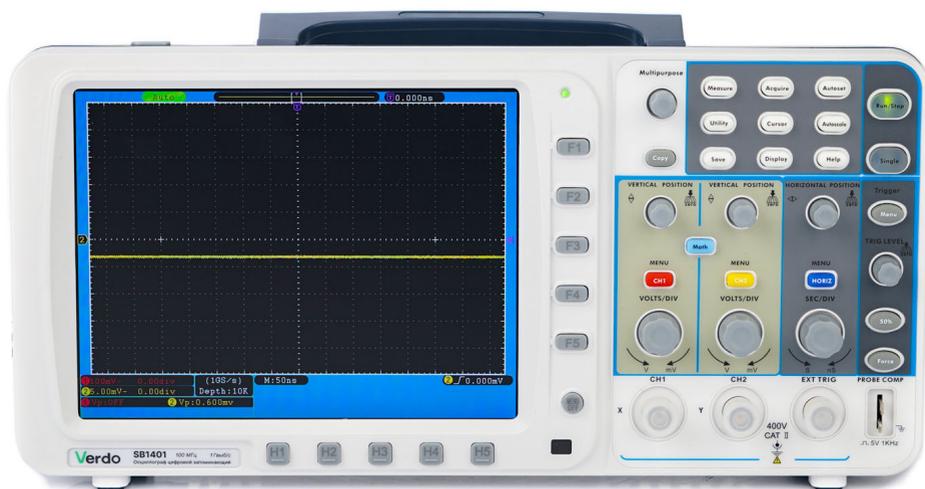


Verdo SB1400

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. Описание органов управления и индикации	13
3. Общие требования техники безопасности	22
3.1. Термины техники безопасности	22
4. Подготовка осциллографа к работе	27
4.1. Общий осмотр осциллографа	27
4.2. Проверка функционирования осциллографа	27
4.3. Первоначальная настройка осциллографа	29
4.4. Элементы управления	31
5. Работа с осциллографом	36
5.1. Настройка вертикальной системы	36
5.2. Настройка горизонтальной системы	52
5.3. Настройка системы запуска	55
5.4. Настройка способа выборки	70
5.5. Настройка системы отображения сигнала	73
5.6. Сохранение осциллограмм	78
5.7. Сохранение в формате «Осциллограмма»	80
5.8. Настройка вспомогательных системных функций	91
5.9. Автоматические измерения	100
5.10. Курсорные измерения в нормальном режиме	106
5.11. Автоматическая настройка шкалы (автомасштабирование)	112
5.12. Использование исполнительных кнопок	116
6. Связь с ПК	119
6.1. Подключение через порт USB	119
6.2. Подключение через порт LAN	120
7. Поиск и устранение неисправностей	126

8.Техническое обслуживание . . . . .	.128
8.1.Общий уход . . . . .	.128
8.2.Очистка . . . . .	.128
8.3.Руководство по эксплуатации батареи питания . . . . .	.129
9.Техническая поддержка . . . . .	.131
10.Сведения о содержании драгметаллов . . . . .	.132
11.Утилизация . . . . .	.133
12.Хранение и транспортировка . . . . .	.134
13.Гарантийные обязательства . . . . .	.135
14.Методика поверки . . . . .	.136

1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на осциллографы серии VERDO SB 1400, изготавливаемые в модификациях VERDO SB1401, VERDO SB1402, VERDO SB1403, VERDO SB1404, VERDO SB1405, VERDO SB1406, 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 1400 имеют разные технические характеристики, однако принцип их работы одинаков.

Руководство по эксплуатации предназначен 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 SB1400 предназначены для исследования электрических сигналов в полосе частот от 0 до 300 МГц.

Осциллографы серии SB1400 идеально подходят для испытаний продукции, проведения обслуживания оборудования в полевых условиях, для исследований и разработки, для любых проверок и выявления неисправностей аналоговых/цифровых схем, а также для обучающего процесса и практики.

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

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-СН.РА07.В.82558/22. Приборы VERDO серии SB1400 зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений за № 89598-23.

2.3. Технические характеристики

Все технические характеристики даны только применительно к цифровым осциллографам VERDO серии SB1400 с установкой переключателя ослабления щупа на значение 10X.

Технические характеристики			
Полоса пропускания, МГц	VERDO SB1401	100	
	VERDO SB1402	100	
	VERDO SB1403	200	
	VERDO SB1404	200	
	VERDO SB1405	300	
	VERDO SB1406	300	
	Число каналов	2 + 1 (внешний)	
Частота дискретизации, Гвыб/с	Режимы: нормальный, обнаружение пиков, усреднение		
	VERDO SB1401	двухканальный режим	0,5
		одноканальный режим	1
	VERDO SB1402	двухканальный режим	1
		одноканальный режим	2
	VERDO SB1403	двухканальный режим	500
		одноканальный режим	1
	VERDO SB1404	двухканальный режим	1
		одноканальный режим	2
	VERDO SB1405	двухканальный режим	1,25
		одноканальный режим	2,5
	VERDO SB1406	двухканальный режим	1,6
		одноканальный режим	3,2
	Вход	Связь входных цепей: открытая (DC), закрытая (AC), заземление	
Импеданс, МОм	1 ± 2% параллельно с 15 ± 5 пФ		
Коэффициент ослабления пробника	1, 10, 100, 1000, 0,1		
Максимальное входное напряжение, В	400 (постоянное + пик.переменное)		

Ограничение полосы пропускания, МГц	20				
Взаимовлияние каналов	100:1 (50 Гц), 40:1 (10 МГц)				
Типовое время задержки между каналами, пс	150				
Горизонтальная система					
Диапазон частоты дискретизации	VERDO SB1401	двухканальный режим	0,5Гц – 500 МГц		
		одноканальный режим	0,5Гц – 1ГГц		
	VERDO SB1402 VERDO SB1403	двухканальный режим	0,5Гц – 1ГГц		
		одноканальный режим	0,5Гц – 2ГГц		
	VERDO SB1404	двухканальный режим	0,5Гц – 1ГГц		
		одноканальный режим	0,5Гц – 2ГГц		
	VERDO SB1405	двухканальный режим	0,5Гц – 1,25ГГц		
		одноканальный режим	0,5Гц – 2,5ГГц		
	VERDO SB1406	двухканальный режим	0,5Гц – 1,6ГГц		
		одноканальный режим	0,5Гц – 3,2ГГц		
	Интерполяция: $\sin x/x$				
	Длина записи	VERDO SB1401		≤ макс. частота дискретизации	10М
VERDO SB1402			≤500 Мвыб/с	10М	
			1 Гвыб/с	10К	
		≤1 Гвыб/с	10М		
		2 Гвыб/с	10К		

Длина записи	VERDO SB1403		≤ макс. частота дискретизации	10М
	VERDO SB1404		≤500 Мвыб/с	10М
			1 Гвыб/с	10К
			≤1 Гвыб/с	10М
			2 Гвыб/с	10К
	VERDO SB1405		≤500 Мвыб/с	10М
			1 Гвыб/с 1,25 Гвыб/с	10К
			≤1 Гвыб/с	10М
			2 Гвыб/с 2,5 Гвыб/с	10К
	VERDO SB1406		≤400 МГц	10М
			400 Мвыб/с 1,6 Гвыб/с	10К
		≤800 Мвыб/с	10М	
		1,6 Гвыб/с 3,2 Гвыб/с	10К	
Диапазон коэффициента развёртки (с шагом 1-2-5)	VERDO SB1401 VERDO SB1402 VERDO SB1403	2 нс/деление – 100 с/деление		
	VERDO SB1404 VERDO SB1405 VERDO SB1406	1 нс/деление – 100 с/деление		
Погрешность частоты дискретизации	±10 ⁻⁴			
Погрешность измерения интервала времени ΔT (0-100 МГц)	Одиночная выборка: ± (время выборки + 10 ⁻⁴ × измеренное показание + 0,6 нс) Усреднение >16: ± (время выборки + 10 ⁻⁴ × измеренное показание + 0,4 нс)			

Вертикальная система		
АЦП	8 бит, синхронная работа с двумя каналами	
Диапазон цены деления	2 мВ/деление – 10 В/деление	
Диапазон смещения	±1 В (2 мВ – 100 мВ) ±10 В (200 мВ – 1 В) ±100 В (2 В – 10 В)	
Полоса пропускания аналогового сигнала	VERDO SB1401 VERDO SB1402	100 МГц
	VERDO SB1403 VERDO SB1404	200 МГц
	VERDO SB1405 VERDO SB1406	300 МГц
Полоса пропускания при однократной регистрации	Полная полоса пропускания	
НЧ порог	≥10 Гц (при связи по переменному току, -3 дБ)	
Типичное время нарастания на входе	VERDO SB1401 VERDO SB1402	≤ 3,5 нс
	VERDO SB1403 VERDO SB1404	≤ 1,7 нс
	VERDO SB1405 VERDO SB1406	≤ 1,7 нс
Погрешность коэффициента усиления при постоянном токе	±3%	
Погрешность коэффициента усиления при постоянном токе (режим усреднения)	±(3%+0,05 деления) при числе усреднений ≥ 16	
Инвертирование осциллограммы	Вкл./выкл.	
Измерения		
При помощи курсора	Разность потенциалов ΔV и временной интервал ΔT между курсорами	

Автоматические измерения		Амплитудное значение напряжения (V_{pp}), максимальная амплитуда напряжения (V_{max}), минимальная амплитуда напряжения (V_{min}), среднее значение напряжения (V_{avg}), амплитуда импульса (V_{amp}), среднеквадратическое значение напряжения (V_{rms}), среднеквадратическое значение напряжения первого периода осциллограммы (CycleRMS), среднеквадратическое значение напряжения между двумя курсорами (CursorRMS), напряжение, соответствующее вершине прямоугольного импульса (V_{top}), напряжение, соответствующее основанию прямоугольного импульса (V_{base}), выброс на вершине прямоугольного импульса (Overshoot), выброс в паузе прямоугольного импульса (Preshoot), частота (Freq), период (Period), длительность фронта импульса (Rise Time), длительность среза прямоугольного импульса (Fall Time), длительность положительного импульса (+Width), длительность отрицательного импульса (-Width), задержка между сигналами разных каналов (Delay 1→2  и Delay 1→2 ) , коэффициент заполнения для положительного импульса (+Duty), коэффициент заполнения для отрицательного импульса (-Duty), коэффициент заполнения (Duty Cycle).	
Математические операции		Сложение, вычитание, умножение, деление, быстрое преобразование Фурье	
Память осциллограмм		15	
Частота тестового прямоугольного сигнала		1 кГц	
Фигуры Лиссажу (режим XY)	Полоса	Полная полоса пропускания	
	Разность фаз	$\pm 3^\circ$	
Порты обмена данными			
USB2.0, порт LAN Порт VGA (только модели, включающие интерфейс VGA) или порт RS-232 (опция).			
Синхронизация			
Диапазон уровней запуска	Внутренний	± 6 делений от середины дисплея	
	Внешний (EXT)	± 600 мВ	
	Внешний (EXT/5)	± 3 В	

Погрешность уровня запуска (типичная)	Внутренний	$\pm 0,3$ деления
	Внешний (EXT)	$\pm (40 \text{ мВ} + 6\%)$
	Внешний (EXT/5)	$\pm (200 \text{ мВ} + 6\%)$
Смещение точки запуска	В зависимости от длины записи и временной развертки	
Диапазон задержки запуска	100 нс – 10 с	
Типовая настройка уровня 50% амплитуды сигнала	Частота входного сигнала ≥ 50 Гц	
Запуск по фронту	Условия запуска	По фронту, по срезу
	Чувствительность	0,3 деления
Запуск по длительности импульса	Условия запуска	Положительный импульс: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =
	Диапазон длительности	30 нс – 10 с
Запуск по видеосигналу	Стандарт видеосигнала	NTSC, PAL и SECAM
	Диапазон номеров строк	1-525 (NTSC) 1-625 (PAL/SECAM)
Запуск по скорости нарастания	Условия запуска	Положительный импульс: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =
	Диапазон длительности	24 нс – 10 с
Поочередный запуск	Запуск по каналу 1	По фронту, по длительности импульса, по видеосигналу, по скорости нарастания
	Запуск по каналу 2	По фронту, по длительности импульса, по видеосигналу, по скорости нарастания

Общие технические характеристики

Дисплей

Тип	8-дюймовый цветной жидкокристаллический
Разрешение	800 (гориз.) x 600 (верт.) пикселей
Цвет	65536 цветов, матрица TFT

Выход компенсации пробников

Размах выходного напряжения	Около 5 В, импеданс ≥ 10 МОм
Частота	1 кГц, меандр

Электропитание

Параметры сети питания	Переменное 100-240 В (среднеквадратичное), 50/60 Гц, CAT II
Потребляемая мощность	Менее 15 Вт
Предохранитель	2А, класс Т, 250 В
Батарея питания (опция)	Параметры одного элемента питания: тип 558792, 4000 мА·ч/3,7 В Параметры батареи: 2s2p (параллельное соединение двух пар последовательно соединенных элементов), 7,4 В/ 8000 мА·ч

Условия эксплуатации

Температура	рабочая: +15 – 25°C (при относительной влажности воздуха от 30% до 80%) хранения: -20 – 60°C
Атмосферное давление	84 – 106 кПа
Способ охлаждения	Естественная конвекция

Механические характеристики

Размеры	340 мм x 155 мм x 70 мм (Д x Ш x В)
Масса	около 1,82 кг

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. Использование и хранение прибора должно быть в помещениях, не содержащих пыль, пары кислот, щелочей. При использовании прибора в местах с сильным магнитным или электрическим полем может нарушиться достоверность измерений.

Комплектация

- пассивный щуп: 1,2 мм, 1:1 (10:1) – 2 шт.;
- компакт-диск (программа обмена данными, драйверы прибора) – 1 шт.;
- шнур питания: в зависимости от стандартов страны, в которой приобретается прибор – 1 шт.;
- кабель USB – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации (в напечатанном виде – по согласованию);
- аккумуляторная батарея питания (опционально) – 1 шт.

2.4. Описание органов управления и индикации

Приступая к работе с новым типом осциллографа, следует ознакомиться со структурой его передней панели. В этом разделе дается описание работы и функций передней панели осциллографа.

2.4.1. Передняя панель

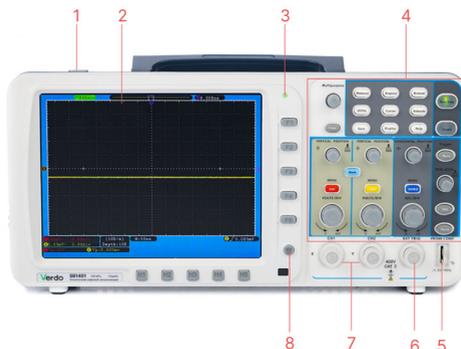


Рисунок. 2.1. Передняя панель осциллографа

1. Выключатель питания
2. Область отображения данных (дисплей)
3. Световая индикация питания

Зеленый индикатор: показывает, что осциллограф подключен к сети переменного тока, батарея полностью заряжена (если в осциллографе присутствует батарея).

Желтый индикатор: показывает, что осциллограф подключен к сети переменного тока, батарея заряжается (если в осциллографе присутствует батарея)

Индикаторы выключены: осциллограф работает без подключения к электросети.

4. Область органов управления (кнопки и поворотные регуляторы).
5. Выход тестового сигнала (5В/1кГц) для компенсации щупа.
6. Вход для внешнего синхросигнала.
7. Входы измерительных каналов для исследуемых сигналов.
8. Кнопка отключения меню.

2.4.2. Левая панель



Рисунок 2.2. Левая панель осциллографа

1. Выключатель питания: « \rightarrow » – прибор включен, «O» – прибор выключен.
2. Входной разъём для шнура питания от электросети.

2.4.3. Правая панель

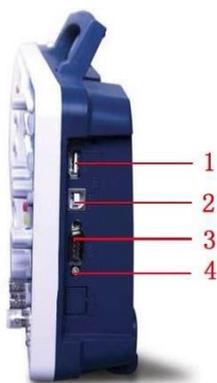


Рисунок. 2.3. Правая панель осциллографа

1. Порт USB «хост»: используется для передачи данных, при которой внешние

устройства с интерфейсом USB подсоединяются к осциллографу как к ведущей системе («хост-системе»). Например, этот порт можно использовать для обновления программного обеспечения с флеш-накопителя USB.

2. Порт USB «устройство»: используется для передачи данных, при которой осциллограф подключается к внешнему оборудованию как ведомое устройство. Например, этот порт позволяет подсоединять осциллограф к персональному компьютеру.
3. Порт COM/VGA (опционально): используется как последовательный порт для подключения осциллографа к внешним устройствам или для подключения к VGA-входу внешнего монитора.
4. Порт LAN: порт интерфейса локальной сети для соединения с персональным компьютером.



2.4.4. Задняя панель

1. Порт выхода пускового сигнала и сигнала функции Pass/Fail.
2. Ручка для переноски прибора.
3. Решетки вентилятора.
4. Ножки, позволяющие регулировать угол наклона осциллографа..
5. Электрический контакт для заземления.

2.4.5. Панель управления

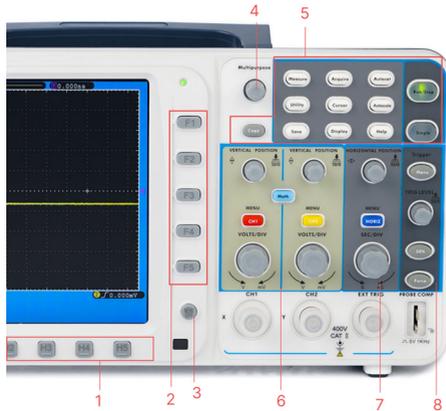


Рисунок. 2.5. Панель управления

1. Выбор опций меню: H1-H5.
2. Выбор опций меню: F1-F5.
3. Кнопка «Menu off»: отключение меню.
4. Регулятор M (многофункциональный регулятор): при появлении на дисплее символа есть возможность настроить значение или выбрать пункт меню с помощью этого регулятора. Для закрытия меню слева следует нажать на регулятор.
5. Поле функциональных кнопок: всего 12 кнопок
6. Поле управления вертикальной шкалой с тремя кнопками и четырьмя регуляторами: «CH1 MENU» и «CH2 MENU» отвечают за работу с меню каналов CH1 и CH2. Кнопка «Math» служит для работы с меню математических операций, включающее шесть видов операций: CH1-CH2, CH2-CH1, CH1+CH2, CH1*CH2, CH1/CH2 и FFT (быстрое преобразование Фурье). Два регулятора, управляющих положением осциллограммы в каналах CH1 и CH2 по вертикали «VERTICAL POSITION», и два регулятора, управляющих вертикальной разверткой каналов CH1 и CH2 «VOLTS/DIV».
7. Поле управления горизонтальной шкалой с одной кнопкой и двумя

регуляторами: регулятор, управляющий позицией запуска осциллограммы «HORIZONTAL POSITION», регулятор горизонтальной развертки «SEC/DIV» и кнопка вызова меню настройки горизонтальной системы «HORIZ MENU».

8. Область управления запуском с тремя кнопками и одним регулятором: регулятор уровня запуска «TRIG LEVEL» и три кнопки для настройки системы запуска.

2.4.6. Интерфейс пользователя

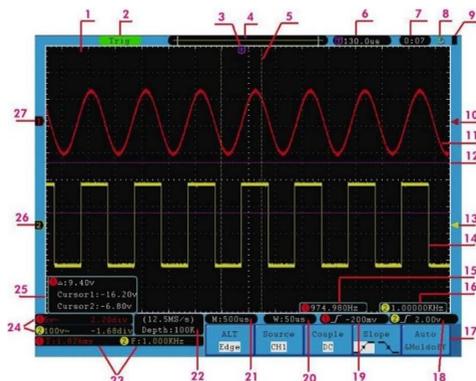


Рисунок 2.6. Вид дисплея с интерфейсом пользователя

1. Область отображения осциллограммы

2. Индикатор состояния запуска, принимающий значения:

- Auto: Автоматический режим, при котором осциллограмма формируется без пускового сигнала.
- Trig: формирование осциллограммы при выполнении условия запуска.
- Ready: Данные накапливаются до запуска в ожидании пускового сигнала.
- Scan: Непрерывный сбор данных и формирования осциллограммы.
- Stop: Остановка сбора данных.

3. Маркер T, показывающий позицию запуска по горизонтали.

4. Маркер, показывающий позицию момента запуска во внутренней памяти.
5. Две желтые пунктирные линии показывают границы расширенного окна просмотра.
6. Текущее значение позиции запуска по горизонтали, отображение положения текущего окна во внутренней памяти.
7. Установленное время (см. описание функции «Config» в разделе «Настройка вспомогательных системных функций»).
8. Индикатор подключенного к осциллографу USB-накопителя.
9. Индикатор состояния батареи питания (см. описание в разделе «Руководство по эксплуатации батареи питания»)
10. Красный маркер, показывающий уровень запуска в канале CH1.
11. Осциллограмма сигнала в канале CH1.
12. Две фиолетовые пунктирные линии, используемые в курсорных измерениях.
13. Маркер уровня запуска в канале CH2.
14. Осциллограмма сигнала в канале CH2.
15. Частота пускового сигнала для канала CH1.
16. Частота пускового сигнала для канала CH2.
17. Элементы текущего функционального меню.
18. Текущий тип запуска.
19. Текущий тип запуска:

 – по возрастающему фронту

 – по ниспадающему фронту



– по синхроимпульсу строки видеосигнала



– по синхроимпульсу кадра видеосигнала

Отображаемое значение показывает величину уровня запуска в соответствующем канале.

20. Значение показывает величину деления горизонтальной шкалы текущего окна.
21. Значение показывает величину деления основной горизонтальной шкалы
22. Значение показывает текущую частоту выборки и длину записи.
23. Индикаторы типа измерения и соответствующего измеренного значения в соответствующем канале. Индикатор типа измерения может принимать следующие значения:

F – частота сигнала

T – период сигнала

V – среднее значение сигнала

V_p – размах сигнала (разница между максимальным и минимальным пиковыми значениями)

V_k – среднеквадратичное значение сигнала

M_a – максимальное значение амплитуды

M_i – минимальное значение амплитуды

V_t – значение напряжения на плоском верхнем участке сигнала

V_b – значение напряжения на плоском верхнем участке сигнала

V_a – амплитуда сигнала

O_s – величина положительного выброса на фронте сигнала

Ps – величина отрицательного выброса перед фронтом сигнала

RT – время нарастания переднего фронта сигнала

FT – время убывания заднего фронта сигнала

PW – ширина положительного импульса

(+D) NW – ширина отрицательного импульса (-D)

+D – коэффициент заполнения положительного импульса

-D – коэффициент заполнения отрицательного импульса

PD – величина задержки A→B 

ND – величина задержки A→B 

24. Значения деления вертикальной шкалы и положения нуля вертикальной шкалы для каждого канала.

Тип развязки входа канала обозначен индикатором:

«→» – связь по постоянному току;

«~» – связь по переменному току;

« » – канал замкнут на землю.

