, не выбрасывайте их, пока вы не проверите электрические и механические свойства осциллографа и его аксессуаров.

2. Проверьте аксессуары

Поставляемые вместе с осциллографом принадлежности перечислены в разделе 2.5 «Комплектация» данной инструкции. Необходимо проверить, все ли принадлежности из этого списка присутствуют в поставке. Если обнаружится, что какие-либо из принадлежностей утеряны или повреждены, свяжитесь с сервисным центром.

3. Проверьте внешний вид и работоспособность

Если обнаружится, что на корпусе осциллографа присутствуют повреждения, или прибор не функционирует надлежащим образом, или в ходе тестовых измерений выявляются неполадки, свяжитесь с сервисным центром. Если прибор получил повреждение при транспортировке, сохраняйте его упаковку. При уведомлении сервисного центра об этом происшествии компанией будет произведен ремонт или замена прибора.

4.2. Проверка функционирования осциллографа

Чтобы удостовериться в нормальной работе осциллографа, выполните быструю проверку его функций в соответствии со следующей процедурой:

1. Подключите кабель питания к источнику питания. Для включения прибора нажмите и подержите кнопку в левом нижнем углу осциллографа.

Прибор выполняет автоматическое тестирование и показывает стартовый экран. Нажмите кнопку Utility, выберите Function в нижнем меню. Далее выберите «Adjust» в меню слева, а затем «Default» в нижнем меню. По умолчанию значение коэффициента затухания пробника в меню равно 10X.

2. Установите переключатель в пробнике осциллографа в положение 10X и подключите пробник к каналу CH1.

Подключите наконечник пробника и зажим заземления к разъему компенсатора пробника.

3. Нажмите кнопку Autoset на передней панели.

Через несколько секунд на экране будет отображаться меандр с частотой 1 кГц и пик-пиковым значением 5 В (см. Рис. 4-5).

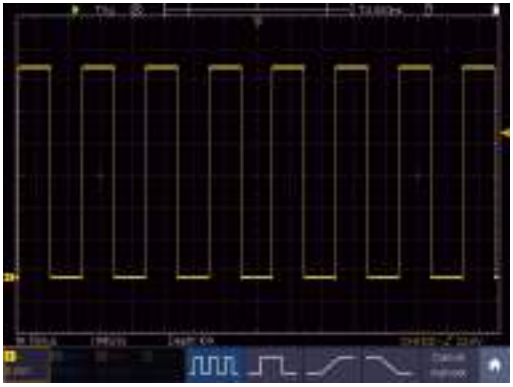


Рисунок 4-5 Автоустановка

Проверьте CH2, CH3 и CH4, повторив шаги 2 и 3.

4.3. Первоначальная настройка осциллографа

4.3.1 Компенсация пробника

При первом подключении пробника к любому входному каналу выполните его компенсацию, чтобы согласовать пробник с входным каналом. Несогласованный

(нескомпенсированный) пробник приведет к погрешности измерения или ошибке. Для регулировки компенсации пробника выполните следующие действия:

1. Установите коэффициент затухания пробника в меню осциллографа и коэффициент переключателя в пробнике в положение 10X, (см. раздел 4.3.2.«Установка коэффициента затухания пробника») и подключите пробник к каналу CH1. Если используется наконечник-крючок, убедитесь, что он поддерживает тесный контакт с пробником. Подключите наконечник пробника к сигнальному разъему компенсатора пробника и подключите клемму заземления пробника к разъему заземления компенсатора пробника, а затем нажмите кнопку Autoset (автоустановки) на передней панели.

2. Оцените форму волны и регулируйте пробник до тех пор, пока не будет достигнута правильная компенсация (см. Рисунок 4-7 и Рисунок 4-8).

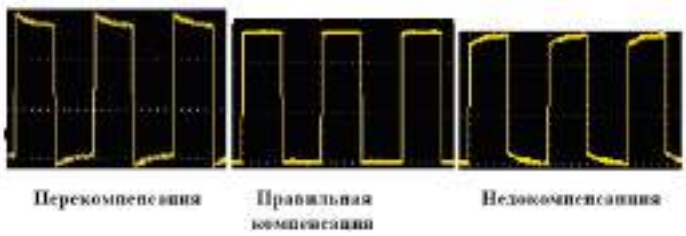


Рисунок 4-7 Варианты осциллограммы при компенсации пробника

3. При необходимости повторите указанные шаги.

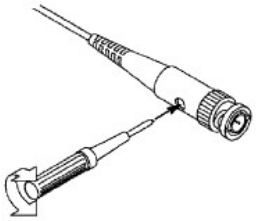


Рисунок 4-8 Регулировка пробника для компенсации

4.3.2 Установка коэффициента затухания пробника

Пробник имеет несколько коэффициентов затухания (в зависимости от модели

пробника; некоторые пробники могут иметь только один фиксированный коэффициент, который указан на корпусе пробника или в руководстве по его эксплуатации), которые будут влиять на коэффициент вертикального масштаба осциллографа.

Чтобы изменить или проверить коэффициент затухания в меню осциллографа:

(1) Нажмите кнопку меню функций используемых каналов (кнопки CH1 - CH2, или CH1 – CH4).

(2) Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню; выберите Attenu в правом меню, поверните ручку M, чтобы выбрать значение, соответствующее пробнику.

Предупреждение: Этот параметр будет действителен все время, пока он не будет изменен снова. Коэффициент затухания пробника на приборе по умолчанию предустановлен равным 10X. Убедитесь, что заданное значение переключателя затухания в пробнике совпадает со значением, выбранным в меню коэффициента затухания пробника в осциллографе.

Значения переключателя на пробнике равны 1X и 10X (см. рис. 4-9).

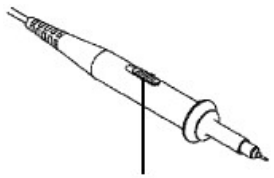


Рисунок 4-9 Переключатель затухания

Предупреждение: Когда переключатель затухания установлен на 1X, пробник ограничит полосу пропускания осциллографа в 5 МГц. Чтобы использовать полную пропускную способность осциллографа, переключатель должен быть установлен на 10X.

Автоматическое определение коэффициента затухания пробника

Осциллограф может идентифицировать эффективность затухания пробника 100:1 (импеданс 5K±20%) или 10:1 (импеданс 10K±20%) с помощью идентифицирующего контакта. При подключении пробника осциллограф автоматически устанавливает затухание в вертикальном меню осциллографа, чтобы канал соответствовал пробнику.

Например, если вы подключите к осциллографу пробник 10:1 с идентифицирующим контактом, на экране прибора появится сообщение «Коэффициент затухания пробника равен X10» и автоматически установит затухание на 10X в вертикальном меню осциллографа для канала.

4.3.3 Безопасное использование пробника

Защитное кольцо вокруг корпуса пробника защищает палец от любого поражения электрическим током, как показано на рисунке 3-10.

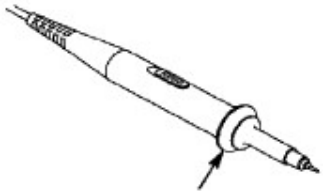


Рисунок 4-10 Защита пальца

Предупреждение: Чтобы избежать поражения электрическим током, всегда держите палец за защитным кольцом пробника во время использования. Чтобы избежать поражения электрическим током, не прикасайтесь к металлической части наконечника пробника при его подключении к источнику питания. Перед проведением каких-либо измерений всегда подключайте заземляющую клемму к земле.

4.3.4 Автокалибровка

Применение самокалибровки позволяет быстро настроить осциллограф и получить наиболее точные результаты измерения. Вы можете выполнить автокалибровку

в любое время. Эта процедура должна выполняться всякий раз, когда изменение температуры окружающей среды составляет 5 °C или более.

Перед выполнением самокалибровки отсоедините все пробники или провода от входного разъема. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Adjust (Настроить) в меню слева выберите Self Cal в нижнем меню; запустите процедуру после того, как все будет готово.

4.4. Элементы управления

4.4.1 Управление вертикальной разверткой

Как показано на рисунке 4-11, в зоне контроля вертикальной развертки (Vertical Controls) есть несколько кнопок и ручек.

Каждый канал имеет набор регуляторов вертикального положения и вертикальной шкалы. Две ручки отмечены различными цветами, которые также используются для маркировки осциллограмм на экране и на входных разъемах канала.

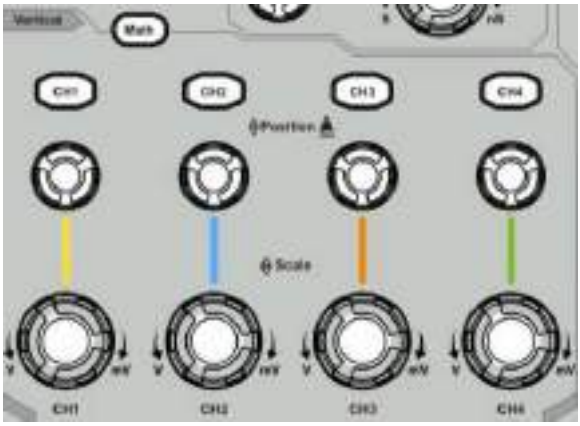


Рисунок 4-11 Зона управления вертикальной разверткой четырехканального осциллографа

Следующие операции позволят вам постепенно освоиться с настройкой вертикальной шкалы.

1. Нажмите CH1, CH2, CH3 или CH4, чтобы выбрать нужный канал, нажмите еще раз, чтобы выключить канал.

2. Используйте ручку Vertical Position (вертикального положения) для отображения выбранной осциллограммы канала в центре окна. Эти ручки регулируют вертикальное положение осциллограммы выбранного канала. При повороте ручки «Вертикальное положение» указатель основной точки земли выбранного канала следует вверх/вниз вслед за осциллограммой, и сообщение о положении в центре экрана изменяется соответствующим образом.

Примечание: Если канал находится в режиме связи по постоянному току, можно быстро измерить постоянную составляющую сигнала путем наблюдения разницы между формой волны и заземлением сигнала. Если канал находится в режиме связи по переменному току, компонент постоянного тока будет отфильтрован. Этот режим помогает отображать компоненту переменного тока сигнала с более высокой чувствительностью.

Как быстро установить нулевое вертикальное смещение

Поверните ручку вертикального положения, чтобы изменить вертикальное положение отображения выбранного канала, и нажмите ручку, чтобы установить вертикальное положение дисплея обратно на 0. Такой прием особенно полезен, когда осциллограмма вылезает за границы экрана и ее необходимо быстро вернуть в центр.

3. Измените вертикальную настройку и наблюдайте за последующим изменением информации о состоянии.

С помощью информации, отображаемой в строке состояния в нижней части окна осциллограммы, можно определить любые изменения в коэффициенте вертикального масштабирования канала.

Поверните ручку Vertical Scale (Вертикальная шкала) и измените коэффициент вертикального масштабирования выбранного канала. Вы обнаружите, что коэффициент масштабирования выбранного канала в строке состояния был изменен соответствующим образом.

4.4.2 Управление горизонтальной разверткой

Как видно на рисунке 4-12, среди элементов управления горизонтальной разверткой

есть кнопка и две ручки. Следующие операции помогут познакомиться с настройкой горизонтальной развертки.

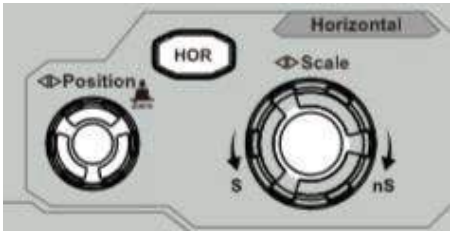


Рисунок 4-12 Зона управления горизонтальной разверткой

1. Поверните ручку «Horizontal Scale (Горизонтальная шкала)», чтобы изменить настройку горизонтальной временной развёртки и наблюдать за последующим изменением информации о состоянии. Повернув ручку горизонтальной шкалы, чтобы изменить горизонтальную развертку, можно обнаружить, что горизонтальная временная база, отображаемая в строке состояния, изменяется соответствующим образом.

2. Используйте ручку горизонтального положения (Horizontal Position) для регулировки горизонтального положения осциллограммы на дисплее. Ручка горизонтального положения» позволяет смещать положение точки запуска осциллограммы по горизонтали, а также выполнять ряд других операций. Если она применяется для временного смещения точки запуска, то можно заметить, что осциллограмма перемещается горизонтально при повороте этой ручки.

Как быстро установить нулевое горизонтальное смещение

Поверните ручку горизонтального положения, чтобы изменить горизонтальное положение канала, и нажмите ручку горизонтального положения, чтобы быстро установить нулевое смещение точки запуска относительно центра экрана.

3. Нажмите кнопку Horizontal HOR, чтобы переключиться между обычным режимом и режимом зума (горизонтальной растяжки) осциллограммы.

4.4.3 Управление системой синхронизации

На рисунке 4-13 показаны элементы управления синхронизацией (триггером): одна ручка и две кнопки. Следующие операции помогут познакомиться с настройкой

триггерной системы.

Рисунок 4-13 Зона управления триггером

1. Нажмите кнопку Menu (Меню) в области управления триггером и вызовите меню триггера. С помощью кнопок выбора элементов меню можно изменить настройки триггера.

2. Используйте ручку Уровня триггера, чтобы изменить настройку уровня триггера.

При повороте ручки Уровня триггера, индикатор триггера на экране будет перемещаться вверх и вниз. При движении индикатора триггера можно наблюдать, что значение уровня триггера, отображаемое на экране, изменяется соответствующим образом.

Примечание: Поворот ручки уровня триггера может изменить значение уровня триггера, а для установки уровня триггера на уровень середины сигнала достаточно просто нажать на эту ручку.

3. Нажмите кнопку Force, чтобы принудительно запустить развертку (это, в основном, применяется к режимам триггера «Нормальный» и «Одиночный»).

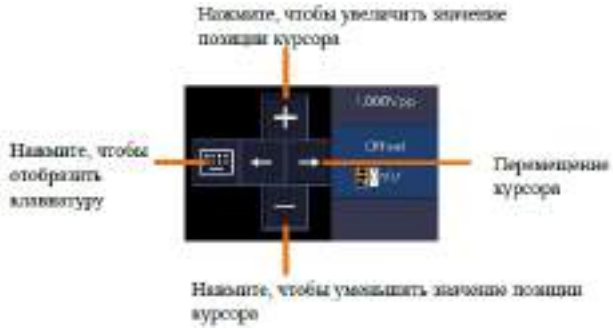
4.5. Сенсорное управление

Сенсорный значок в правом верхнем углу экрана используется для включения ( ) или отключения ( ) управления сенсорным экраном.

Инструкция по управлению сенсорным экраном приведена ниже.

- Run/Stop: Щелкните или в левой верхней части дисплея, чтобы запустить или остановить выборку осциллограммы.
- Автоустановка: щелкните в левой верхней части дисплея, чтобы выполнить автоматическую настройку осциллограммы.
- Выбор пунктов меню: коснитесь пунктов меню в нижнем меню, в правом меню или в меню слева.
- Переключение пунктов меню: если есть опции, которые можно переключить в меню, вы можете несколько раз коснуться области пункта меню для переключения или нажать соответствующую кнопку для переключения. Смотрите рисунок ниже:

- Отрегулируйте значение в пункте меню:



- Прокрутите список: если в левом меню или в окне файловой системы есть полоса прокрутки, вы можете провести пальцем вверх и вниз, чтобы прокрутить список.

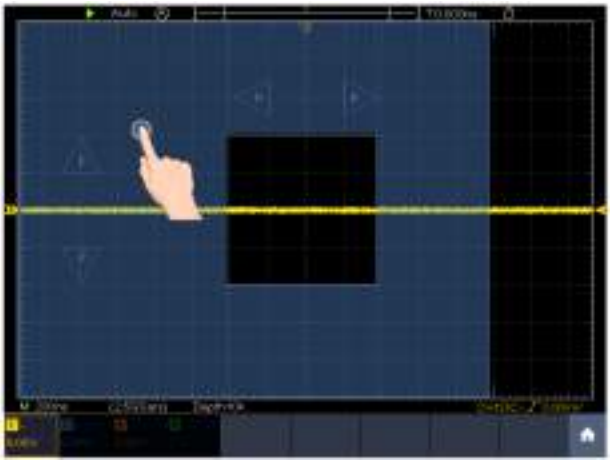
- Сенсорная панель меню: щелкните значок в правом нижнем углу области отображения, появится контекстное меню. Нажмите, чтобы войти в соответствующее функциональное меню.

- Установите статус канала: Щелкните канал в левой нижней части области отображения. Вы можете включить, выбрать или выключить канал. Вы также можете коснуться указателя канала в левой части области отображения, чтобы выбрать его.

- Установка горизонтального и вертикального положения

Нажмите на экран в области, показанной на рисунке ниже, и появится значок P. Контролируйте значок, проводя пальцем вверх/вниз или влево/вправо в этой области.

Щелкните в любом месте за пределами значка, чтобы скрыть его.



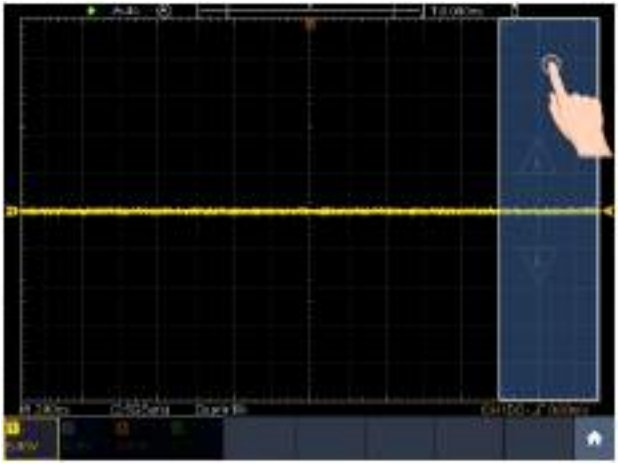
В полноэкранном режиме, когда появится значок P, проведите пальцем влево/вправо, чтобы управлять горизонтальным положением, проведите пальцем вверх/вниз, чтобы управлять вертикальным положением выбранного канала.

Нажмите на значок P для точной регулировки, зажмите клавишу для непрерывной регулировки.

- Установка уровня триггера

Щёлкните в области, как показано на рисунке ниже, появится значок L. Контролируйте значок, проводя пальцем вверх/вниз или влево/вправо в этой области.

Щёлкните в любом месте за пределами значка, чтобы скрыть его.



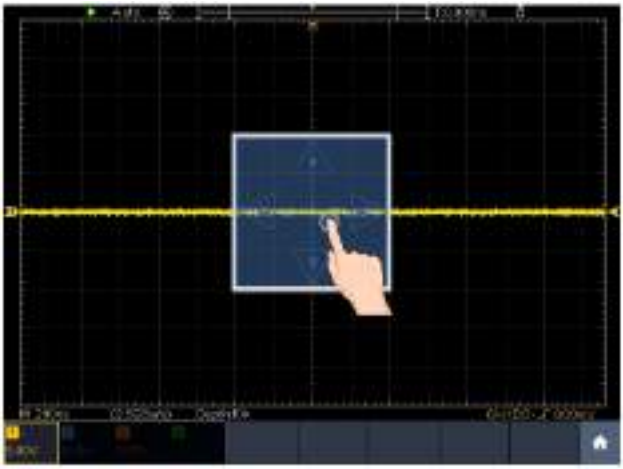
Когда появляется значок L, в полноэкранном режиме проведите пальцем вверх/вниз, чтобы управлять уровнем триггера в меню.

Нажмите значок L для точной регулировки, зажмите клавишу для непрерывной регулировки.

- Установка временной развертки и коэффициента развертки по напряжению

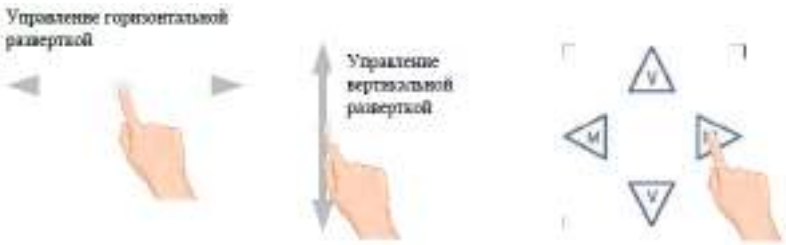
Щелкните в области, как показано на рисунке ниже, появятся значки M и V. Контролируйте значок, проводя пальцем вверх/вниз или влево/вправо в этой области.

Щелкните в любом месте за пределами значка, чтобы скрыть его.



Когда появляются значки M и V, на полном экране проведите пальцем влево/вправо для изменения коэффициента временной развертки, проведите пальцем вверх/вниз для изменения деления напряжения выбранного канала.

Нажмите на значки для точной регулировки, зажмите клавишу для непрерывной регулировки.



В полноэкранном режиме сжимайте и раздвигайте по горизонтали для изменения временной базы; сжимайте и раздвигайте по вертикали для изменения коэффициента вертикальной развертки выбранного канала.

Измерения с помощью курсоров

Нажмите рядом с линией курсора, как показано на рисунке ниже, чтобы выбрать линию курсора. Появится значок C. Контролируйте значок, проводя пальцем вверх/вниз или влево/вправо в этой области. Щелкните в любом месте за пределами значка, чтобы скрыть его.

Когда появится значок C, в полноэкранном режиме проведите пальцем влево или вправо, чтобы переместить выбранную строку.

Нажимайте кнопки направления значка C, чтобы выполнить поворот. Зажмите клавишу, чтобы перемещать линию непрерывно. Нажмите центральную кнопку «ab», чтобы выбрать a, b или a & b.

5. Работа с осциллографом

К данному моменту вы уже познакомились с основными операциями над различными системами управления осциллографом с использованием кнопок и регуляторов на его передней панели. Прочитав предыдущую главу, пользователь должен получить базовые навыки работы с настройками осциллографа и считыванием информации из строки состояния прибора на дисплее. Если вы еще не освоили вышеупомянутые операции, вам рекомендуется обратиться к главе «Подготовка осциллографа к работе».

В этой главе будут рассмотрены следующие темы:

- Настройка вертикальной системы
- Настройка горизонтальной системы
- Настроить триггера/системы декодирования
- Настройка режима выборки данных
- Настройка отображения данных
- Сохранение осциллограмм и вызов их из памяти
- Клонирование и воспроизведение осциллограмм
- Обновление прошивки прибора
- Настройка вспомогательных системных функций
- Выполнение автоматических измерений
- Выполнение курсорных измерений
- Использование функции автомасштабирования
- Использование исполнительных кнопок

- Печать изображения экрана

Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы ознакомиться с различными функциями измерения и другими методами работы осциллографа.

Примечание: Следующие операции и изображения приведены для четырехканальной модели. Операции для двухканальной модели аналогичны четырехканальным моделям.

5.1. Настройка вертикальной системы

Элементы управления вертикальной разверткой включают в себя следующие кнопки и ручки меню: CH1, CH2, CH3, CH4, Math, а также ручки Vertical Position и Vertical Scale для каждого канала.

5.1.2 Настройка каналов

Каждый канал имеет свое независимое меню вертикальной шкалы.

Включение и выключение осциллограмм

Нажатие кнопок CH1, CH2, CH3, CH4 или Math приводит к следующему эффекту:

- Если осциллограмма канала выключена, она включается и отображается ее меню.
- Если осциллограмма канала включена, а ее меню не отображается, его меню будет отображаться.
- Если осциллограмма канала включена и отображается ее меню, то после нажатия осциллограмма отключается, а её меню исчезает.

Описание меню настроек канала показано в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Coupling (связь по входу)	DC		Постоянная, и переменная составляющие сигнала пропускаются в канал.
	AC		Отсекается постоянная составляющая входного сигнала.
	GROUND		Отключается входной сигнал.
Inverted	ON OFF		Отображение инвертированной формы сигнала. Отображение оригинальной формы сигнала.
Probe	Attenu	0.001X до в 1000 X	Шаг 1 – 2 – 5. Необходимо выбрать значение коэффициента затухания, совпадающее коэффициентом,
	MeasCurr	YES NO	Если вы измеряете ток, исследуя падение напряжения на резисторе, выберите «YES».
	A/V (mA/V) V/A (мВ/А)		Поверните ручку M, чтобы установить соотношение A/B. Диапазон составляет 100 мА/В - 1 кА/В. Отношение A/B = 1/ сопротивление резистора. Соотношение B/A рассчитывается автоматически.
Limit	Full band 20M		Используется полная пропускная способность. Ограничивает полосу пропускания канала до 20 МГц, чтобы уменьшить отображаемый шум.
Input IMP (входной импеданс)	1 МОм 50 Ом		Переключение этой настройки может уменьшить нагрузку на цепь, вызванную взаимодействием между осциллографом и тестируемой схемой.

1. Настройка связи по входу (режим входа) каналов

Для изменения режима входа необходимо выполнить следующие действия:

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Coupling (Связь по входу) в нижнем меню.
- Выберите значение, соответствующее текущему входному сигналу (DC, AC или GROUND).
- Выберите нужный вам режим входа в том же меню.

2. Регулировка затухания пробника

Для корректных измерений настройки коэффициента затухания в рабочем меню канала всегда должны совпадать с теми, что находятся на пробнике (см. раздел 4.3.2 «Установка коэффициента затухания пробника»). Если коэффициент затухания пробника равен 1:1, то в меню входного канала должно быть установлено значение X1.

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню. Выберите Attenu в правом меню, поверните ручку M, чтобы установить подходящее значение.

3. Измерение тока путем измерения падения напряжения на резисторе

Для измерения тока необходимо выполнить следующие действия:

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню. В правом меню установите значение YES параметра MeasCurr, ниже появится меню пересчета A/V. Выберите его; поверните ручку M, чтобы установить соотношение Ампер/Вольт. Отношение ампер/вольт = 1/сопротивление резистора.

4. Инвертирование осциллограммы

Осциллограмма перевернута: отображаемый сигнал повернут на 180 градусов.

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Inverted (Инвертированный) в нижнем меню, переключитесь в

положение ON. Осциллограмма будет перевернута. Нажмите еще раз, чтобы переключиться на OFF, осциллограмма возвращается к исходной.

5. Установка ограничения полосы пропускания

Когда высокочастотные компоненты исследуемого сигнала не важны для его анализа, для исключенич частот выше 20 МГц может быть использовано управление пределом полосы пропускания.

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Limit (Предел) в нижнем меню.
- Выберите Full band (Полная полоса) в правом меню. Высокочастотная составляющая сигнала в этом режиме проходит через входные цепи.
- Выберите 20M в правом меню. Полоса пропускания ограничена 20 МГц. Частоты выше 20 МГц будут срезаны.

