

# Verdo SB1620

Осциллографы: VERDO SB1621, VERDO SB1622, VERDO SB1623, VERDO SB1624, VERDO SB1625, VERDO SB1626, VERDO SB1627



Руководство пользователя



# Содержание

<b>1. Общие требования безопасности</b>	<b>4</b>
<b>2. Условия и символы безопасности</b>	<b>6</b>
2.1. Условия безопасности	6
2.2. Символы безопасности	6
<b>3. Руководство для начинающих пользователей</b>	<b>9</b>
3.1. Общее знакомство с осциллографом	9
3.2. Знакомство с пользовательским интерфейсом	15
3.3. Как выполнить общую проверку	18
3.4. Как выполнить проверку функций	19
3.5. Как выполнить компенсацию пробника	20
3.6. Как установить коэффициент затухания пробника	21
3.7. Как безопасно использовать пробник	23
3.8. Как выполнить самокалибровку	23
3.9. Знакомство с вертикальной системой	24
3.10. Знакомство с горизонтальной системой	25
3.11. Знакомство с системой синхронизации	26
3.12. Сенсорное управление (опционально)	27
3.13. Функция лупы (только для VERDO SB1626 с сенсорным экраном)	35
<b>4. Расширенное руководство пользователя</b>	<b>37</b>
4.1. Как настроить вертикальную систему	38
4.2. Использование математических функций	42
4.3. Использование регуляторов вертикального положения и масштабирования	53
4.4. Как настроить горизонтальную систему	54
4.5. Как настроить триггер/систему декодирования	55
4.6. Как управлять меню функций	89
4.7. Как настроить систему отображения	92
4.8. Как сохранить и вызвать форму сигнала	96
4.9. Как записывать/воспроизводить формы сигналов	103
4.10. Как клонировать и вызывать осциллограмму	108
4.11. Как реализовать настройку вспомогательной функции системы	116
4.12. Как обновить прошивку прибора	122
4.13. Как выполнить автоматические измерения	124
4.14. Как настроить автоматическое измерение	131

4.15.Как измерять с помощью курсоров . . . . .	132
4.16.Как использовать автомасштабирование . . . . .	136
4.17.Как использовать встроенную справку . . . . .	139
4.18.Как использовать исполнительные кнопки . . . . .	139
4.19.Как распечатать изображение экрана . . . . .	142
<b>5.Генератор произвольной формы (опция) . . . . .</b>	<b>144</b>
5.1.Подключение выхода . . . . .	144
5.2.Настройка каналов . . . . .	145
5.3.Установка сигналов . . . . .	146
<b>6.Использование мультиметра (опционально) . . . . .</b>	<b>158</b>
6.1. Входные клеммы . . . . .	158
6.2.Меню DMM (мультиметра) . . . . .	158
6.3.Информационное окно DMM . . . . .	160
6.4.Проведение измерений мультиметром . . . . .	161
6.5.Особенности мультиметра . . . . .	164
6.6.Регистратор данных мультиметра . . . . .	165
<b>7.Связь с ПК . . . . .</b>	<b>170</b>
7.1.Использование USB-порта . . . . .	170
7.2.Использование порта LAN . . . . .	171
<b>8.Демонстрация . . . . .</b>	<b>176</b>
8.1.Пример 1: Измерение простого сигнала . . . . .	176
8.2.Пример 2: Определение коэффициента усиления усилителя в измерительной цепи . . . . .	177
8.3.Пример 3: Захват одиночного сигнала . . . . .	178
8.4.Пример 4: Анализ деталей сигнала . . . . .	180
8.5.Пример 5: Применение функции X-Y . . . . .	182
8.6.Пример 6: Триггер видеосигнала . . . . .	184
<b>9.Устранение неполадок . . . . .</b>	<b>186</b>
<b>10.Технические характеристики . . . . .</b>	<b>188</b>
10.1.Генератор сигналов (опционально) . . . . .	197
10.2.Мультиметр (опционально) . . . . .	197
10.3.Общие технические характеристики . . . . .	198
<b>11.Приложения . . . . .</b>	<b>200</b>