25. Окно курсорных измерений, в котором отображаются абсолютные значения положения курсоров и их разность – результат курсорного измерения.

26. Желтый маркер указывает на уровень нулевого потенциала (ноль вертикальной шкалы) для канала CH2. Если индикатор не отображается, это означает, что канал выключен.

27. Красный маркер указывает на уровень нулевого потенциала (ноль вертикальной шкалы) для канала CH1. Если индикатор не отображается, это означает, что канал выключен.

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.

3.1. Термины техники безопасности

Термины в данной инструкции. Вы можете встретить следующие термины в тексте инструкции:



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.

Значение предупреждающих символов и на надписей. Вы можете встретить следующие термины на корпусе прибора.

Danger – предупреждение о непосредственной угрозе получения травм

Warning – предупреждение о потенциальной угрозе получения травм

Caution – предупреждение о потенциальной угрозе прибору или другому оборудованию

3.1.1. Символы техники безопасности

	Опасное напряжение
	Обратитесь к инструкции
	Клемма защитного заземления
	Измерительное заземление
	Заземление шасси

3.1.2. Требования техники безопасности

Во избежание возгорания или получения травм:

- Правильно подсоединяйте щуп. Заземляющий вывод щупа соответствует нулевой фазе прибора. Не подсоединяйте заземляющий вывод щупа 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 щуп или измерительный провод подсоединены к источнику напряжения, не подсоединяйте и не отсоединяйте щуп или измерительный провод случайным образом.
- Прибор требует заземления. Данный прибор заземляется через заземляющий провод в шнуре питания. Во избежание поражения электрическим током заземляющий провод должен быть подключен к земле. Прибор должен быть надлежащим образом заземлен, прежде чем будут произведены какие-либо

подключения к его входным или выходным гнездам.

При питании от сети переменного тока не допускается напрямую измерять напряжение источника питания, поскольку заземление измерительной схемы и заземляющий провод шнура питания окажутся соединены вместе, что приведет к короткому замыканию.

При питании от батарей необходимо заземлить прибор. Во избежание поражения электрическим током необходимо соединить проводом землю и вывод заземления на задней стороне корпуса прибора.

- 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 разъёмы, 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 есть сомнения в его правильной работе. Если вы подозреваете, что в приборе возникли повреждения, прежде чем продолжать его эксплуатацию, передайте 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: Два канала осциллографа электрически не изолированы друг от друга. Во избежание коротких замыканий, не допускается подсоединять заземление двух щупов разных каналов к двум различным неизолированным уровням постоянного напряжения.

Схема заземления осциллографа:

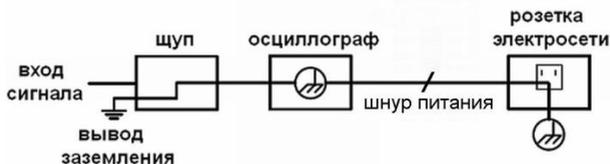


Схема заземления осциллографа в случае, когда запитанный от батарей осциллограф подключен через порт к компьютеру, запитанному от электросети переменного тока:



Не допускается измерение мощности переменного тока, если осциллограф питается от электросети переменного тока, или если осциллограф, запитанный от батареи, подключен через порт к компьютеру, запитанному от электросети.

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

- Используйте только изолированные щупы и измерительные провода.
- Перед началом работы осматривайте щупы, измерительные провода и принадлежности на предмет механических повреждений и заменяйте их в случае обнаружения таковых.

- Отсоединяйте от прибора все щупы, 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 приобрели новый осциллограф, рекомендуется проверить его в соответствии со следующей процедурой:

1. Удостоверьтесь в отсутствии повреждений, полученных при транспортировке.

Если вы обнаружили, что картонная упаковка или защитные пенопластовые прокладки получили серьезные повреждения, не выбрасывайте их, пока не проведете полный осмотр и проверку работоспособности осциллографа и поставленных с ним принадлежностей.

2. Проверьте принадлежности

Поставляемые вместе с осциллографом принадлежности перечислены в разделе «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. Проверка осциллографа

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. Подсоедините шнур питания к электросети. Включите кнопку питания  на

левой стороне прибора (удостоверьтесь, что нажата половина «-» кнопки).

Затем нажмите кнопку включения питания на  верхней панели прибора.

Прибор выполняет автоматическое тестирование и показывает стартовое изображение. Нажмите кнопку «Utility», а затем – кнопку H1, чтобы войти в меню «Function». Вращением регулятора M выберите опцию Adjust и нажмите кнопку H3, для выбора опции «Default». По умолчанию в меню устанавливается коэффициент ослабления щупа 10X.

2. Установите переключатель на щупе осциллографа в позицию 10X и подсоедините его ко входу канала CH1 осциллографа.

Совместите отверстие в разъеме щупа с разъемом в гнезде канала CH1 и закрепите щуп в гнезде, повернув его в правую сторону.

Подсоедините наконечник щупа и зажим заземления к разъему компенсатора щупа.

3. Нажмите кнопку «Autoset».

Через несколько секунд на дисплее отобразится прямоугольный сигнал с частотой 1 кГц и амплитудой 5 В (см. рисунок 4.1).

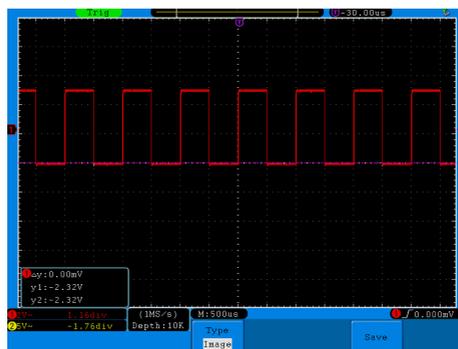


Рисунок. 4.1. Автонастройка

Проведите аналогичную проверку для канала CH2, повторив шаги 2 и 3.

4.3. Первоначальная настройка осциллографа

4.3.1. Компенсация щупа

При подсоединении щупа к любому из входных каналов в первый раз выполните его регулировку, чтобы согласовать щуп с входным каналом. Щуп, который не скомпенсирован, или скомпенсирован неточно, может стать причиной ошибок или неверных измерений. Для компенсации щупа выполните следующие действия:

1. Установите коэффициент ослабления щупа в меню осциллографа равным 10X (см. раздел «Установка коэффициента ослабления щупа») и подсоедините щуп ко входу канала CH1. Если используется загнутый наконечник щупа, удостоверьтесь, что он находится в надежном контакте со щупом. Соедините кончик щупа с разъемом компенсатора щупа и соедините опорный зажим с выводом заземления разъема щупа и нажмите кнопку «Autoset».
2. Оцените форму полученной осциллограммы и сделайте регулировку щупа, пока не будет достигнута правильная компенсация (см. рисунок 4.2 и рисунок 4.3).

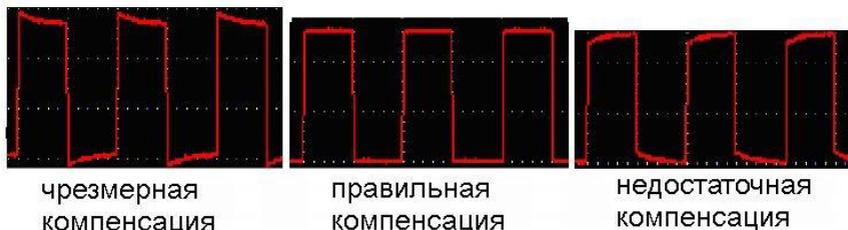


Рисунок 4.2. Варианты осциллограммы при компенсации щупа

Установка коэффициента ослабления щупа

Щуп допускает установку нескольких значений коэффициента ослабления, от которого зависит масштаб вертикальной шкалы осциллографа.

Чтобы изменить или проверить коэффициент ослабления щупа в меню осциллографа:

1. Нажмите кнопку меню используемого канала (CH1 MENU или CH2 MENU).
2. Нажмите кнопку H3, чтобы вызвать меню щупа. Выберите правильное значение,

соответствующее настройке щупа.

Это значение будет сохраняться в настройках осциллографа вплоть до следующего изменения.

⚡ Внимание: По умолчанию в настройках осциллографа установлен коэффициент ослабления щупа 10X. Удостоверьтесь, что коэффициент ослабления, на который установлен переключатель щупа совпадает с коэффициентом ослабления, заданном в меню осциллографа.

Коэффициент ослабления щупа может принимать значения 1X и 10X (см. рисунок 4.4).

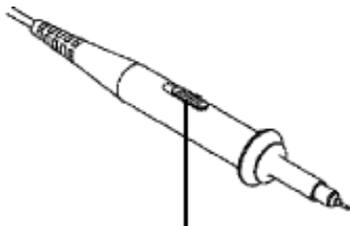


Рисунок 4.4. Переключатель коэффициента ослабления щупа

⚡ Внимание: Когда коэффициент ослабления установлен на значение 1X, щуп ограничивает полосу пропускания осциллографа до 5 МГц. Для использования всей полосы пропускания осциллографа следует установить значение 10X.

4.3.2. Безопасное использование щупа

Предохранительное кольцо на щупе, показанное на рисунке 4.5, защищает от поражения электрическим током.

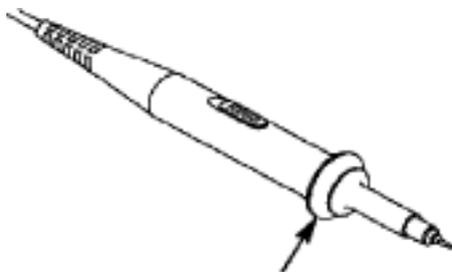


Рисунок 4.5. Предохранительное кольцо

⚠ Предупреждение: Во избежание поражения электрическим током в ходе измерений всегда держите пальцы за предохранительным кольцом.

Не прикасайтесь к открытому металлическому участку щупа, когда он подсоединен к источнику сигнала. Прежде чем приступить к любым измерениям, обязательно подсоедините щуп к осциллографу и заземлите осциллограф через вывод заземления.

4.3.4. Автокалибровка

Выполнение автокалибровки позволяет быстро достичь оптимальных настроек осциллографа, обеспечивающих максимальную точность измерений. Вы можете выполнить автокалибровку в любой момент. Эту процедуру необходимо выполнять, если изменение температуры окружающей среды превышает 5°C.

Перед выполнением автокалибровки отсоедините все щупы и провода от входных разъемов осциллографа. Нажмите кнопку «Utility», затем кнопку H1 для вызова меню Function. Вращением регулятора M выберите опцию Adjust. Нажмите кнопку H2, для выбора опции «SelfCal». После этого запустите выполнение автокалибровки.

4.4. Элементы управления

4.4.1. Управление вертикальной разверткой

Как показано на рисунке 4.6, в поле управления вертикальной шкалой «VERTICAL CONTROLS» есть несколько кнопок и регуляторов.



Рисунок 4.6. Поле управления вертикальной шкалой

1. Используйте регулятор «VERTICAL POSITION», чтобы расположить осциллограмму посередине окна. Регулятор «VERTICAL POSITION» позволяет сместить осциллограмму по вертикали. При вращении регулятора «VERTICAL POSITION» маркер нулевого потенциала («земли») соответствующего канала также смещается вверх или вниз вслед за осциллограммой.

Рекомендации по выполнению измерений

Если канал находится в режиме связи по постоянному току, вы можете быстро измерить постоянную составляющую сигнала, наблюдая разницу между осциллограммой и нулевым потенциалом («землей»).

Если канал находится в режиме связи по переменному току, постоянная составляющая отсекается на входе канала. В этом режиме осциллограф отображает переменную составляющую сигнала с большей чувствительностью.

Кнопка быстрого сброса вертикального смещения на 0. Поверните регулятор «VERTICAL POSITION», чтобы изменить позицию отображения сигнала в данном канале по вертикали, или нажмите на регулятор, чтобы быстро вернуть смещение по вертикали на нулевое значение. Это особенно полезно, когда осциллограмма сместилась далеко за пределы дисплея, и вам требуется немедленно вернуть ее в центр окна.

- Измените настройки вертикальной шкалы и наблюдайте последовавшие изменения осциллограммы.
- Поверните регулятор вертикальной развертки «VOLTS/DIV» и измените масштаб (цену деления) вертикальной шкалы. Вы обнаружите, что значение деления в строке состояния соответствующего канала соответственно изменится.
 - Нажмите кнопки «CH1 MENU», «CH2 MENU» и «Math» и ознакомьтесь с меню, символами, информацией строки состояния вертикальной шкалы соответствующего канала и изменениями осциллограммы, которые проявятся на дисплее.

4.4.2. Управление горизонтальной разверткой

Как показано на рисунке 4.7, в поле управления горизонтальной шкалой «HORIZONTAL CONTROLS» имеются два регулятора и одна кнопка. Следующие операции позволят вам постепенно освоиться с настройкой горизонтальной шкалы.



Рисунок 4.7. Поле управления горизонтальной шкалой

- Используйте регулятор горизонтальной развертки «SEC/DIV» для управления масштабом горизонтальной шкалы и наблюдайте соответствующее изменение информации о состоянии прибора. Поворотом регулятора «SEC/DIV» измените величину деления горизонтальной шкалы, и ее значение

соответственно изменится в строке состояния «Horizontal Time Base».

- Используйте регулятор «HORIZONTAL POSITION», чтобы отрегулировать положение осциллограммы в окне. Регулятор «HORIZONTAL POSITION» позволяет смещать положение точки запуска осциллограммы по горизонтали, а также выполнять ряд других операций. Если он используется для смещения точки запуска, то при вращении регулятора «VERTICAL POSITION» осциллограмма в окне будет соответственно перемещаться по горизонтали.

Кнопка быстрого сброса смещения позиции запуска на 0. Поверните регулятор «HORIZONTAL POSITION», чтобы изменить позицию отображения сигнала в данном канале по горизонтали, или нажмите на регулятор, чтобы быстро вернуть смещение позиции запуска по горизонтали на нулевое значение.

С помощью кнопки «HORIZ MENU» вы можете вызывать настройки окна и управлять расширением окна.

4.4.3. Управление системой запуска

Как показано на рисунке 4.14, в поле управления запуском «TRIGGER CONTROLS» имеется один поворотный регулятор и три кнопки. Следующие операции позволят вам постепенно освоиться с настройкой запуска осциллограммы.



Рисунок 4.8. Поле управления системой запуска

- Нажмите кнопку «Trigger Menu» и вызовите меню запуска. С помощью кнопок

выбора элементов меню можно настроить параметры запуска.

2. Используйте регулятор «TRIG LEVEL» для управления уровнем запуска.

При вращении регулятора «TRIG LEVEL» маркер уровня запуска на экране будет смещаться вниз или вверх. При этом можно будет наблюдать, как вместе со смещением маркера соответственно изменяется численное значение уровня запуска, отображаемое на дисплее.

Примечание: Регулятор смещения уровня запуска «TRIGGER LEVEL» одновременно является кнопкой быстрого возвращения уровня запуска на нулевое значение.

3. Нажатие кнопки «50%» позволяет установить уровень запуска на средний уровень пускового сигнала по амплитуде.

4. Нажатие кнопки «Force» позволяет принудительно подать пусковой сигнал, что, как правило, используется в режимах запуска «Normal» (нормальный) и «Single» (однократный).

5. Работа с осциллографом

В настоящей главе описываются следующие вопросы:

- Настройка вертикальной системы;
- Настройка горизонтальной системы;
- Настройка системы запуска;
- Настройка режима выборки данных;
- Настройка отображения данных;
- Сохранение осциллограмм и вызов их из памяти;
- Настройка вспомогательных системных функций;
- Выполнение автоматических измерений;
- Выполнение курсорных измерений;
- Использование функции автомасштабирования;
- Использование исполнительных кнопок.

5.1. Настройка вертикальной системы

Поле «VERTICAL CONTROLS» содержит три кнопки меню: CH1 MENU, CH2 MENU и Math – и четыре регулятора: регуляторы VERTICAL POSITION и VOLTS/DIV для каждого из двух каналов.

Настройки каналов CH1 и CH2

Каждый канал имеет свое независимое меню вертикальной шкалы.

Включение и выключение отображения осциллограмм (сигналы в каналах, результаты математических операций):

Нажатие кнопок CH1 MENU, CH2 MENU и Math приводит к следующим результатам:

- Если осциллограмма отключена, то она включается, и на дисплее появляется соответствующее меню.
- Если осциллограмма включена, но меню не отображается, оно появится на дисплее.
- Если осциллограмма включена, и на дисплее отображается меню, осциллограмма выключается, меню закрывается.



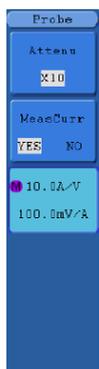
Меню канала CH1



Меню канала CH2



Настройка
развязки входа



Настройка
щупа
полосы пропускания



Настройка
полосы пропускания

Рисунок 5.1. Меню настроек канала

Описание меню настроек канала дано в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Coupling	DC AC Ground		<p>Постоянная, и переменная составляющие сигнала пропускаются в канал.</p> <p>Отсекается постоянная составляющая входного сигнала.</p> <p>Входной сигнал блокируется.</p>
Inverted	OFF ON		<p>Осциллограмма отображается нормально.</p> <p>Осциллограмма инвертируется.</p>
Probe	Attenu	X1 X10 X100 X1000 X0,1	Необходимо выбрать значение коэффициента ослабления, совпадающее с ослаблением, установленном на щупе.
	MeasCurr	YES NO	Если производится измерение значения тока по данным падения напряжения на резисторе, выберите YES.
	A/V (mA/V) V/A (mV/A)		<p>Вращением регулятора M установите соотношение ампер/вольт.</p> <p>Доступный диапазон: 100 мА/В – 1 кА/В.</p> <p>Отношение ампер/вольт = 1/ сопротивление.</p> <p>Отношение ампер/вольт вычисляется автоматически.</p>
Limit	Full band 20M		<p>Используется полная полоса пропускания осциллографа.</p> <p>Для уменьшения шума полоса пропускания ограничивается значением 20 МГц.</p>

Установка типа развязки на входе канала

Для примера возьмем канал CH1 и прямоугольный сигнал, содержащий постоянную составляющую. Выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку CH1 MENU, чтобы вызвать меню настройки канала CH1.
2. Нажмите кнопку H1, и на дисплее появится меню настройки развязки Coupling.
3. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать связь по постоянному току «DC». При этом и постоянная, и переменная составляющие сигнала будут пропускаться в канал. Соответствующая осциллограмма показана на рисунке 5.2.
4. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать связь по переменному току «AC». Теперь постоянная составляющая входного сигнала будет отсекается на входе в канал. Соответствующая осциллограмма показана на рисунке 5.3.

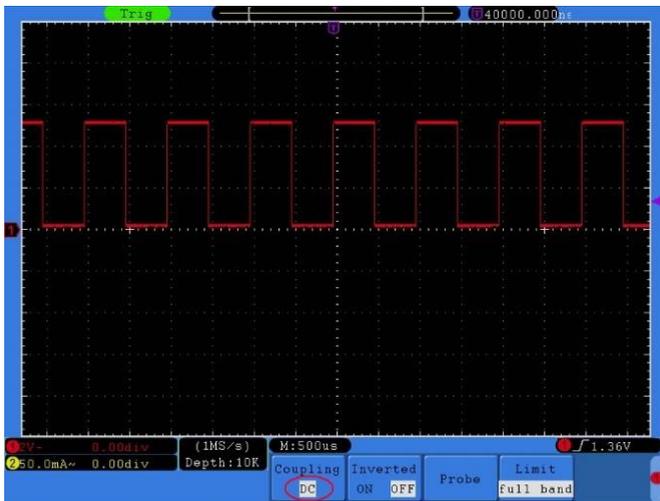


Рисунок 5.2. Вид осциллограммы в режиме связи по постоянному току

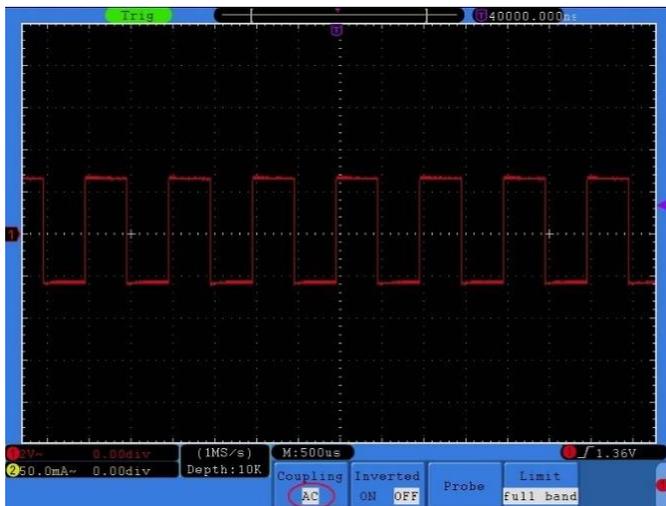


Рисунок 5.3. Вид осциллограммы в режиме связи по переменному току

Настройка коэффициента ослабления щупа

Для корректных измерений значение коэффициента ослабления щупа в меню настроек канала должно совпадать со значением, установленным на щупе (см. п.4, раздел «Установка коэффициента ослабления щупа»). Если коэффициент ослабления щупа установлен как 1:1, в меню настроек канала следует выбрать значение X1.

Для настройки коэффициента ослабления щупа выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку CH1 MENU или CH2 MENU, чтобы вызвать меню настройки канала CH1 или CH2.
2. Нажмите кнопку H3, на дисплее появится меню настройки щупа Probe. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать параметр Attenu. С помощью регулятора M установите коэффициент ослабления щупа в левом верхнем углу дисплея на значение, соответствующее значению ослабления на щупе.

На рисунке 5.4 показаны настройки и вертикальная шкала, отображаемые, когда используется коэффициент ослабления, равный 10:1.

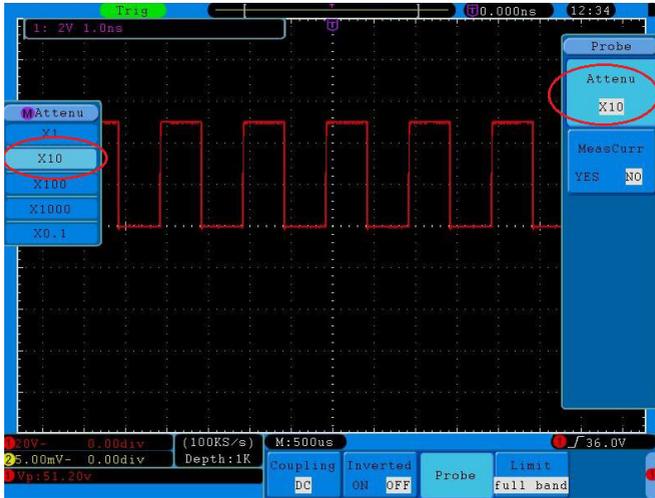


Рисунок 5.4. Регулировка коэффициента ослабления щупа

В таблице приведены возможные значения коэффициента ослабления щупа, и соответствующие им значения в меню настройки щупа.