6. Установка входного импеданса

Установка входного импеданса может снизить нагрузку на цепь, вызванную взаимодействием между осциллографом и тестируемой схемой.

- Нажмите кнопку канала, чтобы отобразить соответствующее меню.
- Выберите Input IMP (входной импеданс) в нижнем меню. Нажмите еще раз, чтобы переключиться между 1MΩ или 50Ω.

1МОм: входное сопротивление осциллографа очень высокое, а ток, поступающий в осциллограф из тестируемой цепи, ничтожно мал.

50Ом: согласует входное сопротивление осциллографа с внешними цепями с волновым сопротивлением 50 Ом. Максимальное входное напряжение не может превышать 5 Вскз.

5.1.3 Использование математических функций

Функция математических манипуляций используется для отображения результатов операций сложения, умножения, деления и вычитания между двумя каналами,

операции FFT (БПФ) для одного канала, расширенной математической функции, включая Intg, Diff, Sqrt, определяемую пользователем функцию и цифровой фильтр. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить меню.

Ниже приведен перечень функциональных возможностей в меню вычислительных операций над осциллограммами:

Параметр меню		Доступные значения	Описание
Waveform Math	Factor1	CH1 CH2 CH3 CH4	Выберите источник сигнала для Операнда 1
	Sign	+ - * /	Выберите знак математической операции
	Factor2	CH1 CH2 CH3 CH4	Выберите источник сигнала для операнда 2
	Vertical (div)	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное положение осциллограммы, полученной в результате математических операций	
	Vertical (V/ div)	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальную шкалу осциллограммы, полученной в результате математических операций	
FFT	Source	CH1 CH2 CH3 CH4	Выберите источник сигнала для БПФ.
	Window	Hamming Rectangle Blackman Hanning Kaiser Bartlett	Выберите окно для FFT.

FFT	Format	V RMS Decibels	Единицы отображения амплитуды
		Radian Degrees	Единицы отображения фазы
	Hori (Hz)	Position value/ Time base value	Переключение горизонтального положения или временной развертки осциллограммы БПФ. Настройка поворотом ручки M
	Vertical	Position value/ Division value	Переключение вертикального положения или вертикальной развёртки осциллограммы БПФ. Настройка поворотом ручки M
User Function	Edit	Intg, Diff, Sqrt и определяемая пользователем функция	
	Vertical (div)	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное положение осциллограммы, полученной в результате математических операций	
	Vertical (V/ div)	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальную шкалу осциллограммы, полученной в результате математических операций	
DIR	Channel	CH1 CH2	Выберите канал
	Type	Low-pass (Фильтр Низких Частот)	Фильтр пропускает только те сигналы, частоты которых ниже, чем текущая частота среза.
		High-pass (Фильтр Высоких Частот)	Фильтр пропускает только те сигналы, частоты которых выше, чем текущая частота среза.
		Band-pass (полоса пропускания)	Пропускает только те сигналы, частоты которых больше нижней частоты среза и ниже верхней частоты среза.
		Band-reject (полоса отклонения)	Пропускает только те сигналы, частоты которых ниже нижней частоты среза и выше верхней частоты среза.

DIR	Window	Retangular Tapered Triangular Hanning Hamming Blackman	Выбор окна цифрового фильтра
	Cut-off fre Upper down	Поверните ручку M, чтобы установить частоту среза	
	Vertical (div)	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное положение осциллограммы, полученной в результате математических операций	
FFT Peak	ON OFF		Включите или отключите поиск пиков FFT. Динамический маркер ▽ маркирует пики на БПФ.

Математические операции над осциллограммами

Для выполнения арифметических операций нужно выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части. На экране появится розовая форма сигнала M.
2. Выберите Waveform Math в нижнем меню.
3. В правом меню выберите Factor1 (Операнд1).
4. Выберите Sign (Знак) в правом меню.
5. В правом меню выберите Factor2 (Операнд 2).
6. Выберите Vertical (div) в правом меню, поверните ручку M, чтобы настроить вертикальное положение осциллограммы, полученной в результате математических операций.
7. Выберите Vertical (V/div) в правом меню, поверните ручку M, чтобы настроить вертикальный масштаб осциллограммы, полученной в результате математических операций.

Пользовательская функция

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.

2. Выберите «User Function (Пользовательская функция)», в нижнем меню, появится клавиатура ввода выражений.

3. Создайте выражение. После завершения выберите ↵ на клавиатуре для подтверждения. В левой нижней части экрана отображается шкала осциллограммы Math.

Цифровой фильтр

Цифровой фильтр обеспечивает 4 типа фильтров (низкие частоты, высокие частоты, полоса пропускания и полоса отклонения). Указанные частоты можно отфильтровать, установив частоту среза. Цифровой фильтр может применяться только к CH1 или CH2.

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.

2. Выберите DIR в нижнем меню

3. В правом меню выберите канал CH1 или CH2.

4. В правом меню выберите Type (тип), выберите нужный тип фильтра.

5. В правом меню выберите window (окно), выберите нужное окно.

6. Если выбран тип low-pass или high-pass (ФНЧ или ФВЧ), выберите cut-off fre (частоту отсечки) в правом меню. Если выбран тип band-pass или band-reject, выберите upper или down (верхняя или нижняя частота отсечки) в правом меню. Поверните ручку M, чтобы настроить частоту.

7. В правом меню выберите Vertical (div), поверните ручку M, чтобы настроить вертикальное положение осциллограммы. Вертикальные деления осциллограммы такие же, как и у выбранного канала.

Примечание: В формате сканирования цифровой фильтр отключен.

Использование функции БПФ (FFT)

Математическая функция FFT (быстрое преобразование Фурье-БПФ) позволяет преобразовать осциллограмму в частотный спектр. Это очень полезно для анализа входного сигнала на осциллографе. Эти частоты можно сопоставить с известными системными частотами, такими как системные тактовые частоты, генераторы или блоки питания.

Реализованная в данном осциллографе функция быстрого преобразования Фурье преобразовывает времяразрешенную последовательность из 8192 точек значений сигнала, в частотный спектр, содержащий 4096 точки в диапазоне от 0 Гц до частоты Найквиста. (Длина записи должна быть 10K или выше).

Для выполнения операции быстрого преобразования Фурье нужно произвести следующие действия:

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.

2. Выберите FFT в нижнем меню.

3. В правом меню выберите Source (Источник) как CH1.

4. В правом меню выберите Windows (Окно). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать нужный тип окна.

5. В правом меню выберите Format (Формат). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать единицу амплитуды (V RMS, децибелы) или единицу фазы (Radian, Degrees).

6. Выберите Hori (Hz) в правом меню; нажмите эту кнопку несколько раз, чтобы символ находился перед значением горизонтального положения (сверху), поверните ручку M, чтобы настроить горизонтальное положение осциллограммы.

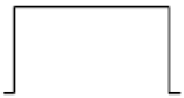
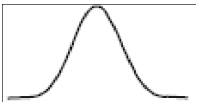
7. Нажмите кнопку Hori (Hz), чтобы символ находился перед базовым значением времени снизу, поверните ручку M, чтобы настроить временную развертку осциллограммы.

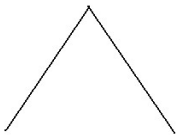
8. Выберите «Vertical» в правом меню; выполните те же операции, что и выше, чтобы установить вертикальное положение и вертикальную шкалу.

Выбор окна БПФ

Поддерживается 6 типов БПФ-окон. Каждое из них имеет компромисс между частотным разрешением и точностью по амплитуде. Вы должны выбрать оптимальное для вашего случая окно в зависимости от характеристик сигнала и от параметров, которые вам требуется измерить. Используйте следующие рекомендации, чтобы выбрать лучшее окно.

Тип	Описание	Окно
Окно Хэмминга	Этот тип оконной функции очень хорошо подходит для разрешения частот, близких друг к другу, при несколько лучшей точности определения амплитуды, чем с помощью прямоугольного окна. Он также дает немного лучшее разрешение по частоте, чем окно Хеннинга. Используйте окно Хемминга для анализа гармонических и периодических сигналов и узкополосного статистического шума. Это окно подходит и для анализа нестационарных процессов, скачков и всплесков, когда уровни сигнала до и после события существенно различаются.	

Окно Хеннинга	Это очень хорошее окно для точного измерения амплитуды, но оно дает разрешение частот хуже, чем у окна Хэмминга. Используйте окно Хеннинга для измерения гармонических и периодических сигналов и узкополосного статистического шума. Это окно подходит и для анализа нестационарных процессов, скачков и всплесков, когда уровни сигнала до и после события существенно различаются.	
Прямоугольное окно	Это лучший тип оконной функции для разрешения частот, близких друг к другу, но худший вариант для измерения амплитуды компонентов сигнала на этих частотах. Функция наилучшим образом подходит для измерения частотного спектра непериодических сигналов и измерения частотных компонент вблизи нуля. Используйте прямоугольное окно для измерения нестационарных процессов и всплесков, когда уровень сигнала до и после события примерно одинаков. Используйте это окно и для комбинаций гармонических сигналов с равными амплитудами и очень близкими частотами, а также для широкополосного статистического шума с относительно медленно меняющимся спектром.	
Окно Блэкмена	Это лучшая оконная функция для измерения амплитуд частотных компонент сигнала, но худшая для разрешения частот. Используйте окно Блэкмена для измерения преимущественно одночастотных сигналов для анализа вклада высших гармоник.	

Окно Кайзера	Частотное разрешение при использовании окна Кайзера является неплохим; спектральная утечка и точность амплитуды хороши. Окно Кайзера лучше всего использовать, когда частоты очень близки к одному и тому же значению, но имеют сильно отличающиеся амплитуды (уровень боковой доли и форм-фактор ближе всего к традиционному гауссовскому RBW). Это окно также хорошо подходит для случайных сигналов.	
Окно Бартлетта	Окно Бартлетта представляет собой немного более узкий вариант треугольного окна, с нулевым весом на обоих концах.	

На рисунках 5-1 - 5-6 показаны шесть различных окон БПФ при измерении синусоиды с частотой 1 кГц:

Рисунок 5-1 Окно Хэмминга

Рисунок 5-2 Прямоугольное окно

Рисунок 5-3 Окно Блэкмена

Рисунок 5-4 Окно Ханнинга

Рисунок 5-5 Окно Кайзера

Рисунок 5-6 Окно Бартлетта

Примечания по использованию БПФ

- Используйте шкалу дБ по умолчанию для детализации нескольких частот, даже если они имеют очень разные амплитуды. Используйте шкалу Вскз для сравнения частот.

- Наличие у сигнала постоянной составляющей или смещение может привести к ошибочному определению амплитуд компонент спектра Фурье. Чтобы свести к минимуму компоненту постоянного тока, выберите режим закрытого входа (AC Coupling) для исходного сигнала.

- Чтобы уменьшить случайный шум и сглаженные компоненты в повторяющихся или одиночных событиях, установите режим усреднения осциллограмм.

Что такое частота Найквиста?

Частота Найквиста — это наивысшая частота, которую любой цифровой осциллограф, работающий в режиме реального времени, может получить без искажений. Эта частота равна половине частоты дискретизации. Частоты, превышающие частоту Найквиста, будут занижены, что приведет к появлению искажений. Поэтому

обращайте больше внимания на соотношение между частотой выборки и измерения.

5.1.4 Работа с регуляторами вертикального смещения и вертикальной развертки

Каждый из 4 каналов имеет набор ручек вертикального положения и вертикальной шкалы. Если вы хотите установить вертикальный масштаб и вертикальное положение канала, сначала нажмите CH1, CH2, CH3 или CH4, чтобы выбрать нужный канал. Затем поверните ручки Vertical Position и Vertical Scale, чтобы задать необходимые значения.

1. Ручка Vertical Position (вертикального положения) используется для регулировки вертикального положения осциллограммы.

При повороте ручки «Вертикальное положение» указатель исходной точки земли выбранного канала двигается вверх и вниз вслед за осциллограммой, и сообщение о положении в центре экрана изменяется соответствующим образом (см. Рисунок 4-7).

2. Ручка Vertical Scale (вертикальной шкалы) используется для регулирования вертикального разрешения выбранных осциллограмм. Чувствительность шагов вертикального деления кратна 1-2-5. Вертикальная шкала отображается в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 5-7).

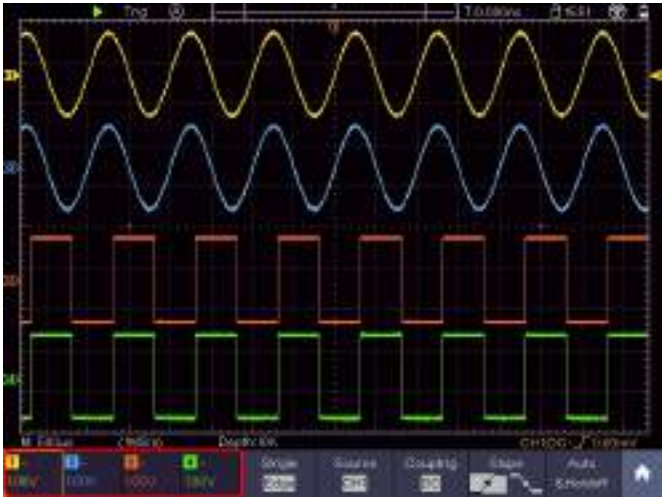


Рисунок 5-7 Информация о вертикальном масштабе

5.2. Настройка горизонтальной системы

Элементы управления горизонтальной разверткой включают в себя кнопку Horizontal HOR и такие ручки, как «Horizontal Position (Горизонтальное положение)» и «Horizontal Scale (Горизонтальный масштаб)».

1. Ручка Horizontal Position используется для регулировки горизонтальных положений осциллограмм во всех каналах (включая те, которые получены в результате математических манипуляций). Разрешение этой ручки изменяется в зависимости от коэффициента временной развертки.

2. Ручка Horizontal Scale (горизонтальной шкалы) позволяет настроить горизонтальный масштаб осциллограммы.

3. Кнопка Horizontal HOR позволяет переключаться между нормальным режимом и режимом масштабирования (зуммирования) осциллограммы.

Масштабирование осциллограмм

Нажмите кнопку Horizontal HOR, чтобы войти в режим зума. В верхней половине дисплея отображается главное окно, а в нижней половине — окно масштабирования. Окно Масштабирование представляет собой увеличенную часть Главного окна.

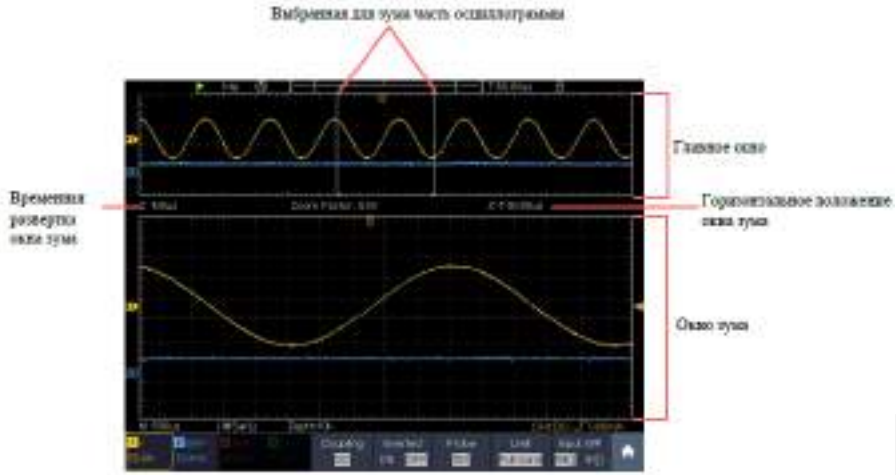


Рисунок 5-8 Режим горизонтального масштабирования (зума) осциллограммы

В режиме горизонтального масштабирования ручка Horizontal Position регулирует горизонтальное положение окна масштабирования. Ручка Horizontal Scale регулирует горизонтальное увеличение, при этом горизонтальная развертка окна масштабирования также изменяется.

5.3. Настройка триггера/системы декодирования

Триггер (система синхронизации/запуска) определяет, когда цифровой запоминающий осциллограф начинает получать данные и отображать осциллограмму. Когда триггер установлен правильно, он может превратить нестабильную отображаемую картину в информативную осциллограмму.

После начала сбора данных осциллограф накапливает достаточное количество данных, чтобы отобразить осциллограмму слева от точки триггера. В ожидании выполнения условия запуска осциллограф накапливает данные непрерывно. После обнаружения условия запуска осциллограф непрерывно накапливает достаточно данных для отображения осциллограммы справа от точки триггера.

Область управления триггером состоит из 1 ручки и 2 кнопок меню.

Trigger Level (Уровень запуска): ручка, которая устанавливает уровень триггера; нажмите на ручку, будет установлено среднее значение по амплитуде входного сигнала.

Force (Принудительно): принудительно инициирует запуск развертки. Функция в основном используется в режиме синхронизации «Нормальный» и «Одиночный».

Trigger Menu (Меню триггера): кнопка, активирующая меню управления триггером.

Управление триггером

В осциллографе реализованы три типа триггера: одиночный триггер, логический триггер и триггер по шине. Каждый тип триггера имеет различные подменю.

Нажмите кнопку Menu панели меню триггера, затем в нижнем меню типов триггера выберите Single, Logic или Bus Trigger во всплывающем правом меню, поверните ручку M, чтобы выбрать различные типы триггера.

- Single trigger (Одиночный запуск): использует уровень триггера для захвата

осциллограмм по 2-м каналам одновременно.

- Logic trigger (Логический триггер): триггер сигнала в соответствии с условием логических выражений.
- Bus trigger (Триггер по шине данных): триггер для синхронизации с данными шины.
- Меню «Одиночный триггер», «Альтернативный триггер», «Логический триггер» и «Триггер шины» описаны ниже.

5.3.1 Одиночный триггер

Одиночный триггер (условие запуска определяется по одному источнику/каналу) имеет восемь типов: запуск по фронту, запуск по видео, запуск по импульсу, запуск по наклону, запуск по ранту, запуск по окну, запуск по тайм-ауту (истечению времени) и запуск по N-му фронту.

1. Edge Trigger (запуск по фронту): в этом режиме осциллограмма запускается по определенному уровню напряжения с заданным направлением наклона.
2. Video Trigger (запуск по видеосигналу): срабатывание по полям или строкам для стандартного видеосигнала.
3. Pulse Trigger (запуск по импульсу): осциллограмма запускается при появлении импульсов определенной ширины.
4. Slope Trigger (запуск по наклону): осциллограмма запускается при определенной скорости нарастания или убывания фронта.
5. Runt Trigger (запуск по ранту): запуск происходит, когда импульсы превышают один уровень триггера, но не превышают другой уровень триггера.
6. Windows Trigger (запуск по окну): запуск происходит, когда импульсы превышают высокий уровень триггера, или не превышают низкий уровень триггера.
7. Timeout Trigger (запуск по времени ожидания): осциллограф срабатывает, когда интервал времени от момента прохождения нарастающего фронта (или спадающего фронта) через уровень триггера до момента прохождения

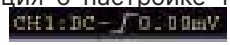
соседнего спадающего фронта (или нарастающего фронта) через уровень триггера превышает установленное время тайм-аута.

8. Nth Edge Trigger (запуск по N-му фронту): Осциллограф срабатывает по N-му фронту импульса, который появляется в указанное время простоя.

Восемь режимов одиночного триггера описаны ниже:

1. Edge Trigger (запуск по фронту)

Срабатывание по фронту происходит при достижении сигналом заданного уровня триггера. В этом режиме можно выбрать запуск по нарастающему или спадающему фронту.

В режиме Edge Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, 

указывает, что тип триггера - фронт, источник триггера - CH1, связь - постоянный ток, уровень триггера - 0,00 мВ.

В таблице дано описание меню запуска по фронту:

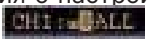
Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Фронт	Установлен тип запуска вертикального канала по фронту.
Source (Источник)	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 4
	AC Line	Источником пускового сигнала является сеть переменного тока
	EXT	Используется внешний пусковой сигнал
	EXT/5	В качестве пускового сигнала используется 1/5 от внешнего

Coupling (Режимы входа)	AC		Блокируется постоянная компонента тока.
	DC		Разрешается прохождение всех компонентов.
	HF		Блокировка высокочастотных компонентов сигнала, пропускаются
	LF		Блокировка низкочастотных компонентов сигнала, пропускаются только высокочастотные компоненты
	Noise Reject	ON OFF	Включение / Выключение подавления шума. (Диапазон от 0,3 до 10 делений)
Slope (Наклон)			Срабатывание по нарастающему фронту
			Срабатывание по ниспадающему фронту
Mode Holdoff (Режимы удержания запуска)	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы при срабатывании триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff (удержание запуска на заданное время)		100 нс - 10 с, поверните ручку M или щелкните , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку ← → панели или щелкните , чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.

Уровень триггера: уровень триггера указывает вертикальное положение триггера канала, поверните ручку уровня триггера или ползунок на сенсорном экране вверх и вниз для перемещения уровня триггера. Во время настройки, оранжево-красная пунктирная линия показывает положение триггера, а значение уровня триггера изменяется в правом углу. После настройки пунктирная линия исчезает.

2. Video Trigger (запуск по видеосигналу)

В этом режиме запуск осуществляется по кадровому или строчному синхроимпульсу стандартных видеосигналов NTSC, PAL или SECAM.

В режиме Video Trigger информация о настройках триггера отображается в правой нижней части экрана, например,  означает, что тип триггера - Video, источник триггера - CH1, а тип синхронизации – Even (четные поля).

В таблице дано описание меню запуска по видеосигналу:

Меню	Доступные значения	Описание
Single	Video	Установлен тип запуска по видеосигналу
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
Modu	NTSC PAL SECAM	Выберите вид модуляции видеосигнала
Sync	Line Field Odd Even Line NO	Синхронный триггер по строкам видеосигнала Синхронный триггер по полям видеосигнала Синхронный триггер по нечетным полям видеосигнала Синхронный триггер по четным полям видеосигнала Синхронный триггер по выбранной строке видеосигнала, нажмите + или − для установки номера строки
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера

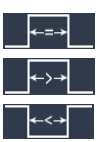
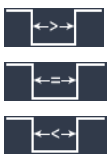
3. Pulse Trigger (запуск по ширине импульса)

Запуск происходит при появлении сигналов с заданной шириной импульса. С помощью этого режима могут быть обнаружены аномальные сигналы.

В режиме триггера по ширине импульса информация о настройке триггера отображается на экране в правом нижнем углу экрана, например,

указывает на то, что тип триггера – по ширине импульса, источник триггера - CH1, режим входа - DC (открытый вход), полярность - положительная, уровень триггера - 0,00 мВ.

Список меню триггера по ширине импульса:

Меню	Доступные значения		Описание
Single	Pulse		Установлен тип запуска по ширине импульса
Source	CH1		Источником пускового сигнала является
	CH2		Источником пускового сигнала является
	CH3		Источником пускового сигнала является
	CH4		Источником пускового сигнала является
	Noise Reject	ON OFF	Включение / Выключение подавления шума. (Диапазон от 0,3 до 10 делений)
Coupling	AC DC		Блокируется компонента постоянного тока. Разрешается прохождение всех компонентов.
when	Polarity		Выбор полярности
			Выберите условие для ширины импульса и настройте значение ручкой M или коснитесь или для установки времени, нажмите на панели или кликните для перемещения курсора, чтобы выбрать цифру для установки.

Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff	100 нс - 10 с, поверните ручку M или щелкните , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку панели или щелкните , чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.

4. Slope Trigger (запуск по заданному значению наклона сигнала)

Триггер по наклону устанавливает осциллографу в качестве условия запуска положительный/отрицательный наклон в течение заданного времени.

В режиме Slope Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, CH1: ⎍ Δ0.00mV указывает на то, что тип триггера - наклон, источник триггера - CH1, наклон - нарастающий, 0,00 мВ - разница между верхним пороговым уровнем и порогом низкого уровня.

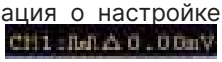
Список меню триггера по наклону:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single Mode	Slope	Установите тип запуска по наклону.
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4

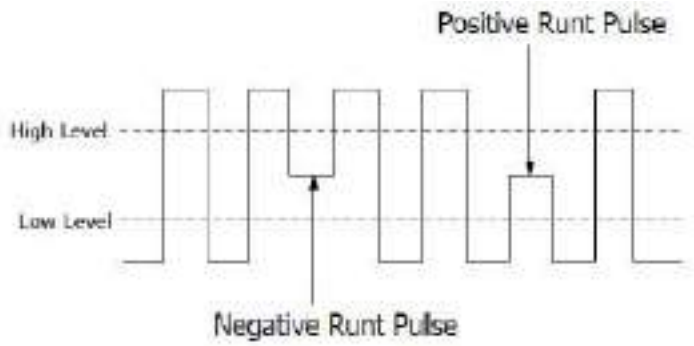
When			Выбор направления наклона
			Установка условия наклона; поверните ручку M или щелкните , чтобы установить время наклона, нажмите кнопку панели ← → или нажмите , чтобы переместить курсор, для выбора- какая цифра должна быть выбрана
Threshold &SlewRate	High level		Отрегулируйте ручку M, чтобы установить верхний уровень.
	Low level		Отрегулируйте ручку M, чтобы установить нижний предел низкого уровня.
	Slew rate		Скорость нарастания = (Высокий уровень - Низкий уровень) / Настройки
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff		100 нс – 10 с, поверните ручку M или щелкните , чтобы установить временной интервал до появления другого триггера, нажмите ← → кнопка панели или кликнуть для перемещения курсора, чтобы выбрать, какую цифру установить.

5. Rant Trigger (запуск по ранту)

Захватываются импульсы, которые проходят через нижний уровень триггера, но не проходят через верхний уровень триггера.

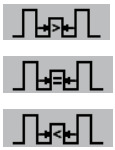
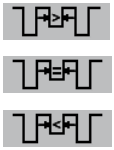
В режиме Runt Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например,  указывает на то, что тип триггера

- рант, источник триггера - CH1, полярность - положительная, 0,00 мВ - разность между порогом верхнего и нижнего уровней.