11.1.Приложение А: Аксессуары . . . . .	200
11.2.Приложение В: Общий уход и уборка . . . . .	.201
11.3.Приложение С: Руководство по использованию батареи . . . . .	.201
11.4.Приложение D: Методика поверки . . . . .	203

# 1. Общие требования безопасности

Перед использованием, пожалуйста, ознакомьтесь со следующими мерами предосторожности, чтобы избежать возможных повреждений и предотвратить повреждение данного прибора или других подключенных устройств. Во избежание опасности убедитесь, что данный прибор используется только в пределах указанного диапазона.

Только квалифицированный технический персонал может выполнять техническое обслуживание. Во избежание пожара или травмирования персонала:

- Правильно подключите пробник. Заземляющий контакт пробника соответствует шине заземления. Пожалуйста, не подключайте заземляющий конец к фазовому проводу.
- Используйте правильный кабель питания. Используйте только кабель питания, поставляемый с прибором.
- Правильно подключайте и отключайте прибор. Когда пробник или испытательный провод подключен к источнику напряжения, не подключайте и не отключайте пробник или испытательный провод произвольным образом.
- Проверьте все номиналы клемм. Во избежание опасности возгорания или поражения электрическим током проверьте все номиналы и маркировку данного прибора. Перед подключением к прибору обратитесь к руководству пользователя для получения дополнительной информации о номиналах.
- Не эксплуатируйте прибор без крышек. Не эксплуатируйте прибор со снятыми крышками или панелями.
- Избегайте открытых цепей. Не прикасайтесь к открытым разъемам и оголенным проводам и компонентам, когда прибор находится под напряжением.
- Не работайте, если есть какие-либо сомнения. Если вы подозреваете, что прибор поврежден, поручите его осмотр квалифицированному сервисному персоналу.
- Используйте ваш осциллограф в хорошо проветриваемом помещении.


Убедитесь, что прибор установлен с надлежащей вентиляцией, более подробную информацию см. в руководстве пользователя.


- Не работайте в условиях повышенной влажности.
- Не работайте во взрывоопасной атмосфере.
- Содержите поверхности прибора чистыми и сухими.

## 2. Условия и символы безопасности

### 2.1. Условия безопасности

Термины в данном руководстве. В этом руководстве могут отображаться следующие термины:

 **Предупреждение:** Предупреждение указывает на условия или действия, которые могут привести к травмам или гибели людей.

 **Внимание:** Предостережение указывает на условия или действия, которые могут привести к повреждению этого прибора или другого имущества.

Условия на прибор. Могут отображаться следующие термины:


**Опасность:** Это указывает на то, что травма или опасность могут произойти немедленно.

**Предупреждение:** Это указывает на то, что травма или опасность могут быть доступны потенциально.

**Внимание:** Это указывает на то, что может произойти потенциальный ущерб инструменту или другому имуществу.

### 2.2. Символы безопасности

Символы на изделии. На изделии может появиться следующий символ:

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

Чтобы избежать поражение током и предотвратить повреждение прибора и подключенного оборудования, перед использованием внимательно прочитайте следующую информацию по технике безопасности перед использованием тестового инструмента. Этот прибор можно использовать только в указанных приложениях.



**Предупреждение:** Все каналы осциллографа электрически не изолированы. Во время измерений каналы должны иметь общую землю. Для предотвращения короткого замыкания, два заземления пробника не должны быть подключены к двум различным неизолированным уровням постоянного тока.