Уровень ослабления щупа	Значение в меню настроек щупа
1:1	X1
10:1	X10
100:1	X100
1000:1	X1000
0,1:1	X0,1

Измерение тока через падение напряжения на резисторе

При измерении значения тока по величине падения напряжения, необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку CH1 MENU или CH2 MENU для вызова меню настройки канала CH1 или CH2.

- Нажмите кнопку H3, на дисплее появится меню настройки щупа Probe. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать параметр MeasCurr и установить его значение на YES. При этом на дисплее появится меню значений отношения A/V. Нажмите кнопку F3 и вращением регулятора M установите отношение Ампер/вольт, равное 1/сопротивление резистора.

На рисунке 5.5 показаны настройки и вертикальная шкала, отображаемые при измерении тока через падение сопротивления на резисторе с сопротивлением 1 Ом.

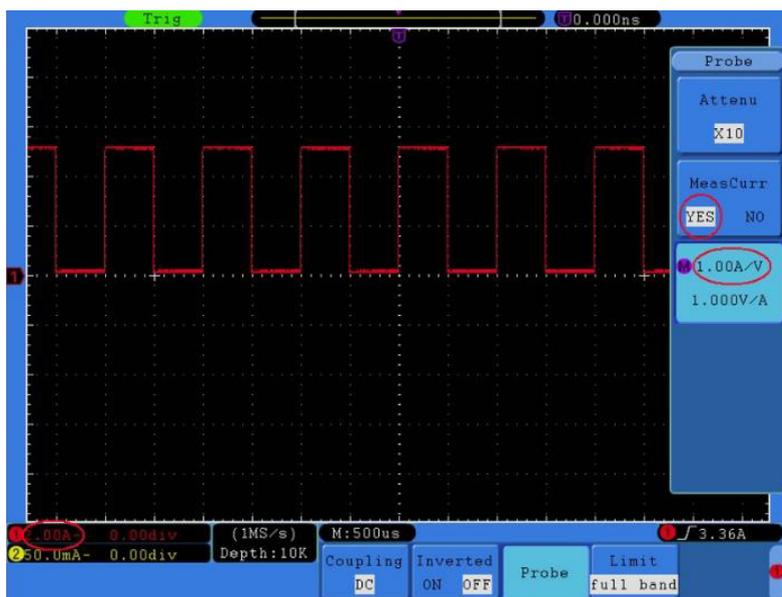


Рисунок 5.5. Измерение тока через падение напряжения на резисторе

Инвертирование осциллограммы

Инвертирование осциллограммы – это ее обращение относительно нулевого потенциала.

Выполните следующие действия:

- Нажмите кнопку CH1 MENU или CH2 MENU для вызова меню настройки канала CH1 или CH2.

- Нажмите кнопку H2 и выберите значение ON для параметра Inverted. Осциллограмма инвертируется, как показано на рисунке 5.7.
- Нажмите кнопку H2 еще раз и выберите значение OFF для параметра Inverted. Осциллограмма снова будет отображаться в нормальном виде, как показано на рисунке 5.6.

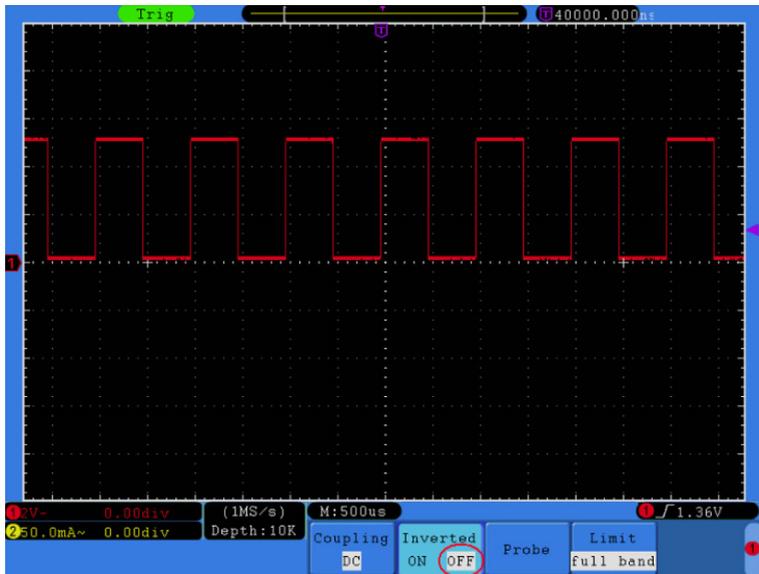


Рисунок 5.6. Нормальная осциллограмма

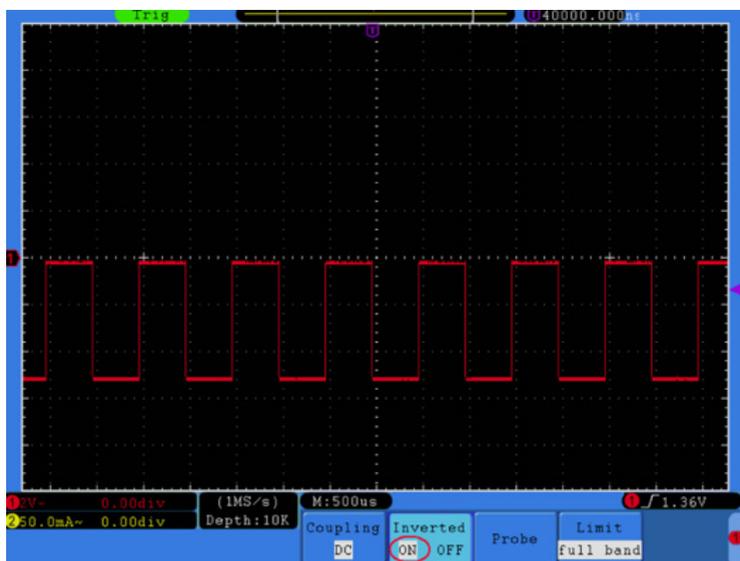


Рисунок 5.7. Инвертированная осциллограмма

Настройка полосы пропускания

Когда высокочастотные компоненты осциллограммы не являются важными для анализа, можно ограничить ширину полосы пропускания, чтобы отсеять частоты выше 20 МГц.

Для этого выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку CH1 MENU или CH2 MENU, чтобы вызвать меню настройки канала CH1 или CH2.
2. Нажмите кнопку H4, и на дисплее появится меню настройки полосы пропускания Limit.
3. Нажмите кнопку F1, чтобы установить полную полосу пропускания («full band») «DC». При этом высокочастотные составляющие сигнала будут пропускаться в канал.
4. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать значение «20M», ограничив ширину полосы пропускания величиной 20 МГц. При этом составляющие сигнала с частотами

выше 20 МГц будут отсекаются на входе в канал.

Математические операции над осциллограммами

Функция «Математические операции» используется для вычисления и отображения результатов операций сложения, умножения, деления и вычитания сигналов в каналах CH1 и CH2, а также операции быстрого преобразования Фурье (FFT) сигнала из канала CH1 или CH2.

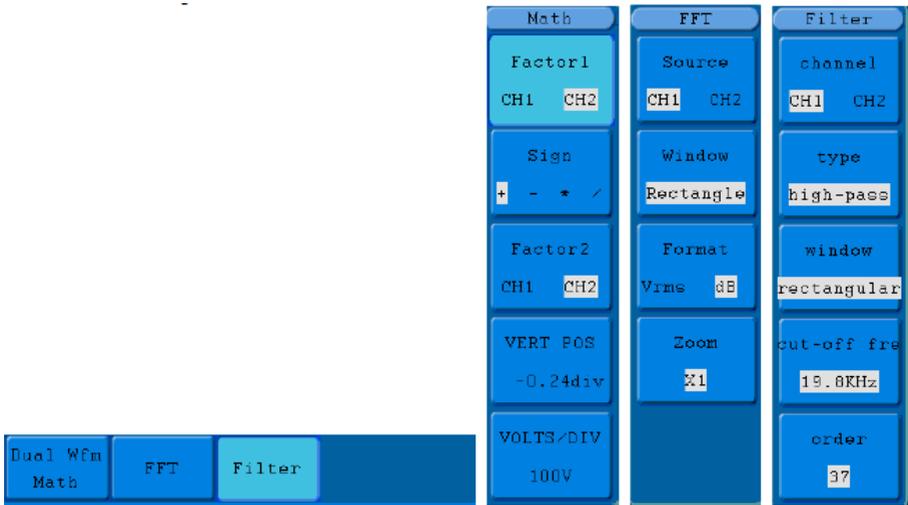


Рисунок 5.8. Меню математических операций

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

Меню	Доступные значения	Описание	
Dual Wfm Math (операции над двумя сигналами)	Factor1	CH1 CH2	Выбор источника сигнала для операнда 1
	Sign	+ - * /	Выбор типа арифметической операции
	Factor2	CH1 CH2	Выбор источника сигнала операнда 2

	VERT POS		Регулировка положения результирующей осциллограммы по вертикали при помощи регулятора M
	VOLTS/DIV		Регулировка вертикального масштаба результирующей осциллограммы вращением регулятора M
FFT (быстрое преобразование Фурье)	Source	CH1 CH2	Выбор канала 1 в качестве источника данных Выбор канала 2 в качестве источника данных
	Window	Rectangle Blackman Hanning Hamming	Выбор оконной функции для анализа: - прямоугольное окно; - Блэкмена; - Хеннинга; - Хемминга
	Format	dB Vrms	Вертикальная шкала в дБ Вертикальная шкала в В (среднеквадратическое значение)
	Zoom	X1 X2 X5 X10	Установка множителя на X1 Установка множителя на X2 Установка множителя на X5 Установка множителя на X10
Filter (для некоторых моделей)	channel	CH1 CH2	Выбор канала
	type	low-pass high-pass band-pass band-reject	Выбор фильтра - низкочастотный; - высокочастотный; - полосовой фильтр; - режекторный
	cut-off free or upper down		Нажмите F4 для включения, используйте регулятор M для установки
	order	19-128	Используйте регулятор M для установки

Для выполнения арифметических операций следует выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку Math для вызова меню математических операций над осциллограммами Wfm Math.

2. Нажмите кнопку H1 для вызова меню арифметических операций над двумя сигналами Dual Wfm Math. Это меню появится в левой части экрана.
3. Нажмите кнопку F1 для выбора сигнала в канале CH1 в качестве первого операнда (Factor1).
4. Нажмите кнопку F2 для выбора типа операции.
5. Нажмите кнопку F1 для выбора сигнала в канале CH2 в качестве второго операнда (Factor2).
6. Нажмите кнопку F4 для выбора параметра VERT POS. Настройте положение осциллограммы по вертикали вращением регулятора M.
7. Нажмите кнопку F4 и выберите параметр VOLTS/DIV. Настройте вертикальный масштаб осциллограммы вращением регулятора M.

Функция быстрого преобразования Фурье (FFT)

Математическая функция быстрого преобразования Фурье (FFT – Fast Fourier Transform) позволяет преобразовать осциллограмму в частотный спектр. Это преобразование очень полезно для анализа сигналов, исследуемых с помощью осциллографа. Вы можете легко сопоставить частоты, выявленные при преобразовании, известным системным частотами, таким как частоты задающих генераторов, резонаторов и источников питания.

Реализованная в данном осциллографе, функция быстрого преобразования Фурье, позволяет преобразовывать 2048 отсчётов сигнала в амплитудно-временной плоскости в его частотные составляющие. Результат преобразования содержит 1024 отсчёта в диапазоне от 0 Гц до частоты Найквиста.

Для выполнения операции быстрого преобразования Фурье нужно произвести следующие действия:

1. Нажмите кнопку Math для вызова меню математических операций над осциллограммами Wfm Math.
2. Нажмите кнопку H2 для вызова меню быстрого преобразования Фурье FFT.
3. Нажмите кнопку F1 для выбора сигнала в канале CH1 в качестве источника

данных для преобразования.

4. Нажмите кнопку F2, на дисплее активируется параметр оконной функции Window. С помощью регулятора M выберите значение параметра Window (тип оконной функции – прямоугольное окно, окно Хеннинга, Хемминга или Блэкмена).
5. Нажмите кнопку F3 для выбора формата вертикальной шкалы: в децибелах (dB) или вольтах (V_{rms}).
6. Нажмите кнопку F4, и на экране появится параметр приближения изображения Zoom. С помощью регулятора M выберите множитель увеличения окна среди значений x1, x2, x5, x10.

Выбор оконной функции

В осциллографе предусмотрены четыре оконные функции. Каждая из них является вариантом компромисса между разрешением по частоте и точностью определения амплитуды. Вы должны выбрать оптимальное для вашего случая окно в зависимости от характеристик сигнала и от параметров, которые требуется измерить. При выборе оконной функции используйте следующие рекомендации:

Тип функции	Описание	Окно
Прямоугольное окно	<p>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.</p> <p>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 белого шума с относительно медленно меняющимся спектром.</p>	

Окно Хемминга	<p>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.</p> <p>Используйте окно Хемминга для анализа гармонических и периодических сигналов и узкополосного белого шума. Это окно подходит и для анализа нестационарных процессов, скачков и всплесков, когда уровни сигнала до и после события существенно различаются.</p>	
Окно Хеннинга	<p>Это очень хорошее окно для точного измерения амплитуды, но оно дает худшее разрешение частот.</p> <p>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.</p>	
Окно Блэкмена	<p>Это лучшая оконная функция для измерения амплитуды, но худшая с точки зрения разрешения частот.</p> <p>Используйте окно Блэкмена-Харриса для измерения преимущественно одночастотных сигналов для анализа вклада высших гармоник.</p>	

На рисунке 5.9 приведен пример быстрого преобразования Фурье, примененного к синусоидальному сигналу частотой 1 кГц при использовании прямоугольного окна:

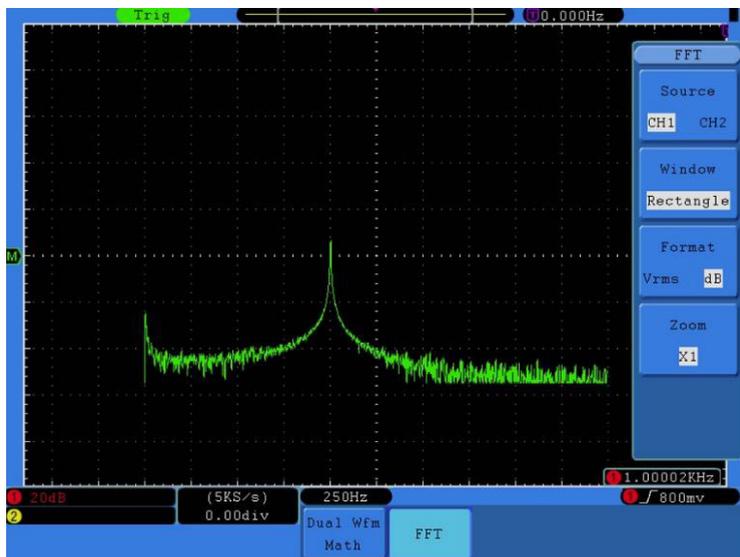


Рисунок 5.9. Быстрое преобразование Фурье с прямоугольным окном

Рекомендации по применению быстрого преобразования Фурье

- Если требуется увеличить участок полученного при преобразовании спектра, используйте функцию приближения Zoom.
- Для анализа частот используйте устанавливаемую по умолчанию вертикальную шкалу в децибелах (dB), это позволяет одновременно наблюдать сильно различающиеся по амплитуде компоненты спектра. Используйте шкалу в вольтах (Vrms) для сравнения амплитуд различных частотных компонент сигнала.
- Наличие у сигнала постоянной составляющей может привести к ошибочному определению амплитуд компонент спектра Фурье. Для минимизации постоянной составляющей установите на входе канала связь по переменному току (закрытый вход).
- Для уменьшения случайного шума и помех дискретизации в периодических или однократных сигналах, установите режим сбора данных осциллографа на значение Average (усреднение).

Что такое частота Найквиста?

Частота Найквиста – это самая высокая частота, которую может измерить любой цифровой осциллограф, работающий в режиме реального времени, без искажения за счет дискретизации. Эта частота равна половине частоты дискретизации при условии отсутствия ошибок. Когда частота сигнала оказывается выше частоты Найквиста, возникает наложение спектров и искажение формы сигнала. В связи с этим, обращайтесь внимание на соотношение между частотой дискретизации и измеряемой частотой.

Примечания:

В режиме FFT недопустимы следующие установки:

1. Установка окна.
2. Режим XY в настройках отображения.
3. Автоматические измерения.

Работа с регуляторами вертикального смещения и вертикальной развертки

1. Регулятор VERTICAL POSITION используется для регулировки смещения осциллограммы по вертикали, включая сохраненные и вычисленные осциллограммы. Разрешение смещения, которое обеспечивает этот регулятор, изменяется вместе с ценой деления вертикальной шкалы.
2. Регулятор VOLTS/DIV используется для регулировки разрешения осциллограмм по вертикали, включая сохраненные и вычисленные осциллограммы. Разрешение по вертикали меняется с шагами 1-2-5. Вращение регулятора по часовой стрелке увеличивает вертикальное разрешение, против часовой стрелки – уменьшает.
3. Когда положение осциллограммы по вертикали изменяется, измененная величина смещения для данного канала отображается в левом нижнем углу дисплея (см. рисунок 5.10).

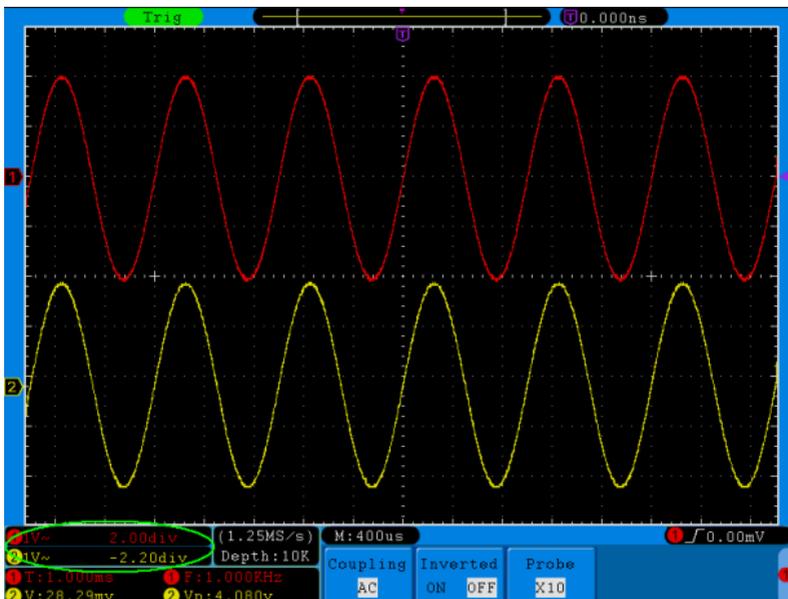


Рисунок 5.10. Информация о положении осциллограммы по вертикали

5.2. Настройка горизонтальной системы

Поле элементов управления горизонтальной шкалой HORIZONTAL CONTROLS содержит кнопку HORIZ MENU и два поворотных регулятора: HORIZONTAL POSITION и SEC/DIV.

1. Регулятор HORIZONTAL POSITION: этот регулятор используется для регулировки смещения осциллограммы в каждом канале (включая результаты математических операций) по горизонтали. Разрешение, которое обеспечивает этот регулятор, меняется вместе с ценой деления горизонтальной шкалы.
2. Регулятор SEC/DIV: этот регулятор используется для изменения горизонтальной развертки и выбора цены деления основной горизонтальной шкалы, или горизонтальной шкалы окна.
3. Кнопка HORIZ MENU: при нажатии этой кнопки на дисплее появляется меню настройки горизонтальной шкалы (см. рисунок 5.11).



Рисунок 5.12. Меню настройки горизонтальной шкалы

В таблице приведено описание элементов меню настройки горизонтальной шкалы Horizontal Menu:

Параметр меню	Описание
Main (основная горизонтальная шкала)	Настройка основной горизонтальной шкалы для отображения осциллограмм
Set (настройка окна)	Выбор размера окна фрагмента. Окно представляет собой область осциллограммы, ограниченную двумя курсорами. Эта функция недоступна в режиме быстрого преобразования Фурье (FFT)
Zoom (приближение окна)	Увеличение выбранного фрагмента окна

5.2.1. Основная горизонтальная шкала

Нажмите кнопку H1, чтобы выбрать элемент Main меню настроек горизонтальной шкалы. В этом случае регуляторы HORIZONTAL POSITION и SEC/DIV будут использоваться для регулировки размеров основного окна. Вид дисплея для этого случая показан на рисунке 5.13.

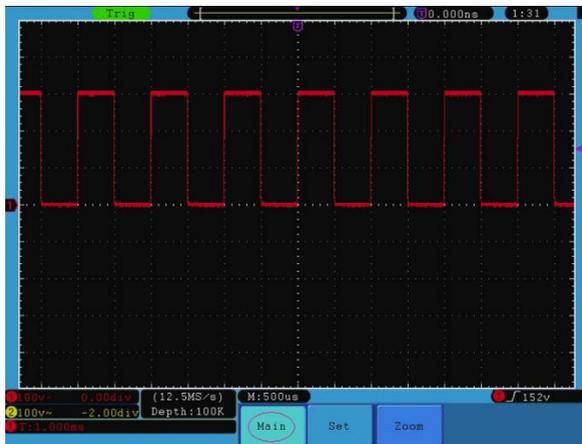


Рисунок 5.13. Настройка основной горизонтальной шкалы

5.2.2. Настройка окна

Нажмите кнопку H2, чтобы выбрать элемент меню Set. На дисплее появятся два курсора, ограничивающие область окна. С помощью регуляторов HORIZONTAL POSITION и SEC/DIV настройте размер и положение окна по горизонтали (см. рисунок 5.14).

В режиме быстрого преобразования Фурье (FFT) эта опция недоступна.

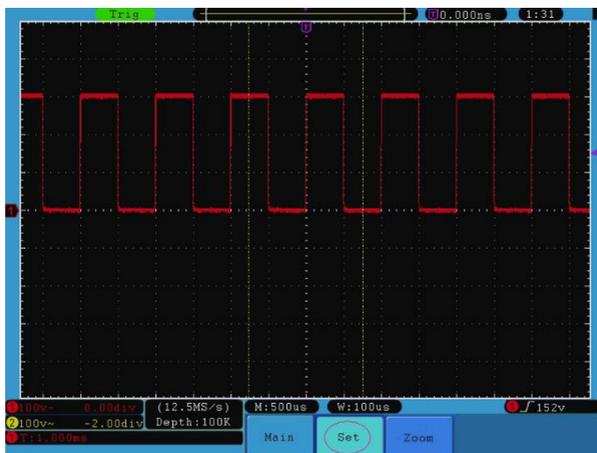


Рисунок 5.14. Настройка окна

5.2.3. Увеличение фрагмента окна

Нажмите кнопку H3, чтобы выбрать элемент меню Zoom. При этом область окна, ограниченная двумя курсорами, развернется на весь экран (см. рисунок 5.15).