Список меню триггера по ранту:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Runt	Установите тип запуска по ранту
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
Threshold (порог)	Up level	Поверните ручку M или щелкните + или − чтобы установить верхний порог ранта
	Low level	Поверните ручку M или щелкните + или − чтобы установить нижний порог ранта
Condition	Polarity	Полярность
		Положительная полярность, осциллограф запускается по ранту положительных импульсов

Condition			Отрицательная полярность, осциллограф запускается по ранту отрицательных импульсов
			Поверните ручку M или кликните + или −, чтобы установить длительность импульса, нажмите на панели ← → или кликните ←→, чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
			Запуск, когда импульс ранта превышает заданную длительность импульса.
			Запуск, когда импульс ранта равен заданной длительности импульса
			Запуск, когда импульс ранта меньше заданной длительности импульса
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff		100 нс - 10 с, поверните ручку M или щелкните , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку ← → панели или щелкните ←→, чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.

6. Windows Trigger (запуск по окну)

Задается два уровня триггера, запуск происходит, когда импульсы проходят через высокий или низкий уровень триггера.

В режиме Windows Trigger информация о настройках триггера отображается на экране в правом нижнем углу экрана, например, указывает на то, что тип триггера - окно, источник триггера - CH1, полярность - положительная, 0,00

мВ - разность между пороговыми значениями верхнего и нижнего уровней.

Список меню триггера по окну:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Windows	Установите тип запуска по окну
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
Threshold	Up level	Установите ручкой M или щелкните + или − чтобы установить верхний порог окна
	Low level	Установите ручкой M или щелкните + или − чтобы установить нижний порог окна
Condition	Polarity	Полярность
		Положительная полярность, осциллограф запускается по окну положительных импульсов
		Отрицательная полярность, осциллограф запускается по окну отрицательных импульсов

Condition			Enter (Вход): Запуск, когда сигнал входит в указанный диапазон уровней триггера
			Exit (Выход): Запуск, когда сигнал триггера выходит за пределы указанного диапазона уровней триггера.
			Время: Укажите время удержания входного сигнала после ввода указанного уровня срабатывания. Осциллограф срабатывает, когда накопленное время удержания превышает указанное. Доступный диапазон составляет от 30 нс до 10 с, по умолчанию 100 нс.
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff		100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите + или −, чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки ← → или кликните ←→, чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.

7. Timeout Trigger (запуск по времени ожидания)

Осциллограф срабатывает, когда интервал времени от момента прохождения нарастающего фронта (или спадающего фронта) через уровень триггера до момента прохождения соседнего спадающего фронта (или нарастающего фронта) через уровень триггера превышает установленное время тайм-аута.

В режиме триггера по тайм-ауту информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, указывает, что тип триггера - Таймаут, источник триггера - CH1, фронт положительный, -150 В – пороговый уровень.

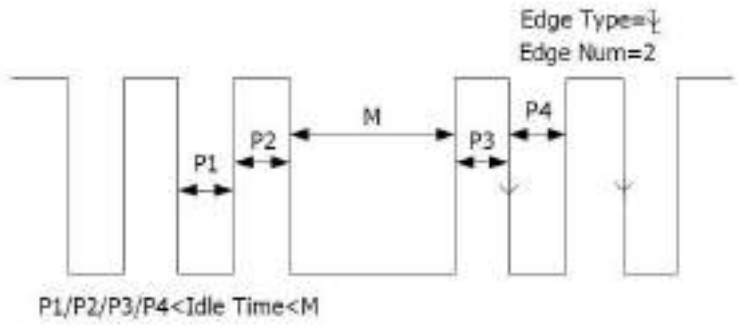
Список меню триггера по времени ожидания:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Timeout	Установите тип триггера по тайм-ауту.
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
Edge		Запуск по нарастающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска
		Запуск по нарастающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска
Configure	Idle Time (Время простоя)	Установите время простоя. Время простоя – это минимальное время простоя часов до поиска данных, которые могут соответствовать условиям запуска. Доступный диапазон 30 нс-10 с, по умолчанию 100 нс.

Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff		100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите + или −, чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки ← → или кликните ←→, чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	Noise Reject	ON OFF	Включение / Выключение подавления шума. (Диапазон от 0,3деления до10 делений)

8. Nth Edge trigger (запуск по N-му фронту)

Осциллограф запускает развертку по N-му фронту, который появляется в указанное время простоя. Как показано на рисунке ниже, осциллограф должен сработать по второму ниспадающему фронту после указанного времени простоя, а время простоя (Idle Time) должно быть установлено в P1/P2/P3/P4 < Idle Time < M. Где M, P1, P2, P3 и P4 - это положительная или отрицательная ширина импульсов, участвующих в подсчете.



В режиме Nth Edge Trigger информация о настройке триггера отображается в нижней правой части экрана, например, CH1:Nth0.00mV означает, что тип триггера - Nth Edge, источник триггера - CH1, 0.00 мВ- уровень верхнего или нижнего порога.

Меню триггера по N-му фронту:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Nth Edge	Установите тип запуска по N-му фронту
Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
	CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
	CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
	CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
Edge		Запуск по нарастающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска.
		Запуск по спадающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска.
Configure	Idle Time	Установите время простоя перед отсчетом фронта импульса в Nth Edge Trigger. Нажмите + или − для установки времени простоя, нажмите ←→ для перемещения курсора, чтобы выбрать цифру для установки. Доступный диапазон: 30 нс - 10с, по умолчанию 100 нс.
	Edge Num	Установите значение номера фронта импульса «N» в триггере Nth Edge.
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно

Mode Holdoff	Holdoff		100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите + или − , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки ← → или кликните ←→ , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	Noise Reject	ON OFF	Включение / Выключение подавления шума. (Диапазон от 0,3деления до10 делений)

5.3.2 Логический триггер (Logic Trigger)

Триггер в соответствии с логическим отношением.

В режиме логического триггера информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например, CH1>HHHH>CH4 CH1: H 0.00mV указывает, что тип триггера - Logic, логический режим - AND, высокий уровень CH1 и уровень триггера - 0,00 мВ.

Список меню логического триггера:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Mode	Logic	Установка типа запуска «логический триггер».
Logic Mode	AND OR XNOR XOR	Выбор режима логического триггера
Input Mode (Режим входа)	CH1	Установите режим входа для канала CH1: высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, подъем и спад.
	CH2	Установите режим входа для канала CH2: высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, подъем и спад.
	CH3	Установите режим входа для канала CH3: высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, подъем и спад.

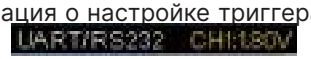
	CH4		Установите режим входа для канала CH4: высокий уровень, низкий уровень, высокий
	Примечание: если выбран режим входа для одного канала «подъем» или «спад», на другом канале не может быть выбран такой же режим входа.		
Out Mod	Goes True		Срабатывает, когда условие превращается из ложного в истинное.
	Goes False		Срабатывает, когда условие превращается из истинного в ложное.
	Is True >		Срабатывание, когда длительность истинного состояния больше установленного времени
	Is True =		Срабатывание, когда длительность истинного состояния равно установленному времени
	Is True <		Срабатывание, когда длительность истинного состояния меньше установленного времени
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно
	Holdoff		100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите + или −, чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки ← → или кликните ← →, чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	Noise Reject	ON OFF	Включение / Выключение подавления шума. (Диапазон от 0,3деления до10 делений)

5.3.3 Запуск по последовательным шинам (Bus Trigger)

1. Триггер UART/RS232

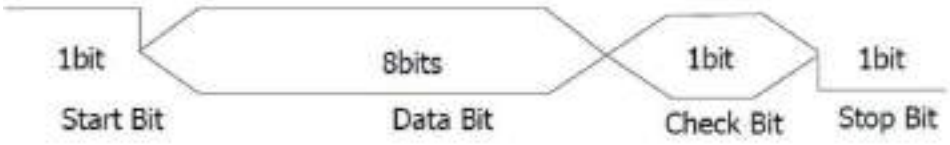
UART/RS232 — это режим последовательной связи, используемый при передаче данных между ПК или между ПК и терминалом. Символ передается в виде кадра

данных, который состоит из 1-битного начального бита, 5-8-битных бит данных, 1-битного контрольного бита и 1-2 стоповых-битов.

В режиме триггера по шине UART/ информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например, 

указывает, что тип триггера UART/RS232, уровень триггера CH1 1,80 В.

Формат данных показан на рисунке ниже.



UART/RS232 Триггер

Список меню UART/RS232 триггеров:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Bus Type	UART		Установка типа запуска по шине UART/RS232.
Input	Source	CH1	Источником пускового сигнала является канал 1
		CH2	Источником пускового сигнала является канал 2
		CH3	Источником пускового сигнала является канал 3
		CH4	Источником пускового сигнала является канал 4
	Polarity	Normal	Нормальная полярность передачи данных.
		Inverted	Инвертированная полярность передачи данных.
When	Start		Срабатывание на начальном кадре позиции.
	Error		Срабатывание при обнаружении кадра ошибки.

When	Chk Error		Срабатывание при обнаружении Chk Error.
	Data		Срабатывание по последнему биту заданных данных.
			После выбора одного из этих условий нажмите Configure для ввода подробных настроек.
Configure	Start	Common Baud	Выберите значение вращением ручки M.
		Custom Baud:	Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000).
	Error	Stop Bit	Выберите “1” или ”2”.
		Parity	Выберите None (нет), Odd (нечетное) или Even (четное)
		Common Baud	Выберите значение вращением ручки M.
		Custom Baud	Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000).
	Chk Error	Even-Odd	Выберете Even (четное) или Odd (нечетное).
		Common Baud	Выберите значение вращением ручки M.
		Custom Baud	Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000)
	Data	Data Bits	Установите 5, 6, 7, 8 бит
		Data	Установка данных в соответствии с битами данных, в диапазонах: 0-31, 0-63, 0-127 или 0-255.
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно

2. Триггер I2C

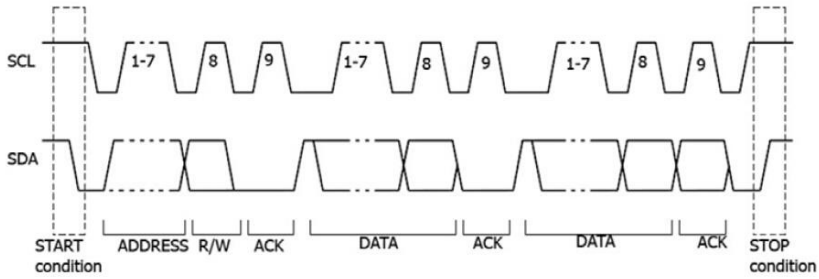
Последовательная шина I2C состоит из SCL (тактовые импульсы) и SDA (данные).

Скорость передачи определяется SCL, а данные передачи определяются SDA. Как показано на рисунке ниже, осциллограф может срабатывать при запуске, перезапуске, остановке, потере соединения, конкретном адресе устройства или значении данных, а также адресе устройства и значении данных одновременно.

В режиме триггера шины I2C информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например,

указывает, что тип триггера - I2C, уровень триггера CH1 - 0,00 мВ.

Формат данных показан на рисунке ниже.



Список меню триггера I2C:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Bus Type	I2C	Установка типа запуска по шине I2C.
Source	SCL SDA	Установите SCL Установите SDA
When	Start	Запуск при переходе данных SDA из высокого уровня в низкий при высоком уровне SCL.
	Restart	Запуск, когда перед условием остановки возникает другое условие старта.
	Stop	Срабатывание при переходе данных SDA из низкого уровня в высокий при высоком уровне SCL.
	Ack Lost	Срабатывание при высоком уровне данных SDA во время любого подтверждения положения тактового генератора SCL.

When	Address		Срабатывание на бит чтения или записи при достижении заданного адреса
	Adr Format	Addr Bits	Установите биты адреса на «7», «8» или «10».
		Addr	Установите адрес в соответствии с заданными битами адреса, диапазон адресов 0-127, 0-255, 0-1023 соответственно.
		Direction	Установка направления данных для записи или чтения. Примечание: Установка недоступна, если Addr Bits установлены на «8».
	Data		Поиск заданного значения данных на SDA и срабатывание по фронту дампа SCL последнего бита области данных.
	Dat Format	Byte Length	Установите длину байта данных, доступный диапазон 1-5 байт. Настройте, вращая ручку M или Нажмите + или −, чтобы установить длину байта.
		Current Bit	Выберите бит данных, диапазон от 0 до (длина байта*8 -1).
		Data	Установите для данных значение H, L или X (H или L)
		All Bits	Установите все биты данных равными значению, указанному в Data
	Addr/Data		Запуск, когда условия по адресу и данным выполняются одновременно.
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно

3. Триггер SPI

Триггер для указанных данных при выполнении условия тайм-аута. При использовании

триггера SPI необходимо указать источники данных SCL и SDA.

В режиме триггера по шине SPI информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например,

указывает, что тип триггера SPI, уровень триггера CH1 составляет 0,00 мВ.

Список меню триггера SPI:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Bus Type	SPI	Установка типа запуска по шине SPI.
Source	SCL SDA	Установите SCL Установите SDA
Time Out	Time out	Установите минимальное время, в течение которого SCL должен находиться в режиме ожидания; доступный диапазон 100нс-10с. Настройте вращением ручки M или кликните + или −, чтобы установить тайм-аут, нажмите на панели кнопки ← → или клините ← →, чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
ClockEdge &Data	Clock Edge	Установите фронт тактовых импульсов для выборки данных SDA: нарастающий или спадающий.
	Data Bits	Установка количества битов строки символов последовательных данных в диапазоне 4-32 вращением ручки M или нажатием кнопок + или −.
	Current Bit	Установите количество битов данных в диапазоне от 0 до 31, вращением ручки M или нажатием кнопок + или −.
	Data	Установите значение текущего бита данных H, L или X (H или L).

	All Bits	Установите все биты данных на значение, указанное в параметре Data
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно

4. Триггер CAN (опционально)

CAN (Controller Area Network) — протокол последовательной связи международной стандартизации ISO.

С помощью триггера шины CAN вы можете запустить осциллограф на начало кадра, тип кадра, идентификатор, данные, идентификатор и данные, конец кадра, Missing Ack или Bit Stuffing Error (ошибка стаффинга, отправка более чем 5 одинаковых бит). Необходимо указать источник сигнала, тип сигнала запуска, точку выборки и частоту сигнала CAN.

В режиме триггера по шине CAN информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например,

указывает, что тип триггера CAN, уровень триггера CH1 -126 мВ.

Список меню CAN Trigger:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Bus Type	CAN		Установка типа запуска по шине CAN.
Input	Source	CH1 CH2	CH1 в качестве источника запуска. CH2 в качестве источника запуска.
	Type	CAN_H CAN_L	Фактический сигнал CAN_H шины Фактический сигнал CAN_L шины
		TX	Сигнал передачи по сигнальной линии CAN.

Input		RX		Принятый сигнал на сигнальной линии CAN.
	Sample Point			Вращайте ручку M или кликните + или −, чтобы установить точку выборки, которая представляет собой точку в пределах времени бита. Осциллограф производит выборку уровня бита в этой точке. «Точка выборки» представлена процентной долей «времени от начала времени бита до времени точки выборки» в «времени бита». Диапазон составляет от 5% до 95%.
	Common Baud			Вращением ручки M выберите значение из списка слева.
	Custom Baud			Вращайте ручку M или кликните + или −, чтобы установить значение Baud. Диапазон составляет от 10 000 до 1 000 000. Совет: Вы можете выбрать ближайшее значение в Common Baud, а затем настроить его в этом меню.
Condition	Start			Запуск в начальном кадре фрейма данных.
	Type	Type (нижнее меню)	Data	Запуск на выбранном кадре.
			Remote	
			Error	
			Overload	
	ID	Configure (нижнее меню)	Format	Выберите Standard или Extend.
			ID	Вращайте ручку M или кликните на кнопку + или − для установки значения, нажмите ← → для перемещения курсора.

Condition	Data	Configure (нижнее меню)	Byte Length	Вращайте ручку M, чтобы задать количество байтов в диапазоне от 1 до 8
			Data	Вращайте ручку M для установки значения или используйте кнопки , на панели.
	ID&Data	Configure (нижнее меню)	Format	Выберите Standard или Extend
			ID	Вращайте ручку M или используйте на панели для установки значения
			Byte Length	Вращайте ручку M, чтобы задать количество байтов в диапазоне от 1 до 8
			Data	Вращайте ручку M или используйте на панели для установки значения
	End		Срабатывание на конечном кадре кадра данных.	
	Missing Ack		Срабатывание при Missing Ack.	
	Bit Stuffing		Срабатывание при ошибке Bit Stuffing Error.	
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера	
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера	
	Single		При срабатывании триггера осциллограмма формируется однократно	

5.3.4 Декодирование шины (опционально)

1. Декодирование UART/RS232

Для декодирования сигнала UART/RS232:

- Подключите сигнал UART/RS232 к входному каналу осциллографа.

- Настройте правильную горизонтальную и вертикальную развертки.
- Установите параметры, основанные на характеристиках сигнала, запустите сигнал и получите стабильное изображение. Подробное описание см. в разделе 5.3.3 «Запуск по последовательным шинам»
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины UART, установите параметры исходя из характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация, передаваемая сигналом.

Совет: если есть повторяющиеся пункты меню как в меню триггера, так и в меню декодирования, вы можете установить любой из них, другой будет изменен синхронно.

Примечание:

- Используйте ручку Trigger level для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.
- При декодировании, если для параметра «Четность» не установлено значение «Нет» и обнаружена ошибка контрольного бита, в соответствующей позиции будут отображаться две красные метки ошибки.

Список меню декодирования UART/RS232:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Bus Type	UART	Установите тип шины декодирования UART.
Configure	Common Baud	Выберите значение из списка Baud слева.
	Custom Baud	Вращайте ручку M или нажмите + или − на сенсорном экране, чтобы установить значение скорости передачи в Baud. Диапазон составляет от 50 до 10 000 000. Совет: Вы можете выбрать ближайшее значение в параметре Common Baud, а затем настроить его в этом меню.

Configure	Data Bits	Установите ширину данных каждого кадра в соответствии с сигналом. Можно установить значение 5, 6, 7 или 8.	
	Parity	Установите режим проверки четности-нечетности в соответствии с полярностью, используемой сигналом.	
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	Event Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save Event Table	Если к прибору подключен USB-накопитель, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (электронная таблица) на внешнем USB-накопителе.	
	ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

2. Декодирование I2C

Для декодирования сигнала I2C:

- Подключите тактовую линию (SCLK) и линию данных (SDA) сигнала I2C к входным каналам осциллографа.
- Настройте правильную развертку по горизонтали и вертикали.
- В меню триггера выберите Триггер шины, выберите тип шины I2C, задайте параметры на основе характеристик сигнала, правильно активируйте сигнал и получите стабильное отображение. Подробное описание см. в разделе 5.3.3 «Запуск по последовательным шинам (Bus Trigger)».
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины I2C, установите параметры исходя из характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация,

передаваемая сигналом.

Совет: если есть повторяющиеся пункты меню как в меню триггера, так и в меню декодирования, вы можете установить любой из них, другой будет изменен синхронно.

Интерпретация расшифрованной информации:

Информация	Сокращение	Фон
Read Address	R, Read или не отображается	Зеленый
Write Address	W, Write или не отображается	Зеленый
Data	D, Data, или не отображается	Черный

Примечание:

- Используйте ручку уровня триггера для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.
- Если ACK (ACKnowledge Character) не выполняется, в соответствующей позиции на осциллограмме будут отображаться две красные метки ошибок.

Список меню декодирования I2C:

Параметр меню	Доступные значения	Описание	
Bus Type	I2C	Установите тип шины декодирования I2C.	
Display	Формат	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save EventTable	Если к прибору подключен USB-накопитель, можно сохранить данные таблицы событий в файл формата *.csv.	

	Таблица ASCII	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

3. Декодирование SPI

Для декодирования сигнала SPI:

- Подключите тактовую линию (SCLK) и линию данных (SDA) сигнала SPI к входным каналам осциллографа.
- Установите правильную временную развертку и развертку по вертикали.
- В меню триггера выберите Триггер по шине, выберите тип шины SPI, задайте параметры на основе характеристик сигнала, правильно активируйте сигнал и получите стабильную картинку сигнала. Подробное описание см. в разделе 5.3.3 «Запуск по последовательным шинам (Bus Trigger)».
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины SPI. Задайте параметры в зависимости от характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация, передаваемая сигналом.

Совет: если есть повторяющиеся пункты меню как в меню триггера, так и в меню декодирования, вы можете установить любой из них, другой будет изменен синхронно.

Примечание:

- Используйте ручку Trigger level для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.
- Пункт меню LS First в меню Bit Order (Least Significant Bit First) означает, что наименее значимый бит придет первым: следовательно, например, шестнадцатеричное число, 0×12, поступит как последовательность 01001000 в двоичном представлении, будет декодирована как обратная последовательность 00010010.

Список меню декодирования SPI:

Параметр меню	Доступные значения	Описание	
Bus Type	SPI	Установите тип декодирования шины SPI.	
Configure	SCLK	Выберите фронт тактового сигнала в соответствии с сигналом, сэмплируйте данные SDA по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала.	
	Time Out	Установите минимальное время, в течение которого тактовый сигнал (SCL) должен находиться в состоянии покоя, прежде чем осциллограф начнет поиск данных (SDA), на которых можно сработать. Диапазон составляет от 30 нс до 10 с.	
	Data Bits	Установите ширину данных каждого кадра в соответствии с сигналом. Может быть установлено любое целое число от 4 до 32.	
	Bit Order	Выберите LS First или MS First для согласования сигнала.	
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save EventTable	Если к прибору подключен USB-накопитель, можно сохранить данные таблицы событий в файл формата .csv .	
	ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

4. Декодирование CAN

Для декодирования сигнала CAN:

- Подключите сигнал CAN к входному каналу сигнала осциллографа.

- Установите правильную временную развертку и развертку по вертикали
- В меню триггера выберите Bus Trigger (Триггер шины) и выберите тип шины - CAN, задайте параметры на основе характеристик сигнала, правильно активируйте сигнал и получите стабильную картинку. (Обратитесь к разделу 5.3.3 «Запуск по последовательным шинам (Bus Trigger)».
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины - CAN. Задайте параметры исходя из характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация, передаваемая сигналом.

Совет: если есть повторяющиеся пункты меню как в меню триггера, так и в меню декодирования, вы можете установить любой из них, другой будет изменен синхронно.

Интерпретация расшифрованной информации:

Информация	Сокращение	Фон
Identifier (Идентификатор)	I, ID или не отображается	Зеленый
Overload Frame	OF	Зеленый
Error Frame	EF	Зеленый
Data Length code	L, DLC или не отображается	Синий
Data	D, Data или не отображается	Чёрный
Cyclic Redundancy Check (Проверка циклической избыточности)	C, CRC или не отображается	Допустимый: Фиолетовый Ошибка: Красный

Примечание:

- Используйте ручку Trigger level для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.

- Если ACK (ACKnowledge Character) кадра данных или удаленного кадра не выполняется, в соответствующей позиции на осциллограмме будут отображаться две красные метки ошибок.

- Кадр ошибки, удаленный кадр и кадр перегрузки будут указаны в столбце «Данные» в таблице событий (фрейм данных не будет идентифицирован).

Список меню декодирования CAN:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Bus Type	CAN		Установите тип шины для декодирования CAN.
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save EventTable	Если к прибору подключен USB-накопитель, можно сохранить данные таблицы событий в файл формата .csv .	
	ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

5.4. Работа с функциональным меню

Зона управления функциональным меню включает в себя 8 кнопок функционального меню: Acquire (Сбор данных), Utility (Утилита), Cursor (Курсор), Autoscale (Автомасштабирование), Save (Сохранение), Display (Отображение), Help (Справка) и 3 кнопки немедленного выполнения: Autoset (Автоустановка), Run/Stop (Запуск/Стоп), Single (Одиночный).

5.4.1 Настройка режимов дискретизации (выборки)

Нажмите кнопку «Acquire (Сбор данных)», в нижнем меню отображается Acqu Mode, Length и Intrpl

Описание меню Acqu Mode:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Sample		Нормальный режим выборки.
Peak Detect (детектирование пиков)		Используется для отбора максимальных и минимальных значений. В этом режиме прибор определяет высшие и низшие точки на смежных интервалах. Используется для обнаружения коротких выбросов в сигнале.
Average	4, 16, 64, 128	Режим выборки с усреднением используется для уменьшения случайных и не важных для измерений шумов, производится путем усреднения заданного пользователем количества собранных осциллограмм.
Refresh Rate	☐Low	Установите частоту обновления осциллограмм. Вы можете включить этот режим, когда вам нужно наблюдать одну осциллограмму.

Описание меню Length:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Length	1000	Выберите длину записи Примечание: максимальная длина записи составляет: • 100 M для четырех каналов; • 200M для двух каналов (Необходимо выполнить одно из условий: 1. CH1 & CH3 включен, CH2 & CH4 выключен; 2. CH2 & CH4 включен., CH1&CH3 выключен.) • 400M для одного канала.
	10 тыс.	
	100 тыс.	
	1M	
	10M	
	100M	
	200M	
	400M	

Описание меню Intrpl:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Intrpl	Sinx/x	Использование интерполяции sin(x)/x
	x	Использование линейной интерполяции

Интерполяция – метод расчета внешнего вида осциллограммы по нескольким отобранным известным точкам сигнала. Выберите подходящий метод интерполяции в соответствии с фактическим сигналом.

Интерполяция sin(x)/x: Соединение точек выборки кривыми линиями в соответствии с методикой расчета промежуточных точек интерполятора sinc. Универсальный и наиболее часто используемый способ интерполяции

Линейная интерполяция: Соединение точек выборки прямыми линиями. Этот метод подходит для восстановления прямолинейных сигналов, таких как квадратная или импульсная волна.