Схема подключения заземляющего провода осциллографа:

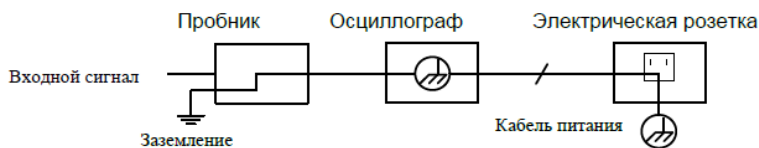
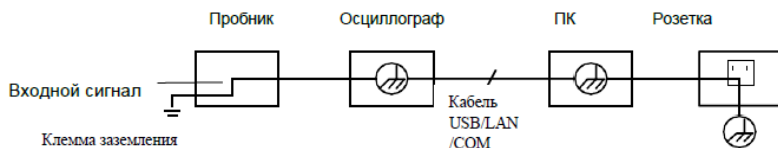



Схема подключения заземляющего провода при подключении осциллографа к ПК с питанием от сети переменного тока через порты:





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

 **Предупреждение:** Чтобы избежать пожара или поражения электрическим током, когда подключенный входной сигнал осциллографа составляет более 42 В (30 Вскз) или на цепях более 4800 ВА, обратите внимание на следующие пункты:

- Используйте только изолированные пробники напряжения и испытательные провода.
- Перед использованием проверьте принадлежности, такие как пробники, и замените их в случае каких-либо повреждений.
- Отключайте пробники, тестовые провода и другие принадлежности сразу после использования.
- Отсоедините USB-кабель, соединяющий осциллограф и компьютер.
- Не подавайте входное напряжение выше номинала прибора, так как напряжение на пробнике будет напрямую передаваться на осциллограф. Используйте прибор с осторожностью, если коэффициент пробника настроен как 1:1.
- Не используйте разъемы BNC без изоляции или разъем типа «банан» Не используйте открытые металлические разъемы BNC или разъем типа «банан».
- Не вставляйте металлические предметы в разъемы.

## 3. Руководство для начинающих пользователей

В этой главе рассматриваются следующие темы:

- Общее знакомство с осциллографом
- Знакомство с пользовательским интерфейсом
- Как выполнить общую проверку
- Как выполнить проверку функций
- Как выполнить компенсацию пробников
- Как установить коэффициент затухания пробника
- Как безопасно использовать пробник
- Как выполнить автоматическую калибровку
- Знакомство с вертикальной системой
- Знакомство с горизонтальной системой
- Знакомство с системой синхронизации
- Сенсорное управление (сенсорный экран является опциональным)

### 3.1. Общее знакомство с осциллографом

В данной главе дается простое описание работы и функций передней панели осциллографа, что позволяет ознакомиться с использованием осциллографа в кратчайшие сроки.

## 2.1.1. Передняя панель

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

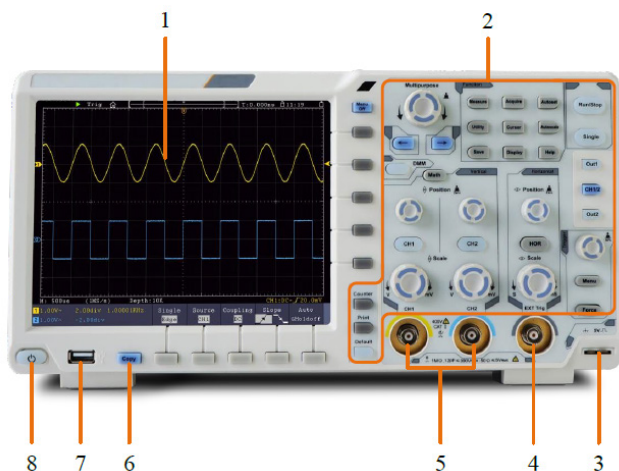


Рисунок 3-1 Передняя панель

1. Область отображения
2. Область управления (кнопка и ручка)
3. Компенсация пробника: выход измерительного сигнала (5 В / 1 кГц).
4. Вход синхронизации (триггера) EXT
5. Входные каналы осциллографа
6. Кнопка копирования: Вы можете сохранить форму сигнала, просто нажав эту кнопку в любом пользовательском интерфейсе

7. Порт USB Host: он используется для передачи данных, когда внешнее USB-оборудование подключается к осциллографу, рассматриваемому как «хост-устройство». Например, для сохранения формы сигнала на USB флэш-диск
8. Включение/выключение питания

Подсветка этой кнопки:

Красный свет: осциллограф выключен

Зеленый свет: осциллограф включен

### 2.1.2. Кнопки меню передней панели



Рисунок 3-2 Кнопки меню

## 2.1.3. Задняя панель



Рисунок 3-3 Задняя панель

1. Ручка
2. Решетка воздушного охлаждения
3. Входные клеммы мультиметра (опционально)
4. Входной разъем питания переменного тока
5. Предохранитель
6. Ножки: можно отрегулировать угол наклона осциллографа.
7. Порт VGA: Для подключения осциллографа к монитору или проектору в качестве выхода VGA (опционально).
8. LAN port: сетевой порт, который можно использовать для подключения к ПК.
9. Порт USB Device: он используется для передачи данных, когда внешнее USB-оборудование подключается к осциллографу, рассматриваемому как

«ведомое устройство». Например: использовать этот порт при подключении ПК к осциллографу по USB.

10. Lock Hole (отверстие для замка безопасности): вы можете заблокировать осциллограф в фиксированном месте с помощью замка безопасности (не входит в комплект поставки), чтобы закрепить осциллограф.
11. AV-порт: выходной порт AV-сигнала (опционально).
12. Порт Trig Out (P / F): выход сигнала триггера или выход Pass / Fail, также может использоваться в качестве порта выхода CH2 дополнительного двухканального генератора сигналов. Тип вывода можно задать в меню (Меню Utility→Output→Output).
13. Выход 1: выход (одноканальный) или выход CH1 (двухканальный) опционального генератора сигналов.

#### 2.1.4. Область управления

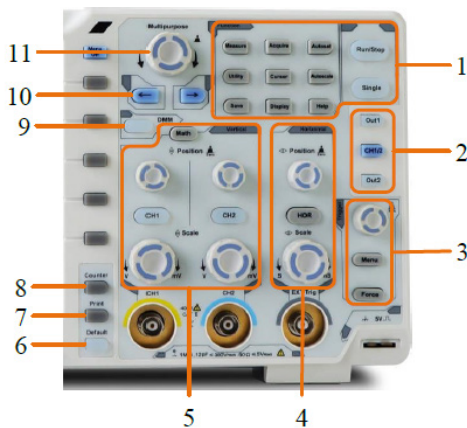


Рисунок 3-4 Обзор области управления

1. Область функциональных кнопок: всего 11 кнопок
2. Элементы управления генератором сигналов (опционально) или

DAQ: Регистратор данных мультиметра (см. «Регистратор данных мультиметра»)

P/F: Pass/Fail (Годен/Негоден см. раздел «Pass/Fail»)

W.REC: Запись формы сигнала (см. раздел «Как записывать/воспроизводить осциллограммы»)

3. Область управления синхронизацией (триггером) с 2 кнопками и 1 ручкой.

Ручка уровня запуска предназначена для регулировки напряжения триггера. Другие 2 кнопки относятся к настройке триггерной системы.

4. Область управления горизонтальной разверткой с 1 кнопкой и 2 ручками.

Кнопка «HOR» относится к меню настройки горизонтальной системы, ручка «Horizontal Position (Горизонтальное положение)» управляет положением триггера, «Horizontal Scale (Горизонтальная шкала)» управляет временной базой (масштаб временной развертки).

5. Область управления вертикальной разверткой с 3 кнопками и 4 ручками.

«CH1» и «CH2» соответствуют меню настроек в CH1 и CH2. (Здесь и далее CH1 и CH2 означают Канал 1 и Канал2, соответственно). Кнопка «Math» предоставляет доступ к математическим функциям формы сигнала (+, -, ×, /, FFT, пользовательская функция, цифровой фильтр). Две ручки «Vertical Position (Вертикальное положение)» управляют вертикальным положением CH1 / CH2, а две ручки «Scale» управляют масштабом вертикальной развертки CH1, CH2.

6. Кнопка Default (По умолчанию): установка заводских настроек.

7. Print (Печать): печать снимка экрана прибора.

8. Включает/выключает Counter (счетчик-частотомер) или включает/выключает функцию декодирования (опция).