Рисунок 5.15. Увеличение фрагмента окна

5.3. Настройка системы запуска

Система запуска определяет момент, в который цифровой осциллограф начинает сбор данных и отображение осциллограммы на их основе. Если запуск настроен правильно, он позволяет превратить нестабильную картину в информативную осциллограмму.

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

Поле элементов управления системы запуска содержит один регулятор и три кнопки работы с меню.

TRIG LEVEL: этот регулятор служит для регулировки уровня запуска. Нажатие этого регулятора сбрасывает уровень запуска на ноль.

50%: кнопка, при нажатии которой уровень запуска устанавливается на среднее значение между минимальным и максимальным значениями пускового сигнала.

Force: кнопка, которая принудительно формирует сигнал запуска и, как правило, используется в ждущем («Normal») и однократном («Single») режимах запуска.

Trigger Menu: кнопка, вызывающая на дисплей меню управления запуском.

5.3.1. Управление запуском

В осциллографе реализованы два типа запуска: одновременный запуск и поочередный запуск.

Одновременный запуск: использует событие запуска для формирования стабильных осциллограмм в обоих каналах одновременно.

Поочередный запуск: запуск несинхронизированных сигналов в разных каналах.

Меню одновременного запуска (Single Trigger) и поочередного запуска (Alternate Trigger) описаны в нижеследующих разделах.

5.3.2. Одновременный запуск

В приборе предусмотрены четыре режима запуска: по фронту, по видеосигналу, по наклону фронта и по импульсу.

Запуск по фронту («Edge Trigger»): в этом режиме осциллограмма запускается по определенному уровню напряжения, который устанавливается с определенным типом фронта.

Запуск по видеосигналу («Video Trigger»): в этом режиме запуск осуществляется по кадровому или строчному синхроимпульсу стандартных видеосигналов.

Запуск по наклону фронта («Slope Trigger»): осциллограмма запускается при определенной скорости нарастания или убывания фронта.

Запуск по импульсу («Pulse Trigger»): осциллограмма запускается при появлении в

пусковом сигнале импульса определенной ширины.

1. Запуск по фронту

Запуск по фронту происходит при преодолении входным сигналом порогового напряжения. Вы можете выбрать запуск по нарастающему или по ниспадающему фронту.

Меню настройки запуска по фронту показано на рисунке 5.16.

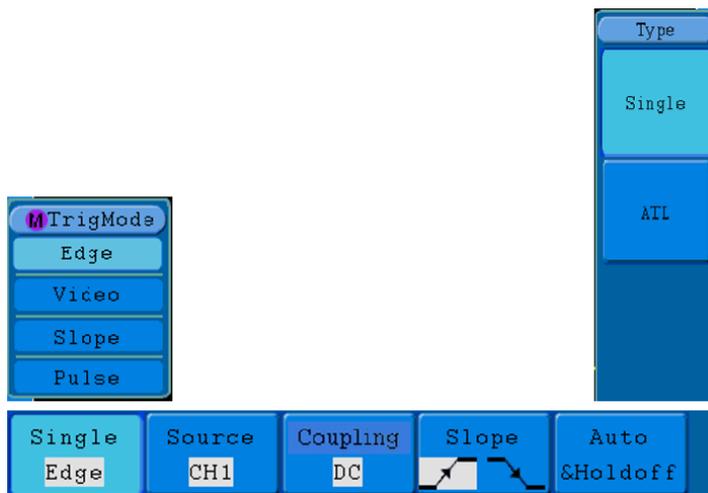
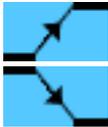


Рисунок 5.16. Меню запуска по фронту

В таблице дано описание меню настройки запуска по фронту:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single Mode	Edge	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по фронту
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5 AC Line	Источником пускового сигнала является канал 1 Источником пускового сигнала является канал 1 Используется внешний пусковой сигнал В качестве пускового сигнала используется 1/5 от внешнего пускового сигнала Источником пускового сигнала является сеть переменного тока
Coupling	AC DC HF LF	Постоянная составляющая отсекается от пускового сигнала Все составляющие сигнала пропускаются От пускового сигнала отсекается высокочастотная составляющая, а низкочастотная составляющая пропускается От пускового сигнала отсекается низкочастотная составляющая, а высокочастотная составляющая пропускается
Slope		Запуск по нарастающему фронту Запуск по ниспадающему фронту
Mode Holdoff	Auto Normal Single Holdoff Reset	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска Осциллограмма формируется при появлении пускового сигнала При появлении сигнала осциллограмма формируется однократно 100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора М Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

2. Запуск по видеосигналу

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

Меню настроек запуска по видеосигналу показано на рисунке 5.17.



Рисунок 5.17. Меню запуска по видеосигналу

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Video	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по видеосигналу
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1 Используется внешний сигнал запуска В качестве пускового сигнала используется 1/5 от внешнего пускового сигнала
Modu	NTSC PAL SECAM	Выбор стандарта используемого видеосигнала
Sync	Line Field Odd Even Line NO.	Запуск по строчному синхроимпульсу Запуск по кадровому синхроимпульсу Запуск по синхроимпульсам нечетных кадров Запуск по синхроимпульсам четных кадров Запуск по синхроимпульсу заданной строки (выберите номер строки с помощью регулятора M)
Mode	Auto	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска
Holdoff	Holdoff Reset	100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора M Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

3. Запуск по наклону фронта

В этом режиме запуск осуществляется по положительному или отрицательному наклону фронта с определенной скоростью нарастания или убывания.

Меню настроек запуска по наклону фронта показано на рисунке 5.18.

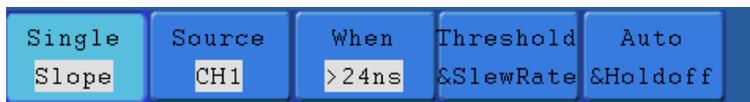
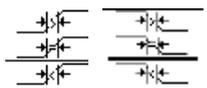


Рисунок 5.18. Меню запуска по наклону фронта

В таблице приведено описание меню настройки запуска по наклону фронта:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Slope	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по наклону фронта
Source	CH1 CH2	Источником пускового сигнала является канал 1 Источником пускового сигнала является канал 2
When	Slope 	Выбор типа фронта
		Выбор условия запуска. Настройте время нарастания или убывания с помощью регулятора M
Threshold &SlewRate	High level Low level Slew rate	С помощью регулятора M настройте верхний пороговый уровень сигнала С помощью регулятора M настройте нижний пороговый уровень сигнала Скорость нарастания (убывания) = (верхний порог – нижний порог)/длительность

Mode Holdoff	Auto Normal Single Holdoff Reset	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска Осциллограмма формируется при появлении пускового сигнала При появлении сигнала осциллограмма формируется однократно 100нс – 10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора М Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)
-----------------	--	---

4. Запуск по импульсу

В этом режиме запуск осуществляется по заданной ширине импульса. Выбор соответствующего условия на ширину импульса позволяет обнаружить трудно регистрируемые сигналы.

Меню настроек запуска по импульсу показано на рисунке 5.19.

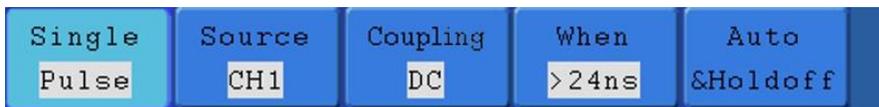
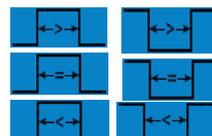


Рисунок 5.19. Меню запуска по импульсу

В таблице дано описание меню настройки запуска по импульсу:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Single	Pulse	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по импульсу
Source	CH1 CH2	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1

Coupling	AC DC HF LF	<p>Постоянная составляющая отсекается от пускового сигнала</p> <p>Все составляющие сигнала пропускаются</p> <p>От пускового сигнала отсекается высокочастотная составляющая, а низкочастотная составляющая пропускается</p> <p>От пускового сигнала отсекается низкочастотная составляющая, а высокочастотная составляющая пропускается</p>
When	Polarity 	Выбор полярности импульса
		Выбор условия, накладываемого на ширину импульса и настройка ширины (длительности) импульса регулятором M
	Auto	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска
Mode	Normal	Осциллограмма формируется при появлении пускового сигнала
	Single	При появлении сигнала осциллограмма формируется однократно
	Holdoff	100нс – 10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с
Holdoff	Reset	Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

5.3.3. Поочередный запуск

При поочередном запуске пусковой сигнал приходит из двух вертикальных каналов. Этот тип запуска используется для наблюдения двух несинхронизированных сигналов. Вы можете выбрать разные режимы запуска для разных каналов: по фронту, по видеосигналу, по импульсу и по наклону фронта.

1. Поочередный запуск (режим запуска: по фронту)

Меню поочередного запуска по фронту показано на рисунке 5.20.

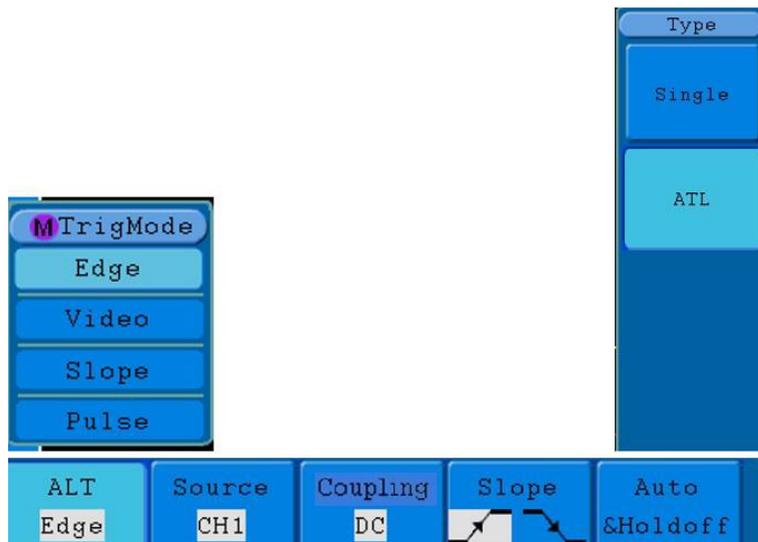
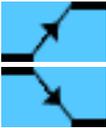


Рисунок 5.20. Меню поочередного запуска (в режиме: по фронту)

В таблице дано описание меню настройки поочередного запуска (режим запуска: по фронту):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
ALT	Edge	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по фронту
Source	CH1 CH2	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1

Coupling	AC DC HF LF	<p>Постоянная составляющая отсекается от пускового сигнала</p> <p>Все составляющие сигнала пропускаются</p> <p>От пускового сигнала отсекается высокочастотная составляющая, а низкочастотная составляющая пропускается</p> <p>От пускового сигнала отсекается низкочастотная составляющая, а высокочастотная составляющая пропускается</p>
Slope		<p>Запуск по нарастающему фронту</p> <p>Запуск по спадающему фронту</p>
Mode Holdoff	Auto Holdoff Reset	<p>Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска</p> <p>100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора M</p> <p>Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)</p>

2. Поочередный запуск (режим запуска: по видеосигналу)

Меню поочередного запуска (режим запуска: по видеосигналу) показано на рисунке 5.21.



Рисунок 5.21. Меню поочередного запуска (в режиме: по видеосигналу)

В таблице дано описание меню настройки поочередного запуска (режим запуска: по видеосигналу):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
ALT	Video	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по видеосигналу
Source	CH1 CH2	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1
Modu	NTSC PAL SECAM	Выбор стандарта используемого видеосигнала
Sync	Line Field Odd Even Line NO.	Запуск по строчному синхроимпульсу Запуск по кадровому синхроимпульсу Запуск по синхроимпульсам нечетных кадров Запуск по синхроимпульсам четных кадров Запуск по синхроимпульсу заданной строки (выберите номер строки с помощью регулятора M)
Mode Holdoff	Auto Holdoff Reset	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска 100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора M Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

3. Поочередный запуск (режим запуска: по наклону фронта)

Меню поочередного запуска (режим запуска: по наклону фронта) показано на рисунке 5.22

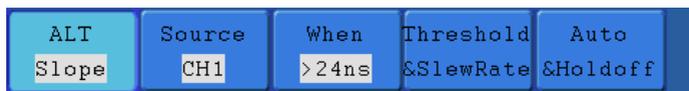
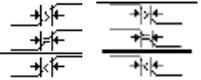


Рисунок 5.22. Меню поочередного запуска (в режиме: по наклону фронта)

В таблице дано описание меню настройки поочередного запуска (режим запуска: по наклону фронта):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
ALT	Slope	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по наклону фронта
Source	CH1 CH2	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1
When	Slope 	Выбор типа фронта
		Выбор условия запуска (астройте время нарастания или убывания с помощью регулятора M)
Threshold & SlewRate	High level Low level Slew rate	С помощью регулятора M настройте верхний предел высокого уровня сигнала С помощью регулятора M настройте нижний предел низкого уровня сигнала Скорость нарастания (убывания) – настройка отношения разности между высоким и низким уровнем сигнала ко времени нарастания (убывания)
Mode Holdoff	Auto Holdoff Reset	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска 100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора M Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

4. Поочередный запуск (режим запуска: по импульсу)

Меню поочередного запуска (режим запуска: по импульсу) показано на рисунке 5.23.

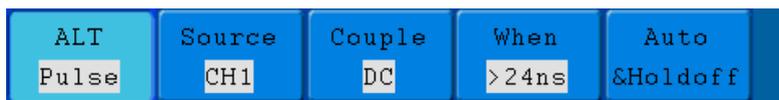
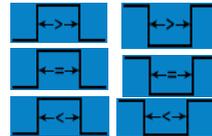


Рисунок 5.23. Меню поочередного запуска (режим: по импульсу)

В таблице дано описание меню настройки поочередного запуска (режим запуска: по импульсу):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Alternate Mode	Pulse	Установка режима запуска вертикального канала на запуск по импульсу
Source	CH1 CH2	Источником сигнала является канал 1 Источником сигнала является канал 1
Coupling	AC DC HF LF	Постоянная составляющая отсекается от пускового сигнала Все составляющие сигнала пропускаются От пускового сигнала отсекается высокочастотная составляющая, а низкочастотная составляющая пропускается От пускового сигнала отсекается низкочастотная составляющая, а высокочастотная составляющая пропускается
When	Polarity 	Выбор полярности импульса
		Выбор условия, накладываемого на ширину импульса и настройка ширины (длительности) импульса регулятором M
Mode Holdoff	Auto Holdoff Reset	Осциллограмма формируется даже в отсутствие события запуска 100нс-10нс, выберите временную задержку до следующего запуска с помощью регулятора M Устанавливается значение задержки по умолчанию (100 нс)

Значения терминов:

1. Источник сигнала (Source):

Запуск может выполняться по сигналу из нескольких источников: входные измерительные каналы (CH1, CH2), сеть переменного тока (AC Line), внешний сигнал (EXT), внешний сигнал с пятикратным ослаблением (EXT/5).

Входные измерительные каналы (CH1, CH2): это наиболее часто используемый источник пускового сигнала (синхросигнала). В этом случае канал служит источником пускового сигнала независимо от того, отображается осциллограмма этого сигнала или нет.

Внешний запуск (EXT): Запуск может производиться по сигналу из внешнего источника, в то время, как данные для осциллограммы собираются из канала CH1 или CH2. Например, это может быть запуск по сигналу внешнего тактового генератора или по сигналу из другой части проверяемой схемы. Источники синхросигнала EXT, EXT/5 используют сигнал, поданный на вход осциллографа EXT TRIG. В режиме EXT этот сигнал используется непосредственно. При этом диапазон допустимых уровней запуска составляет $-0,6 \text{ В} - +0,6 \text{ В}$. В режиме EXT/5 внешний сигнал ослабляется в 5 раз, и диапазон допустимых уровней запуска расширяется до $-3 \text{ В} - +3 \text{ В}$.

AC Line: питание от сети переменного тока может использоваться для отображения сигналов, связанных с частотой линии электропередачи, таких как осветительное оборудование и устройства электропитания. Запуск происходит от кабеля питания, поэтому нет необходимости вводить сигнал запуска от сети переменного тока. Когда в качестве источника срабатывания выбрана линия переменного тока, осциллограф автоматически устанавливает связь по постоянному току, уровень срабатывания устанавливается равным 0 В.

2. Режим запуска (Trigger Mode):

Режим запуска определяет, как осциллограф ведет себя в отсутствие пускового сигнала. Осциллограф обеспечивает три режима запуска: автоматический, ждущий и однократный.

- Автоматический запуск (Auto): этот режим позволяет осциллографу формировать осциллограммы даже в отсутствие пускового сигнала. Если событие запуска не происходит в течение некоторого периода ожидания (определяемого настройкой горизонтальной развертки), прибор принудительно

запускает формирование осциллограммы.

- Ждущий режим (Normal): в нормальном режиме осциллограмма формируется только при выполнении условия запуска. Если запуск не происходит, то осциллограф находится в режиме ожидания, а предыдущая осциллограмма, если она была сформирована, сохраняется на дисплее.
- Однократный режим (Single): в режиме однократного запуска после нажатия на кнопку Run/Stop осциллограф ожидает запуска. При выполнении условия запуска формируется одна осциллограмма, после чего осциллограф останавливается.

3. Развязка входа (Coupling):

Развязка входа пускового сигнала определяет, какая часть сигнала попадет в схему запуска. В осциллографе предусмотрены четыре типа развязки.

Закрытый вход (AC): в этом случае на входе в канал блокируется постоянная составляющая сигнала.

Открытый вход (DC): в этом случае в канал пропускаются как переменная, так и постоянная составляющие сигнала.

Блокировка низких частот (LF Reject): в этом случае на входе в канал блокируется постоянная составляющая сигнала, и ослабляются составляющие с частотой ниже 8 кГц.

Блокировка высоких частот (HF Reject): в этом случае на входе в канал ослабляются составляющие сигнала с частотой выше 150 кГц.

4. Задержка запуска (Holdoff):

Задержка запуска может применяться для стабилизации осциллограммы. Время задержки – это период ожидания осциллографа перед разрешением нового запуска. Осциллограф не запустит формирование новой осциллограммы по пусковому сигналу, пока не истечет время задержки. Это сократит время на исследование сигналов и упростит процесс исследования комплексных сигналов.

Работа с функциональным меню

Область меню управления функциями содержит восемь кнопок меню: Acquire, Measure, Utility, Cursor, Autoscale, Save, Display и Help и 4 кнопки немедленного исполнения: Autoset, Run/Stop, Single, Copy.

5.4. Настройка способа выборки

Нажмите кнопку Acquire, и на дисплее появится меню, изображенное на рисунке 5.24.

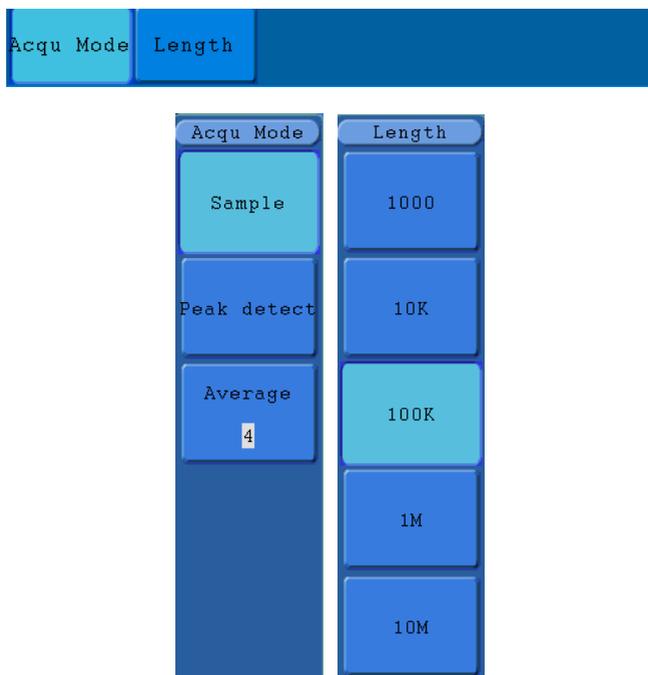


Рисунок 5.24. Меню настройки способа выборки ACQU MODE

В следующей таблице дано описание меню настройки способа выборки Acqu Mode:

Параметр меню		Доступные значения	Описание
Sample	Sample		Нормальный режим выборки
	Peak detect		Режим обнаружения пиков используется для детектирования максимальных и минимальных значений. Производится поиск минимумов и максимумов на смежных интервалах. Позволяет обнаруживать краткие всплески сигнала и применяется для обнаружения помех.
	Average	4, 16, 64, 128	Режим усреднения используется для уменьшения случайного шума. Возможен выбор числа усреднений.

В следующей таблице дано описание меню настройки длины записи Length:

Параметр меню		Доступные значения	Описание
Length		1000	Выбор длины записи осциллограммы
		10K	
		100K	
		1M	
		10M	

Измените настройку способа выборки в меню Acq Mode и наблюдайте характер изменений в отображаемых осциллограммах.