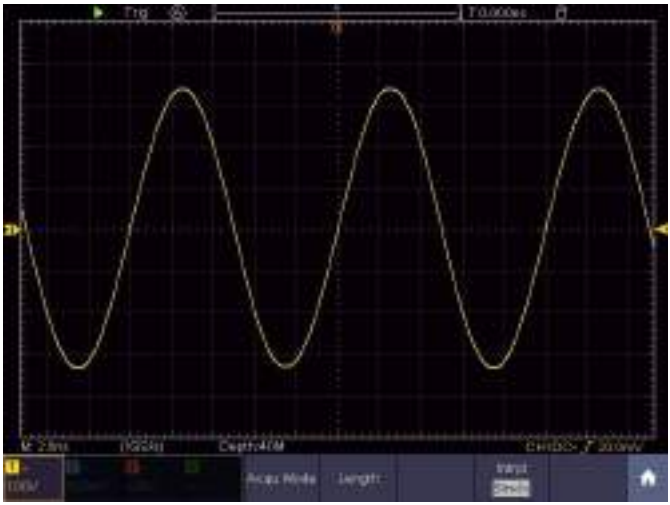


Рисунок 5-9 Интерполяция sin(x)/x

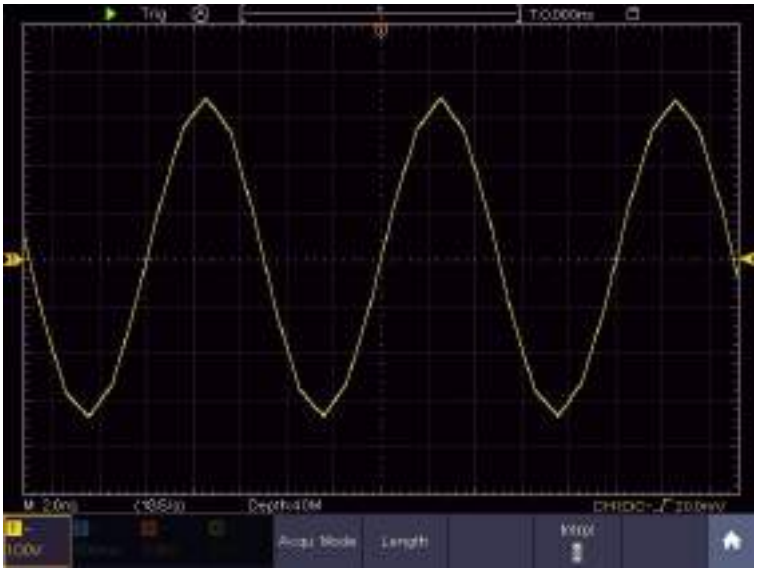


Рисунок 5-10 Линейная интерполяция

5.4.2 Настройка системы отображения сигнала

В следующей таблице дано описание меню настройки отображения сигнала Display:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Type	Dots		Отображаются только точки выборки.
	Vect		Пространство между соседними точками выборки на дисплее заполняется векторной формой.
Persist& Color	Persist	ON OFF	Включите/выключите функцию персистенции (послесвечения экрана).
	Time	Auto 50мс-10с Infinity (бесконечность)	Установите режим или время задержки захваченной осциллограммы на экране.

Persist& Color	Color	ON OFF	Включение/выключение функции цветовой температуры
	Clear		Стирает накопленные предыдущие осциллограммы с экрана. Осциллограф начнет накапливать осциллограммы заново.
XY Mode	Enable	ON OFF	Включение/выключение функции отображения XY
	Full Screen	ON OFF	Включение/выключение полноэкранного режима в режиме XY
Counter	ON OFF		Включить/выключить частотомер

1. Персистенция (послесвечение экрана)

При использовании функции Persist (персистенция) можно смоделировать эффект отображения сигнала на экране осциллографа с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ), когда в результате послесвечения люминофора захваченная осциллограмма, плавно теряя яркость, постепенно исчезает с экрана прибора. В этом режиме, чем старше осциллограмма, тем ниже ее яркость, а новые осциллограммы, наоборот, выводятся на экран в максимальной яркости.

- Нажмите кнопку Display (Дисплей).
- Выберите Persist&Color в нижней части меню.
- Выберите Persist (Персистенция) в правом меню.
- В меню Time (Время) выберите время послесвечения: Auto, 50 мс—10 с и Infinity (Бесконечность).

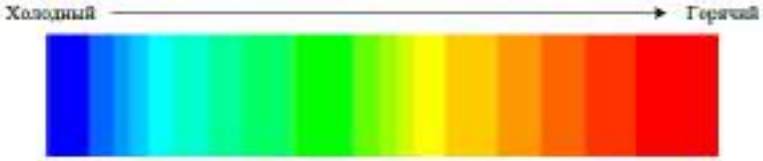
Если для параметра Time установлено значение «Auto», осциллограф автоматически определяет время послесвечения.

Если для параметра Time установлено значение Infinity, осциллограммы будут накапливаться на экране, не исчезая до тех пор, пока не будет изменено время послесвечения.

- Выберите Clear (Очистить) в нижнем меню, чтобы стереть накопленные на экране осциллограммы. Осциллограф начнет снова накапливать осциллограммы на экране в соответствии с установленным значением времени послесвечения.

2. Color (Цвет) - (не для всех моделей серии)

Функция цветовой температуры использует цветовую градацию для указания частоты повторяемости сигнала в данной точке экрана. Горячие цвета, такие как красный / желтый, указывают на часто происходящие события, а более холодные цвета, такие как синий / зеленый, указывают на редко происходящие события.



- Нажмите кнопку Display (Дисплей).
- Выберите Persist&Color в нижнем меню.
- Выберите Color (Цвет) в правом меню, выберите между ON/OFF (ВКЛ/ВЫКЛ).

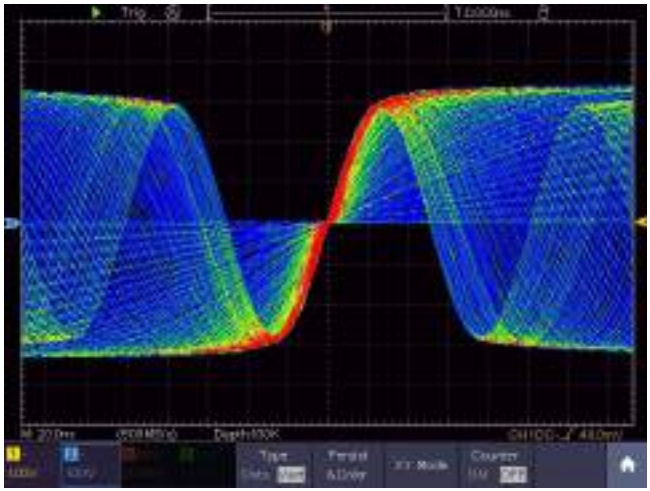


Рисунок 5-11 Функция цветовой температуры включена

3. Формат XY

Этот формат применяется одновременно к каналу 1 и каналу 2. После выбора формата отображения XY канал 1 отображается по горизонтальной оси, а канал 2 - по вертикальной оси; осциллограф устанавливается в режим выборки без триггера: данные отображаются в виде ярких пятен.

Ручки «Горизонтальная шкала» и «Горизонтальное положение» используются для установки горизонтальной шкалы и положения.

Ручки «Вертикальная шкала» и «Вертикальное положение» используются для установки вертикальной шкалы и положения.

Следующие функции не могут работать в формате XY:

- Опорные или вычисленные осциллограммы.
- Курсоры
- Управление триггером
- БПФ

Включение формата отображения XY:

- Нажмите кнопку Display (Дисплей).
- Выберите XY Mode (Режим XY) в нижнем меню. Выберите Enable ➔ON в правом меню.
- Чтобы сделать режим XY полноэкранным, выберите Full Screen (Полноэкранный режим) ➔ON в правом меню.

4. Счетчик (частотомер)

Это 6-значный одноканальный частотомер. Он может измерять только частоту запуска по каналу. Диапазон частот составляет от 2Гц до полной полосы пропускания. Частотомер может быть включен только в режиме запуска по фронту одиночного триггера. Показания частотомера отображаются в правом нижнем углу экрана.

Этапы работы:

1. Нажмите кнопку Trigger Menu, установите тип триггера single, установите режим триггера Edge, выберите источник сигнала.

2. Нажмите кнопку Display (Дисплей).

3. Выберите Counter (Счетчик) установите ON (ВКЛ.) или OFF (ВЫКЛ.) в нижнем меню.

5.4.3 Сохранение осциллограмм

Нажав кнопку Save (Сохранить), вы можете сохранить осциллограмму, настройки осциллограммы, изображения экрана, записать или клонировать осциллограмму.

Описание меню функции сохранения показано в следующей таблице:

Меню функций	Настройка	Описание
Type	Wave	Выберите тип сохранения
		Осциллограмма
	Configure	Настройки
	Image	Изображение экрана
	Record	Покадровая запись
	Clone	Клонирование

Если выбран тип Wave, меню выглядит следующим образом:			
Type Wave		Format	Для хранения во внутренней памяти прибора можно использовать только формат .BIN. Для сохранения на внешних носителях формат может быть BIN, TXT или CSV.
Source		CH1 CH2 CH3 CH4 Math (MathFFT)	Выберите осциллограмму, которую необходимо сохранить. (Если определенный канал выключен, соответствующий пункт меню будет отключен).
Object & Show	Object	От Wave0 до Wave99	Выберите адрес, на который будет сохранена осциллограмма или с которого она будет вызвана.
	Show	ON OFF	Вызов осциллограммы из памяти на дисплей, или удаление вызванной осциллограммы с дисплея. Если выбрано значение ON, и по указанному адресу в памяти содержатся данные, на дисплее отобразится осциллограмма, а адрес и соответствующая информация будут показаны в левом верхнем углу дисплея. Если данный адрес не содержит данных, на дисплее появится сообщение «None is saved».
		Close All	Закройте все осциллограммы, хранящиеся в адресе объекта.
Save			Сохранить осциллограмму источника по выбранному адресу. Независимо от того, какой тип сохранения установлен в меню Type, вы можете сохранить осциллограмму, просто нажав на панели кнопку Copy (Копировать) в любом пользовательском интерфейсе.

Storage	Internal	Сохранить во внутреннее хранилище.
	External	Сохранение осциллограммы на внешний USB-накопитель. В этом случае имя файла можно редактировать. Файл осциллограммы BIN может быть открыт программой анализа осциллограмм.
Если выбран тип - Configure, меню выглядит следующим образом:		
Configure	Setting0 ..... Setting19	Выберите адрес сохранения настроек в памяти осциллографа.
Save		Сохранить текущую конфигурацию осциллографа во внутреннее хранилище.
Load		Загрузить сохраненные ранее настройки из выбранного адреса
Если выбран тип Image, меню выглядит следующим образом:		
Save		Сохранение текущего изображения с дисплея. Файл может быть сохранен только на USB-накопителе, поэтому перед сохранением необходимо подсоединить его к осциллографу. Имя файла можно редактировать. Файл сохраняется в формате BMP.

Сохранение и вызов осциллограммы

Осциллограф может хранить 100 осциллограмм, которые могут отображаться одновременно с текущей. Сохраненная осциллограмма не может быть отрегулирована.

Сохранение во внутреннюю память.

Для того чтобы сохранить осциллограмму CH1, CH2 и Math в адрес 1, необходимо выполнить следующие шаги:

1. Включите каналы CH1, CH2 и Math.

2. Нажмите кнопку Save (Сохранить).

3. Сохранение: выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Wave в меню слева.

4. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите Internal (Внутренний) в правом меню.

5. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите CH1, CH2 и Math в правом меню.

6. Выберите «Object & Show (Объект и показать)» в нижнем меню, выберите 1 в качестве адреса объекта в меню слева.

7. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, чтобы сохранить осциллограмму сигнала.

8. Вызов осциллограммы из памяти: Выберите Object & Show в нижнем меню, выберите 1 в левом меню. В правом меню выберите Show ➔ON, будет показана осциллограмма, сохраненная в этом адресе, а номер адреса и соответствующая информация будут отображаться в левом верхнем углу экрана.

Сохранение во внешнюю память.

Для того, чтобы сохранить осциллограмму каналов CH1 и CH2 на USB-накопителе в формате файла BIN, необходимо выполнить следующие шаги:

1. Включите каналы CH1 и CH2.

2. Нажмите кнопку Save (Сохранить).

3. Сохранение: выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Wave в меню слева.

4. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите External (Внешний) в правом меню.

5. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите BIN в правом меню в качестве формата хранилища.

6. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, отметьте CH1, CH2 в правом меню как источники сохранения.

7. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, появится клавиатура ввода, используемая для редактирования имени файла. По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Нажмите клавишу ↵ для подтверждения.

Напоминание: Файл осциллограммы BIN может быть открыт на ПК программным обеспечением для анализа осциллограмм.

Замечание: Независимо от настроек меню сохранения, вы можете сохранить осциллограмму, просто нажав кнопку панели «Copy (Копировать)» в любом пользовательском интерфейсе. Если в меню сохранения установлено значение «External (Внешний)», необходимо установить USB-диск.

Сохранение текущего изображения с дисплея

Изображение экрана может храниться только на USB-диске, поэтому следует подключить его к прибору.

1. Установите USB-диск: Вставьте USB-диск в Порт USB Host

2. Если в правом верхнем углу экрана отображается значок , USB-диск успешно установлен. Если USB-диск не распознан, попробуйте его отформатировать.

3. После установки USB-диска нажмите на панели кнопку Save (Сохранить), в нижней части экрана отобразится меню сохранения.

4. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Image (Изображение) в меню слева.

5. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, появится клавиатура ввода, используемая для редактирования имени файла. По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Выберите клавишу на клавиатуре ↵ для подтверждения.

Требования к USB-диску

Поддерживаемый формат USB-диска: файловая система FAT32, размер блока размещения не может превышать 4K, также поддерживается USB-накопитель. Если USB-диск работает неправильно, отформатируйте его в поддерживаемый формат и повторите попытку.

Покадровая запись и воспроизведение осциллограммы

Нажмите кнопку Save (Сохранить). Выберите Type (Тип) в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Record (Запись).

Функция Wave Record может записывать текущую осциллограмму. Вы можете установить интервал между записанными кадрами в диапазоне 10 мс - 10 с. Максимальное число кадров достигает 1000, и вы можете получить лучший эффект анализа с функцией воспроизведения и хранения. Есть два вида сохранения данных: внутренний и внешний.

Запись во внутреннюю память

При записи во внутреннюю память, меню Wave Record содержит четыре режима: OFF, Record, Playback и Storage (Выкл, Запись, Воспроизведение и Хранение).

Record (Запись): Запись осциллограммы в соответствии с интервалом до тех пор, пока она не достигнет конечного набора кадров.

Меню «Запись» (Внутренняя память) включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Mode	OFF Record Playback Storage	Закрыть функцию записи осциллограмм Настройка записи Настройка воспроизведения Настройка хранилища
Record mode FrameSet	End frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать количество кадров для записи (1 - 1000)
	Interval	Поверните ручку M, чтобы выбрать интервал между записанными кадрами (10 мс - 10 с)

Refresh	ON OFF	Обновлять осциллограмму во время записи. Остановка обновления.
Operate	Play Stop	Начать запись. Остановить запись.

Примечание: Записываются осциллограммы и из канала CH1, и из канала CH2. Если канал отключается в процессе записи, записанную осциллограмму не удастся воспроизвести.

Воспроизведение: воспроизведение записанной или сохраненной осциллограммы.

Меню воспроизведения включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Playback Mode FrameSet	Start frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать номер начального кадра для воспроизведения (1 - 1000)
	End frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать номер конечного кадра для воспроизведения (1 - 1000)
	Cur frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать номер текущего кадра для воспроизведения (1 - 1000)
	Interval	Поверните ручку M, чтобы выбрать интервал между воспроизводимыми кадрами (10 мс - 10 с)
Play mode	Loop	Непрерывное воспроизведение осциллограммы
	Once	Однократное воспроизведение осциллограммы
Operate	Play Stop	Начать запись. Остановить запись.

Storage (Сохранение): Сохранение текущей волны в соответствии настройками начального кадра и конечного кадра.

Меню хранилища включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Storage Mode Frame Set	Start frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать номер начального кадра для сохранения (1 - 1000)
	End frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать номер конечного кадра для сохранения (1 - 1000)
Save		Сохранение файла записи осциллограммы во внутреннюю память
Load		Загрузка файла записи осциллограммы из памяти

Чтобы использовать функцию записи осциллограммы, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Record (Запись).
3. Выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите OFF в правом меню.
4. В нижнем меню выберите Storage ➔Internal.
5. Выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите Record (Запись) в правом меню.
6. Выберите FrameSet в нижнем меню, установите End frame и Interval в правом меню.
7. В нижнем меню установите параметр Refresh (Обновить).
8. В нижнем меню выберите Operate ➔Play.

9. Выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите Playback (Воспроизведение) в правом меню. Установите FrameSet и Playmode, выберите Operate ➔Play.

10. Чтобы сохранить записанную осциллограмму, выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите Storage (Хранилище) в правом меню. Выберите FrameSet в нижнем меню, чтобы задать диапазон кадров для хранения, выберите Save (Сохранить) в нижнем меню.

11. Чтобы загрузить осциллограмму из внутренней памяти, выберите «Load (Загрузить)» в нижнем меню, затем выберите Playback режима Mode, чтобы проанализировать осциллограмму.

Примечание: при воспроизведении осциллограммы функции дискретизации, триггера или отображения недоступны.

Запись на внешний накопитель

В этом случае Wave Record содержит два режима: OFF, Record.

Меню «Запись» (внешнее хранилище) включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Mode	OFF Record	Закрыть функцию записи осциллограммы Установить меню записи осциллограммы
Record mode FrameSet	End frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать количество кадров для записи (1 – 900 000)
	Interval	Поверните ручку M, чтобы выбрать интервал между записанными кадрами (10 мс - 10 с)
	Infinity	Запись длится бесконечно до тех пор, пока носитель данных не заполнится
Refresh	ON OFF	Обновлять осциллограмму во время записи Остановка обновления
Operate	Play Stop	Начать запись Остановить запись

Примечание: Записываются осциллограммы и из канала CH1, и из канала CH2. Если канал отключается в процессе записи, записанную осциллограмму не удастся воспроизвести.

Чтобы записать осциллограмму во внешнюю память, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите Type в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Record (Запись).
3. Выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите OFF в правом меню.
4. В нижнем меню выберите Storage (Хранилище) ➔ External.
5. Выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите Record (Запись) в правом меню.
6. Выберите FrameSet в нижнем меню, установите End frame и Interval в правом меню. Если вы хотите записывать осциллограмму на внешний носитель бесконечно, выберите Infinity в правом меню, в конце кадра отобразится «-».
7. В нижнем меню установите параметр Refresh.
8. В нижнем меню выберите Operate ➔ Play.

Воспроизведение осциллограммы на ПК

Подключите внешнее устройство к компьютеру, и файл wave_record_0.bin будет записан на него. Откройте программное обеспечение на ПК и выполните следующие действия, чтобы воспроизвести осциллограмму.

1. Выберите Communications ➔Auto Player
2. Нажмите Transform recording waveform from machine (Преобразовать осциллограмму из осциллографа)
3. Добавьте преобразованные файлы.

4. Установите режим воспроизведения и временную задержку.

5. Нажмите зеленую кнопку в левом углу, чтобы начать воспроизведение осциллограммы.

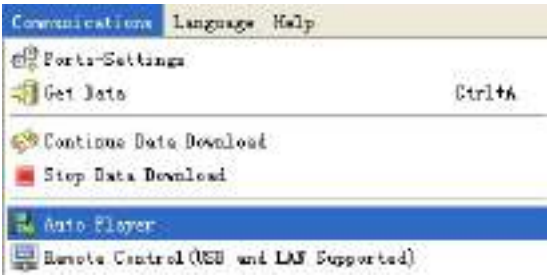


Рисунок 5-12: Воспроизведение осциллограммы на ПК

Клонирование осциллограммы

Можно клонировать осциллограмму с одного или обоих каналов между двумя курсорами и сохранить ее во внутренней памяти или на устройстве памяти USB. Вы можете сохранить четыре клонированные осциллограммы во внутренней памяти прибора. Файлы осциллограмм, сохраненные на запоминающем устройстве USB, сохраняются с расширением «ota».

Если в приборе доступен опциональный генератор произвольных функций, вы можете вывести сохраненную осциллограмму из файла во внутренней памяти или в запоминающем устройстве USB; осциллограмма между двумя курсорами может быть выведена непосредственно без операции сохранения.

Меню режима Clone Wave включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Type	Clone		Выберите функцию клонирования.
Source (Источник)	Mode	Out1 Out2 Out1&Out2	Режим источника.
	AG Output Out1	CH1 CH2 CH3	Выберите источник.
Line	a		Поверните ручку M, чтобы переместить линию a
	b		Поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
	ab		Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров.
	x		Установите курсоры для автоматического выбора всего экрана.
Clone			(Когда генератор доступен) Клонируйте участок осциллограммы между двумя курсорами и выводите ее через встроенный генератор.
Save	Save		Сохранение участка осциллограммы
	Storage	Internal	Сохранить во внутреннюю память. При выборе объекта в центре экрана появится сообщение, отображающее информацию о выбранном объекте.
		External	Сохранение осциллограммы на USB-устройство
	Output		(Генератор доступен и выбрана внутренняя память). Выведите осциллограмму, хранящуюся в выбранном объекте.

Для клонирования осциллограммы выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).

2. Выберите «Type (Тип)» в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы выбрать «Clone (Клонировать)» в меню слева.

3. Выберите Источник в нижнем меню, выберите Mode (Режим) ➔Out1 в правом меню.

4. Выберите AG Output Out1 ➔CH1 в правом меню.

5. Выберите «Line» в нижнем меню. Если выбрано значение a или b, поверните ручку M, чтобы переместить курсор. Если выбран ab, поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров. Если выбран x, весь экран будет выбран автоматически.

Информация об осциллограмме отображается в левом нижнем углу экрана.

Примечание: если в области информации появляется сообщение «Out Of Limits» или на экране появляется сообщение «Waveform points beyond the Limit», это означает, что длина клонированной осциллограммы превышает предел. В режиме источника максимальная длина записи составляет 2M. Нажмите кнопку «Acquire», выберите «Length» в нижнем меню и задайте для длины записи меньшее значение.

6. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню.

- Чтобы сохранить осциллограмму во внутреннюю память, выберите Storage (Хранилище) в правом меню и установите Internal (Внутреннее). Поверните ручку M, чтобы выбрать объект в меню слева, выберите Save (Сохранить) в правом меню.

- Чтобы сохранить форму сигнала на запоминающем устройстве USB, выберите Storage (Хранилище), в правом меню установите External (Внешнее). Выберите Save (Сохранить) в правом меню. Появится клавиатура ввода, используемая

для редактирования имени файла. По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Поверните ручку M, чтобы выбрать клавиши, нажмите ручку для ввода. Нажмите клавишу ↵ для подтверждения. Клонированная осциллограмма будет сохранена на запоминающем устройстве USB в виде файла с расширением «ota».

Чтобы вывести форму сигнала, хранящуюся во внутренней памяти, через генератор:

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите «Type (Тип)» в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы выбрать «Clone (Клонировать)» в меню слева.
3. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, установите значение Internal (Внутреннее) для параметра Storage (Хранилище).
4. Поверните ручку M, чтобы выбрать объект в меню слева.
5. Выберите Output (Вывод) в правом меню.

Чтобы вывести форму сигнала, хранящуюся в запоминающем устройстве USB, через генератор:

1. Нажмите кнопку AFG .
2. Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите File Browse (Обзор файлов).
3. Выберите Memory (Память) в правом меню ➔USB. Инструмент выводит каталог папок и файлов на запоминающем устройстве USB. Выберите папку или файл с помощью ручки M. Чтобы войти в текущую папку, нажмите кнопку Change Dir в правом меню, нажмите ее еще раз, чтобы вернуться в верхний каталог.
4. Выберите нужный файл в формате .ota, выберите Read в правом меню.

Для вывода сигналов CH1 и CH2 через генератор напрямую:

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).

2. Выберите «Type (Тип)» в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы выбрать «Clone (Клонировать)» в меню слева.

3. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите для параметра Mode (Режим) значение Out1&Out2 в правом меню.

4. В правом меню выберите AG Output Out1 ➔ CH1; выберите AG Output Out2 ➔ CH2.

5. Выберите «Line (Линия)» в нижнем меню. Выделите курсор и переместите его, чтобы выбрать нужный участок осциллограммы.

6. Выберите Clone (Клонировать) в нижнем меню. Генератор выведет осциллограмму между двумя курсорами.

Описание формата данных файла осциллограммы OTA

Файл OTA состоит из двух частей: заголовка файла и данных канала. Заголовок файла представляет собой параметр данных файла, который выражается в «имя параметра + значение». Имя каждого параметра представляет собой чувствительную к регистру строку размером 4 байта. Значение параметра составляет не менее 4 байт.

1. Формат описания заголовка файла:

Имя параметра	Значение	Размер и тип	Комментарий
HEAD	Размер заголовка	4 байта int	
TYPE	Модель	12 байт char	
SIZE	Длина данных в битах	4 байта int	
SIZE	Размер файла	4 байта int	Используется для проверки целостности файла
VOLT	Деление по напряжению, деленное на 400, является разрешением АЦП.	4 байта с плавающей точкой	Значение напряжения в мВ, например 200 мВ.

SAMP	Частота дискретизации	4 байта с плавающей точкой	Единицей измерения является Выб/сек.
ADCB	Бит АЦП, разрешение АЦП	4 байта int	8-бит или 12-бит
CHAN	Количество каналов	4 байта int	1 или 2
VOL2	Деление по напряжению, деленное на 400, является разрешением АЦП.	4 байта с плавающей точкой	Значение напряжения в мВ, например 200 мВ.

2. Данные

Тип данных имеет знаковое целое число. Можно определить тип данных (char, short int или int) на основе параметра BYTE. Допустимый диапазон определяется параметром ADCB, например, допустимый диапазон для 8-разрядного АЦП составляет от -127 до +127.

5.4.4 Настройка вспомогательных системных функций

Config (Конфигурация)

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Configure (Настроить) в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки конфигурации:

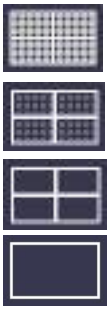
Параметр меню	Доступные значения		Описание
Language			Выберите язык операционной системы.
Set Time	Display	ON OFF	Включение/выключение отображения даты
	Hour Min		Установка времени: часы/минуты
	Day Month		Установка даты: день /месяц
	Year		Установка года KeyLock

KeyLock		Блокировка всех кнопок. Для разблокировки: нажмите кнопку Trigger Menu в области управления триггером, затем нажмите кнопку Force, повторите 3 раза.
About		Показать серийный номер, версию внутреннего ПО

Display (Дисплей)

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Display (Дисплей) в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки дисплея:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
BackLight	0% - 100%	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать
Graticule		Выберите тип сетки
Menu Time	OFF, 5c - 30c	Установка времени исчезновения меню

Adjust (Настройка)

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Adjust (Настройка) в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки осциллографа:

Параметр меню	Описание
Self Cal	Проведение процедуры самокалибровки.
Default	Вызов заводских настроек.
ProbeCh.	Проверка правильности согласования пробников.