9. DMM (опциональный мультиметр) или Snapshot (снимок)- (кнопка быстрого снимка измерения)

10. Клавиши направления: переместите курсор сфокусированного параметра.

11. Ручка M (Многоцелевая ручка): когда **M** символ появляется в меню, он указывает, что вы можете повернуть ручку M , чтобы выбрать меню или

установить значение. Вы можете нажать на него, чтобы закрыть меню слева и справа.

### 3.2. Знакомство с пользовательским интерфейсом

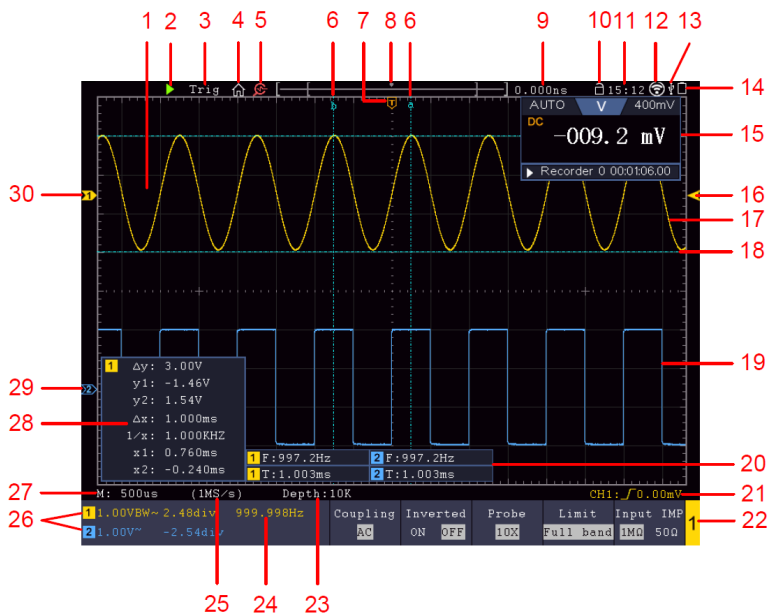


Рисунок 3-5 Иллюстративный рисунок интерфейсов дисплея

1. Область отображения формы сигнала.
2. Run/Stop (сенсорная кнопка на сенсорном экране) (см. раздел «Как использовать исполнительные кнопки»)
3. Состояние триггера, в том числе:

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



Trig: Событие запуска обнаруживается, после чего начинается захват осциллограммы (сбор данных).




Ready (Готовность): данные предварительно обрабатываются и готовы с запуску развертки.

Scan (Сканирование): непрерывный захват и отображение формы сигнала.

Stop (Остановка): сбор данных остановлен.

4. Нажмите, чтобы отобразить/скрыть сенсорную панель меню (только для сенсорного экрана). (см. раздел «Управление меню через сенсорный экран»).
5. Включение/выключение функции лупы (только для VERDO SB1626 с сенсорным экраном).
6. Две синие пунктирные линии указывают на вертикальное положение измерения курсора.
7. Т-образный указатель указывает горизонтальное положение триггера.
8. Указатель указывает положение триггера в длине записи.
9. Показывает текущее значение точки запуска и отображает местоположение текущего окна во внутренней памяти.
10. Сенсорный значок предназначен для включения (  ) или отключения (  ) управления сенсорным экраном (только для сенсорного экрана).
11. Показывает установленное время (см. «Конфигурация»).
12. Wi-Fi активирован (см. раздел «Связь с устройством Android через Wi-Fi (опционально)»).
13. Это указывает на то, что есть USB-диск, подключенный к осциллографу.
14. Индикация состояния заряда батареи (см. раздел «Дисплей»).
15. Окно мультиметра.
16. Указатель показывает положение уровня триггера.