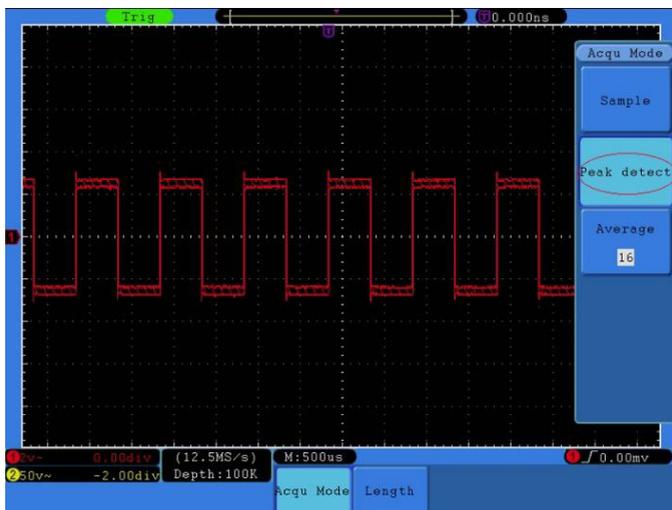


Рисунок 5.25. Режим обнаружения пиков, при котором проявляется сильный шум, обнаружены всплески в конце фронтов прямоугольного импульса

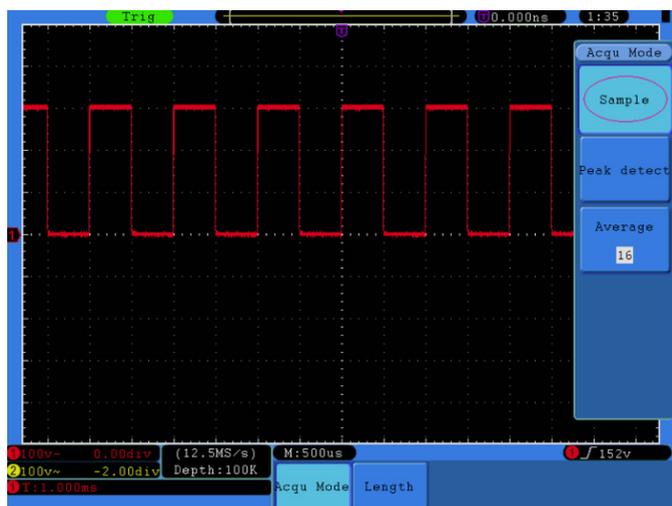


Рисунок 5.26. Нормальный режим выборки, при котором помехи на осциллограмме проявляются слабо

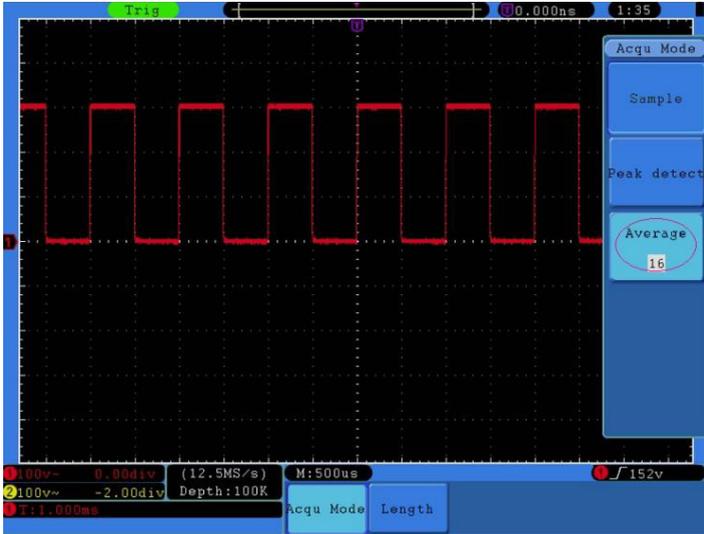


Рисунок 5.27. Осциллограмма, на которой шум подавлен в режиме выборки с усреднением по 16 выборкам

5.5. Настройка системы отображения сигнала

Нажмите кнопку Display, и на дисплее появится меню, изображенное на рисунке 5.28.

Type	Persist	XY Mode	Trig Freq	VGA Disp
Dots Vect	OFF	ON OFF	ON OFF	ON OFF

Рисунок 5.28. Меню настройки отображения сигнала

В следующей таблице дано описание меню настройки отображения сигнала Display Set:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Type	Dots Vect		Отображаются только точки собранных данных Промежутки между соседними точками выборки соединяются линиями (векторами)
Persist	Time	OFF 1 second 2 seconds 5 seconds Infinity	Настройте время послесвечения с помощью регулятора M (отключено, 1 с, 2 с, 5 с, постоянно)
	Clear		Сброс послесвечения
XY Mode	ON OFF		Включение формата отображения XY Отключение формата отображения XY
Trig Freq	ON OFF		Включение частотомера Отключение частотомера
VGA Disp (порт VGA – опция)	ON OFF		Подсоединение внешнего монитор через порт VGA. Если установлено значение ON, то осциллограмма может отображаться на внешнем мониторе.

5.5.1. Тип отображения (Type)

Нажимая кнопку F1, можно переключаться между отображением осциллограммы в растровом (Dots) и векторном (Vect) форматах. Разницу между этими типами отображения можно увидеть, сравнив рисунки 5.29 и 5.30.

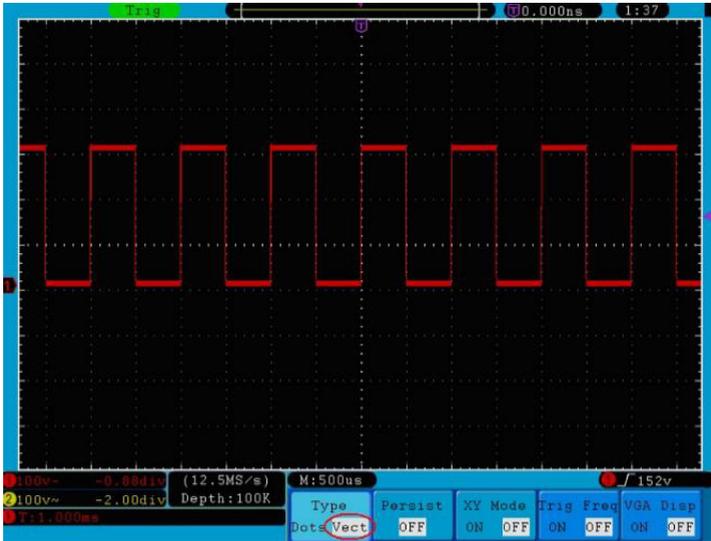


Рисунок 5.29. Отображение осциллограммы в векторной форме



Рисунок 5.30. Отображение осциллограммы в растровой форме

5.5.2. Послесвечение (Persist)

Когда включена функция послесвечения, при отображении осциллограммы имитируется эффект послесвечения в осциллографах с люминесцентными электронно-лучевыми трубками. Предыдущие осциллограммы продолжают отображаться с постепенным уменьшением яркости, а текущая осциллограмма отображается с максимальной яркостью. Нажмите кнопку H2, и на дисплее появится меню функции послесвечения Persist. Нажмите кнопку F1 и вы получите возможность выбрать время послесвечения: OFF (послесвечение отключено), 1 second, 2 seconds, 5 seconds (1, 2, 5 с), Infinity (постоянно). Если выбрано значение «Infinity», то измеренные точки будут сохраняться и отображаться до тех пор, пока не будет изменено время послесвечения (см. рисунок 5.31). Послесвечение может быть сброшено нажатием кнопки F2.

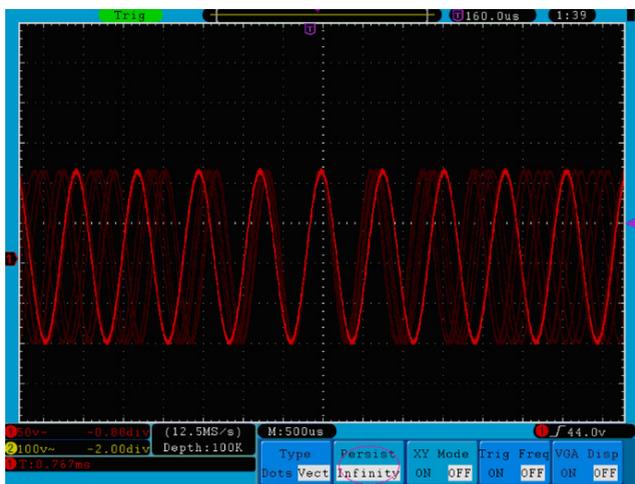


Рисунок 5.31. Неограниченно долгое послесвечение осциллограммы (Infinity)

5.5.3. Формат отображения XY

Этот формат может применяться только при одновременном использовании сигналов из канала CH1 и канала CH2. После того, как выбран формат отображения XY, сигнал из канала CH1 отображается на горизонтальной оси, а сигнал из канала CH2 – на вертикальной оси. При этом осциллограф переключается в режим выборки данных без запуска. Данные отображаются в виде цветных точек.

В этом режиме органы управления используются следующим образом:

- Регуляторы VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION канала CH1 используются для регулировки горизонтальной развертки и горизонтального смещения.
- Регуляторы VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION канала CH2 используются для регулировки вертикальной развертки и вертикального смещения.

Следующие функции не работают в режиме XY:

Опорные или вычисленные осциллограммы.

Курсоры

Управление временной разверткой

Управление запуском

Быстрое преобразование Фурье

Последовательность действий для перехода в режим отображения в формате XY:

1. Нажмите кнопку Display, чтобы вызвать меню настройки отображения Display Set.
2. Нажмите кнопку H3, чтобы выбрать значение ON и включить режим XY. Формат отображения при этом изменится на XY (см. рисунок 5.32).



Рисунок 5.32. Отображение осциллограммы в формате XY.

5.5.4. Частотомер

В составе осциллографа предусмотрен 6-битный частотомер. Этот частотомер позволяет измерять частоты от 2 Гц, до верхней границы полосы пропускания осциллографа. Частота сигнала измеряется корректно только в том случае, когда измеряемый канал содержит пусковой сигнал, и установлен режим запуска по фронту. Если выбран поочередный запуск, то реализуется двухканальная работа частотомера, при котором измеряются частоты сигналов в обоих каналах. Измеренная частота отображается в правом нижнем углу дисплея.

Для включения частотомера:

1. Нажмите кнопку Display.
2. После появления меню Display Set нажмите кнопку H4, с помощью которой включается (значение ON) и выключается (значение OFF) частотомер.

5.5.5. Выход VGA (опция)

Порт интерфейса VGA позволяют подсоединять к осциллографу монитор. С его помощью изображение с дисплея осциллографа можно выводить непосредственно на монитор.

Для настройки выхода VGA:

1. Нажмите кнопку Display
2. После появления меню Display Set нажмите кнопку H5, с помощью которой включается (значение ON) и выключается (значение OFF) вывод сигнала.

5.6. Сохранение осциллограмм

Нажмите кнопку Save, и на дисплее появится меню, с помощью которого вы можете сохранять осциллограммы, настройки или изображения. Это меню показано на рисунке 5.33.

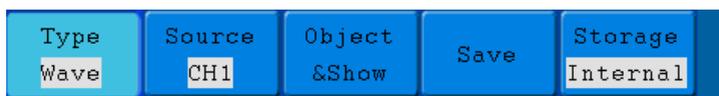


Рисунок 5.33. Меню сохранения осциллограмм

В таблице приведено описание элементов меню сохранения данных Save:

Параметр меню		Доступные значения	Описание
Type		Wave Setting Image Record	Выбор типа сохраняемых данных: Осциллограмма Настройки Изображение Покадровая запись
Если выбрано значение Wave параметра Type, отображаются следующие опции:			
Source		CH1 CH2	Выбор источника сохраняемой осциллограммы
Object & Show	Object	1-15	Адрес в памяти, по которому будет сохранена или вызвана осциллограмма
	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»
Save			Сохранение осциллограммы из выбранного источника по выбранному адресу. При любом значении параметра меню Type и при любом виде дисплея осциллограмму можно сохранить простым нажатием кнопки Save на панели осциллографа. Файл сохраняется в формате BIN

Storage	Internal External	Сохранение осциллограммы во внутреннюю память. Сохранение осциллограммы на внешний USB-накопитель. В этом случае имя файла можно редактировать. Файл осциллограммы можно открыть с помощью программы анализа осциллограмм (поставляется на компакт-диске, прилагаемом к осциллографу)
Если выбрано значение Setting параметра Type, отображаются следующие опции:		
Setting	Setting1 Setting8	Выбор адреса позиции сохранения настроек в памяти осциллографа
Save		Сохранение текущих настроек осциллографа в его внутреннюю память
Load		Вызов настроек из памяти по указанному адресу
Если выбрано значение Image параметра Type, отображаются следующие опции:		
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

5.7. Сохранение в формате «Осциллограмма»

Осциллограф позволяет сохранить во внутреннюю память 15 осциллограмм, которые могут отображаться на дисплее одновременно с текущей осциллограммой. Настраивать вызванную из памяти осциллограмму нельзя.

Чтобы сохранить осциллограмму из канала CH1 по адресу 1, нужно выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку H1, и в левом углу дисплея появится меню Type. Поворотом регулятора M выберите в качестве типа сохраняемых данных значение Wave.
2. Нажмите кнопку H2, а затем кнопку F1, чтобы выбрать в качестве источника осциллограммы канал CH1.
3. Нажмите кнопку H3, а затем кнопку F1 и поворотом регулятора M выберите значение адреса 1.
4. Нажмите кнопку H5, а затем кнопку F1, чтобы выбрать значение Internal.
5. Нажмите кнопку H4, чтобы сохранить осциллограмму.

Для вызова осциллограммы из памяти выполните следующие действия: нажмите кнопку H3, а затем кнопку F1 и поворотом регулятора M выберите значение 1, как адрес вызова из памяти. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать значение ON параметра Show. Осциллограмма, сохраненная по этому адресу, появится на дисплее, а в левом верхнем углу дисплея отобразятся адрес и сопутствующая информация.

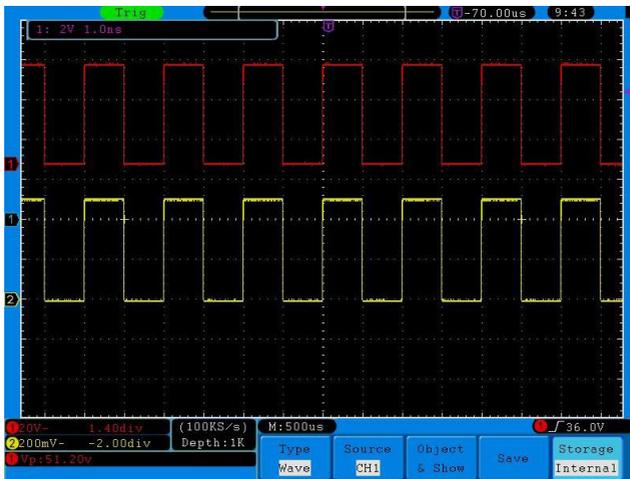


Рисунок 5.34. Сохранение осциллограммы

Рекомендации

Независимо от выбранного типа сохраняемых данных (значения параметра Type), и при любом виде интерфейса пользователя осциллограмму можно сохранить

простым нажатием кнопки **Soru** на панели осциллографа. Если параметр **Storage** из меню сохранения данных установлен на значение «**External**», предварительно нужно подсоединить к осциллографу внешний USB-накопитель. Прежде чем подсоединять USB-накопитель и задавать имя файла для сохранения данных, ознакомьтесь с нижеследующей информацией.

5.7.1. Сохранение текущего изображения с дисплея

Изображение, формируемое на дисплее, можно сохранить только на внешний USB-накопитель, поэтому его необходимо предварительно подсоединить к осциллографу.

Подсоединение USB-накопителя: вставьте разъем USB-накопителя в порт USB «хост» (указатель 1 на рисунке 2.3 «Правая панель»). Если справа сверху на дисплее появилась пиктограмма , USB-накопитель успешно подключен. Поддерживаемый формат файловой системы накопителя: FAT32, размер кластеров не должен превышать 4К. Если USB-накопитель не опознается осциллографом, вам нужно отформатировать его в поддерживаемом формате.

1. После того, как USB-накопитель подключен к осциллографу, нажмите кнопку **Save**, и в нижней части дисплея появится меню сохранения данных.
2. Нажмите кнопку **H1**, и на дисплее появится меню **Type**. Выберите значение **Image** с помощью регулятора **M**.
3. Нажмите кнопку **H4**, и на дисплее появится клавиатура для задания имени создаваемого файла. По умолчанию в качестве имени файла используется текущая системная дата. Выбор необходимых символов осуществляется поворотом регулятора **M**. Ввод выбранного символа осуществляется нажатием регулятора **M**. Для завершения и подтверждения ввода имени файла выберите и нажмите кнопку **Enter** на клавиатуре, изображенной на дисплее. При этом изображение сохранится в файл с заданным именем.

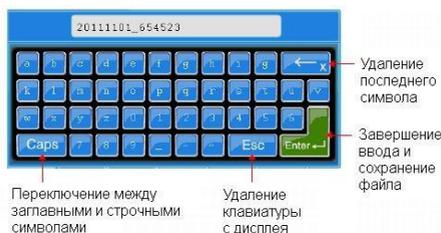


Рисунок 5.35. Редактирование имени файла.

5.7.1. Вырезание части осциллограммы и её сохранение

Для вырезания осциллограммы на временном промежутке между двумя курсорами сформируйте файл с расширением *.ota и сохраните его на внешнем устройстве памяти. Для считывания файлов *.ota и воспроизведения осциллограмм, вырезанных в осциллографе, с внешнего носителя могут использоваться внешние генераторы произвольных сигналов, поддерживающие формат данных *.ota.

Вырезание части осциллограммы и её сохранение

Для вырезания осциллограммы на временном промежутке между двумя курсорами сформируйте файл с расширением *.ota и сохраните его на внешнем устройстве памяти. Для считывания файлов *.ota и воспроизведения осциллограмм, вырезанных в осциллографе, с внешнего носителя могут использоваться внешние генераторы произвольных сигналов, поддерживающие формат данных *.ota.

Для вырезания части осциллограммы:

1. Подсоедините USB-диск к осциллографу.
2. Нажмите кнопку Save для вызова меню сохранения данных.
3. Нажмите кнопку H1, и в левой части дисплея отобразится меню Type. С помощью регулятора M выберите в нем команду CutWave.
4. Установите курсор 1 (регулятором нулевого положения канала 1) и курсор 2 (регулятором нулевого положения канала 2) для ограничить требуемый промежуток осциллограммы.
5. Нажмите кнопку H2, и на экране появится всплывающая клавиатура. Именем по умолчанию является текущая дата. Введите желаемое имя файла, выбирая нужные клавиши вращением регулятора M. По окончании ввода нажмите клавишу «Enter» и сохраните файл с текущим названием на USB-диск.

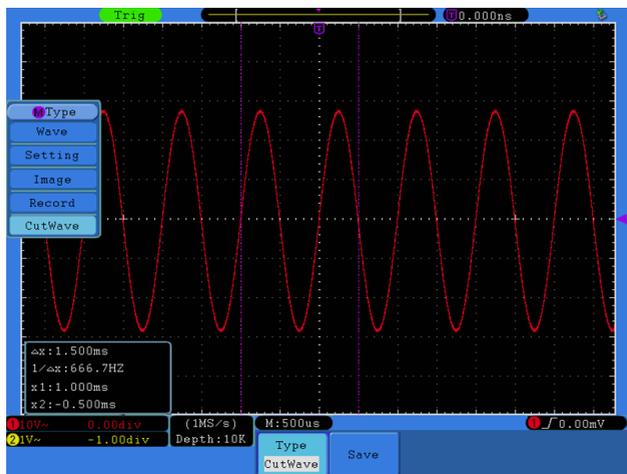


Рисунок 5.36. Вырезание осциллограммы

5.7.2. Покадровая запись и воспроизведение

Функция покадровой записи осциллограмм позволяет записывать текущую осциллограмму входного сигнала. Интервал между кадрами записи в диапазоне составляет от 1 мс до 1000 с. Максимальное число кадров составляет 1000.

Предусмотрены два варианта сохранения: внешний (Internal) и внутренний (External). Когда используется внутренний носитель данных, функция записи осциллограмм включает четыре режима: OFF, Record, Playback и Storage.

При использовании внешнего носителя данных (см. стр. 62) эта функция включает два режима: OFF и Record.

Record (запись): режим служит для записи осциллограммы в соответствии с заданными интервалом, которая остановится, когда будет записан последний кадр. Меню записи осциллограммы включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Mode	OFF Record Playback Storage	Выход из меню покадровой записи осциллограмм Вызов меню записи Вызов меню воспроизведения Вызов меню сохранения
Record mode FrameSet	End frame	Установка числа кадров в записи поворотом регулятора M (1–1000)
	Interval	Поворотом регулятора M выберите интервал между кадрами в записи (1 мс – 1000 с)
Refresh	ON OFF	Обновление осциллограммы в процессе записи Прекращение обновления
Operate	Play Stop	Запуск записи Остановка записи

Примечание:

Возможна одновременная запись осциллограмм из канала CH1 и CH2. Если один из каналов отключается в процессе записи, воспроизвести записанную осциллограмму будет невозможно.

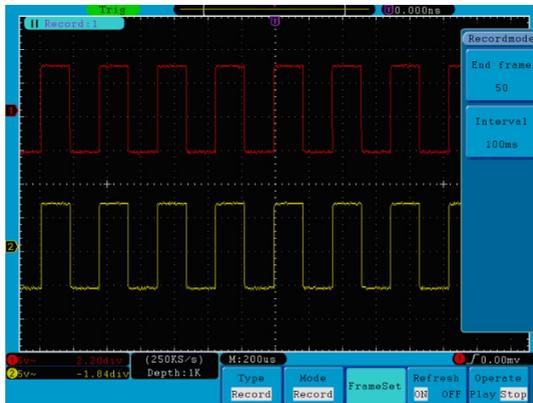


Рисунок 5.37. Запись осциллограммы

Playback (воспроизведение): режим служит для воспроизведения записанной или сохраненной осциллограммы.

Меню воспроизведения осциллограмм включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Playback Mode FrameSet	Start frame End frame Cur frame Interval	Поворотом регулятора M выберите номер кадра, с которого начнется воспроизведение (1–1000) Поворотом регулятора M выберите номер кадра, на котором закончится воспроизведение (1–1000) Поворотом регулятора M выберите номер кадра, который вам требуется воспроизвести (1–1000) Поворотом регулятора M выберите интервал между кадрами при воспроизведении (1 мс – 1000 с)
Play Mode	Loop Once	Циклическое воспроизведение осциллограммы Однократное воспроизведение осциллограммы
Operate	Play Stop	Запуск воспроизведения Остановка воспроизведения

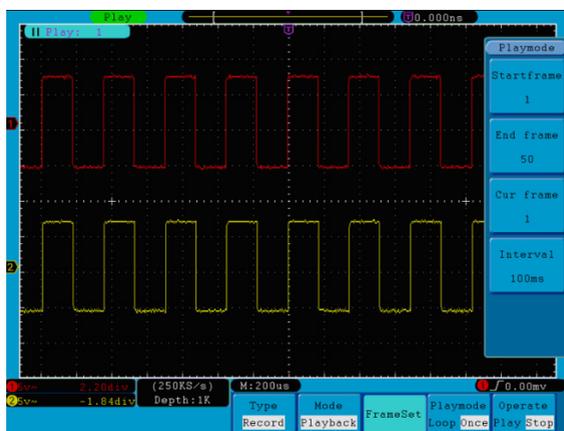


Рисунок 5.38. Воспроизведение осциллограммы

Storage (сохранение): режим служит для сохранения записанной осциллограммы в соответствии с выбранными начальным и конечным кадром в память осциллографа.

Меню сохранения записи включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Storage mode FrameSet	Start frame End frame	Поворотом регулятора M выберите номер начального кадра сохраняемого фрагмента записи (1–1000) Поворотом регулятора M выберите номер конечного кадра сохраняемого фрагмента записи (1–1000)
Save		Сохранение записи осциллограммы во внутреннюю память осциллографа
Load		Загрузка сохраненной записи осциллограммы из памяти осциллографа

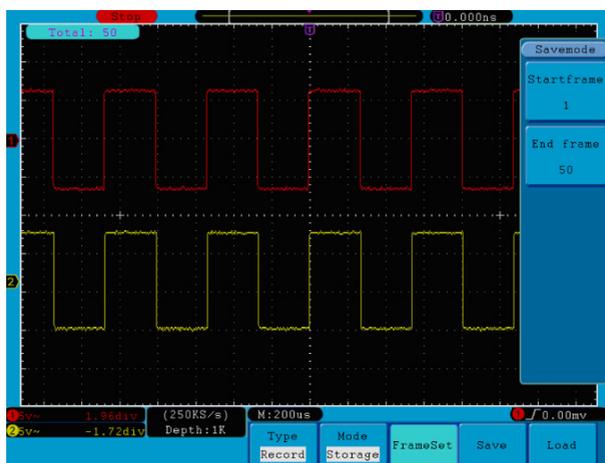


Рисунок 5.39 Сохранение записи осциллограммы.