Self Cal (Самокалибровка)

Если изменение температуры окружающей среды достигает или превышает 5°C, для получения наивысшего уровня точности следует выполнить процедуру самокалибровки.

Перед выполнением процедуры самокалибровки отсоедините все пробники или провода от входного разъема. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Adjust (Настройка) в меню слева.

Если все готово, выберите Self Cal в нижнем меню, чтобы начать процедуру самокалибровки прибора.

ProbeCh. (Проверка пробника)

Операция проводится для проверки согласования затухания пробника с осциллографом. Возможны 3 результата проверки: перекомпенсация, хорошая компенсация и недокомпенсация пробника. В соответствии с результатами проверки пользователь должен настроить подходящее затухание пробника. Для проверки пробника выполните следующие действия:

1. Подключите пробник к CH1, отрегулируйте затухание пробника до максимума.

2. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Adjust (Настройка) в меню слева.

3. Выберите ProbeCh. в нижнем меню. На экране появится инструкция по проверке пробника.

4. Выберите ProbeCh. снова, чтобы начать проверку пробника, и результат проверки появится через 3 секунды; нажмите любую другую клавишу, чтобы выйти.

Output (Выход)

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Output (Выход) в меню слева.

Пункт Output (Выход) в нижнем меню задает тип вывода порта Trig Out(P/F) на задней панели прибора.

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	Trig level	Выход сигнала синхронизации
	Pass/fail	Вывод высокого уровня при PASS и низкого уровня при FAIL

Пункт меню VGA в нижнем меню задает выход VGA порта. Подключите порт VGA к внешнему монитору или проектору. Включите порт VGA в этом меню и дисплей осциллографа сможет отображаться на внешнем мониторе или проекторе.

Device (Устройство) и Print Setup (Настройка печати)

Данные пункты меню позволяют распечатать изображение того, что появляется на экране осциллографа. Для этого выполните следующие действия:

1. Подключите принтер к порту USB Device на задней панели осциллографа.

Примечание: Порт USB-устройства поддерживает PictBridge-совместимые принтеры.

2. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Output (Вывод) в меню слева.

3. В нижнем меню выберите значение PICT параметра Device (Устройство). (Когда выбран ПК, вы можете получить изображение с помощью программного обеспечения осциллографа.)

4. В нижнем меню выберите Print Setup (Настройка печати). В правом меню настройте параметры печати. При выборе параметра Ink Saver изображение будет распечатано с белым фоном.

После подключения принтера к осциллографу и настройки параметров печати можно печатать текущие изображения экрана одним нажатием кнопки «Print (Печать)» на передней панели.

LAN set (Установка LAN)

С помощью порта LAN осциллограф можно подключить к компьютеру. Обратитесь к разделу 8 «Связь с ПК» для выполнения инструкций.

DAQ (Регистратор)

Вы можете использовать регистратор данных мультиметра для записи измерений при измерении тока / напряжения с помощью мультиметра (опционально). Обратитесь к разделу 7.4 «Регистратор данных мультиметра».

FRA (анализ частотной характеристики)

При наличии встроенного генератора произвольных функций можно воспользоваться анализом частотной характеристики. См. раздел 6.3 «Анализ частотной характеристики».

5.4.5 Проверка Pass/Fail (Годен/не годен)

Эта функция позволяет быстро проверить, соответствует ли входной сигнал определенному критерию. Если он выходит за заданные рамки, он характеризуется как не прошедший испытание (fail), в противном случае – как прошедший (pass). Кроме того, встроенный конфигурируемый выходной порт позволяет выдавать прошедший или не прошедший испытание сигнал.

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Pass/fail в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню Pass/fail:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Operate	Enable Operate		Включение режима допусковой проверки Pass/Fail. Запуск допусковой проверки.
Output	Stop	ON OFF	При включении останавливается, как только будут выполнены установленные правила
	Info	ON OFF	Включение/выключение отображения информации на дисплее
	Beep	ON OFF	При включении после выполнения заданных правил раздается звуковой сигнал
	Type	Pass Fail	Измеряемый сигнал соответствует заданному типу, и генерируется соответствующий выходной сигнал
Rule	Source		Выберите источник сигнала: CH1, CH2, CH3 или CH4
	Horizontal		Регулятором M настраивается величина допуска по горизонтали
	Vertical		Регулятором M настраивается величина допуска по вертикали
	Create		Создать правило тестирования
SaveRule	Number Save Load		Выбор одной из восьми позиций Rule1 – Rule8 в качестве имени правила Нажмите кнопку Save, чтобы сохранить правило. Загрузка правила в качестве правила тестирования

Чтобы запустить проверку, проделайте следующие шаги:

1. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Pass/fail в меню слева.

2. Включите функцию: Выберите Operate в нижнем меню, а затем в правом меню установите параметр Enable (Включение) на значение ON.

3. Создайте правило: выберите Rule (Правило) в нижнем меню. Выберите Source (Источник) в правом меню, выберите источник в меню слева. Установите Horizontal (Допуск по горизонтали) и Vertical (Допуск по вертикали) в правом меню. Выберите Create (Создать) в правом меню, чтобы создать правило.

4. Задайте тип вывода:

- Выберите Output (Выход) в нижнем меню, чтобы ввести настройку параметра выхода.
- Установите в меню справа значение Pass или Fail.
- Когда для параметра Stop в правом меню установлено значение ON, а измеряемый сигнал соответствует заданным правилам, захват осциллограмм прекратится.
- Когда параметр Beep (звуковой сигнал) в правом меню установлен в положение ON, а измеряемый сигнал соответствует заданным правилам, осциллограф будет подавать звуковой сигнал.

5. Начните тест: Выберите Operate в нижнем меню, выберите Operate ➔Start в правом меню, и тест начнется.

6. Сохраните правило: выберите SaveRule в нижнем меню. Выберите место сохранения в меню слева, а затем выберите Save (Сохранить) в правом меню. Нажмите кнопку Load (Загрузить), чтобы вызвать сохраненное правило.

Заметка:

1. Если включена функция Pass/Fail, то при запуске функции быстрого преобразования Фурье (FFT) или перехода в режим отображения XY она отключается.

2. В режимах Factory, Auto Scale и Auto Set функция Pass/Fail отключается.

3. Если в памяти осциллографа не сохранен ни один критерий тестирования, то при попытке вызвать его из памяти отображается сообщение «NO RULE SAVED».

4. В состоянии остановки (Stop) сравнение данных прекращается, но затем при возобновлении работы функции число «годных» и «негодных» сигналов отсчитывается не с нуля, а со значений, имевшихся на момент остановки.

5. Когда включен режим воспроизведения осциллограммы, функция Pass/Fail может использоваться для тестирования воспроизводимого сигнала.

5.4.6 Автоматические измерения

Нажмите кнопку Measure (Измерение), чтобы отобразить меню для настроек автоматических измерений. В левом нижнем углу экрана могут отображаться не более 8 типов измерений.

Осциллографы обеспечивают 39 параметров для измерения, включая:

Period, Frequency, Mean, PK-PK, RMS, Max, Min, Top, Base, Amplitude, Overshoot, Preshoot, Rise Time, Fall Time, +PulseWidth, -PulseWidth, +Duty Cycle, -Duty Cycle, Delay A→B , Delay A→B, Cycle RMS, Cursor RMS, Screen Duty, FRR, FRF, FFR, FFF, LRR, LRF, LFR, LFF, PhaseA→B ,Phase A→B ,+PulseCount, -PulseCount, RiseEdgeCnt, FallEdgeCnt, Area, и Cycle Area.

Меню «Автоматические измерения» описано в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Add	Meas Type		Выбор типа измерения
	Source	CH1 CH2 CH3 CH4	Выберите источник
	Add		Добавление выбранных типов измерений. Вы можете добавить не более 8 типов.
Remove	Meas Type		Выбор типа измерений, которые необходимо удалить. Выбранный тип и источник отображаются в меню Remove справа.
	Remove		Удаление выбранного типа измерений
	Remove All		Удаление всех типов измерений

Snapshot	ON		Показать все измерения в виде моментального снимка
	OFF		Отключение моментального снимка
Source	CH1 CH2 CH3 CH4		Выбор источника моментального снимка
Set	Gating	Screen	Установка стробирования измерений по экрану
		Cursor	Установка стробирования измерений между курсорами
	Statistics	ON OFF	Включение/выключение статистики измерений
	Reset		Перезапуск статистики измерений

Измерение может быть выполнено только в том случае, если канал осциллограммы находится во включенном состоянии. Автоматическое измерение не может быть выполнено в следующих ситуациях: на сохраненной осциллограмме, на осциллограмме Math, в режиме видео-триггера. В формате Scan не могут быть измерены период и частота.

Измерьте период и частоту сигнала, выполнив следующие шаги:

1. Нажмите кнопку «Measure (Измерить)» на передней панели, чтобы открыть меню «Измерение».
2. Выберите Add (Добавить) в нижнем меню.
3. В меню «Type (Тип)» слева поверните ручку M, чтобы выбрать «Period (Период)».
4. В правом меню выберите канал в пункте меню Source (Источник).
5. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение периода.
6. В левом меню «Type» поверните ручку M, чтобы выбрать значение «Frequency (Частота)».
7. В правом меню выберите канал в пункте меню Source (Источник).

8. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавится измерение частоты. Измеренное значение будет автоматически отображаться в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 5-23).

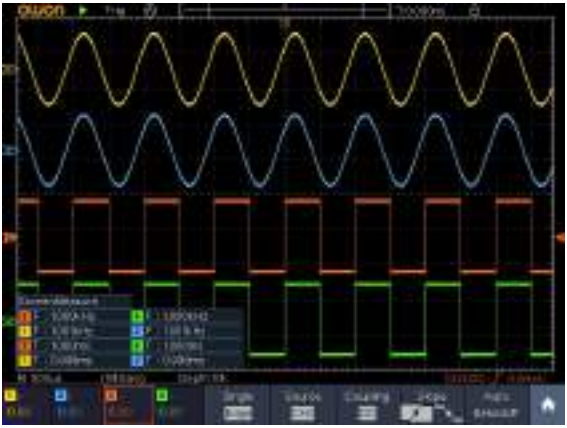


Рисунок 5-23 Автоматическое измерение

Автоматическое измерение параметров напряжения

Осциллографы обеспечивают автоматическое измерение напряжения, включая среднее значение, PK-PK, RMS, Max, Min, Vtop, Vbase, Vamp, OverShoot, PreShoot, Cycle RMS и Cursor RMS. На рисунке 5-24 ниже показан импульс с некоторыми точками измерения напряжения.

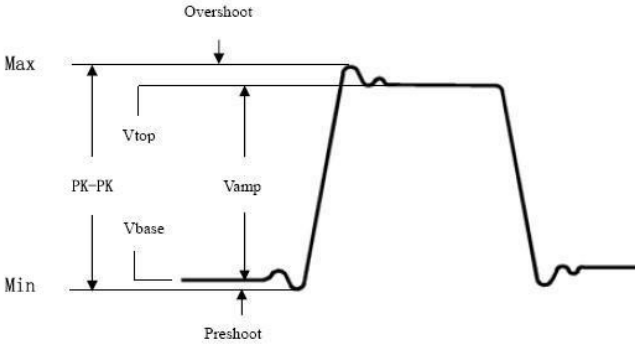


Рисунок 5-24

Среднее значение: Среднее арифметическое значение по всей осциллограмме.

PK-PK: напряжение от пика до пика.

RMS: истинное среднеквадратичное напряжение по всей осциллограмме.

Max: максимальная амплитуда. Самый положительный пик напряжения, измеренный по всей осциллограмме.

Min: минимальная амплитуда. Самый отрицательный пик напряжения, измеренный по всей осциллограмме.

Vtop: напряжение плоской вершины осциллограммы, полезно для осциллограмм прямоугольных/импульсных сигналов.

Vbase: напряжение плоского основания осциллограммы, полезно для осциллограмм прямоугольных/импульсных сигналов.

Vamp (амплитуда): напряжение между Vtop и Vbase.

OverShoot (положительный выброс): определяется как (Vmax-Vtop)/Vamp, полезно для прямоугольных и импульсных форм сигнала.

PreShoot (отрицательный выброс): определяется как (Vmin-Vbase)/Vamp, полезно для прямоугольных и импульсных форм сигнала.

Cycle RMS (Среднеквадратичное значение цикла): истинное среднеквадратичное напряжение за первый полный период формы сигнала.

Cursor RMS: истинное среднеквадратичное значение напряжения в диапазоне между двух курсоров.

Автоматическое измерение временных параметров

Осциллографы обеспечивают автоматические измерения временных параметров, включая период, частоту, время нарастания, время спада, ширину +D, ширину -D, длительность +D, длительность -D, задержку A→B , задержку A→B , длительность экрана, фазу A→B и фазу A→B .

На рисунке 5-25 показан импульс с некоторыми точками измерения времени.

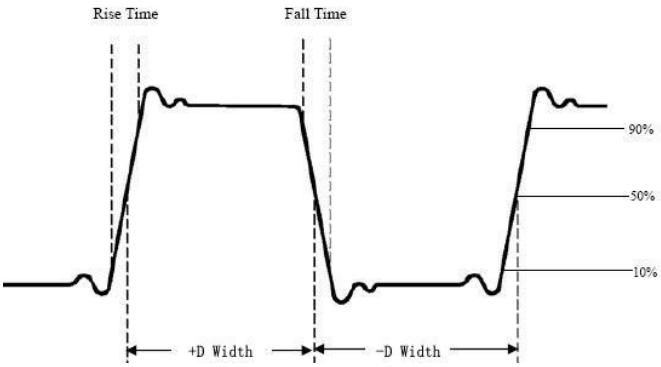


Рисунок 5-25

Rise Time (Время нарастания): время, за которое передний фронт первого импульса осциллограмме нарастает от 10% до 90% амплитуды.

Fall Time (Время спада): время, за которое падающий фронт первого импульса в осциллограмме спадает с 90% до 10% от амплитуды.

+D width (Ширина +D): Ширина первого положительного импульса в точках амплитуды 50%.

-D width: Ширина первого отрицательного импульса в точках 50% амплитуды.

+Duty: (+рабочий цикл) определяется как +Width/Period.

-Duty: (-рабочий цикл) определяется как -Width/Period.

Delay A→B⨍: Задержка между двумя каналами по нарастающему фронту.

Delay A→B⨎ : Задержка между двумя каналами по спадающему фронту.

Screen Duty (рабочий цикл по экрану): определяется как (ширина положительного импульса)/(полный период).

Фаза A→B⨍: Разность фаз, рассчитанная в соответствии с «Delay A→B⨍ « и периодом источника A, выраженная в градусах. Формула расчета показана ниже:

Phase A→B⨍= (Phase A →B ⨍÷ Период источника A) × 360°

Фаза A→B卍: Разность фаз, рассчитанная в соответствии с «Задержкой A→B卍»и периодом источника A, выраженная в градусах. Формула расчета показана ниже:

Phase A→B卍 = (Задержка A→B卍 ÷ Период источника A) × 360°.

Примечание для следующих измерений задержки:

Источник A и источник B можно задать в меню функции автоматического измерения.

FRR: Время между первым восходящим фронтом источника A и первым восходящим фронтом источника B.

FRF: Время между первым восходящим фронтом источника A и первым ниспадающим фронтом источника B.

FFR: Время между ниспадающим фронтом источника A и первым восходящим фронтом источника B.

FFF: Время между первым ниспадающим фронтом источника A и первым ниспадающим фронтом источника B.

LRR: Время между первым восходящим фронтом источника A и последним восходящим фронтом источника B.

LRF: Время между первым восходящим фронтом источника A и последним ниспадающим фронтом источника B

LFR: Время между первым ниспадающим фронтом источника A и последним восходящим фронтом источника B.

LFF: Время между первым ниспадающим фронтом источника A и последним ниспадающим фронтом источника B.

Другие измерения

+PulseCount : Число положительных импульсов, которые выше среднего контрольного пересечения на осциллограмме.

-PulseCount : Количество отрицательных импульсов, которые опускаются ниже среднего контрольного пересечения на осциллограмме.

RiseEdgeCnt : Число положительных переходов от низкого опорного значения к высокому опорному значению на осциллограмме.

FallEdgeCnt : Число отрицательных переходов от высокого опорного значения к низкому опорному значению на осциллограмме.

Area : Площадь всей осциллограммы на экране, измеренная в Вольт*секундах. Площадь, измеренная выше нулевого уровня (а именно вертикального смещения), является положительной; площадь, измеренная ниже нулевого уровня, является отрицательной. Измеренная площадь является алгебраической суммой положительной и отрицательной площадей всей осциллограммы в границах экрана.

Cycle Area : Площадь первого периода осциллограммы на экране, измеренная в Вольт*секундах. Площадь, измеренная выше нулевого уровня (а именно вертикального смещения), является положительной; площадь, измеренная ниже нулевого уровня, является отрицательной. Измеренная площадь является алгебраической суммой положительной и отрицательной площадей периода осциллограммы.

Примечание: когда осциллограмма на экране меньше периода, измеренная площадь периода равна 0.

Настройка автоматических измерений

Вы можете настроить автоизмерения с помощью стробирования (Gating) и статистики (Statistics).

Стробирование (Gating)

- Нажмите кнопку Measure (Измерение), и в нижней части экрана отобразится меню автоматических измерений;
- Нажмите программную клавишу Set в нижней части экрана, меню настроек появится в правой части экрана;
- Выберите меню Gating. Под диапазоном есть два меню: Screen (Экран) и Cursor (Курсор). Щелкните Screen, а затем щелкните Cursor или дважды нажмите правую кнопку меню Screen, чтобы задать диапазон курсоров (строб измерения), определяющих измеряемую часть сигнала.

Статистика

Выберите Statistics (Статистика), клавиши ON или OFF включают или отключают статистику по измеряемым значениям.

Кнопка «Сброс статистики» позволит перезапустить статистику измерений.

5.4.7 Курсорные измерения

Нажмите кнопку Cursor (Курсор), чтобы включить курсоры и отобразить меню курсоров. Нажмите ее еще раз, чтобы выключить курсоры.

Курсорные измерения для нормального режима:

Описание меню курсорных измерений показано в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	Voltage	Отображение меню курсоров измерения напряжения
	Time	Отображение меню курсоров измерения времени
	Time&Voltage	Отображение меню курсоров измерения времени и напряжения
	AutoCursr	Горизонтальные курсоры устанавливаются в местах пересечения вертикальных курсоров и
Line Type (Time&Voltage)	Time	Делает вертикальные курсоры активными.
	Voltage	Делает горизонтальные курсоры активными.
Window (zoom mode)	Main	Измерение в главном окне.
	Extension	Измерение в окне Зума.
Line	a	Поверните ручку M, чтобы переместить линию a.
	b	Поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
	ab	Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров.
Source	CH1 – CH4	Канал, к которому будет применяться курсорные измерения

Выполните следующие действия для курсорных измерений времени и напряжения:

1. Нажмите Cursor (Курсор), чтобы отобразить меню курсоров.

2. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите канал в правом меню.

3. Выберите пункт Type (Тип) в нижнем меню. В правом меню выберите Time&Voltage, две синие пунктирные линии отобразятся по горизонтали, еще две синие пунктирные линии отобразятся по вертикали. В левой нижней части экрана отобразятся координаты курсора.

4. В нижнем меню выберите Line Type ➔ Time, чтобы сделать вертикальные курсоры активными. Выберите Line ➔ a (или b) в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.

5. В нижнем меню выберите Line Type ➔ Voltage, чтобы сделать горизонтальные курсоры активными. Выберите Line ➔ a (или b) в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.

6. Нажмите кнопку Horizontal HOR, чтобы войти в режим зуммирования. В нижнем меню курсоров выберите Window ➔ Main или Window ➔ Extension, чтобы курсоры отображались в главном окне или окне масштабирования.

Рисунок 5-26 Курсорные измерения времени и напряжения

Автоматические курсоры

Для типа AutoCursr горизонтальные курсоры задаются как пересечения вертикальных курсоров и осциллограммы.

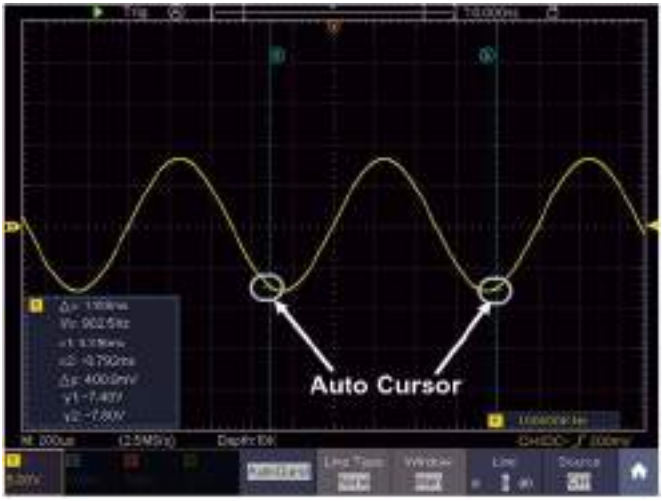


Рисунок 5-27 Автоматические курсоры

Курсорные измерения для режима FFT (БПФ)

В режиме FFT нажмите кнопку Cursor, чтобы включить курсоры и отобразить меню курсоров.

В следующей таблице приведено описание элементов меню курсорных измерений в режиме FFT (БПФ):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	Vamp (или Phase)	Отображение курсора и меню измерения Vamp (или фазы).
	Freq	Отображение курсора и меню измерения частоты.
	Freq&Vamp (или Freq&Phase)	Отображение соответствующего меню курсорных измерениий
	AutoCursr	Горизонтальные курсоры устанавливаются в местах пересечения вертикальных курсоров и линии самого сигнала
Line Type (Freq&Vamp или Freq&Phase)	Freq	Делает вертикальные курсоры активными.
	Vamp (или Phase)	Делает горизонтальные курсоры активными.
Window (Wave zoom mode)	Main	Измерение в главном окне.
	Extension	Измерение в окне FFT
Line	a	Поверните ручку M, чтобы переместить линию a.
	b	Поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
	ab	Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров.
Source	Math FFT	Отображение канала, к которому будет применены курсорные измерения

Выполните следующие действия для курсорных измерений амплитуды и частоты математической операции БПФ:

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части. Выберите FFT. В правом меню выберите Format (Формат). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать единицу измерения амплитуды (V RMS или децибелы).

2. Нажмите Cursor (курсор), чтобы отобразить меню курсоров.

3. В нижнем меню выберите Window ➔Extension.

4. Выберите пункт Type (Тип) в нижнем меню. В правом меню выберите Freq&Vamp, две синие пунктирные линии будут отображаться вдоль горизонтального направления экрана, еще две синие пунктирные линии - вдоль вертикального направления экрана. В окне курсорных измерений в левой нижней части экрана отображается результат считывания курсоров.

5. В нижнем меню выберите Line type ➔Freq чтобы сделать вертикальные курсоры активными. Выберите значение a или b параметра Line в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.

6. В нижнем меню выберите Line type ➔Vamp чтобы сделать горизонтальные курсоры активными. Выберите значение a или b параметра Line в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.

7. В нижнем меню курсора вы можете выбрать Window ➔Main, чтобы курсоры отображались в главном окне.

5.4.8 Автомасштабирование

Это очень полезная функция для начинающих пользователей, позволяющая провести простую и быструю проверку входного сигнала. Функция применяется к последующим сигналам автоматически, даже если сигналы меняются в какой-то момент времени. Автоматическое масштабирование позволяет прибору автоматически настраивать режим запуска, развертку по напряжению и временной шкале в соответствии с типом, амплитудой и частотой сигналов.

В следующей таблице приведено описание элементов меню автомасштабирования:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Autoscale	ON OFF	Вкл. автомасштабирование. Откл. автомасштабирование.
Mode		Автоматическая настройка вертикальной и горизонтальной шкалы.
		Автоматическая настройка только горизонтальной шкалы.
		Автоматическая настройка только вертикальной шкалы.
Wave		Показать несколько периодов.
		Показывать только один или два периода.

Для измерения сигнала с помощью автомасштабирования нужно выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку Autoscale (Автомасштабирование), появится меню функций.
2. В нижнем меню выберите ON в пункте меню Автомасштабирование.
3. В нижнем меню выберите Mode (Режим). В правом меню выберите .
4. В нижнем меню выберите Wave. В правом меню выберите .

Затем осциллограмма отображается на экране, как показано на рисунке 5-28.

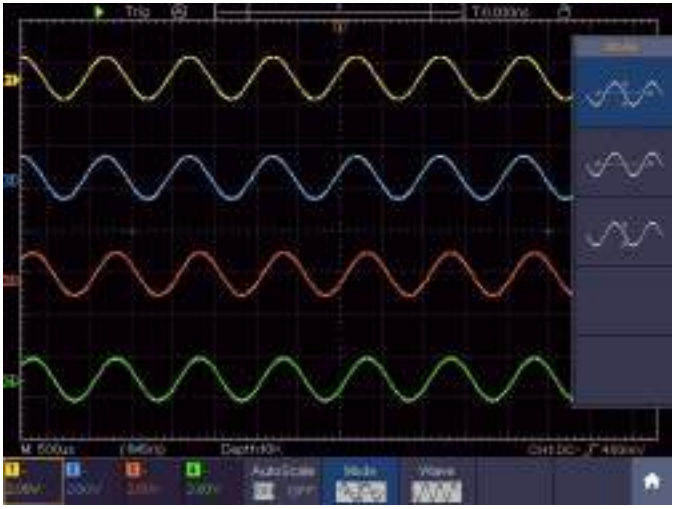


Рисунок 5-28 Осциллограммы после автомасштабирования по горизонтали и вертикали

Примечание:

1. При входе в функцию Автомасштабирования индикатор автомасштабирования будет мигать в левом верхнем углу экрана.

2. В режиме Автомасштабирования осциллограф может самостоятельно выбирать режим триггера (Edge, Video). На этом этапе меню триггера недоступно.

3. Когда входной сигнал содержит компоненту постоянного тока, будет установлено соединение по переменному току. При этом амплитуда входного сигнала должна быть больше 5 мВ, а частота должна быть больше 20 Гц.