17. Осциллограмма канала CH1.
18. Две синие пунктирные линии указывают на горизонтальное положение измерения курсора.
19. Осциллограмма канала CH2.
20. Указывает измеряемый тип и значение соответствующего канала. «Т» означает период, «F» означает частоту, «V» означает среднее значение, «Vp» - значение peak-peak, «Vr» - среднеквадратичное значение, «Ma» - максимальное значение амплитуды, «Mi» - минимальное значение амплитуды, «Vt» - значение напряжения плоского верхнего значения осциллограммы, «Vb» - значение напряжения плоского основания формы сигнала, «Va» - значение амплитуды, «Os» - значение превышения, «Ps» - значение Preshoot, «RT» - значение времени нарастания, «FT» - значение времени падения, «PW» - значение +width, «NW» - значение -Width, «+D» значение +Duty, «-D» - значение -Duty, «PD» - значение delay A→B, «ND» - значение задержки A→B, «TR» рабочий цикл RMS, «CR» курсор RMS, «WP» рабочий цикл по экрану, «RP» фаза, «+PC» +Количество импульсов, «FRR» FRR, «FRF» FRF, «FFR» FFR, «FFF» FFF, «LRR», «LRF» LRF, «LFR» LFR, «LFF» LFF, «-PC» - Счетчик импульсов, «+E» - кол-во нарастающих фронтов, «-E» - Количество ниспадающих фронтов, «AR» - Площадь, «CA» Область Цикла.
21. Значок показывает выбранный тип триггера, например,  представляет триггер на восходящем фронте для триггера Edge. При считывании отображается значение уровня триггера соответствующего канала.
22. Идентификатор канала текущего нижнего меню.
23. Показания показывают длину записи.
24. Частота триггерного сигнала.
25. Показания показывают текущую частоту дискретизации.
26. Показания указывают соответственно коэффициент деления напряжения и положения нулевой точки каналов. «BW» указывает на установленное ограничение полосы пропускания по данному каналу.

Значок показывает режим связи канала.

«—» указывает на связь постоянного тока

«~» указывает на связь по переменному току

« $\frac{1}{\equiv}$ » обозначает соединение канала с землей (GND)

27. Указан коэффициент временной развертки осциллографа.

28. Это окно курсорных измерений, показывающее абсолютные значения положения курсоров и относительные друг от друга показания курсоров.

29. Синий указатель показывает исходную точку заземления (положение нулевой точки) осциллограммы канала CH2. Если указатель не отображается, это означает, что этот канал не запущен.

30. Желтый указатель указывает на исходную точку заземления (положение нулевой точки) осциллограммы канала CH1. Если указатель не отображается, значит, канал не открыт.

### **3.3. Как выполнить общую проверку**

После того, как вы получите новый осциллограф, рекомендуется сделать проверку на приборе в соответствии со следующими шагами:

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

Если обнаружится, что упаковочная коробка или защита из пенопласта получили серьезные повреждения, не выбрасывайте их до тех пор, пока прибор и его аксессуары не будут проверены

2. Проверьте аксессуары

Поставляемые аксессуары уже описаны в «Приложении А: Комплектность» к настоящему Руководству. Вы можете проверить наличие аксессуаров со ссылкой на это описание. Если будет обнаружено, что какой-либо аксессуар утерян или поврежден, пожалуйста, свяжитесь с Вашим дистрибьютором.

3. Проверьте внешний вид и работоспособность

Поставляемые аксессуары уже описаны в «Приложении А: Комплектность» к

настоящему Руководству. Вы можете проверить наличие аксессуаров со ссылкой на это описание. Если будет обнаружено, что какой-либо аксессуар утерян или поврежден, пожалуйста, свяжитесь с Вашим дистрибьютором.

### 3.4. Как выполнить проверку функций

Сделайте быструю проверку функции, чтобы проверить нормальную работу прибора, в соответствии со следующими шагами:

1. Подключите кабель питания к источнику питания. Длительное нажатие



кнопки в левом нижнем углу осциллографа.

Прибор выполнит все элементы самопроверки и покажет стартовый экран. Нажмите кнопку Utilite (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню. Выберите «Adjust (Настроить)» в меню слева, выберите «Default (По умолчанию)» в нижнем меню. По умолчанию заданное значение коэффициента затухания пробника в меню равно 10X.