Для применения функции записи и воспроизведения осциллограмм выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Save.
2. Нажмите кнопку H1 и поворотом регулятора M выберите режим Record.
3. Нажмите кнопку H2. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать значение Record параметра Mode.
4. Нажмите кнопку H3. В меню Frame Set нажмите кнопку F12 и поворотом регулятора M выберите номер конечного кадра записи. Нажмите кнопку F2 и поворотом регулятора M задайте временной интервал между записываемыми кадрами.
5. Нажмите кнопку H4, чтобы указать, будет ли производиться обновление осциллограммы на дисплее в процессе записи.
6. Нажмите кнопку H5, чтобы начать запись.
7. Нажмите кнопку H2. Нажмите кнопку F3, чтобы выбрать значение Playback параметра Mode. Выберите диапазон воспроизводимых кадров и режим воспроизведения (PlayMode), затем нажмите кнопку H5, чтобы начать воспроизведение.
8. Для сохранения записанной осциллограммы нажмите кнопку H2. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать значение Record параметра Mode, затем задайте диапазон сохраняемых кадров записи и нажмите кнопку H4, чтобы выполнить сохранение.
9. Для загрузки записанной осциллограммы из внутренней памяти осциллографа нажмите кнопку Load, а затем перейдите в режим воспроизведения, чтобы проанализировать загруженную запись.

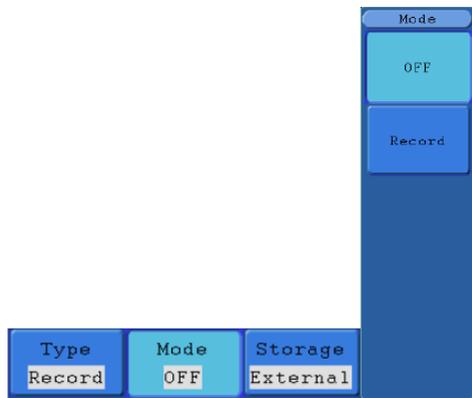


Рисунок 5.40. Меню записи осциллограмм на внешний носитель

Меню записи осциллограмм на внешний носитель включает следующие элементы:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Mode	OFF Record	Выход из меню записи осциллограмм Вызов меню записи
Record mode FrameSet	End frame	Выбор числа кадров в записи (1–1000) поворотом регулятора M
	Interval	Выбор интервала в записи (1 мс – 1000 с) регулятором M
	Infinity	Запись до заполнения внешнего носителя
Refresh	ON OFF	Обновление осциллограммы в процессе записи Прекращение обновления
Operate	Play Stop	Запуск записи Остановка записи

Примечание:

Возможна одновременная запись осциллограмм из канала CH1 и CH2. Если один из каналов отключается в процессе записи, воспроизвести записанную осциллограмму будет невозможно.

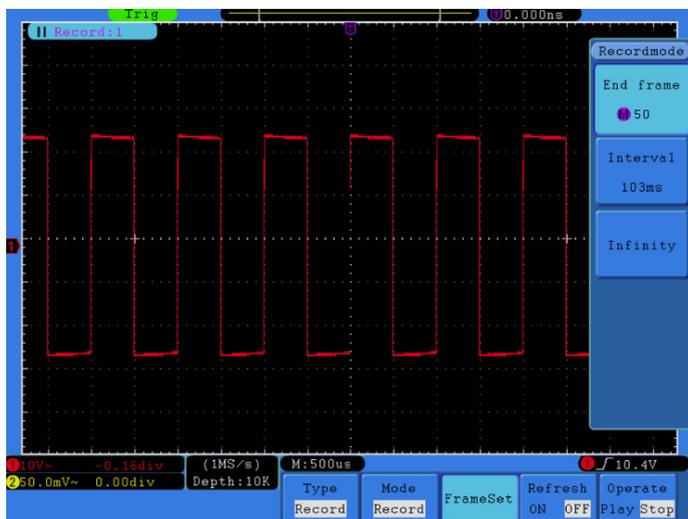


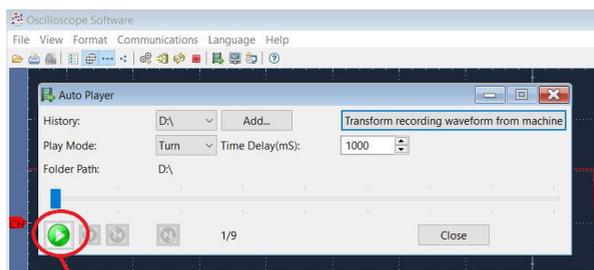
Рисунок 5.41. Запись осциллограммы на внешний носитель данных.

Для записи осциллограмм на внешний носитель выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Save.
2. Нажмите кнопку H1 и поворотом регулятора M выберите режим Record.
3. Нажмите кнопку H2. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать значение Record параметра Mode. Нажмите кнопку H3, чтобы выбрать значение External для типа носителя данных.
4. Нажмите кнопку H3. В меню Frame Set нажмите кнопку F1 и поворотом регулятора M выберите номер конечного кадра записи. Нажмите кнопку F2 и поворотом регулятора M задайте временной интервал между записываемыми кадрами. При необходимости нажмите кнопку F3, чтобы выбрать неограниченную длину записи, и вместо номера последнего кадра появится символ «-».
5. Нажмите кнопку H4, чтобы указать, будет ли производиться обновление осциллограммы на дисплее в процессе записи.
6. Нажмите кнопку H5, чтобы начать запись.

Подсоедините внешний носитель данных к компьютеру и найдите файл `wave_record_0.bin`, который и будет содержать записанную осциллограмму. Для воспроизведения этой осциллограммы откройте программу Oscilloscope Software для работы с данными осциллографа и выполните следующие действия:

1. Выберите команду Communications → Autoplayer.
2. Выполните преобразование записи с осциллограммы.
3. Добавьте преобразованные файл.
4. Выберите режим воспроизведения и задержку между кадрами.
5. Щелкните по зеленой кнопке в левом нижнем углу окна, чтобы запустить воспроизведение осциллограммы.



запуск воспроизведения осциллограммы

Рисунок 5.42. Воспроизведение осциллограммы на компьютере

5.8. Настройка вспомогательных системных функций

Функция Config

Нажмите кнопку Utility и с помощью кнопки H1 выберите опцию Config, чтобы перейти в следующее меню:

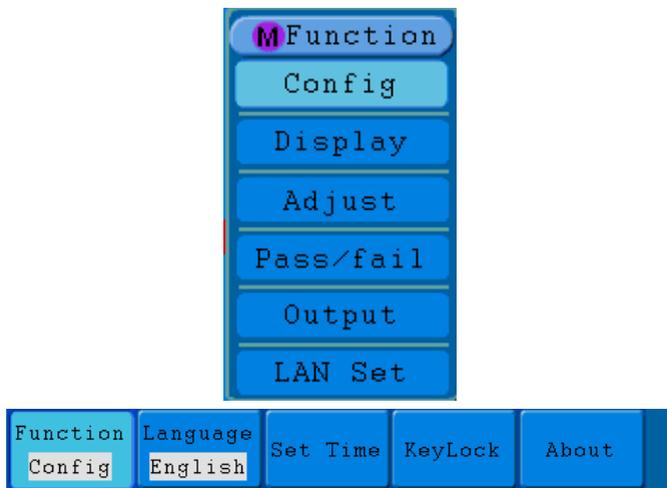


Рисунок 5.43. Меню настройки конфигурации

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки конфигурации:

Параметр меню	Доступные значения		Описание
Language	Русский English Others		Выбор языка операционной системы
Set Time	Display	On Off	Включение отображения даты Выключение отображения даты
	Hour Min Day Month Year		Настройка часов и минут Настройка числа и месяца Настройка года
KeyLock			Блокирует все кнопки. Для снятия блокировки нажмите кнопку 50% в поле управления запуском, а затем нажмите кнопку Force. Выполните эти действия три раза
About			Отображение модели и серийного номера осциллографа

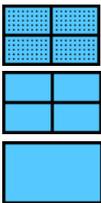
Функция Display

Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора M выберите опцию Display, чтобы перейти в следующее меню:



Рисунок 5.44. Меню настройки дисплея

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки дисплея:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
BackLight	0–100%	Настройка яркости подсветки с помощью регулятора M
Graticule		Выбор типа координатной сетки
Menu Time	5s-50s, OFF	Установка времени до автоматического сворачивания меню (от 5 до 50 с, либо отключение автоматического сворачивания)

Функция Adjust

Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора M выберите опцию Adjust, чтобы перейти в следующее меню:



Рисунок 5.45. Меню калибровки осциллографа

В следующей таблице приведено описание элементов меню калибровки осциллографа:

Параметр меню	Описание
SelfCal	Выполнение процедуры автокалибровки
Default	Возврат к заводским настройкам
ProbeCh	Проверка качества ослабления щупа

Выполнение автокалибровки

Процедура автокалибровки позволяет повысить точность измерений с помощью осциллографа в различных условиях окружающей среды. Если изменение температуры окружающей среды составляет больше 5°C, необходимо выполнить автокалибровку, чтобы обеспечить высокую точность измерений

Перед выполнением автокалибровки отсоедините измерительные щупы и провода от входных гнезд осциллографа. Нажмите кнопку Utility? затем нажмите кнопку H1, и в левой части дисплея появится меню системных функций. С помощью регулятора M выберите функцию Adjust. Нажмите на кнопку H2, чтобы выбрать значение Self Cal и запустить процедуру автокалибровки осциллографа.



Рисунок 5.46. Автокалибровка осциллографа

Проверка щупа

Эта функция дает возможность проверить, надлежащим ли образом работает ослабление щупа. Возможны три варианта результата проверки: избыточная компенсация, нормальная компенсация, недостаточная компенсация. В зависимости от результата проверки пользователь может отрегулировать ослабление щупа. Для проверки щупа выполните следующие действия:

1. Подсоедините щуп ко входу канала 1, и установите максимальное ослабление щупа.
2. Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора M выберите опцию Adjust. В меню в нижней части экрана появится кнопка ProbCh.
3. Нажмите кнопку H4, чтобы выбрать команду ProbCh, и на дисплее появится инструкция по проверке щупа.
4. Нажмите кнопку H4 еще раз, чтобы запустить проверку щупа, и примерно через 3 секунды на дисплее появится результат проверки. Нажмите любую кнопку, чтобы выйти из режима проверки.

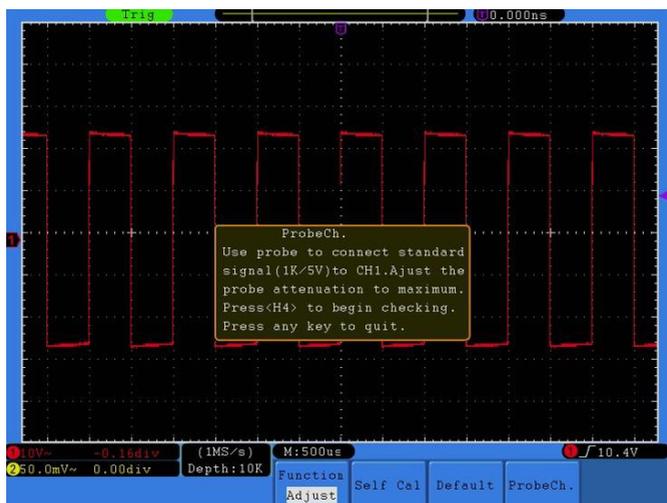


Рисунок 5.47. Проверка щупа

Функция Output

Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора M выберите опцию Output, чтобы перейти в следующее меню:



Рисунок 5.63. Меню функции Output

В следующей таблице приведено описание элементов меню функции настройки выходного канала Output:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	Trig level Pass/fail	Синхронный вывод пускового сигнала На выход подается высокий уровень сигнала при соответствии критерию (Pass) и низкий – при несоответствии (Fail)

Функция LAN

При использовании порта интерфейса локальной сети LAN, осциллограф может быть подключен к компьютеру напрямую или через роутер. Параметры сети могут быть настроены в следующем меню.

Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора M выберите опцию LAN Set, чтобы перейти в следующее меню:



Рисунок 5.64. Меню функции LAN Set

В следующей таблице приведено описание элементов меню настройки интерфейса локальной сети LAN Set:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Set	IP	Используйте кнопку F1 для переключения между отдельными байтами IP- адреса, и поворотом регулятора М выберите значение в диапазоне (0-255)
	Port	Поворотом регулятора М выберите значение в диапазоне (0-4000)
	Netgate	Используйте кнопку F3 для переключения между отдельными байтами IP-адреса шлюза, и поворотом регулятора М выберите значение в диапазоне (0-255)
	Phy addr	Используйте кнопку F4 для переключения между отдельными байтами физического адреса, и поворотом регулятора М выберите значение в диапазоне (0-FF)
	Net mask	Используйте кнопку F5 для переключения между отдельными байтами адреса, и поворотом регулятора М выберите значение маски подсети в диапазоне (0-255)
Save set	Сохранение текущих настроек и сообщение «reset to update the config» (сброс для обновления конфигурации)	

Функция Pass/Fail

Нажмите кнопку Utility и с помощью регулятора М выберите опцию Pass/Fail, чтобы перейти в следующее меню:



Рисунок 5.65. Меню функции Pass/Fail

В следующей таблице приведено описание элементов меню функции входного контроля Pass/Fail («Годен/не годен»):

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Operate	Enable Operate	Включение режима входного контроля Pass/Fail Запуск
Output	Pass Fail Beep Stop Info	Тестируемый сигнал соответствует заданному критерию Тестируемый сигнал не соответствует заданному критерию Звуковой сигнал при соответствии критерию Остановка при соответствии критерию Управление отображением информационного окна
Rule	Source Horizontal Vertical Create	Выбор источника осциллограммы: CH1, CH2 или Math Настройка величина допуска по горизонтали при помощи регулятора M Настройка величина допуска по вертикали при помощи регулятора M Использование выбранного условия в качестве критерия тестирования
SaveRule	Number Save Load	Выбор одной из восьми позиций Rule1 – Rule8 в качестве имени критерия Сохранение критерия в памяти Загрузка выбранного условия из памяти в качестве критерия тестирования

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.

Для запуска тестирования выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Utility, затем кнопку H1 и поворотом регулятора M выберите функцию Pass/Fail. В нижней части дисплея появится меню этой функции.
2. Включение функции тестирования: Нажмите кнопку H2, чтобы открыть меню

Operate, а затем нажмите кнопку F1, чтобы установить параметр Enable на значение ON.

3. Создание критерия тестирования: Нажмите кнопку H4, чтобы открыть меню настройки критерия Rule. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать источник сигнала. Нажмите кнопку F2 и поворотом регулятора M настройте величину допуска по горизонтали. Нажмите кнопку F3 и поворотом регулятора M настройте величину допуска по вертикали. Нажмите кнопку F4, чтобы сформировать критерий с выбранными условиями.
4. Установка типа отклика осциллографа: Нажмите кнопку H3, чтобы открыть меню Output. Выберите любое значение или комбинацию двух значений из вариантов отклика осциллографа: «Pass», «Fail» и «Beep». «Pass» и «Fail» являются взаимоисключающими вариантами, которые нельзя выбрать одновременно. Вариант «Stop» означает остановку осциллографа при соответствии сигнала заданному критерию.
5. Запуск тестирования: нажмите кнопку H2, а затем кнопку F2, чтобы выбрать значение «Start», и тестирование начнется.
6. Сохранение критерия: Нажмите кнопку H5, а затем кнопку F2, чтобы сохранить выбранный критерий, который при необходимости впоследствии можно будет вызвать из памяти. Для вызова сохраненного критерия нажмите кнопку F3.

Примечания

1. Когда включена функция Pass/Fail включена, то при запуске функции быстрого преобразования Фурье (FFT) или режима отображения осциллограммы в формате XY она отключается. Эта функция не может применяться в режимах FFT и XY.
2. При сбросе настроек на заводские установки (Factory), а также в режимах автомасштабирования (Auto Scale) и автоматической настройки (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.

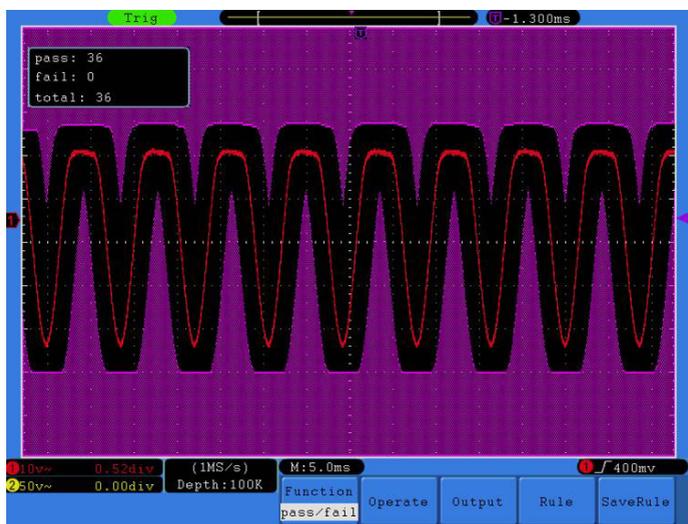


Рисунок 5.66. Тестирование Pass/Fail

5.9. Автоматические измерения

Нажмите кнопку Measure, чтобы вызвать меню настройки автоматических измерений.

Осциллограф позволяет автоматически измерять 20 параметров (перечень этих параметров указан в таблице с технических характеристик). всего могут быть выполнены 10 типов измерения напряжения и 10 типов измерений времени.

Соответствующее меню представлено на рисунке 5.67.

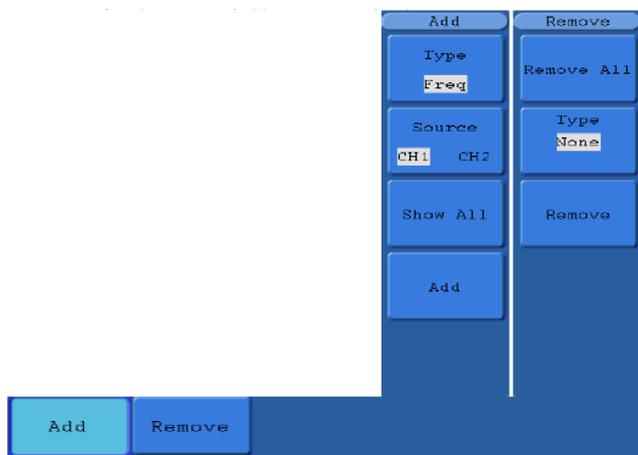


Рисунок 5.67. Меню настройки автоматических измерений

Элементы меню настройки автоматических измерений описаны в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения	Описание	
Add	Type	Нажатие кнопки F1 позволяет отобразить типы измерений	
	Source	CH1 CH2	Выбор источника сигнала
	Show all		Все измерения выводятся на дисплей
	Add		Добавляются выбранные типы измерений (отображаются в левой нижней части дисплея, можно одновременно добавить только 8 типов измерений)
Remove	Remove all		Все измерения удаляются с дисплея
	Type		Поворотом регулятора M выбирается тип измерения, который требуется удалить
	Remove		Удаляется выбранный тип измерения

Измерения могут быть проведены одновременно для обоих каналов. Для проведения измерений необходимо, чтобы канал был открыт (состояние ON). Автоматические измерения нельзя проводить в следующих случаях:

1. На сохраненной осциллограмме;
2. На осциллограмме, полученной в результате математических операций;
3. В формате отображения XY;
4. В формате Scan.

Для измерения частоты и размаха сигнала в канале CH1, среднего и среднеквадратичного значения сигнала в канале CH2 выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Measure, чтобы вызвать меню функции измерений.
2. Нажмите кнопку H1, чтобы вызвать меню Add.
3. Нажмите кнопку F2 и выберите канал CH1 в качестве источника сигнала.
4. Нажмите кнопку F1, и в левой части дисплея отобразится перечень типов измерений. Поворотом регулятора M выберите измерение периода сигнала Period.
5. Нажмите кнопку F4, и к измеряемым параметрам добавится период сигнала.
6. Снова нажмите кнопку F1, и после появления типов измерений в левой части дисплея поворотом регулятора M выберите измерение частоты сигнала Freq.
7. Нажмите кнопку F4, и к измеряемым параметрам добавится частота сигнала. На этом добавление требуемых параметров сигнала в канале CH1 закончено.
8. Нажмите кнопку F2 и выберите в качестве источника сигнала канал CH2.
9. Нажмите кнопку F1, и после появления типов измерений в левой части дисплея поворотом регулятора M выберите измерение среднего значения сигнала Average.

10. Нажмите кнопку F4, и к измеряемым параметрам добавится среднее значение сигнала.
11. Нажмите кнопку F1, и после появления типов измерений в левой части дисплея поворотом регулятора M выберите измерение размаха сигнала Vpp.
12. Нажмите кнопку F4, и к измеряемым параметрам добавится размах сигнала.

На этом добавление требуемых параметров сигнала в канале CH2 закончено (см. рисунок 5.68).

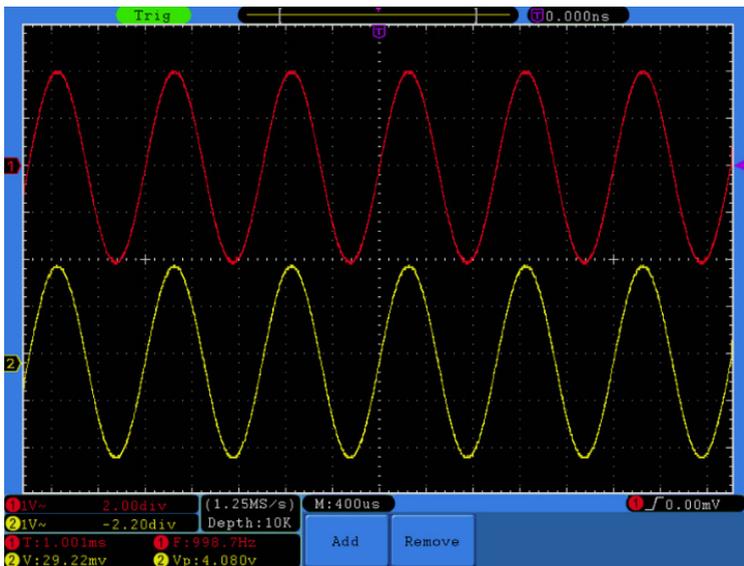


Рисунок 5.68. Автоматические измерения

Автоматическое измерение параметров напряжения

Осциллограф позволяет автоматически измерять следующие параметры напряжения: Амплитудное значение напряжения (V_{pp}), максимальная амплитуда напряжения (V_{max}), минимальная амплитуда напряжения (V_{min}), среднее значение напряжения (V_{avg}), амплитуда импульса (V_{amp}), среднееквадратическое значение напряжения (V_{rms}), среднееквадратическое значение напряжения первого периода осциллограммы (CycleRMS), среднееквадратическое значение напряжения между двумя курсорами (CursorRMS), напряжение, соответствующее вершине

прямоугольного импульса (V_{top}), напряжение, соответствующее основанию прямоугольного импульса (V_{base}), выброс на вершине прямоугольного импульса (Overshoot), выброс в паузе прямоугольного импульса (Preshoot).