4. Если в режиме автоматического масштабирования начать регулировать вертикальное положение, вертикальную развертку, уровень триггера или временную развертку CH1 или CH2, осциллограф отключит автомасштабирование. Чтобы вернуться к автоматическому масштабированию, нажмите Autoset.

5. В режиме запуска по видеосигналу диапазон горизонтальной шкалы составляет 50 мкс.

6. Во время работы автомасштаба приведенные ниже настройки будут выполнены принудительно:

- устанавливается связь по постоянному току;
- устанавливается тип запуска AUTO, задержка устанавливается на 100 нс;
- осциллограф переключится из режима зума в нормальный режим;
- режимы декодирования, pass/fail или XY будут отключены;
- будет установлен статус RUN.

5.4.9 Использование встроенной справки

1. Нажмите кнопку Help (Справка), каталог отобразится на экране.
2. В нижнем меню нажмите кнопку Prev Page или Next Page, чтобы выбрать тему справки, или просто поверните ручку M, чтобы ее выбрать.
3. Нажмите OK, чтобы просмотреть сведения о теме, или просто нажмите на ручку M.
4. Нажмите клавишу Return (возврат), чтобы перейти непосредственно в меню каталога при просмотре содержимого темы.
5. Нажмите кнопку Quit (Выход), чтобы выйти из справки, или просто выполните другие операции.

Встроенная справка доступна на английском языке.

5.4.10 Использование исполнительных кнопок

К исполнительным кнопкам относятся кнопки: Autoset (Автоустановка), Run/Stop (Запуск/Остановка), Single (Одиночный), Copy (Копирование).

Autoset (Автоустановка)

Это очень полезный и быстрый способ применить набор предустановленных функций к входящему сигналу и отобразить осциллограмму с наилучшей возможной формой,

а также провести некоторые измерения для пользователя.

Настройки, применяемые к осциллограмме при использовании автоустановки, приведены в следующей таблице:

Настройка	Значение
Связь по входу	Открытый вход
Вертикальная шкала	Настраивается оптимальное значение
Вертикальное положение	Настраивается оптимальное значение
Полоса пропускания	Полная
Горизонтальный уровень	Средний
Горизонтальная шкала	Настраивается оптимальное значение
Тип триггера	Фронт или видео
Источник триггера	Предыдущий источник перед автозагрузкой. Если предыдущий источник не имеет входного сигнала, источник будет установлен на тот канал, который имеет сигнал. Если на всех каналах не будет входного сигнала, то источник будет установлен на канал CH1.
Режим входа триггера	DC
Фронт триггера	Восходящий фронт
Уровень срабатывания	3/5 от Vп-п
Режим триггера	Авто
Формат дисплея	YT
Force	Остановить
Помощь	Выход
Pass/Fail	Off
Инвертированный	Off

Режим масштабирования	Выкл
Длина записи	Если больше 10M, то будет установлено значение
Математика или БПФ	Off
Запись осциллограммы	Off
Медленное сканирование	Off
Персистенция	Off

Примечание: когда автомасштабирование включено и запущено, кнопка автоустановки не доступна.

Оценка типа осциллограммы с помощью функции Autoset

В осциллографе предусмотрена классификация по пяти типам сигналов: гармонический (синусоидальный), прямоугольный, видеосигнал, постоянное напряжение, неизвестный сигнал.

Этим типам сигналов соответствуют следующие меню:

Синусоидальный сигнал: (несколько периодов, одиночный период, быстрое преобразование Фурье (FFT), отмена автоустановки)

Прямоугольный сигнал: (несколько периодов, одиночный период, восходящий фронт, нисходящий фронт, отмена автоустановки)

Видеосигнал:

Уровень постоянного тока, неизвестный сигнал:

Примечание: Функция автоустановки требует, чтобы частота сигнала была не ниже 20 Гц, а амплитуда не менее 5 мВ. В противном случае функция автоустановки может быть недоступной.

Run/Stop: в состоянии остановки дискретизация отсутствует, вертикальное разделение и горизонтальная временная база осциллограммы все еще могут регулироваться в определенном диапазоне, другими словами, сигнал может быть расширен в горизонтальном или вертикальном направлении. Когда горизонтальная развёртка составляет ≤50 мс, горизонтальная временная развертка может быть расширена на 4 деления вниз.

Single (Одиночный): Нажатием этой кнопки можно напрямую установить режим триггера как одиночный (запуск развертки происходит после регистрации события запуска, после чего сбор данных останавливается).

Copy (Копировать): Вы можете сохранить форму сигнала, просто нажав на панели кнопку Copy (Копировать) в любом пользовательском интерфейсе. Источник сигнала и адрес сохранения выбираются в меню функции «Сохранить» для типа сохраняемых данных Wave. Для получения более подробной информации см. раздел 5.4.3.« Сохранение осциллограмм».

6. Работа с генератором сигналов

Генератор функций обеспечивает 4 основные формы сигнала (синусоида, квадрат, треугольник и импульс) и 46 встроенных произвольных форм сигналов (шум, экспоненциальный подъём, экспоненциальное падение, Sin(x)/x, лестница и т.д.). Можно создать определяемую пользователем форму сигнала и сохранить ее на внутреннем накопителе или USB-устройстве.

6.1. Подключение генератора и настройка каналов

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Funtion (Функция) в нижнем меню, выберите Output (Вывод) в меню слева. В нижнем меню выберите Output (Выход), в правом меню выберите AG Output (Выход генератора).

Подключите кабель BNC к порту с пометкой Out на задней панели осциллографа.

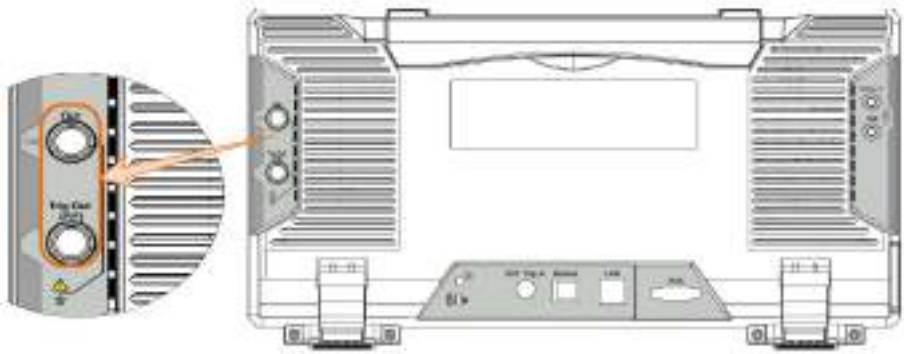


Рисунок 6-1 Выходные порты генератора

Чтобы увидеть сигнал с генератора, подключите другой конец кабеля BNC к одному из входных каналов на передней панели осциллографа.

Включение/выключение вывода каналов

Нажмите Out , чтобы включить/выключить выход соответствующего канала. Индикатор загорится при включении соответствующего канала.

6.2. Установка сигналов

1. Нажмите кнопку AFG , появится нижнее меню генератора.
2. Выберите нужную форму сигнала в нижнем меню, справа отобразится соответствующее меню.
3. Параметры можно задать в правом меню.

6.2.1 Синусоидальный сигнал

Параметры синусоидальной формы сигнала в правом меню: Frequency/Period (Частота/Период), Start Phase (Начальная фаза), Amplitude/High Level (Амплитуда/Высокий уровень), Offset/Low Level (Смещение/Низкий уровень).

Установка частоты

Выберите Frequency (Частота) в правом меню (если Frequency не отображается, выберите Period (Период) и нажмите его еще раз, чтобы переключиться на Frequency). Задайте параметр в правом меню.

Три способа изменения выбранного параметра:

- Поверните ручку M для изменения значения положения курсора. Нажмите клавишу направления ← / → для перемещения курсора.
- Используйте клавиатуру ввода: нажмите на ручку M, появится клавиатура ввода. Поверните ручку M, чтобы перемещаться между клавишами. Нажмите кнопку M, чтобы ввести выбранную клавишу.

- Используйте сенсорный экран:

Установка периода

Выберите Period (Период) в правом меню (если Period не отображается, нажмите кнопку Frequency (Частота) дважды, чтобы переключиться на Period). Задайте параметр в правом меню.

Установка начальной фазы

Выберите StartPhase в правом меню. Задайте параметр в правом меню.

Установка амплитуды

Выберите «Amplitude (Амплитуда)» в правом меню (если «Amplitude» не отображается, нажмите кнопку «High Level (Высокий уровень)» дважды, чтобы переключиться на «Amplitude»). Задайте параметр в правом меню.

Установка смещения

Выберите Offset (Смещение) в правом меню (если Offset не отображается, нажмите кнопку Low Level (Низкий уровень) дважды, чтобы переключиться на Offset). Задайте параметр в правом меню.

Установка высокого уровня

Выберите «High Level (Высокий уровень)» в правом меню (если «High Level» не

отображается, нажмите кнопку «Amplitude» дважды, чтобы переключиться на «High Level»). Задайте параметр в правом меню.

Установка низкого уровня

Выберите «Low Level (Низкий уровень)» в правом меню (если «Low Level» не отображается, нажмите кнопку «Offset» дважды, чтобы переключиться на «Low Level»). Задайте параметр в правом меню.

6.2.2 Прямоугольный (квадратный) сигнал

Параметры квадратной формы сигнала: Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень. Чтобы установить эти параметры, обратитесь к разделу 6.2.1 «Синусоидальный сигнал».

6.2.3 Пилообразный сигнал (Ramp)

Параметры формы пилообразного сигнала (ramp): Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень, Симметрия.

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу 6.3.1 «Синусоидальный сигнал».

Установка симметрии пилообразного сигнала

Выберите «Symmetry (Симметрия)» в правом меню пилообразного сигнала. Задайте параметр в правом меню.

6.2.4 Импульсный сигнал

Параметры импульсного сигнала: Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень, Ширина/Рабочий цикл.

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу 6.2.1 «Синусоидальный сигнал».

Установка ширины импульса

Выберите «Width (Ширина)» в правом меню (если «Width» не отображается, нажмите кнопку «Duty Cycle (Рабочий цикл)» дважды, чтобы переключиться на «Width»).

Задайте параметр в правом меню.

Установка рабочего цикла импульса

Выберите «Duty Cycle (Рабочий цикл)» в правом меню (если «Рабочий цикл» не отображается, нажмите кнопку «Width» дважды, чтобы переключиться на «Duty Cycle»). Задайте параметр в правом меню.

6.2.5 Сигнал произвольной формы (Arb)

Пункты меню Произвольной формы сигнала: Frequency/Period (Частота/Период), Start Phase (Начальная фаза), Amplitude/High Level (Амплитуда/Высокий уровень), Offset/Low Level (Смещение/Низкий уровень), New (Новый), File Browse (Просмотр файлов), Built-in (Встроенный). Вы можете управлять меню с помощью кнопок выбора меню справа.

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу 6.3.1 «Синусоидальный сигнал».

Сигналы произвольной формы бывают двух типов: определяемая пользователем и встроенная в систему форма сигнала.

Создание новой формы сигнала (Arb)

1. Войдите в меню операции: Нажмите кнопку AFG . Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите New (Создать новую).

2. Задайте количество точек осциллограммы: выберите «Points (Точки)» в правом меню, поверните ручку M, чтобы изменить значение, или используйте клавиатуру ввода (нажмите ручку M, чтобы отобразить его), чтобы ввести значение и выбрать единицу измерения. X1, X1000, Xle6, Xle9 в клавиатуре соответственно представляют 1, 1000, 1000000, 1000000000. Диапазон точек осциллограмм составляет 2 - 8192.

3. Установите интерполяцию: выберите Intrpl в правом меню, выберите между On/Off.

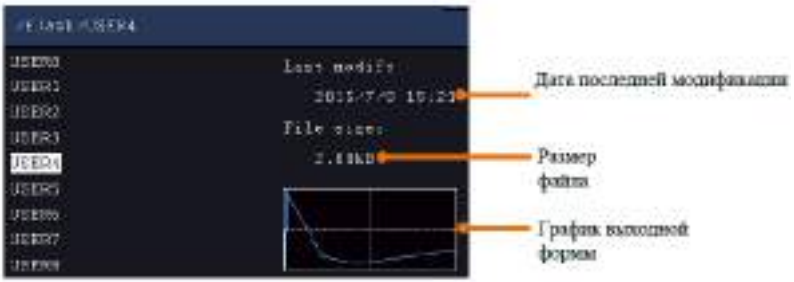
Если вы выберете “On”, точки будут связаны плавными линиями; в противном случае

напряжения между двумя последовательными точками не изменятся, а форма сигнала выглядит как лестница.

4. Редактирование точек осциллограмм: выберите «Edit Points (Редактировать точки)» в правом меню.

- Выберите Point (Точка), введите номер точки, которую нужно редактировать.
- Выберите Voltage (Напряжение), введите напряжение для текущей точки.
- Повторите шаг выше, установите все точки в соответствии с вашими потребностями.
- Выберите Save (Сохранить), войдите в файловую систему.

Если вы хотите сохранить форму сигнала во внутренней памяти, выберите в правом меню Memory ➔ Internal. Поверните ручку M, чтобы выбрать файл от USER0 до USER31. Выберите Save (Сохранить) в правом меню.



Если USB-устройство подключено, и вы хотите сохранить на нем форму сигнала, выберите значение USB параметра Memory (Память) в правом меню. Инструмент выводит на экран каталог папок и файлов на запоминающем устройстве USB. Выберите папку или файл с помощью ручки M. Чтобы войти в текущую папку, выберите Change Dir в правом меню, выберите ее еще раз, чтобы вернуться в верхний каталог.

Введите нужный путь к хранилищу, выберите Save (Сохранить) в правом меню, всплывает клавиатура ввода, введите имя файла, выберите на клавиатуре для подтверждения ↵ .

Форма сигнала сохраняется в папке в виде файла с расширением BIN.

Примечание: название файла должно содержать менее 35 символов.

Просмотр файлов

Чтобы прочитать форму сигнала, хранящуюся во внутреннем накопителе или USB-устройстве:

1. Нажмите кнопку AFG . Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите File Browse (Обзор файлов).

2. Выберите нужный файл осциллограммы во внутреннем накопителе (FLASH) или USB-устройстве (USBDEVICE).

3. Выберите Read (Чтение) в правом меню.

Встроенная форма сигнала

Есть 46 встроенных форм произвольных сигналов.

Шаги для выбора встроенной формы сигнала:

1. Нажмите кнопку AFG для отображения нижнего меню генератора.

2. Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и

выберите Built-in (Встроенные).

3. Выберите Common, Math, Window (Общий, Математический, Окно) или Others (Другие) в правом меню.

4. Поверните ручку M, чтобы выбрать нужную форму сигнала (или коснитесь, если ЖК-дисплей является сенсорным). Выберите Select (Выбрать), чтобы вывести форму сигнала.

5. Нажмите кнопку DC на передней панели, чтобы напрямую вывести DC или быстро переключиться на интерфейс настройки сигнала произвольной формы.

Таблица встроенных форм сигнала

Название	Пояснение	Название	Пояснение
Общие		Математические	
StairD	Нисходящая лестница	ExpRise	Экспоненциальная функция нарастания
StairU	Восходящая лестница	ExpFall	Экспоненциальная функция падения
StairUD	Восходящая/ нисходящая лестница	Sinc	Функция Синк (sin(x)/x)
Trapezia	Трапециевидная форма сигнала	Tan	Тангенс
RoundHalf	Кругло-половинная волна	Cot	Котангенс
AbsSine	Абсолютное значение синусоиды	Sqrt	Квадратный корень
AbsSineHalf	Абсолютное значение половины синусоиды	x^2	Квадратная функция
SineTra	Синусоидальный поперечный разрез	HaverSine	Функция ГаверСинус
SineVer	Синусоидальный вертикальный разрез	Lorentz	Функция Лоренца

NegRamp	Отрицательная рампа	Ln	Функция натурального логарифма
AttALT	Усиливающаяся кривая колебаний	Cubic	Кубическая функция
AmpALT	Затухающая кривая колебаний	Cauchy	Распределение Коши
CPulse	Закодированный импульс	Besselj	Функция Бесселя I
PPulse	Положительный пульс	Bessely	Функция Бесселя II
NPulse	Отрицательный импульс	Erf	Функция ошибки
		Airy	Функция Эйри
Оконные		Другие	
Rectangle	Прямоугольное окно	DC	Сигнал постоянного тока
Gauss	Распределение Гаусса	Heart	Сигнал сердца
Hamming	Окно Хэмминга	Round	Круглый сигнал
Hann	Окно Ханнинга	LFMPulse	Линейный FM-импульс
Bartlett	Окно Бартлетта	Rhombus	Ромбовидный сигнал
Blackman	Окно Блэкмена	Cardiac	Кардиоида
Laylight	Лежачее окно	Noice	Шум
Triang	Треугольное окно (окно Фейера)		

6.3. Анализ частотной характеристики

Функция анализа частотной характеристики (FRA) управляет встроенным генератором сигналов для развертки синусоидальной волны в диапазоне частот при измерении входных и выходных сигналов тестируемого устройства. На каждой частоте измеряются коэффициент усиления и фаза, которые наносятся на диаграмму Боде частотной характеристики. Когда анализ частотной характеристики завершится,

вы можете переместить маркер по диаграмме, чтобы увидеть измеренные значения усиления и фазы в каждой частотной точке. Вы также можете настроить параметры масштаба и смещения диаграммы для графиков усиления и фазы.

Примечание: если сигнал серьезно зашумлен, рекомендуется выбрать усреднение (Average) в режиме Acquire перед запуском анализа (можно выбрать только значения 4 или 16), а затем запустить анализ.

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите FRA в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню FRA:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
☐FRA	☐FRA	Установка флажка включает функцию FRA и отображает линию масштаба FRA и диаграмму.
	☐Transparent	Если флажок снят, информация FRA отображается в окне FRA. При установке флажка информация FRA отображается в области отображения.
	Marker	Поверните многоцелевую ручку M для перемещения маркера, просмотрите измеренные значения усиления и фазы.
	Sweep Step ☐Fine	Если флажок снят, шаг развертки составляет 0,1 дБ. При установке флажка шаг развертки равен 0,01 дБ.
Setup	Input V CH1 Output V CH2	Вход V является входом от CH1. Выход V является входом от CH2. (Примечание. Меню предназначено не для выбора пунктов меню, а только для отображения информации.)
	Min Freq ☐Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить минимальное значение частоты развертки. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку.

Setup	Max Freq ☐Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить максимальное значение частоты развертки. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку.
	Amplitude ☐Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить амплитуду генератора сигналов. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку.
Chart	Gain Scale	Отрегулируйте масштаб диаграммы усиления в диапазоне от 5 дБ до 500 дБ.
	Gain Offset	Отрегулируйте смещение графика усиления в диапазоне от -250 дБ до 250 дБ.
	Phase Scale	Отрегулируйте масштаб фазового графика в диапазоне от 5° до 180°.
	Phase Offset	Отрегулируйте смещение фазового графика в диапазоне от -180° до 180°.
	Autoscale	Автоматическое масштабирование усиления и фазовых графиков.
☐Analysis	Запустите/остановите анализ. F: Частота; G: Усиление; P: Фаза.	

Чтобы запустить анализ частотной характеристики, выполните следующие действия:

1. Выход генератора сигналов подключается к тестируемому устройству. Вход тестируемого устройства подключается к CH1 осциллографа. Выход подключается к каналу CH2 осциллографа.

2. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите FRA в меню слева.

3. В правом меню отметьте флажком ☐FRA и установите другие пункты меню.

4. В нижнем меню выберите Setup или Chart. В правом меню задайте пункты меню.

5. В нижнем меню установите флажок ☐ Analysis (Анализ), чтобы запустить анализ.

7. Использование мультиметра (опционально)

7.1. Описание

Входные клеммы

Входные клеммы находятся на задней панели осциллографа и помечены символами: **COM** и **V/Ω/A/⊣⊢**

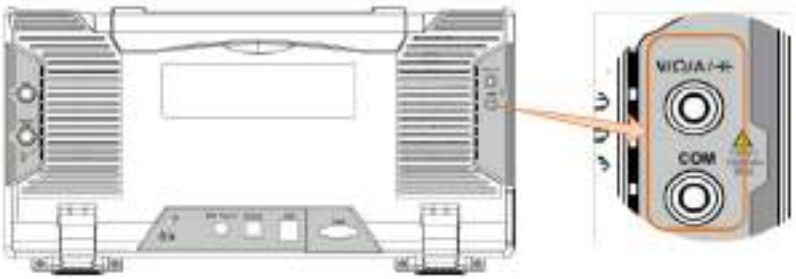


Рисунок 7-1 Входные клеммы мультиметра

Меню DMM

Нажмите кнопку DMM на передней панели, чтобы войти/выйти из функции мультиметра. Подсветка кнопки загорится, когда функция мультиметра включена.

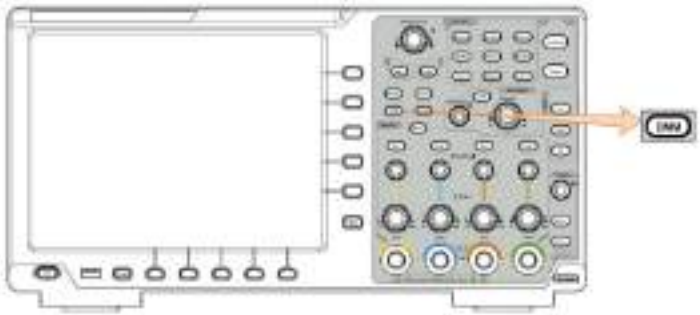


Рисунок 7-2 Кнопка мультиметра

В следующей таблице приведено описание элементов меню DMM:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Current	ACA DCA		Измерение переменного тока Измерение постоянного тока
Voltage	ACV DCV		Измерение напряжения переменного тока Измерение напряжения постоянного тока
R C			Измерение сопротивления Тестирование диода Тестирование непрерывности (прозвонка) Измерение емкости
Hold	ON OFF		Фиксирование показаний во время измерения.
Configure	Relative		Относительные измерения: в этом режиме показания — это разница между сохраненным эталонным (опорным) значением и входным сигналом.
	Show Info	ON OFF	Показать/скрыть информационное окно
	Auto Range		Автоматический выбор диапазона
	Switch Range		Ручной выбор диапазона.
	Voltage	mV V	Выбор диапазона напряжения.

Информационное окно DMM

Информационное окно мультиметра отображается в правом верхнем углу экрана.

Рисунок 7-3 Информационное окно мультиметра

Описание

1. Индикаторы режима переключения диапазонов Manual/Auto: MANUAL относится к режиму ручного переключения диапазонов, а AUTO относится к режиму автоматического переключения диапазонов.

2. Индикаторы режима измерения:

A	Измерение тока
V	Измерение напряжения
R	Измерение сопротивления
	Измерение диодов
	Прозвонка
C	Измерение емкости

3. Диапазон.

4. Дисплей измерений («OL» является сокращением от «Overload (перегрузки)», указывает, что показания превышают диапазон отображения).

5. Включен режим удержания данных.

6. Регистратор мультиметра.

7. Опорное значение относительного измерения.

8. AC или DC при измерении тока или напряжения.

7.2. Проведение измерений мультиметром

Измерение переменного или постоянного тока

1. Вставьте модуль измерения тока из комплекта поставки в клемму COM и клемму на задней панели осциллографа.

2. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите Current (Ток) в нижнем меню, выберите его еще раз, чтобы переключиться между ACA (переменный ток) или DCA (постоянный ток).

3. Подключите черный испытательный провод к разъему модуля, соответствующему клемме COM на задней панели осциллографа. Подключите красный испытательный провод к разъему модуля, соответствующему клемме V/Ω/A/⊣⊢ на задней панели осциллографа.

4. Выключите питание измеряемой цепи. Разрядите все высоковольтные конденсаторы.

5. Отсоедините все внешние провода от устройства, подлежащего тестированию. Подключите черный испытательный провод к минусу цепи (с более низким напряжением); подключите красный испытательный провод к плюсу (с более высоким напряжением). Реверсирование проводов приведет к отрицательным показаниям, но не повредит мультиметр.

6. Включите питание измеряемой цепи и считывайте показания на дисплее.

7. Выключите питание измеряемой цепи и разрядите все высоковольтные конденсаторы. Извлеките измерительные провода и восстановите схему до исходного состояния.

Измерение напряжения переменного или постоянного тока

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите Voltage (Напряжение) в нижнем меню, выберите его еще раз, чтобы переключиться между ACV (Напряжение переменного тока) или DCV (напряжение постоянного тока).

2. Подключите черный тестовый провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа, а красный тестовый провод —к терминалу V/Ω/A/⊣⊢ .

3. Проверьте тестовые точки и прочитайте дисплей.

4. Нажмите клавишу SET в нижней части экрана, выберите диапазон напряжения мВ или В и прочитайте отображаемое значение в меню.

Измерение сопротивления

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите в нижнем меню, выберите R.
2. Подключите черный тестовый провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа, а красный тестовый провод — к терминалу V/Ω/A/⊣⊢ .
3. Проверьте тестовые точки и прочитайте показания дисплея.

Тестирование диодов

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите в нижнем меню, выбирайте его до тех пор, пока не переключитесь на .
2. Подключите черный тестовый провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа, а красный тестовый провод — к терминалу V/Ω/A/⊣⊢ .
3. Соедините красный тестовый провод с положительной клеммой (анодом) диода, а черный тестовый провод с отрицательным концом (катодом). Катод диода обозначен полосой. Прочитайте показания на прямосмещенном диоде.

Тестирование неразрывности цепи (прозвонка)

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите в нижнем меню, выбирайте его до тех пор, пока не переключитесь на .
2. Подключите черный тестовый провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа, а красный тестовый провод — к терминалу V/Ω/A/⊣⊢ .
3. Проверьте испытательные точки, чтобы измерить сопротивление в цепи. Если показания ниже 50 Ом, мультиметр будет подавать звуковой сигнал.

Измерение ёмкости

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите в нижнем меню, выбирайте его до переключения на C.

2. Вставьте прилагаемый измеритель емкости в клемму COM и клемму на задней панели осциллографа.

3. Вставьте измеряемую емкость в модуль, после чего на экране появятся показания измеренного значения емкости.

Примечание: при измерении емкости, которая составляет менее 5 нФ, пожалуйста, используйте режим относительного измерения для повышения точности.

7.3. Особенности мультиметра

Режим фиксирования показаний

Вы можете зафиксировать показания дисплея в ходе любой функции измерения.