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

Подключите наконечник пробника и зажим заземления к разъему компенсатора пробника.

3. Нажмите кнопку Autoset (автоустановки) на передней панели.

Через несколько секунд на экране будет отображаться меандр с частотой 1 кГц и пик-пиковым значением 5 В (см. Рис. 3-6).

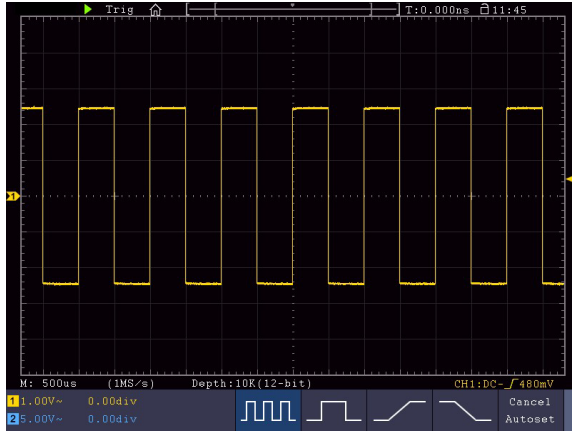


Рисунок 3-6 Автоматическая настройка

Проверьте канал CH2 путем повторения Шагов 2 и 3.

### 3.5. Как выполнить компенсацию пробника

При первом подключении пробника к любому входному каналу выполните эту настройку, чтобы согласовать пробник с входным каналом. Несогласованный (нескомпенсированный) пробник приведет к погрешности измерения. Для регулировки компенсации пробника выполните следующие действия:

1. Установите коэффициент затухания пробника в меню осциллографа в положение 10X, а коэффициент переключателя в пробнике в положение 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника») и подключите пробник к каналу CH1. Если используется наконечник крючка пробника, убедитесь, что он поддерживает тесный контакт с пробником. Подключите наконечник пробника к сигнальному разъему компенсатора пробника и подключите земляной зажим пробника к разъему заземления компенсатора пробника, а затем нажмите кнопку Autoset (автоустановки) на передней панели.
2. Проверьте отображаемые формы сигналов и регулируйте пробник до тех пор, пока не будет достигнута правильная компенсация (см. Рисунок 3-7 и Рисунок 3-8).



Рисунок 3-7 Отображаемые формы сигналов при компенсации пробника

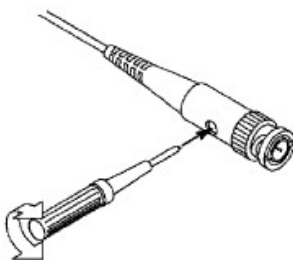


Рисунок 3-8 Регулировка пробника для компенсации

### 3.6. Как установить коэффициент затухания пробника

Пробник имеет несколько коэффициентов затухания, которые будут влиять на вертикальный масштабный коэффициент осциллографа.

Чтобы изменить или проверить коэффициент затухания в меню осциллографа:

1. Нажмите кнопку меню функций используемых каналов (кнопка CH1 или CH2).
2. Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню; выберите Attenu в правом меню, поверните ручку M, чтобы выбрать правильное значение, соответствующее пробнику.

Этот параметр будет действителен все время, прежде чем он будет изменен снова.

**⚡ Предупреждение:** Коэффициент затухания пробника на приборе по умолчанию предустановлен равным 10X. Убедитесь, что заданное значение переключателя затухания в пробнике совпадает с выбором в меню коэффициента затухания пробника в осциллографе.

Значения переключателя на пробнике равны 1X и 10X (см. рис. 3-9).

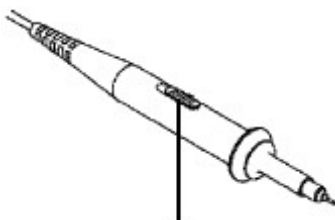


Рисунок 3-9 Переключатель затухания

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

### 2.6.1. Автоматическое определение коэффициента затухания пробника

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

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

### 3.7. Как безопасно использовать пробник

Защитное кольцо вокруг корпуса пробника (см. рисунок 3-10) предотвращает прямой случайный контакт пальца с элементами конструкции пробника, на которых может быть электрический потенциал, т.о. защищая оператора от поражения электрическим током.