На рисунке 5.69 изображен импульс, на котором показана часть перечисленных параметров.

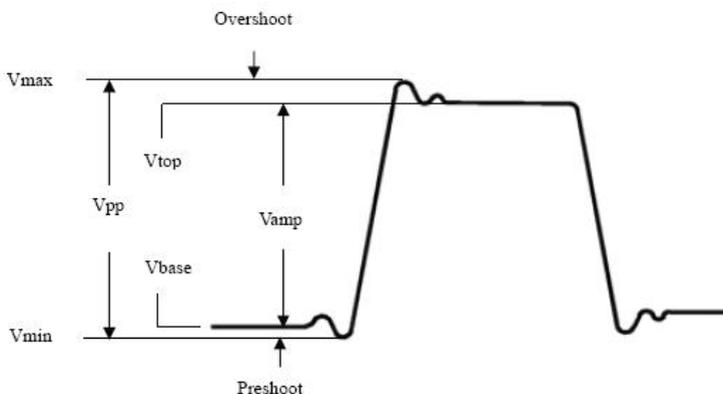


Рисунок 5.69. Параметры импульса

V_{pp} : размах (разница между максимальным и минимальным пиковыми значениями).

V_{max} : максимальное значение напряжения по всей осциллограмме.

V_{min} : минимальное значение напряжения по всей осциллограмме.

V_{amp} : амплитуда сигнала. Разность между нижним и верхним уровнями сигнала.

V_{top} : значение верхнего плоского уровня сигнала.

V_{base} : значение нижнего плоского уровня сигнала.

Overshoot: значение выброса на фронте импульса, определяется как $(Max - V_{top}) / V_{amp}$, полезное при анализе прямоугольных и импульсных сигналов.

Preshoot: значение отрицательного выброса перед фронтом импульса, определяется как $(Min - V_{base}) / V_{amp}$, полезное при анализе прямоугольных и импульсных сигналов.

Average: среднее арифметическое напряжения по всей осциллограмме.

Vrms: истинное среднеквадратичное значение по всей осциллограмме.

Cycle rms: истинное среднеквадратичное значение по первому полному периоду осциллограммы.

Cursor rms: истинное среднеквадратичное значение по интервалу между двумя курсорами.

Автоматическое измерение временных параметров

Осциллограф позволяет автоматически измерять следующие временные параметры, в том числе:

частоту (Freq), период (Period), длительность фронта импульса (Rise Time), длительность среза прямоугольного импульса (Fall Time), длительность положительного импульса (+Width), длительность отрицательного импульса (-Width), задержку между сигналами разных каналов, коэффициент заполнения для положительного импульса (+Duty), коэффициент заполнения для отрицательного импульса (-Duty), коэффициент заполнения (Duty Cycle).

На рисунке 5.69 изображен импульс, на котором проиллюстрирована часть перечисленных параметров.

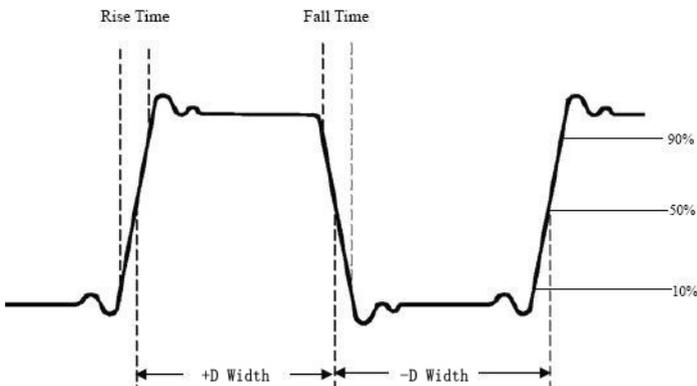


Рисунок 5.70. Временные параметры

Rise Time: время нарастания переднего фронта импульса, в течение которого уровень

сигнала повышается с 10% до 90% от его амплитуды.

Fall Time: время убывания заднего фронта импульса, в течение которого уровень сигнала понижается с 90% до 10% от его амплитуды.

+Width: ширина положительного импульса на уровне 50% амплитуды.

-Width: ширина отрицательного импульса на уровне 50% амплитуды.

Delay 1→2  : разность между временем прихода нарастающего фронта в первом и втором каналах.

Delay 1→2  : разность между временем прихода убывающего фронта в первом и втором каналах.

+Duty: коэффициент заполнения положительных импульсов, определяемый как $+D \text{ Width/Period}$ (период)

-Duty: коэффициент заполнения отрицательных импульсов, определяемый как $-D \text{ Width/Period}$ (период).

Duty Cycle: коэффициент заполнения, определяемый как отношение ширины положительного импульса к периоду сигнала.

Курсорные измерения

Нажмите кнопку Cursor, чтобы вызвать на дисплей меню функции курсорных измерений.

5.10. Курсорные измерения в нормальном режиме

Курсорные измерения в нормальном режиме включают измерения напряжения (Voltage) и измерения времени (Time), как показано на рисунке 5.70.



Рисунок 5.71. Меню функции курсорных измерений

Описание меню функции курсорных измерений приведено в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	OFF Voltage Time	Отключение курсорных измерений Отображение курсоров и меню измерения напряжения. Отображение курсоров и меню измерения времени.
Source	CH1 CH2	Выбор канала, к осциллограмме которого будут применены курсорные измерения

При выполнении курсорных измерений положение курсора 1 может быть настроено с помощью регулятора VERTICAL POSITION канала CH1, а положение курсора 2 – с помощью регулятора VERTICAL POSITION канала CH2.

Для измерения напряжения сигнала в канале CH1 выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Cursor, чтобы вызвать меню курсорных измерений.
2. Нажмите кнопку H2 и выберите канал CH1 в качестве источника сигнала в меню Source.
3. Нажмите кнопку H1, и в правой части дисплея появится меню Type. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать для этого параметра значение Voltage (измерение напряжения). При этом на дисплее появятся две горизонтальные пунктирные фиолетовые линии, соответствующие курсору 1 и курсору 2.
4. В соответствии с особенностями измеряемой осциллограммы выберите положения курсора 1 и курсора 2 вращением регуляторов VERTICAL POSITION канала CH1 и канала CH2. В окне в левом нижнем углу окна отображения осциллограммы показываются разность потенциалов между курсорами и текущие значения положений обоих курсоров (см. рисунок 5.72).



Рисунок 5.72. Вид осциллограммы при курсорных измерениях напряжения

Для измерения промежутков времени с помощью курсоров на сигнале в канале CH1 выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Cursor**, чтобы вызвать меню курсорных измерений.
2. Нажмите кнопку **H2** и выберите канал **CH1** в качестве источника сигнала в меню **Source**.
3. Нажмите кнопку **H1**, и в правой части дисплея появится меню **Type**. Нажмите кнопку **F3**, чтобы выбрать для этого параметра значение **Time** (измерение временных интервалов). При этом на дисплее появятся две вертикальные пунктирные фиолетовые линии, соответствующие курсору 1 и курсору 2.
4. В соответствии с особенностями измеряемой осциллограммы выберите положения курсора 1 и курсора 2 вращением регуляторов **VERTICAL POSITION** канала **CH1** и канала **CH2**. В окне в левом нижнем углу окна отображения осциллограммы показывается временной интервал между курсорами, обратную ему величину с размерностью частоты, и текущие значения положений обоих курсоров (см. рисунок 5.73).

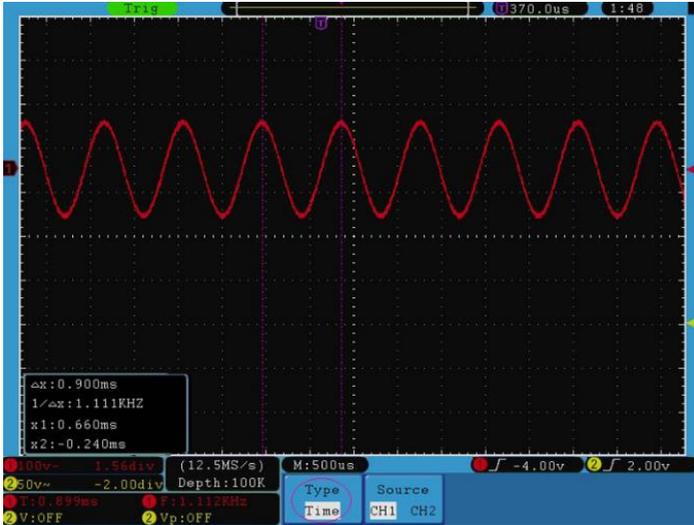


Рисунок 5.73. Вид осциллограммы при курсорных измерениях временных интервалов

Курсорные измерения в режиме FFT

Нажмите кнопку Cursor, чтобы вызвать показанное меню курсорных измерений, которое в режиме быстрого преобразования Фурье (FFT) включает измерение параметров Vamp (амплитуда) и Freq (частота). Это меню показано на рисунке 5.74.



Рисунок 5.74. Меню функции курсорных измерений в режиме FFT

Описание меню функции курсорных измерений в режиме быстрого преобразования Фурье приведено в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Type	OFF Voltage Time	Отключение курсорных измерений Отображение курсоров и меню измерения напряжения. Отображение курсоров и меню измерения времени.
Source	Math FFT	Источник сигнала – осциллограмма, полученная в результате быстрого преобразования Фурье.

При выполнении курсорных измерений положение курсора 1 может быть настроено с помощью регулятора VERTICAL POSITION канала CH1, а положение курсора 2 – с помощью регулятора VERTICAL POSITION канала CH2.

Для измерения амплитуды компонент спектра сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Cursor, чтобы вызвать меню курсорных измерений.
2. Нажмите кнопку H1, и в правой части дисплея появится меню Type. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать тип измерений Vamp. При этом на дисплее появятся две горизонтальные пунктирные фиолетовые линии, соответствующие курсору 1 и курсору 2.
3. В соответствии с особенностями измеряемой осциллограммы выберите положения курсора 1 и курсора 2 вращением регуляторов VERTICAL POSITION канала CH1 и канала CH2. В окне в левом нижнем углу окна отображения осциллограммы показываются разность потенциалов между курсорами и текущие значения положений обоих курсоров (см. рисунок 5.74).

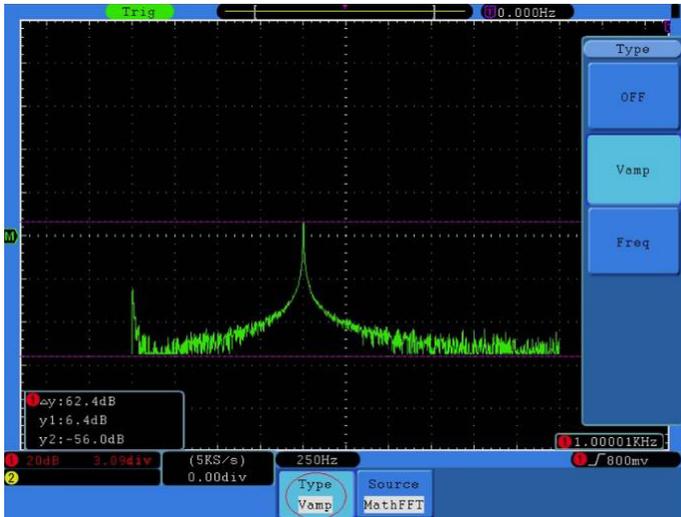


Рисунок 5.75. Вид осциллограммы при курсорных измерениях амплитуд компонентов спектра сигнала в режиме FFT

Для измерения частоты с помощью курсоров выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Cursor**, чтобы вызвать меню курсорных измерений.
2. Нажмите кнопку **H1**, и в правой части дисплея появится меню **Type**. Нажмите кнопку **F2**, чтобы выбрать тип измерений **Freq**. При этом на дисплее появятся две вертикальные пунктирные фиолетовые линии, соответствующие курсору 1 и курсору 2.
3. В соответствии с особенностями измеряемой осциллограммы выберите положения курсора 1 и курсора 2 вращением регуляторов **VERTICAL POSITION** канала **CH1** и канала **CH2**. В окне в левом нижнем углу окна отображения осциллограммы показываются разность частот между курсорами и текущие значения положений обоих курсоров (см. рисунок 5.76).

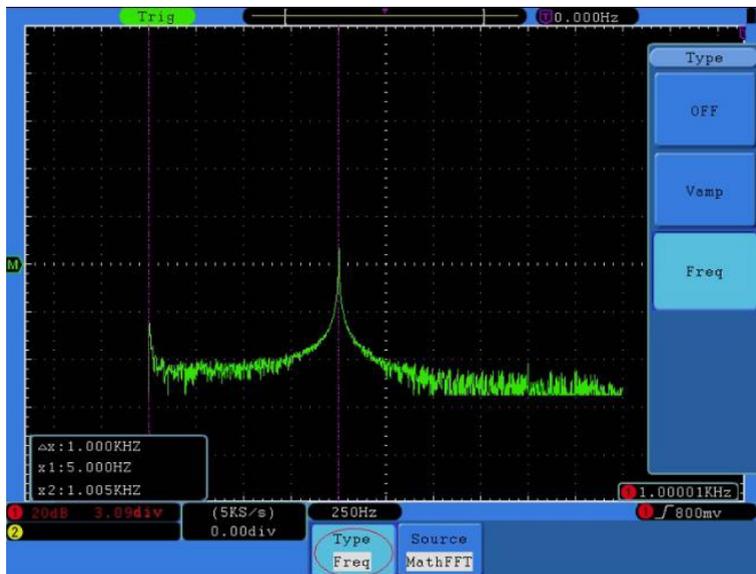


Рисунок 5.76. Вид осциллограммы при курсорных измерениях частоты сигнала в режиме FFT

5.11. Автоматическая настройка шкалы (автомасштабирование)

Автоматическая настройка шкалы (автомасштабирование) – очень полезная для начинающих пользователей осциллографа функция, позволяющая выполнять простое и быстрое тестирование входного сигнала. Функция автоматически применяется к последующим сигналам, даже если в какой-то момент времени изменяются. Функция автоматического масштабирования обеспечивает автоматическую настройку запуска, вертикальную и горизонтальную развертку в соответствии с видом, амплитудой и частотой сигнала.

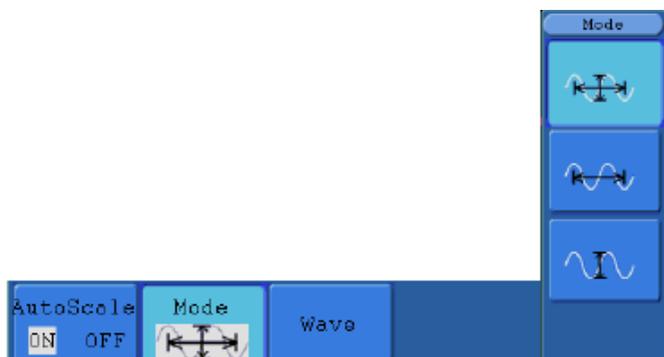
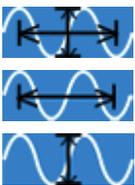
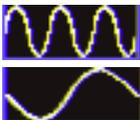


Рисунок 5.77. Меню автоматической настройки шкалы

Описание элементов меню функции автоматической настройки шкалы приведено в следующей таблице:

Параметр меню	Доступные значения	Описание
Autoscale	ON OFF	Включение автомасштабирования Выключение автомасштабирования
Mode		<p>Подстройка и горизонтальной, и вертикальной развертки в соответствии с изменением сигнала</p> <p>Подстройка только горизонтальной развертки в соответствии с изменением сигнала</p> <p>Подстройка только вертикальной развертки в соответствии с изменением сигнала</p>
Wave		<p>Отображение нескольких периодов сигнала</p> <p>Отображение только одного или двух периодов сигнала</p>

Если требуется измерять двухканальный сигнал, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Autoscale, и на дисплее появится меню функции.

2. Нажмите кнопку H1, чтобы выбрать значение ON.
3. Нажмите кнопку H2 и выберите значение  параметра Mode.
4. Нажмите кнопку H3 и выберите значение  параметра Wave.

После этого осциллограмма примет вид, который показан на рисунке 5.77.

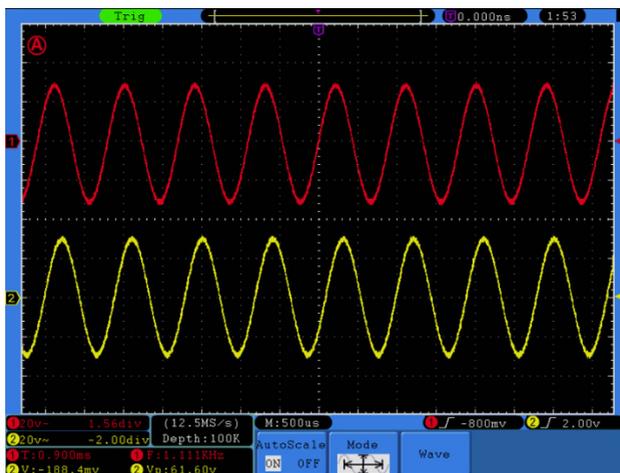


Рисунок 5.78. Вид осциллограммы при автомасштабировании по вертикальной и горизонтальной осям с отображением нескольких периодов сигнала

Примечания:

1. После перехода в режим автоматической настройки шкалы в левом верхнем углу дисплея с периодичностью 0,5 с будет мигать значок .
2. В режиме автомасштабирования осциллограф может самостоятельно выбрать тип и режим запуска (по фронту, по видеосигналу). В этом режиме меню настройки запуска недоступно.
3. В режиме XY, в состоянии STOP при нажатии кнопки Autoset для перехода в режим автомасштабирования осциллограф переключается в режим YT с автоматическим запуском.

4. В режиме автомасштабирования осциллограф всегда устанавливается на связь по постоянному току с автоматическим запуском. В этом режиме попытки изменить тип развязки входа или режим запуска не будут иметь никакого эффекта.
5. Если в режиме автомасштабирования регулируется смещение по вертикали, вертикальная развертка, уровень запуска или горизонтальная развертка в канале CH1 или CH2, то осциллограф выключит функцию автомасштабирования. Для возврата в этот режим нажмите кнопку Autoset.
6. Отключите подменю в меню автомасштабирования. При этом функция автомасштабирования отключается. Включение подменю приводит к включению автомасштабирования.
7. В режиме запуска по видеосигналу диапазон горизонтальной шкалы составляет 50 мкс. Если один канал настроен на запуск по фронту, а другой – на запуск по видеосигналу, то диапазон горизонтальной шкалы также составит 50 мкс, так прибор будет ориентироваться на режим запуска по видеосигналу.
8. При включении автомасштабирования будут принудительно установлены следующие настройки:
 - осциллограф переключится с дополнительной горизонтальной шкалы на основную;
 - если режим сбора данных осциллографом установлен на усреднение, то он переключится на режим обнаружения пиков.

Работа со встроенной справкой

1. Нажмите кнопку Help, и на дисплее появится оглавление справки.
2. Выберите требуемый раздел справки с помощью кнопок H1 и H2 или поворотом регулятора M.
3. Чтобы открыть выбранный раздел, нажмите кнопку H3 или нажмите на регулятор M.
4. Нажмите кнопку H5, чтобы выйти из справки или выполнить другие операции.

5.12.Использование исполнительных кнопок

К исполнительным кнопкам относятся кнопки Autoset, Run/Stop, Single, Copy.

Autoset

Автоматическая настройка является весьма полезным и быстрым способом применения набора заранее заданных функций ко входному сигналу и отображения осциллограммы, в оптимальном для ее наблюдения виде. Эта функция также включает выполнение ряда измерений.

Особенности настройки осциллограммы при использовании функции автоматической настройки Autoset, показаны в следующей таблице:

Параметр	Настройка
Режим сбора данных	Текущий
Развязка входа	Связь по постоянному току
Вертикальная шкала	Настраивается на оптимальный масштаб
Полоса пропускания	Полная
Уровень по горизонтали	Средний
Горизонтальная шкала	Настраивается на оптимальный масштаб
Тип запуска	Текущий
Источник пускового сигнала	Показывается минимальное число
Развязка пускового сигнала	Текущий
Наклон фронта запуска	Текущий
Уровень запуска	Настроен на средний уровень сигнала
Режим запуска	Автоматический
Формат отображения	YТ

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:

Гармонический сигнал (несколько периодов, одиночный период, быстрое преобразование Фурье (FFT), отмена автомасштабирования):



Прямоугольный сигнал (несколько периодов, одиночный период, нарастающий фронт, ниспадающий фронт, отмена автомасштабирования):



Видеосигнал:



Постоянное напряжение, неизвестный сигнал:



Описание некоторых пиктограмм:

- «Несколько периодов»: отображение нескольких периодов сигнала;
- «Одиночный период»: отображение одного периода сигнала;
- «FFT»: переключение в режим быстрого преобразования Фурье;
- «Нарастающий фронт»: отображение нарастающего фронта сигнала;
- «Ниспадающий фронт»: отображение ниспадающего фронта сигнала;
- «Cancel Autoset»: возврат к отображению верхнего меню и информации об осциллограмме.

Run/Stop

Включение и выключение выборки данных входных сигналов. Примечание: когда в состоянии STOP не производится выборка данных, вертикальную и горизонтальную развертку по-прежнему можно регулировать, то есть, осциллограмму можно растянуть или сжать в горизонтальном или вертикальном направлении. Когда цена деления горизонтальной шкалы ≤ 50 мс, ее можно растянуть еще на четыре шага.

Single

Эта кнопка позволяет непосредственно перейти в режим однократного запуска, при котором при возникновении пускового события формируется одна осциллограмма, после чего происходит остановка.

Сору

Осциллограмму можно сохранить, просто нажав кнопку Сору на панели управления осциллографа при любом виде пользовательского интерфейса на дисплее. Источник сигнала и адрес сохранения выбираются в соответствии с настройками меню функции Save для типа сохраняемых данных

Wave.

Более подробно функция сохранения данных описана в разделе «Сохранение осциллограмм».

6. Связь с ПК

Осциллографы поддерживают обмен данными с компьютером по интерфейсам USB, LAN и COM. Программное обеспечение для работы с осциллографом можно использовать для того, чтобы сохранять, анализировать и отображать данные на компьютере, а также для дистанционного управления осциллографом.

Ниже описана процедура подключения осциллографа к компьютеру. Вначале необходимо установить на компьютер программное обеспечение для работы с осциллографом, которое находится на поставляемом вместе с осциллографом компакт-диске. Предусмотрены несколько альтернативных способов подключения осциллографа к компьютеру.