1. Выберите значение ON параметра Hold (Удерживать) в нижнем меню. На дисплее будет показан режим HOLD.

2. Выберите OFF, чтобы выйти из этого режима.

Проведение относительных измерений

При проведении относительных измерений показания мультиметра представляют собой разницу между сохраненным эталонным(опорным) значением и входным сигналом.

1. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите Relative (Относительный) в правом меню, чтобы войти в относительный режим.

Текущее в этот момент значение измерения будет сохранено как эталонное (опорное) значение и отображается после значка △.

В этом режиме текущее показание = входное значение - опорное значение.

2. Нажмите кнопку Relative еще раз, чтобы выйти из режима.

Примечание: Эта функция недоступна при измерении сопротивления, диодов и тестировании непрерывности (прозвонки).

Информационный дисплей

Показать/скрыть информационное окно в правом верхнем углу дисплея.

1. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите для параметра Show Info (Показать информацию) значение ON. На дисплее появится информационное окно мультиметра.

2. Выберите OFF, чтобы скрыть окно.

Автоматический или ручной диапазон

Автоматический диапазон установлен по умолчанию. Чтобы переключить диапазон, выполните следующие действия:

1. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню.

2. Выберите Auto Range в правом меню, на дисплее появится AUTO.

3. Выберите Switch Range в правом меню, на дисплее появится Manual. Нажмите эту программную клавишу, чтобы переключить диапазон.

Примечание: при тестировании диода, тестировании непрерывности и измерения емкости ручной диапазон отключен.

7.4. Регистратор данных мультиметра

Регистратор данных мультиметра можно использовать для записи результатов при измерении тока / напряжения с помощью мультиметра.

Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите DAQ в меню слева.

В следующей таблице приведено описание элементов меню DAQ:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Set	Interval	Установите интервал между точками записи (0,5c - 10c, шаг по 0,5c)
	Duration (длительность записи)	«d h m s» обозначает день, час, минуту, секунду. Например, «1 02:50:30» представляет 1 день и 2 часа, 50 минут и 30 секунд. Нажмите Duration (Длительность), чтобы переключиться между единицей времени, поверните ручку M, чтобы установить значение. Максимальная продолжительность: 3 дня для сохранения во внутренней памяти, 10 дней – на внешнем накопителе.
	Enable	Включите или выключите регистратор.
STRT STOP	Запустите или остановите запись.	
Storage	Internal External	Сохранение на внутреннем накопителе или запоминающем устройстве USB.
Export	Если выбран параметр Internal, можно экспортировать файл внутренней записи на запоминающее устройство USB.	

Чтобы записать измерения тока/напряжения в мультиметре, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели, чтобы войти в функцию мультиметра. Выберите Current (Ток) или Voltage (Напряжение) в нижнем меню.

Если вы хотите войти в относительный режим, выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите Relative (Относительный) в правом меню.

2. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите DAQ в меню слева.

3. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите Internal (Внутреннее) или External (Внешнее) в правом меню. Если выбран вариант External, вставьте запоминающее устройство USB в порт на передней панели прибора.

4. Выберите Set (Установить) в нижнем меню, выберите значение ON параметра Enable в правом меню.

5. Выберите Interval (Интервал) в правом меню, поверните ручку M, чтобы его установить.

6. Выберите Duration (Длительность) в правом меню, нажмите на нее, чтобы переключиться между единицами времени, поверните ручку M, чтобы установить соответствующее значение.

7. Выберите STRT (Старт) в нижнем меню.

8. Когда выбрано внешнее хранилище: инструкции будут показаны на экране. Файл записи будет называться «Multimeter_Recorder.csv». Если файл с таким именем уже существует в запоминающем устройстве USB, он будет перезаписан. (Если вы хотите сохранить существующий файл, заранее создайте его резервную копию в другом месте.) Выберите STRT в нижнем меню, чтобы начать запись.

9. Когда время записи достигнет заданной продолжительности, запись будет завершена.

Если вы хотите завершить запись преждевременно, выберите STOP в нижнем меню.

10. Если выбрано внутреннее хранилище: можно экспортировать файл внутренней записи на запоминающее устройство USB. Вставьте запоминающее устройство USB в порт на передней панели прибора. Выберите Export (Экспорт) в нижнем меню. Инструкции будут показаны на экране. Файл экспорта будет называться «Multimeter_Recorder.csv». Если файл с таким именем уже существует в

запоминающем устройстве USB, он будет перезаписан. (Если вы хотите сохранить существующий файл, заранее создайте его резервную копию в другом месте). Выберите Export (Экспорт) в нижнем меню для экспорта.

8. Связь с ПК

Осциллограф поддерживает связь с ПК через порты USB, LAN. Вы можете использовать коммуникационное программное обеспечение осциллографа для хранения, анализа, отображения данных и дистанционного управления.

Чтобы узнать, как работать с программным обеспечением, можно нажать клавишу F1 в программном обеспечении, чтобы открыть документ справки.

Перед подключением к ПК коммуникационное программное обеспечение осциллографа с прилагаемого компакт-диска.

8.1. Использование USB-порта

1. Подключение: используйте кабель для передачи данных USB для подключения порта USB Device на задней панели осциллографа к USB-порту ПК.

2. Установите драйвер: запустите коммуникационное программное обеспечение осциллографа на ПК.

3. Настройка портов программного обеспечения: запустите программное обеспечение осциллографа; нажмите «Связь» в строке меню, выберите «Порты-Настройки», в диалоговом окне настроек выберите «Подключиться с помощью» выбрать «USB». После успешного подключения информация о подключении в правом нижнем углу станет зеленой.

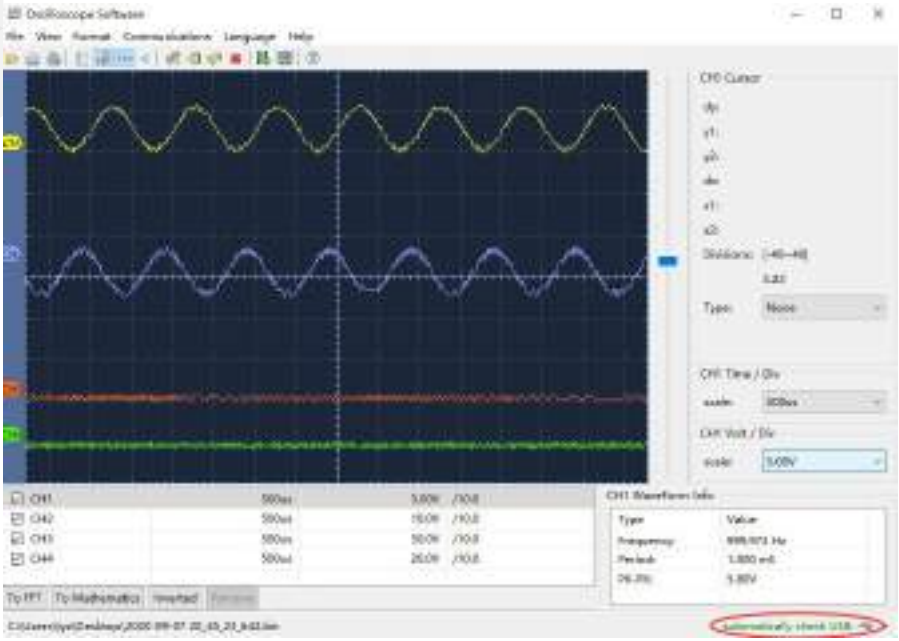


Рисунок 8-1 Подключение к ПК через USB-порт

8.2. Использование порта LAN

8.2.1 Прямое подключение

1. Подключение. Подключите кабель LAN к порту на задней панели осциллографа; подключите другой конец к компьютеру.

2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку осциллограф не может поддерживать автоматическое получение IP-адреса, следует назначить статический IP-адрес.

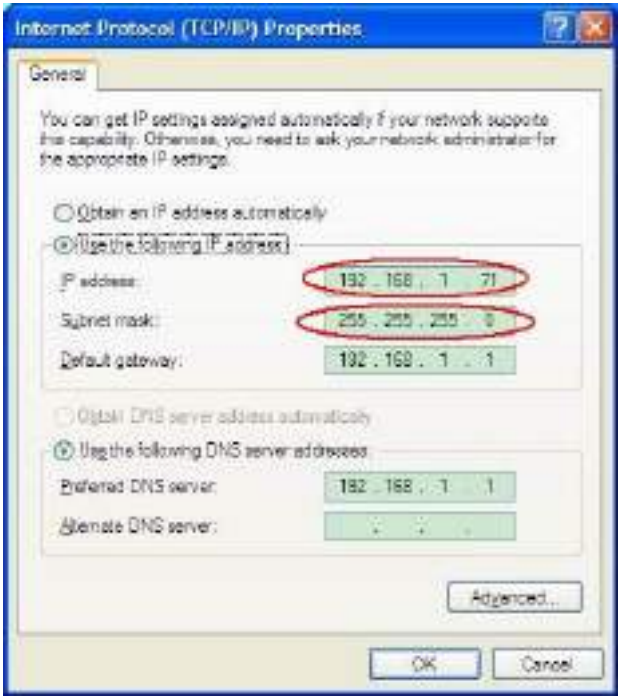


Рисунок 8-2 Установка сетевых параметров компьютера

3. Задайте параметры сети программного обеспечения осциллографа. Запустите программное обеспечение на компьютере; выберите пункт меню «Ports settings (Порты-Настройки)» пункта меню «Communications (Связь)». Установите «Connect using» в положение LAN. Что касается IP, первые три байта совпадают с IP-адресом на шаге (2), последний байт должен отличаться. Диапазон значения порта равен 0 - 4000, но обычно всегда порты с номерами ниже 2000 - заняты, поэтому необходимо установить его на значение выше 2000.

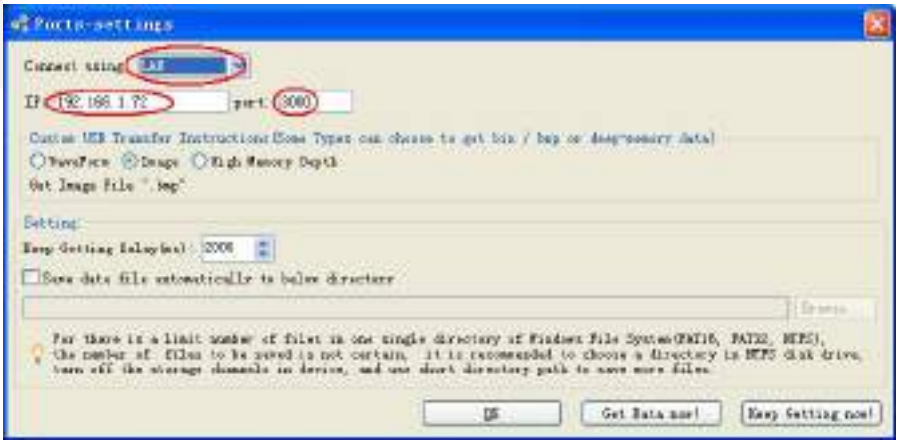


Рисунок 8-3 Настройка сетевых параметров программного обеспечения осциллографа

4. Задайте параметры сети осциллографа. На осциллографе нажмите кнопку Utility (Утилита). Выберите Function (Функция) в нижнем меню. Выберите LAN Set (Настройка локальной сети) в меню слева. В нижнем меню задайте для элемента Type (Тип) значение LAN и выберите Set (Задать). В правом меню установите IP и Port на то же значение, что и «Порты-Настройки» в программном обеспечении на шаге (3). Выберите Save set (Сохранить набор) в нижнем меню, он предложит «Reset to update the config (Сброс для обновления конфигурации)». Соединение прошло успешно, если после сброса вы можете получить данные в программном обеспечении осциллографа.

Рисунок 8-4 Установка параметров сети на осциллографе

8.2.2 Подключение через роутер

1. Подключение. Используйте кабель LAN для подключения осциллографа к роутеру, LAN-порт осциллографа находится в правой боковой панели; компьютер должен быть также подключен к маршрутизатору.

2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку осциллограф не может поддерживать автоматическое получение IP-адреса, следует назначить статический IP-адрес. Шлюз по умолчанию и маска подсети должны быть установлены в соответствии с маршрутизатором.

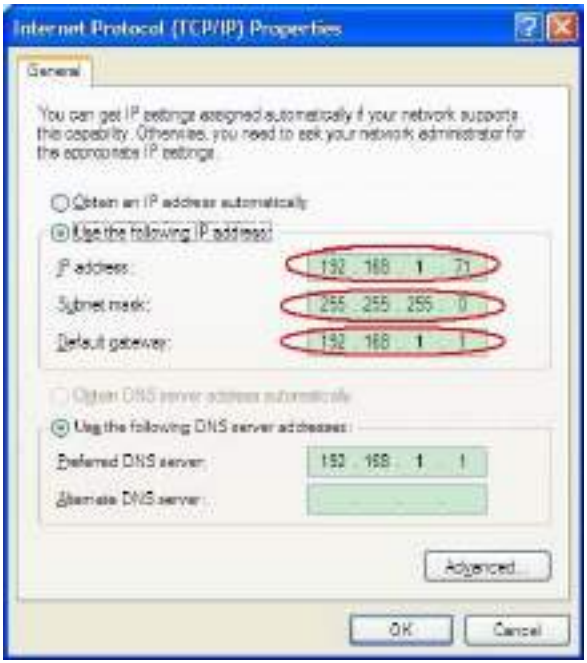


Рисунок 8-5 Настройка сетевых параметров компьютера

3. Задайте параметры сети программного обеспечения осциллографа. Запустите программное обеспечение на компьютере; выберите пункт Ports-settings (Порты-Настройки) меню «Communications (Связь)». Установите для параметра «Connect using (Подключение с помощью)» значение LAN. Что касается IP, первые три байта совпадают с IP-адресом на шаге (2), последний байт должен отличаться. Диапазон значения порта равен 0 - 4000, но всегда порты с номерами ниже 2000 обычно заняты, поэтому предлагается установить его на значение выше 2000.

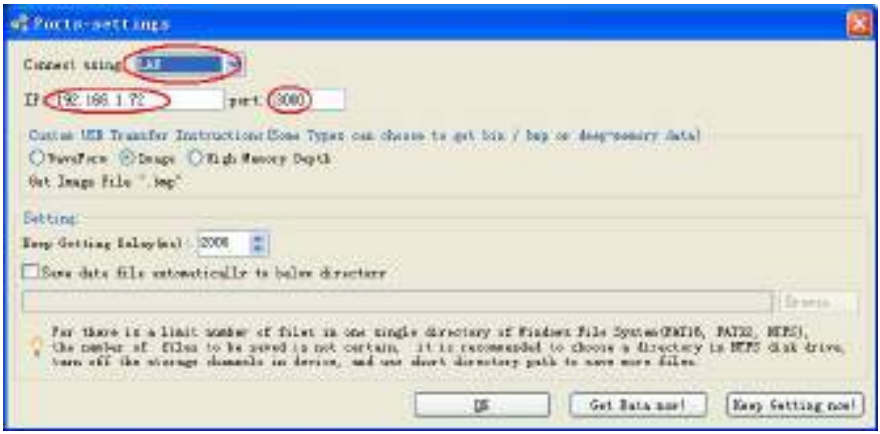


Рисунок 8-6 Установка сетевых параметров осциллографа

4. Задайте параметры сети осциллографа. В осциллографе нажмите кнопку Utility (Утилита). Выберите Function (Функция) в нижнем меню. Выберите LAN Set (Настройка локальной сети) в меню слева. В нижнем меню задайте для элемента Type (Тип) значение LAN и выберите Set (Задать). В правом меню установите IP и Port на то же значение, что и в Ports-settings (Порты-Настройки) в программном обеспечении на шаге (3). Шлюз и маска сети должны быть установлены в соответствии с маршрутизатором. Выберите Save set (Сохранить набор) в нижнем меню, он предложит «Reset to update the config (Сброс для обновления конфигурации)». Соединение прошло успешно, если после сброса вы можете получить данные в программном обеспечении осциллографа.

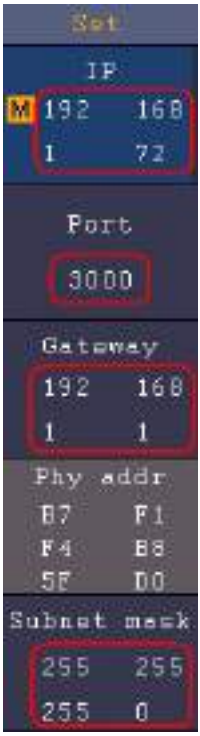


Рисунок 8-7 Установка параметров сети осциллографа

9. Демонстрация работы

Пример 1: Измерение простого сигнала

Целью этого примера является отображение неизвестного сигнала в цепи и измерение частоты и пикового напряжения сигнала.

1. Выполните следующие действия для быстрого отображения этого сигнала:

- Установите коэффициент затухания меню пробника как 10X , а коэффициент переключения в переключателе пробника как 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника»).
- Подключите пробник канала 1 к измеряемой точке цепи.
- Нажмите кнопку Autoset (Автоустановка).

Осциллограф будет выполнять автоустановку, оптимизируя отображение сигнала. Далее вы можете дополнительно отрегулировать вертикальную и горизонтальную развертку до тех пор, пока форма сигнала не будет соответствовать вашим требованиям.

2. Выполните автоматическое измерение

Осциллограф может автоматически измерять большинство отображаемых сигналов. Чтобы измерить период и частоту сигнала CH1, выполните следующие действия:

- Нажмите кнопку Measure на передней панели, чтобы открыть меню измерения.
- Выберите Add в нижнем меню.
- В левом меню «Type» поверните ручку, чтобы выбрать Period.
- В правом меню выберите пункт «CH1» в пункте Source.
- В правом меню выберите Add . Тип периода будет добавлен.
- В левом меню «Type» поверните ручку, чтобы выбрать Frequency.

- В правом меню выберите «CH1» в пункте Source.
- В правом меню выберите Add Тип частоты будет добавлен.

Измеренное значение автоматически отобразится в левом нижнем углу экрана (см. рис. 9- 1).

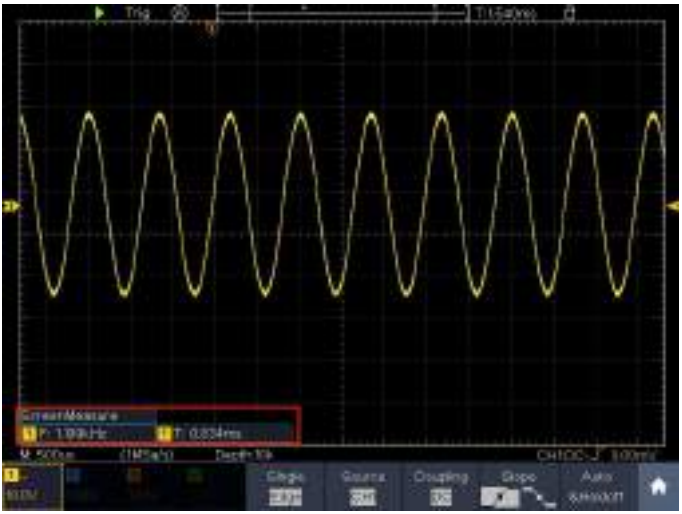


Рисунок 9-1 Измерения периода и частоты для данного сигнала

Пример 2: Определение коэффициента усиления усилителя в измерительной цепи

Установите коэффициент затухания меню пробника как 10X, а коэффициент аттенюации в пробнике как 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника»).

Подключите канал CH1 осциллографа ко входу усилителя, а канал CH2 к выходу.

Этапы работы:

- Нажмите кнопку автоматической настройки, и осциллограф автоматически настроит сигналы двух каналов в правильное состояние отображения.
- Нажмите кнопку «Measure (Измерить)» на передней панели, чтобы открыть меню «Измерение».

- Выберите Add (Добавить) в нижнем меню.
- В левом меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать выбрать PK-PK.
- В правом меню выберите CH1 в пункте меню Источник.
- В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение разброса напряжения от пика до пика по каналу CH1.
- В меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать выбрать PK-PK.
- В правом меню выберите CH2 в пункте меню Источник.
- В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение разброса напряжения от пика до пика по каналу CH2.
- Считывание пиковых и пиковых напряжений канала 1 и канала 2 в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 9-2).
- Рассчитайте коэффициент усиления усилителя по следующим формулам.

Коэффициент усиления = Выходной сигнал / Входной сигнал

Коэффициент усиления (дБ) = 20×log(коэффициент усиления)

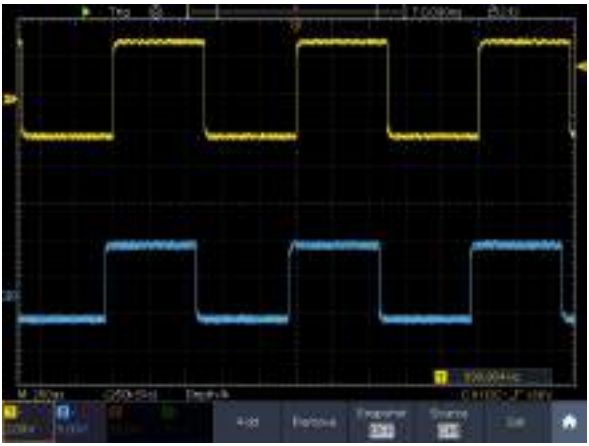


Рисунок 9-2 Формы сигналов при измерении усилителя

Пример 3: Захват одиночного сигнала

Довольно легко использовать цифровой осциллограф для захвата непериодического сигнала, такого как импульс и выброс и т.д. Но общая проблема заключается в том, как настроить триггер, если вы не ничего знаете о сигнале. Благодаря различным функциям, поддерживаемым нашим осциллографом, пользователь может решить эту проблему, используя простой подход. Сначала запустите тест с помощью автоматического триггера, чтобы узнать ближайший уровень триггера и тип триггера, это поможет пользователю сделать несколько небольших корректировок для достижения правильного уровня и режима триггера. Вот как этого можно добиться.

Этапы работы следующие:

- Установите коэффициент затухания меню пробника равным 10X, а коэффициент переключения в пробнике — 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника»).
- Нажмите кнопку CH1, чтобы выбрать CH1, отрегулируйте ручки Vertical Scale (Вертикальное масштабирование) и Horizontal Scale (Горизонтальное масштабирование), чтобы настроить правильные вертикальные и горизонтальные диапазоны для наблюдаемого сигнала.
- Нажмите кнопку Acquire (Сбор данных), чтобы открыть меню настройки режима сбора данных.
- Выберите Acqu Mode в нижнем меню. Выберите Peak Detect в правом меню.
- Нажмите кнопку Trigger Menu, чтобы отобразить меню триггера.
- Выберите первый пункт меню в нижнем меню. Выберите Single (Одиночный) в правом меню.
- В меню слева выберите Edge в качестве режима синхронизации.
- Выберите Source (Источник) в нижнем меню. Выберите CH1 в правом меню.
- Выберите Coupling (Связь по входу) в нижнем меню. Выберите DC в правом меню.
- В нижнем меню выберите Slope (Наклон) ➔ (восходящий).

- Поверните ручку «Trigger Level (Уровень триггера)» и настройте уровень триггера примерно до 50% от измеряемого сигнала.

- Проверьте индикатор состояния триггера в верхней части экрана, если он не готов, нажмите кнопку Run/Stop – начнется сбор данных, дождитесь срабатывания триггера. Если сигнал достигает заданного уровня триггера, будет произведена одна выборка, которая затем отобразится на экране. Используя этот подход, случайный импульс может быть легко захвачен. Например, если мы хотим найти выброс с высокой амплитудой, установите уровень триггера чуть более высоким, чем среднее значение уровня сигнала. Нажмите кнопку Run/Stop и дождитесь триггера. Как только произойдет выброс, инструмент автоматически сработает и запишет форму сигнала вблизи точки запуска. Повернув ручку «Горизонтальное положение» в горизонтальной области управления на панели, вы можете изменить положение горизонтального срабатывания, чтобы получить отрицательную задержку, что облегчает наблюдение за формой сигнала до появления выброса (см. Рисунок 9-3).

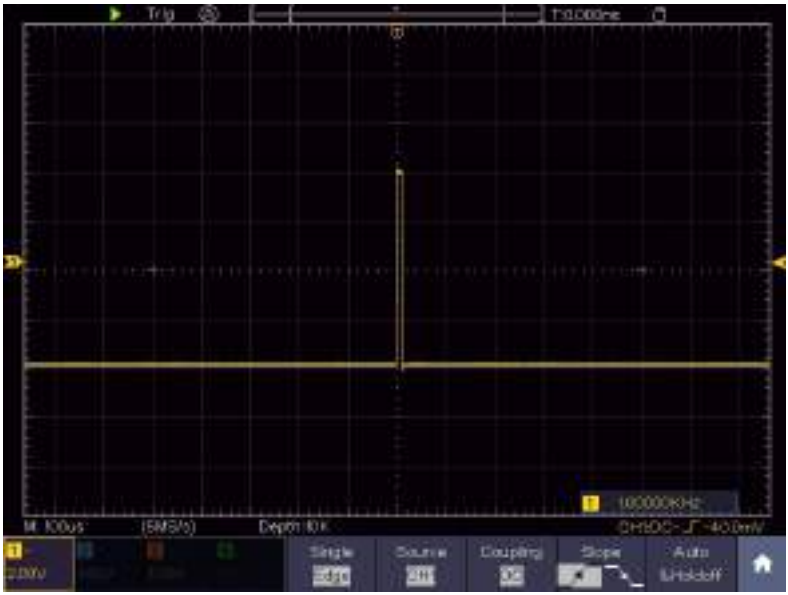


Рисунок 9-3 Захват одиночного сигнала

Пример 4: Анализ деталей сигнала

Шум очень распространен внутри большей части электронного сигнала. Узнать, что находится внутри шума и снизить уровень шума – очень важная функция, которую способен предложить наш осциллограф.

Анализ шума

Уровень шума иногда указывает на сбой электронной схемы. Функции Peak Detect играют важную роль, помогая вам узнать детали этих шумов:

- Нажмите кнопку Acquire (Сбор данных), чтобы открыть меню Acquire.
- Выберите Acqu Mode в нижнем меню.
- Выберите Peak Detect в правом меню.

Если сигнал, отображаемый на экране, содержит шум, то при включении режима Peak Detect (детектирование пиков) будут отчетливо виды все выбросы и пики входного сигнала (см. Рисунок 9-4).