6.1. Подключение через порт USB

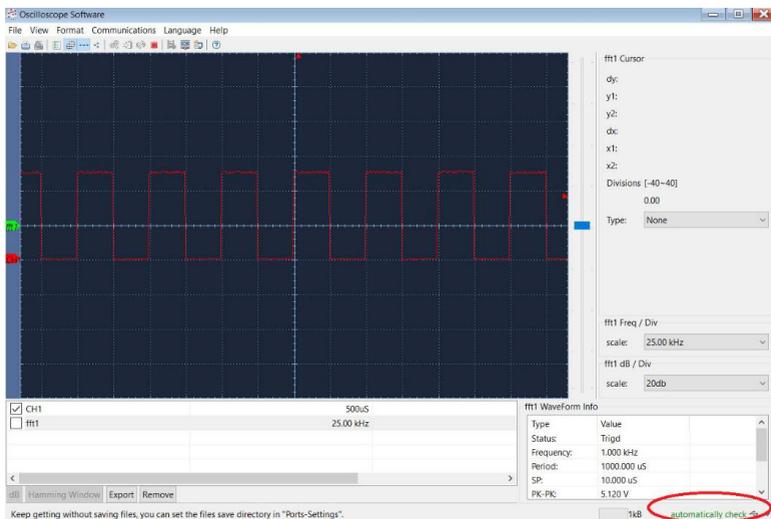


Рисунок 6.1. Подключение к компьютеру через порт USB

1. Подсоединение: соедините осциллограф с компьютером с помощью кабеля USB через порт USB типа «устройство» на правой панели осциллографа.

2. Установка драйвера: запустите на компьютере программу работы с осциллографом. Пройдите процедуру, обозначенную как «I. Device connection», для установки драйвера осциллографа.
3. Программная настройка порта: запустите на компьютере программу работы с осциллографом. Нажмите на кнопку «Communications» в строке меню в верхней части окна программы, выберите в выпавшем меню строку «Ports-Settings», в открывшемся диалоговом меню настроек установите параметр «Connect using» на значение «USB». После успешного подключения осциллографа информационная строка в нижнем правом углу окна программы изменит цвет на зеленый.

6.2. Подключение через порт LAN

6.2.1. Прямое подключение

1. Подсоединение: подсоедините сетевой кабель (LAN) к порту LAN, расположенному на правой панели осциллографа. Подсоедините другой конец сетевого кабеля к порту LAN компьютера.
2. Настройка сетевых параметров компьютера: поскольку осциллограф не поддерживает автоматическое получение IP-адреса, необходимо задать статический IP-адрес вручную

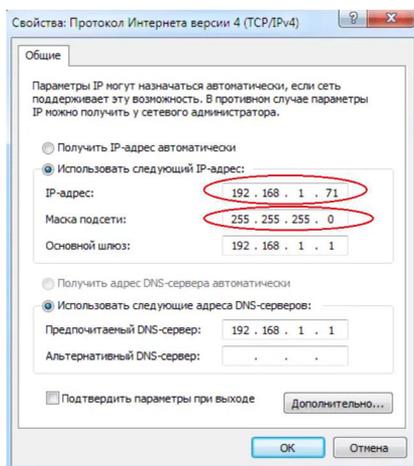


Рисунок 6.2. Настройка сетевых параметров компьютера

3. Настройка параметров сети в программе работы с осциллографом «Oscilloscope Software»: запустите на компьютере программу работы с осциллографом. Выберите элемент «Ports-settings» в меню «Communications». Установите параметр «Connect using» на значение «LAN». Первые три байта IP-адреса должны совпадать с первыми байтами IP-адреса, заданного в компьютере, последний байт должен отличаться. Диапазон значений параметра port составляет 0-4000, но порты с адресами менее 2000 всегда используются, поэтому рекомендуется устанавливать значение более 2000.

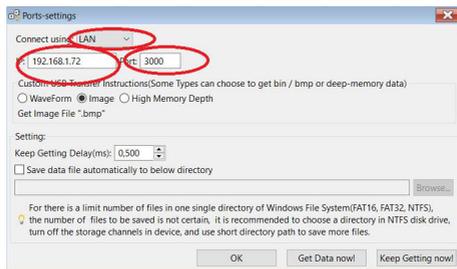


Рисунок 6.3. Настройка параметров сети в программе «Oscilloscope Software»

4. Настройка сетевых параметров осциллографа: на панели управления осциллографом нажмите кнопку Utility, а затем кнопку H1, поворотом регулятора M выберите опцию LAN Set. Нажмите кнопку H2, и в правой части дисплея появится меню настроек. Установите такие же значения параметров IP и Port, как в окне «Ports-settings» программы работы с осциллографом в п.3. Нажмите кнопку H3, чтобы выбрать команду «Save set». Появится сообщение «reset to update the config». После обновления настроек осциллографа установится нормальный обмен данных между осциллографом и программой.

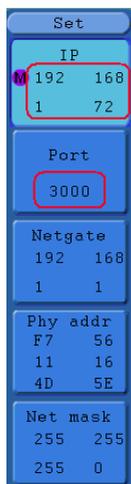


Рисунок 6.4. Настройка сетевых параметров осциллографа

6.2.2. Подключение через маршрутизатор

1. Подсоединение: подсоедините сетевой кабель (LAN) к порту LAN, расположенному на правой панели осциллографа. Подсоедините другой конец сетевого кабеля к маршрутизатору. Компьютер также должен быть подключен к маршрутизатору.
2. Настройка сетевых параметров компьютера: поскольку осциллограф не поддерживает автоматическое получение IP-адреса, необходимо задать статический IP-адрес вручную. Основной шлюз и маска подсети должны быть заданы в соответствии с параметрами маршрутизатора.

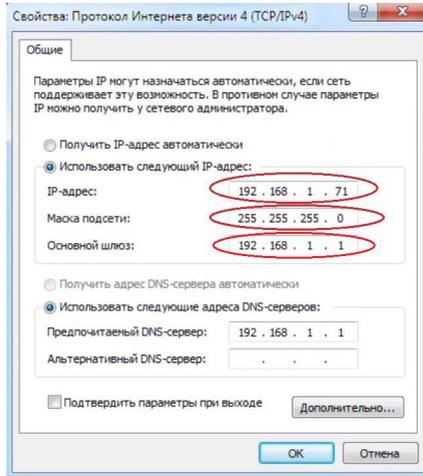


Рисунок 6.5. Настройка сетевых параметров компьютера

3. Настройка параметров сети в программе работы с осциллографом «Oscilloscope software»: запустите на компьютере программу работы с осциллографом. Выберите элемент «Ports-settings» в меню «Communications». Установите параметр «Connect using» на значение «USB». Первые три байта IP-адреса должны совпадать с первыми байтами IP-адреса, заданного в компьютере, последний байт должен отличаться. Диапазон значений параметра port составляет 0-4000, но порты с адресами менее 2000 всегда используются, поэтому рекомендуется устанавливать значение более 2000.

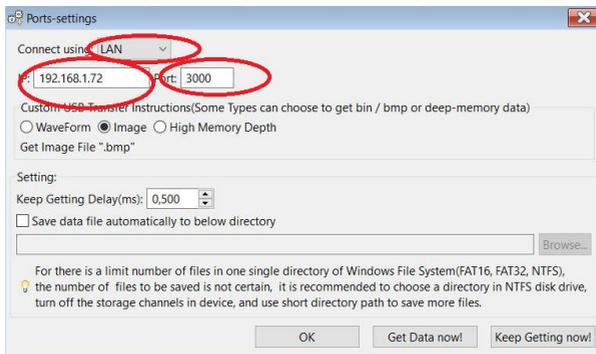


Рисунок 6.6. Настройка параметров сети в программе VERDO Oscilloscope Software

4. Настройка сетевых параметров осциллографа: на панели управления осциллографом нажмите кнопку Utility, а затем кнопку H1, поворотом регулятора M выберите опцию LAN Set. Нажмите кнопку H2, и в правой части дисплея появится меню настроек. Установите такие же значения параметров IP и Port, как в окне «Ports-settings» программы работы с осциллографом в п.3. Значения сетевого шлюза и маски сети должны быть установлены в соответствии с параметрами роутера. Нажмите кнопку H3, чтобы выбрать команду «Save set». Появится сообщение «reset to update the config». После обновления настроек осциллографа установится нормальный обмен данными между осциллографом и программой.

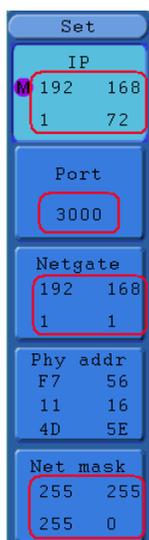


Рисунок 6.7. Настройка сетевых параметров осциллографа

Подключение через COM-порт

1. Подсоединение: соедините осциллограф с компьютером с помощью кабеля через COM-порт на правой панели осциллографа и COM-порт компьютера.
2. Установка драйвера: запустите на компьютере программу работы с осциллографом. Пройдите процедуру, обозначенную как «1. Device connection» для установки драйвера осциллографа.
3. Программная настройка порта: запустите на компьютере программу работы

с осциллографом. Нажмите на кнопку «Communications» в строке меню в верхней части окна программы, выберете в выпавшем меню строку «Ports-Settings», в открывшемся диалоговом меню настроек установите параметр «Connect using» на значение «COM».

Чтобы подробнее ознакомиться с работой программы, войдя в окно программы, нажмите кнопку F1, чтобы открыть справку программы.

7. Поиск и устранение неисправностей

1. Питание осциллографа включено, но на дисплее отсутствует изображение.
 - Проверьте, правильно ли осциллограф подключен к источнику питания.
 - Проверьте, не перегорел ли предохранитель рядом со входным разъемом для подключения к сети переменного тока (крышку отсека предохранителя можно открыть с помощью плоской отвертки).
 - После выполнения вышеуказанных проверок заново включите осциллограф.
 - Если неисправность по-прежнему имеет место, свяжитесь с сервисным центром.
2. После сбора данных сигнала осциллограмма на дисплее не формируется.
 - Проверьте, правильно ли соединен щуп с измерительным проводом.
 - Проверьте, правильно ли подсоединен провод к разъему BNC входа данного канала.
 - Проверьте, правильно ли подсоединен щуп к обследуемому объекту.
 - Проверьте, генерируется ли в обследуемом объекте какой-либо сигнал (можно проверить это, подав на канал, в котором зафиксирована неисправность, выходной сигнал с другого канала).
 - Повторите операцию сбора данных сигнала.
3. Измеренная амплитуда сигнала оказалась в 10 раз больше или в 10 раз меньше действительной (ожидаемой) величины.
 - Проверьте совпадают ли коэффициенты ослабления щупа, установленные на самом щупе и в соответствующем меню входного канала осциллографа (см. раздел 4.6 «Установка коэффициента ослабления щупа»).
4. Осциллограмма формируется, но она нестабильна.

- Проверьте, соответствует ли канал, выбранный в опции Source меню TRIG MODE в качестве источника пускового сигнала, каналу, на который в действительности подается исследуемый сигнал.
- Проверьте значение параметра Type в том же меню. Для обычных сигналов следует выбирать значение Edge, а для видеосигналов – значение Video. Если используется поочередный запуск, нужно настроить правильный уровень запуска в обоих входных каналах. Осциллограмма будет отображаться стабильно только при правильных настройках системы запуска.
- Попробуйте изменить тип развязки входа, выбрав режим подавления высоких частот или подавления низких частот, чтобы сгладить, соответственно, высокочастотный или низкочастотный шум за счет влияния помех на запуск осциллограммы.

5. Нет видимого отклика на нажатие кнопки Run/Stop.

- Проверьте, не выбран ли режим запуска Normal или Single в меню настройки запуска TRIG MODE, и не превышает ли уровень запуска амплитуду сигнала. Если так, расположите уровень запуска посередине дисплея или установите режим запуска Auto. Кроме того, при нажатии кнопки Autoset указанные настройки будут установлены автоматически.

6. Формирование осциллограммы замедляется после увеличения числа усреднений в режиме сбора данных AVERAGE (см. раздел «Настройка способа выборки») или после увеличения времени послесвечения (см. раздел «Настройка системы отображения сигнала»)

- Это нормально, поскольку осциллографу приходится обрабатывать увеличенные объемы данных.

8. Техническое обслуживание

8.1. Общий уход

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



Внимание: Во избежание повреждения осциллографа или его щупов не допускайте попадания на них спреев, жидкостей или растворителей.

8.2. Очистка

Осматривайте осциллограф и измерительные щупы с периодичностью, которую диктуют условия работы.

Очищайте внешнюю поверхность прибора по следующей процедуре:

1. Сотрите пыль с наружной поверхности прибора и щупов 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.

8.3. Руководство по эксплуатации батареи питания

8.3.1. Зарядка осциллографа

Подсоедините шнур питания к электросети. Включите выключатель питания на левой стороне осциллографа (удостоверьтесь, что нажата сторона кнопки, помеченная символом «-»). Горящий желтый индикатор на передней панели осциллографа показывает, что идет зарядка батареи. Когда батарея зарядится полностью, индикатор станет зеленым.

Когда вы получаете осциллограф, литиевая батарея может быть заряжена не полностью. Перед первым использованием выполните зарядку батареи в течение 12 часов. В зависимости от интенсивности использования полностью заряженная батарея может обеспечить до 4 часов работы прибора.

В верхнем правом углу дисплея присутствует индикатор заряда батареи (если индикатор отсутствует, обратитесь к описанию функции Display в разделе «Настройка вспомогательных системных функций»). Уровень заряда батареи иллюстрируется пиктограммами  ,  ,  и  . Когда индикатор принимает вид  , это означает, что осциллограф сможет работать от батареи не более 5 минут.

Примечание:

Во избежание перегрева батареи в процессе зарядки температура окружающей среды в месте зарядки не должна превышать верхний предел диапазона рабочих температур, указанный в технических характеристиках.

8.3.2. Замена литиевой батареи

Как правило, замена батареи не требуется. Однако если возникла необходимость в замене батареи, выполнять эту процедуру разрешается только силами квалифицированного персонала и только на литиевую батарею с такими же характеристиками.

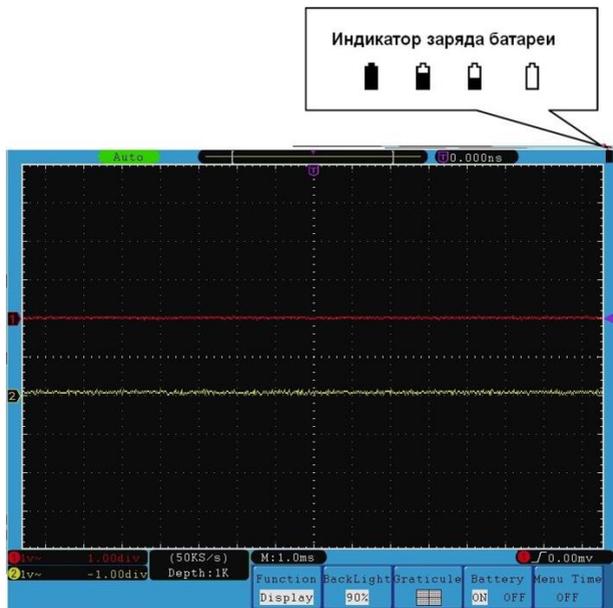


Рисунок 10.1. Индикатор заряда батареи питания

9. Техническая поддержка

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

10. Сведения о содержании драгметаллов

Сведений о содержании драгоценных металлов нет.

11. Утилизация

Особых условий утилизации не требует.

12. Хранение и транспортировка

Хранение осциллографа может быть кратковременным 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.

- Хранение осциллографа должно осуществляться в упаковке изготовителя при температуре $-20 - 60^{\circ}\text{C}$ 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.

13. Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемого осциллографа всем требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией.

Гарантийный срок эксплуатации – 36 месяцев.

14. Методика поверки

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»



 В.В. Федулов
«19» мая 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые VERDO SB1400

Методика поверки
МП SB1400/2023

Москва
2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые SB1400 (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях SB1401, SB1402, SB1403, SB1404, SB1405, SB1406 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 26.09.2022г. № 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 89-98 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 г. № 1942;

- 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	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке)	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
Определение погрешности измерения временных интервалов	да	да	10.3
Проверка верхней частоты полосы пропускания	да	да	10.4
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Периодическая поверка по запросу пользователя осциллографа 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 $(+23 \pm 5)$ °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 применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 3 Контроль условий проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °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 $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
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	диапазон измерений сопротивления от 40 Ом до 90 Ом и от 800 до 1200 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления $\pm 0,1$ %; относительная погрешность воспроизведения постоянного напряжения от $+(4$ мВ до 40 В) на нагрузку 1 МОм и от $\pm(4$ мВ до 4 В) на нагрузку 50 Ом по 4-х проводной схеме в пределах $\pm 0,2$ %; пределы допускаемой погрешности установки периода, $\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$ %; диапазон частот синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 3,2 ГГц	Калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530; рег. № 30374-13
п. 10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания	тип BNC(m-f), $50 \pm 0,5$ Ом	Нагрузка проходная

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 **Config** 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 (Firmware), должен быть не ниже 2.3.1.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ 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.

Допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений, если заявителем поверки не предъявлен запрос по их представлению в протоколе поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате осциллограф следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

10.1 Проверка входного сопротивления

10.1.1 Выполнить заводскую установку осциллографа. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.1.2 В настройках каналов установить **Probe: X1, Coupling: DC**.

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

10.1.4 Соединить выход активной головки калибратора 9500 В 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 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

10.1.7 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.1.4 - 10.1.6 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

К _о , мВ/дел	R _{вх} , МОм	Измеренное Значение, МОм	Нижний предел допускаемых значений, МОм	Верхний предел допускаемых значений, МОм
100	1		0,980	1,020

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. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

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

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

10.2.4 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.2.5 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: X1; K₀ = 2 мВ/дел.**

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 среднего значения (**Add: Mean CH1**).

10.2.10 Установить на калибраторе положительное значение напряжения $U_{\text{КАЛ+}} = +8$ мВ. Активировать выход калибратора.

Записать измеренное на канале осциллографа положительное значение напряжения $U_{\text{ПОЛ}}$ в столбец 4 таблицы 10.2.

Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения $U_{\text{КАЛ-}} = -8$ мВ.

Записать измеренное на канале осциллографа отрицательное значение напряжения $U_{\text{ОТР}}$ в столбец 5 таблицы 10.2.

Вычислить разностное значение $\Delta U = (U_{\text{ПОЛ}} - U_{\text{ОТР}})$ и записать его в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_0 и соответствующие значения $U_{\text{КАЛ+}}$ и $U_{\text{КАЛ-}}$, указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.2. Записывать измеренные на канале осциллографа значения напряжения $U_{\text{ПОЛ}}$ и $U_{\text{ОТР}}$ в столбцы 4 и 5 таблицы 10.2.

Вычислять разностные значения $\Delta U = (U_{\text{ПОЛ}} - U_{\text{ОТР}})$ и записывать их в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.12 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разьема канала прибора.

10.2.13 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.2.1 – 10.2.12 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.2 – Погрешность коэффициента отклонения

K_0	$U_{\text{КАЛ+}}$	$U_{\text{КАЛ-}}$	$U_{\text{ПОЛ}}$	$U_{\text{ОТР}}$	ΔU	$\Delta U_{\text{МИН}}$	$\Delta U_{\text{МАКС}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
2 мВ/дел	+8 мВ	-8 мВ				15,52 мВ	16,48 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	-20 мВ				38,8 мВ	41,2 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	-40 мВ				77,6 мВ	82,4 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	-80 мВ				155,2 мВ	164,8 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	-200 мВ				388 мВ	412 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	-400 мВ				776 мВ	824 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	-800 мВ				1,552 В	1,648 В
500 мВ/дел	+2,0 В	-2,0 В				3,88 В	4,12 В

1	2	3	4	5	6	7	8
1 В/дел	+4 В	-4 В				7,76 В	8,24 В
2 В/дел	+8 В	-8 В				15,52 В	16,48 В
5 В/дел	+20 В	-20 В				38,8 В	41,2 В
10 В/дел	+40 В	-40 В				77,6 В	82,4 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные разностные значения напряжения ΔU должны находиться в пределах допускаемых значений $\Delta U_{\text{МИН}}$ и $\Delta U_{\text{МАКС}}$, 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. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.3.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.3.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: X1; K_O = 200 мВ/дел.**

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

10.3.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 500 мкс/дел.

10.3.6 Установить на калибраторе 9500В режим **Time Marker** (меандр) с амплитудой 1 В_{п.п.} периодом 1 мс на нагрузку 1 МОм.

10.3.7 Соединить выход активной головки калибратора 9500В 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 1 мс.

10.3.9 Ручкой **Horizontal Scale** уменьшать коэффициент развертки и подстроить его так, чтобы было удобно произвести отчет положения переднего фронта импульса.

10.3.10 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, зафиксировать отчет положения фронта импульса. Если наблюдается неустойчивый сигнал, запустить однократную развертку кнопкой **Single**.

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 9500В от разъема канала прибора.

Таблица 10.3 – Погрешность измерения временных интервалов

Установленное время задержки, мс	Измеренное значение положения фронта, нс	Пределы допускаемых значений, нс
1		±100

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. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.4.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.4.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: XI; Limit: Full band; K₀ = 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 V_p (**Add: PK-PK CH1**).

10.4.8 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения синусоидального напряжения на нагрузку 50 Ом, частотой 50 кГц, напряжением 600 мВ_{п-п}.

10.4.9 Соединить выход головки калибратора с входом канала CH1 через проходную нагрузку 50 Ом.

10.4.10 Активировать выход калибратора. Подстроить на калибраторе уровень сигнала так, чтобы амплитуда сигнала составляла примерно 6 делений вертикальной шкалы осциллографа, а отсчет V_p был равен 600 мВ_{п-п}.

10.4.11 Установить на калибраторе значение частоты F_{МАКС}, соответствующее верхней частоте полосы пропускания осциллографа:

- для модификаций SB1401, SB1402 F_{МАКС} = 100 МГц;

- для модификаций SB1403, SB1404 F_{МАКС} = 200 МГц;

- для модификации SB1405, SB1406 F_{МАКС} = 300 МГц.

10.4.12 Уменьшая на осциллографе коэффициент развертки, установить его так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала. Записать отсчет V_p в столбец 3 таблицы 10.4.

10.4.13 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разема канала прибора.

10.4.14 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.4.1 – 10.4.13 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.4 – Верхняя частота полосы пропускания

K ₀	Напряжение V _p на частоте 50 кГц	Измеренное значение напряжения V _p на частоте F _{МАКС}	Нижний предел допускаемого значения
100 мВ/дел	600 мВ		424,2 мВ

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное значение V_p 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 проверяемого осциллографа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

1.1 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.

1.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке.

1.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений поверитель наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

1.4 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.

1.5 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.