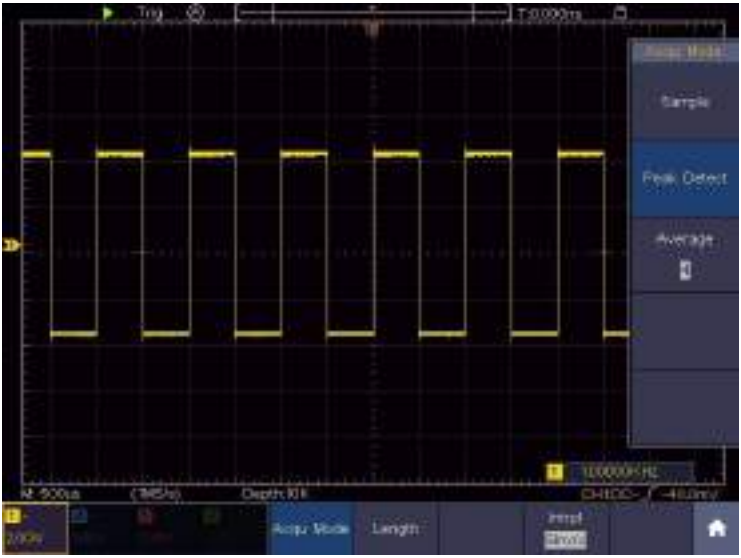


Рисунок 9-4 Сигнал с шумами

Выделение сигнала

При фокусировке на самом сигнале важно снизить уровень шума как можно ниже, это позволит пользователю иметь более подробную информацию о сигнале. Функция Average (Усреднение), предлагаемая нашим осциллографом, может помочь вам в этом.

Ниже приведены инструкции по включению функции усреднения.

- Нажмите кнопку Acquire (Сбор данных), чтобы открыть меню Acquire.
- Выберите Acqu Mode в нижнем меню.
- Выберите Average (Среднее) в правом меню, поверните ручку M и наблюдайте за формой сигнала, полученной от усреднения разного числа осциллограмм.

Пользователь будет видеть значительно сниженный уровень случайного шума и позволит легко увидеть больше деталей самого сигнала. После применения усреднения (Average) пользователь может также легко идентифицировать повторяющиеся выбросы на восходящих и нисходящих фронтах сигнала сигнала (см. Рисунок 9-5).

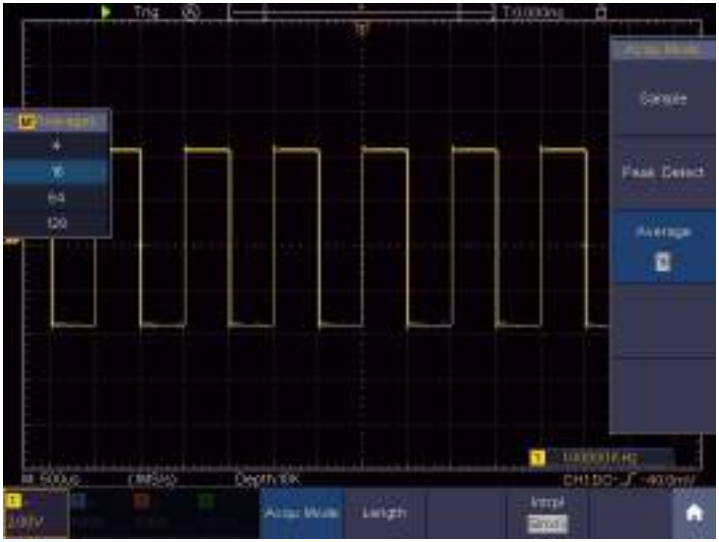


Рисунок 9-5 Снижение уровня шума с помощью функции усреднения

Пример 5: Применение функции X-Y

Изучите разность фаз между сигналами двух каналов

Пример: Проверьте изменение фазы сигнала после его прохождения через цепь.

Режим X-Y очень полезен при изучении фазового сдвига двух связанных сигналов. В этом примере шаг за шагом проверяется фазовое изменение сигнала после того, как он проходит через указанную схему. Входной сигнал в цепь и выходной сигнал из цепи используются в качестве исходных сигналов.

Для изучения входных и выходных данных схемы в виде координатного графика X-Y, пожалуйста, действуйте в соответствии со следующими шагами:

- Установите коэффициент затухания меню пробника для 10X и коэффициент переключения в пробнике для 10X (см. раздел 4.3.2 «Установка коэффициента затухания пробника»).
- Подключите пробник канала 1 к входу тестируемой цепи, а пробник канала 2 к выходу цепи.
- Нажмите кнопки CH1иCH2, чтобы включить каналы.
- Нажмите кнопку автоустановки , при этом осциллограф включит сигналы двух каналов и отобразит их на экране.
- Нажмите кнопку CH1, чтобы выбрать CH1, поверните ручку вертикального масштабирования, а затем нажмите кнопку CH2, чтобы выбрать CH2, поверните ручку вертикального масштабирования, сделав амплитуды двух сигналов на экране примерно равными.
- Нажмите кнопку Display (Дисплей) и вызовите меню Display.
- Выберите XY Mode (Режим XY) в нижнем меню. Выберите ON в пункте «Enable» в правом меню. Осциллограф отобразит входные и выходные характеристики цепи в виде фигуры Лиссажу.
- Поверните ручки «Vertical Scale» и «Vertical Position», оптимизируя форму сигнала.

- С помощью метода эллиптической осциллограммы наблюдают и вычисляют разность фаз (см. рис. 9-6).

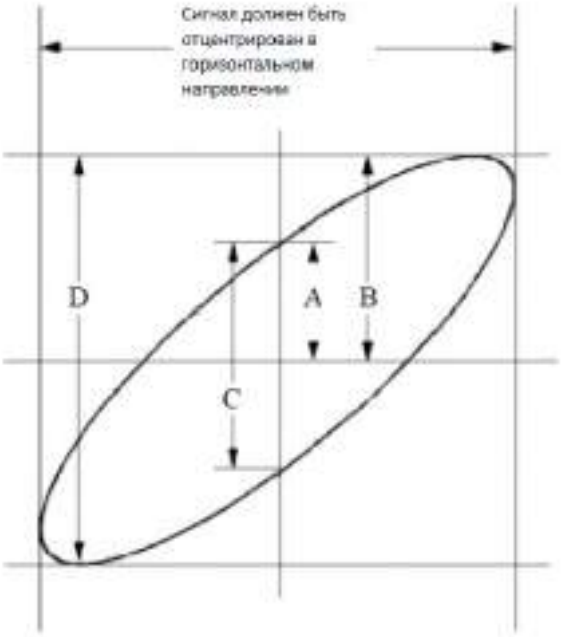


Рисунок 9-6 График Лиссажу

Основываясь на выражении sin (q) = A/B или C/D, q является углом разности фаз, а определения A, B, C и D показаны на графике выше. В результате может быть получен угол разности фаз, а именно q = ± arcsin (A/B) или ± arcsin (C/D). Если главная ось эллипса находится в I и III квадрантах, то определенная разность фаз ангела должна находиться в I и IV квадрантах, то есть в диапазоне (0 - π /2) или (3π / 2 - 2π). Если главная ось эллипса находится во II и IV квадрантах, то определяемый угол разности фаз находится во II и III квадрантах, то есть в пределах (π /2 - π) или (π - 3π /2).

Пример 6: Запуск по видеосигналу

Подайте видеосигнал на осциллограф и добейтесь стабильного отображения выходного видеосигнала.

Запуск по видеополю

Для синхронизации по видеополю выполните операции в соответствии со следующими шагами:

- Нажмите на кнопку Trig Menu на панели, чтобы отобразить меню Trigger.
- Выберите первый пункт меню в нижнем меню. Выберите Single (Одиночный) в правом меню.
- В меню слева выберите Video (Видео) в качестве режима.
- Выберите Source (Источник) в нижнем меню. Выберите CH1 в правом меню.
- Выберите Modu в нижнем меню. Выберите NTSC в правом меню.
- Выберите Sync (Синхронизация) в нижнем меню. Выберите Field (Поле) в правом меню.
- Поверните ручки Вертикальная шкала, Вертикальное положение и Горизонтальная шкала , чтобы получить правильное отображение формы сигнала (см. рисунок 9-7).

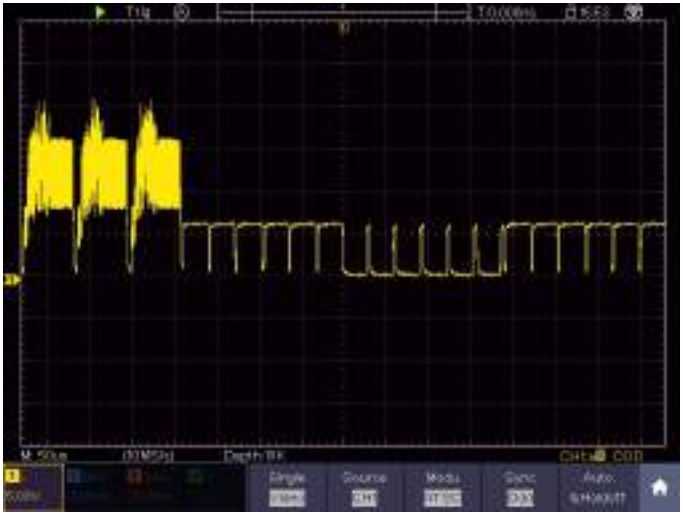


Рисунок 9-7 Осциллограмма, полученная с помощью триггера по видеополю

10. Поиск и устранение неисправностей

1. Осциллограф включен, но на дисплее отсутствует изображение.

- Проверьте, правильно ли осциллограф подключен к источнику питания.
- Проверьте предохранитель, который находится рядом с входным разъемом питания переменного тока (крышку можно открыть с помощью прямой отвертки).
- Перезапустите прибор после выполнения вышеуказанных проверок.
- Если проблема не устранена, пожалуйста, свяжитесь с сервисным центром.

2. После получения сигнала осциллограмма не отображается на экране.

- Проверьте, правильно ли подключен пробник к сигнальному соединительному проводу.
- Проверьте, правильно ли подключен соединительный провод сигнала к BNC (а именно, к разъему канала).
- Проверьте, правильно ли подключен пробник к измеряемому объекту.
- Проверьте, есть ли сигнал, генерируемый от измеряемого объекта (неисправность может быть снята соединением канала, от которого генерируется сигнал, с неисправным каналом).
- Повторите операцию сбора данных сигнала.

3. Измеренная амплитуда сигнала оказалась в 10 раз больше или в 10 раз меньше действительной (ожидаемой) величины.

Посмотрите на коэффициент затухания для входного канала и коэффициент затухания пробника, чтобы убедиться, что они совпадают (см. раздел 4.3.2 «Установка коэффициента затухания пробника»).

4. Отображается осциллограмма, но она не стабильна.

- Проверьте, соответствует ли канал, выбранный в опции Source меню TRIG MODE в качестве источника сигнала запуска, каналу, на который в действительности подается сигнал.

- Проверьте значение параметра Type в том же меню. Для обычных сигналов следует выбирать значение Edge, а для видеосигналов – значение Video. Осциллограмма будет отображаться стабильно только при правильных настройках системы запуска.

- Попробуйте изменить режим входа на режим подавления высокой частоты, чтобы сгладить высокочастотный шум, вызванный помехами.

5. Дисплей не реагирует на нажатие кнопки Run/Stop.

Проверьте, выбрано ли значение Normal или Single для Polarity в меню TRIG MODE, и не выходит ли уровень триггера за пределы вертикального диапазона осциллограммы.

Если это так, убедитесь, что уровень срабатывания центрирован на экране, или установите режим триггера. Кроме того, при нажатии кнопки Autoset вышеуказанная настройка может быть выполнена автоматически.

6. Отображение осциллограммы становится медленным после увеличения значения AVERAGE в режиме Acqu Mode или в параметре Persist в Display (см. раздел 5.7.2.1 «Персистенция (послесвечение экрана) «) установлена большая продолжительность.

Это нормально, так как прибор работает над большим количеством точек сбора данных.

11. Техническое обслуживание

11.1. Общий уход

Не храните и не оставляйте прибор в местах, где его жидкокристаллический дисплей может длительное время подвергаться воздействию прямого солнечного света.

Внимание: Чтобы избежать повреждения инструмента или пробника, не подвергайте их воздействию спреев, жидкостей или растворителей.

11.2. Чистка

Осматривайте прибор и датчики так часто, как того требуют условия эксплуатации. Чтобы очистки прибора, выполните следующие действия:

1. Сотрите пыль с наружной поверхности прибора и пробников при помощи сухой мягкой ткани. При очистке дисплея не поцарапайте прозрачный защитный экран.

2. Перед очисткой осциллографа отсоедините от него питание. Протрите прибор влажной, но не оставляющей капель мягкой тканью. Для очистки рекомендуется использовать чистую воду или мягкодействующее моющее средство. Во избежание повреждения прибора и щупов не используйте абразивов и агрессивных моющих средств.

Предупреждение: Во избежание угрозы короткого замыкания и поражения электрическим током из-за присутствия влаги, перед запуском прибора удостоверьтесь, что он полностью высушен.

12. Техническая поддержка

Для получения технической поддержки отправляйте свои вопросы по адресу: info@novapribor.ru

13. Сведения о содержании драгметаллов

Сведений о содержании драгоценных металлов нет.

14. Утилизация

Особых условий утилизации не требует.

15. Хранение и транспортировка

Хранение осциллографа может быть кратковременным (гарантийным) и длительным.

Как при кратковременном, так и при длительном хранении осциллограф размещать в рабочем положении на стеллаже в упаковке на уровне не выше 1,5 м от пола и не ближе 2 м от дверей, вентиляционных отверстий и отопительных устройств.

Осциллографы требуют бережного обращения и ухода в процессе эксплуатации, хранения и транспортировки.

- Осциллограф должен храниться в упаковке изготовителя при температуре -20 – 60°С и относительной влажности не более 90%.
- Должна быть обеспечена защита от попадания пыли, влаги и паров веществ, вызывающих коррозию.
- При транспортировке воздушным транспортом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметичном отсеке.

16. Методика поверки

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»

В.В. Федулов

«17» августа 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые запоминающие VERDO SB1800

Методика поверки
МП SB1800/2023

Москва
2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые запоминающие VERDO SB1800 (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях VERDO SB1801, VERDO SB1802, VERDO SB1803, S VERDO B1804 компанией "Fujian Lilliput Optoelectronics Technology Co., Ltd.", Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемых средств измерений.

1.3 При поверке осциллографов обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360;
- ГЭТ 13-2001 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457;
- ГЭТ 14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456;
- ГЭТ 182-2010 в соответствии с ГОСТ Р 8.761-2011 «Государственная поверочная схема для средств измерений импульсного электрического напряжения».

1.4 Операции поверки выполняются методами прямых измерений величин.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.4, 8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10
Проверка входного сопротивления	да	да	10.1
Определение погрешности коэффициента отклонения	да	да	10.2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение погрешности измерения временных интервалов	да	да	10.3
Проверка верхней частоты полосы пропускания	да	да	10.4

2.2 Периодическая поверка осциллографа по запросу пользователя может выполняться для отдельных измерительных каналов.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий применения осциллографа, а также средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 4 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры ±0,5 °С в диапазоне от 0 до +50 °С; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности ±3 % в диапазоне от 40 до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,2 кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.1 Проверка входного сопротивления п.10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения п.10.3 Определение погрешности измерения временных интервалов п.10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу № 3456, диапазон измерений сопротивления от 40 Ом до 90 Ом и от 800 до 1200 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления ±0,1 %; Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу № 3457, относительная погрешность воспроизведения постоянного напряжения от ±(4 мВ до 40 В) на нагрузку 1 МОм и от ±(4 мВ до 4 В) на нагрузку 50 Ом по 4-х проводной схеме в пределах ±0,2 %; Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда по Приказу № 2360, пределы допускаемой погрешности установки периода ± $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ %; диапазон частот синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 3,2 ГГц	Калибратор осциллографов 9500B с активной головкой 9530; рег. № 30374-13

5.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации осциллографов, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра осциллографа проверяются:
- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах осциллографа).

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого осциллографа, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед началом выполнения дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации осциллографа, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Для выполнения дальнейших операций используемые средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подключены к сети 230 В, 50 Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

Минимальное время прогрева осциллографа составляет 30 минут.

8.4 Выполнить самопроверку (Self-test) по следующей процедуре:

- отключить сетевое питание осциллографа и вновь включить питание, при этом автоматически запустится процесс самотестирования.

В процессе самопроверки не должно появиться сообщений об ошибках.

8.5 После прогрева осциллографа в течение не менее 30 минут выполнить процедуру автоподстройки (Self-calibration), для чего:

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню;
- выбрать **Self Cal** в нижнем меню, запустить процедуру нажатием **Self Cal**;
- дождаться завершения процесса автоподстройки, по его завершению не должно появиться сообщений об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Configure** в левом меню, выбрать **About** в нижнем меню.

В окне должны отобразиться идентификационные данные осциллографа и установленного программного обеспечения (Firmware).

Идентификационный номер версии программного обеспечения («SB1800 Firmware»), должен быть не ниже V1.10.0.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик осциллографа выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 10.1 ÷ 10.4.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

10.1 Проверка входного сопротивления

10.1.1 Выполнить заводскую установку осциллографа кнопкой **Default Setup**.

10.1.2 В настройках каналов установить **Probe:1X**, **Coupling: DC**, **Input IMP: 1 MΩ**.

10.1.3 В настройках каналов установить коэффициент отклонения 100 мВ/дел. Активировать все каналы осциллографа.

10.1.4 Соединить выход активной головки калибратора 9500B с входом канала CH1 осциллографа. Установить на калибраторе режим измерения сопротивления 1 МОм. Активировать выход калибратора.

10.1.5 Записать измеренное калибратором значение сопротивления в столбец 3 таблицы 10.1.

10.1.6 Установить входное сопротивление канала 50 Ом **(Input IMP: 50 Ω)**. Выполнить действия по пункту 10.1.5, установив на калибраторе режим измерения сопротивления 50 Ом.

10.1.7 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500B от разъема канала прибора.

10.1.8 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.1.4 - 10.1.7 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

K_O, мВ/дел	$R_{ВХ}$	Измеренное значение	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
1	*2*	*3*	*4*	*5*
100	1 МОм		0,980 МОм	1,020 МОм
100	50 Ом		49,00 Ом	51,00 Ом

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения входного сопротивления каналов должны находиться в пределах допускаемых значений, приведенных в описании типа поверяемого осциллографа и указанных в столбцах 4 и 5 таблицы 10.1.

10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения

10.2.1 Выполнить заводскую установку осциллографа кнопкой **Default Setup**.

10.2.2 Установить на калибраторе 9500B режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МОм.

10.2.3 Соединить выход активной головки калибратора 9500B с входом канала CH1 осциллографа.

10.2.4 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Остальные каналы - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.2.5 В настройках канала установить **Coupling: DC**; **Probe: 1X**; **K_O = 1 мВ/дел**; **Input IMP: 1 MΩ**.

10.2.6 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.2.7 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 1 мс/дел.

10.2.8 Нажать кнопку **Acquire** выбрать функцию усреднения **Acqu Mode: Average 16**.

10.2.9 Нажать кнопку **Measure** добавить измерение Vavg **(Add: Mean CH1)**.

10.2.10 Установить на калибраторе положительное значение напряжения $U_{КАЛ-}$ = +4 мВ. Активировать выход калибратора.

Записать измеренное на канале осциллографа положительное значение напряжения $U_{ПОД}$ в столбец 4 таблицы 10.2.

Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения $U_{КАЛ-}$ = –4 мВ.

Записать измеренное на канале осциллографа отрицательное значение напряжения $U_{ОТР}$ в столбец 5 таблицы 10.2.

Вычислить разностное значение $\Delta U = (U_{ПОЛ} - U_{ОТР})$ и записать его в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_O и соответствующие значения $U_{КАЛ+}$ и $U_{КАЛ-}$, указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.2. Записывать измеренные на канале осциллографа значения напряжения $U_{ПОЛ}$ и $U_{ОТР}$ в столбцы 4 и 5 таблицы 10.2.

Вычислять разностные значения $\Delta U = (U_{ПОЛ} - U_{ОТР})$ и записывать их в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.12 Установить на калибраторе и на канале осциллографа минимальные K_O и $U_{КАЛ+}$ и значения сопротивления 50 Ом. Выполнить действия по пунктам 10.2.10 – 10.2.11.

10.2.13 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

10.2.14 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.2.1 – 10.2.13 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.2 – Погрешность коэффициента отклонения

K_O	$U_{КАЛ+}$	$U_{КАЛ-}$	$U_{ПОЛ}$	$U_{ОТР}$	ΔU	$\Delta U_{МИН}$	$\Delta U_{МАКС}$
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
$R_{ВХ}$ = 1 МОм							
1 мВ/дел	+4 мВ	–4 мВ				7,76 мВ	8,24 мВ
2 мВ/дел	+8 мВ	–8 мВ				15,68 мВ	16,32 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	–20 мВ				39,2 мВ	40,8 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	–40 мВ				78,4 мВ	81,6 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	–80 мВ				56,8 мВ	163,2 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	–200 мВ				392 мВ	408 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	–400 мВ				784 мВ	816 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	–800 мВ				1,568 В	1,632 В
500 мВ/дел	+2,0 В	–2,0 В				3,92 В	4,08 В
1 В/дел	+4 В	–4 В				7,84 В	8,16 В
2 В/дел	+8 В	–8 В				15,68 В	16,32 В
5 В/дел	+20 В	–20 В				39,2 В	40,8 В
10 В/дел	+40 В	–40 В				78,4 В	81,6 В
$R_{ВХ}$ = 50 Ом							
1 мВ/дел	+4 мВ	–4 мВ				7,76 мВ	8,24 мВ
2 мВ/дел	+8 мВ	–8 мВ				15,68 мВ	16,32 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	–20 мВ				39,2 мВ	40,8 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	–40 мВ				78,4 мВ	81,6 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	–80 мВ				156,8 мВ	163,2 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	–200 мВ				392 мВ	408 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	–400 мВ				784 мВ	816 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	–800 мВ				1,568 В	1,632 В
500 мВ/дел	+2,0 В	–2,0 В				3,92 В	4,08 В
1 В/дел	+4 В	–4 В				7,84 В	8,16 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные разностные значения напряжения ΔU должны находиться в пределах допускаемых значений $\Delta U_{мин}$ и $\Delta U_{макс}$, указанных в столбцах 7 и 8 таблицы 10.2.

Пределы допускаемых значений вычислены по допускаемым значениям относительной погрешности коэффициента отклонения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.3 Определение погрешности измерения временных интервалов

10.3.1 Выполнить заводскую установку осциллографа кнопкой **Default Setup**.

10.3.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Остальные каналы - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.3.3 В настройках канала установить **Coupling: DC**; **Probe: 1X**; **Ко = 200 мВ/дел**; **Input IMP: 1 MΩ**.

10.3.4 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.3.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 5 мс/дел.

10.3.6 Установить на калибраторе 9500B режим **Time Marker** (меандр) с амплитудой 1 Вэ. п, периодом 10 мс на нагрузку 1 МОм.

10.3.7 Соединить выход активной головки калибратора 9500B с входом канала CH1 осциллографа. Активировать выход калибратора.

10.3.8 Вращением ручки **Horizontal Position** против часовой стрелки установить время задержки по индикатору на дисплее осциллографа (вверху справа) равным 10 мс.

10.3.9 Ручкой **Horizontal Scale** уменьшать коэффициент развертки и подстроить его так, чтобы было удобно произвести отсчет положения переднего фронта импульса. Если наблюдается неустойчивый сигнал, запустить однократную развертку кнопкой **Single**.

10.3.10 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, зафиксировать отсчет положения фронта импульса.

Измеренное значение положения фронта импульса записать в столбец 2 таблицы 10.3. Оно должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.3.

10.3.11 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500B от разъема канала прибора.

Таблица 10.3 – Погрешность измерения временных интервалов

Установленное время задержки, мс	Измеренное значение положения фронта	Пределы допускаемых значений, нс
1	*2*	*3*
10		±25

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное положения фронта импульса должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.3.

10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания

10.4.1 Выполнить заводскую установку осциллографа кнопкой **Default Setup**.

10.4.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Остальные каналы - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.4.3 В настройках канала установить **Coupling: DC**; **Probe: 1X**; **Limit: Full band**; **Input IMP: 50 Ω**, **Ко = 100 мВ/дел**.

10.4.4 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.4.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 10 мкс/дел.

10.4.6 Нажать кнопку **Measure** добавить измерение Vpp (**Add: PK-PK CH1**).

10.4.7 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения синусоидального напряжения на нагрузку 50 Ом, частотой 50 кГц, напряжением 600 $мВ_{п-п}$. Соединить выход головки калибратора с входом канала CH1.

10.4.8 Активировать выход калибратора. Подстроить на калибраторе уровень сигнала так, чтобы амплитуда сигнала составляла примерно 6 делений вертикальной шкалы осциллографа, а отсчет Vpp был равен 600 $мВ_{п-п}$.

10.4.9 Установить на калибраторе значение частоты $F_{МАКС}$, соответствующее верхней частоте полосы пропускания осциллографа:
- для модификаций VERDO SB1801, VERDO SB1802 $F_{МАКС}$ = 350 МГц;
- для модификаций VERDO SB1803, VERDO SB1804 $F_{МАКС}$ = 500 МГц.

10.4.10 Ручкой **Horizontal Scale** уменьшая коэффициент развертки, установить его так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала. Записать отсчет Vpp в столбец 3 таблицы 10.4.

10.4.11 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500B от разъема канала прибора.

10.4.12 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.4.1 – 10.4.11 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.4 – Верхняя частота полосы пропускания

$К_О$, мВ/дел	Напряжение Vpp на частоте 50 кГц, мВ	Измеренное значение напряжения Vpp на частоте $F_{МАКС}$	Нижний предел допускаемого значения, мВ
1	*2*	*3*	*4*
100	600		424,2

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное значение Vpp напряжения на верхней частоте полосы пропускания должно быть выше нижнего предела допускаемого значения, которое указано в столбце 4 таблицы 10.4. Нижний предел допускаемого значения рассчитан по уровню 0,707 (–3 дБ) от установленного значения напряжения на частоте 50 кГц в соответствии с описанием типа поверяемого осциллографа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт 2.2 настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых была выполнена поверка.

11.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке на бумажном носителе.

11.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений наносится знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

11.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.