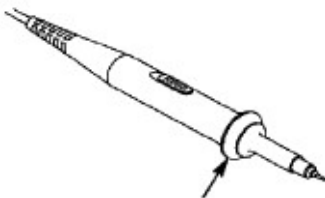


Рисунок 3-10 Защита пальца



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

### 3.8. Как выполнить самокалибровку

Применение самокалибровки позволяет быстро настроить осциллограф и получить наиболее точные результаты измерения. Вы можете выполнить эту прикладную программу в любое время. Эта процедура должна выполняться всякий раз, когда изменение температуры окружающей среды составляет 5 °C или более.

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



### 3.9. Знакомство с вертикальной системой

Как показано на рисунке 3-11, в зоне контроля вертикальной развертки (Vertical Controls) есть несколько кнопок и ручек. Следующие практики помогут познакомиться с примерами использования органов настройки вертикальной развертки.



Рисунок 3-11 Вертикальная зона управления

1. Используйте ручку « $\Delta$  Position (Вертикальное положение)», чтобы расположить сигнал в центре дисплея. Т.о. ручка вертикального положения выполняет функцию регулирования вертикального положения отображения сигнала. При этом, при повороте этой ручки вслед за осциллограммой движется вверх вниз и указатель нулевой точки канала.

На заметку:

Если канал находится в режиме связи постоянного тока, можно быстро измерить постоянную составляющую сигнала путем наблюдения разницы между формой волны и заземлением сигнала.

Если канал находится в режиме переменного тока, компонент постоянного тока будет отфильтрован. Этот режим помогает отображать компоненту переменного тока сигнала с более высокой чувствительностью.


Как быстро установить нулевое вертикальное смещение:

Поверните ручку вертикального положения, чтобы изменить вертикальное положение отображения выбранного канала, и нажмите ручку положения, чтобы

установить вертикальное положение дисплея обратно на 0. Такой прием особенно полезен, когда осциллограмма вылезает за область экрана и ее необходимо быстро вернуть в центр экрана.

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

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

- Поверните ручку  Scale (Вертикальная шкала) и измените вертикальный коэффициент масштабирования выбранного канала, можно обнаружить, что коэффициент масштабирования выбранного канала в строке состояния был изменен соответствующим образом.
- При нажатии кнопок CH1, CH2 и Math на экране отобразится меню управления, символы, формы сигналов и информация о состоянии масштабного коэффициента соответствующего канала.

### 3.10. Знакомство с горизонтальной системой

Как видно на рисунке 3-12 среди элементов управления в горизонтальной развертке есть кнопка и две ручки. Следующие действия помогут познакомиться с настройкой горизонтальной развертки.



Рисунок 3-12 Зона управления горизонтальной разверткой

1. Поверните ручку «  $\langle \rangle$  Scale (Горизонтальная шкала)», чтобы изменить настройку горизонтальной временной развёртки и наблюдать за последующим изменением информации о состоянии.
2. Используйте ручку горизонтального положения (  $\langle \rangle$  Position) для регулировки горизонтального положения осциллограммы в окне формы сигнала. Ручка горизонтального положения используется для управления временным положением точки запуска и для других специальных применений. Если она применяется для временного смещения точки запуска, то можно заметить, что осциллограмма перемещается горизонтально при повороте этой ручки.

Быстрая установка нулевого положения горизонтального положения

Поверните ручку горизонтального положения, чтобы изменить горизонтальное положение канала, и нажмите ручку горизонтального положения, чтобы установить смещение триггера обратно на 0 в качестве сочетания клавиш.

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

### 3.11. Знакомство с системой синхронизации

На рисунке 3-13 показаны элементы управления синхронизацией (триггером): одна ручка и три кнопки. Следующие упражнения помогут познакомиться с настройкой триггерной системы.



Рисунок 3-13 Зона управления триггером



1. Нажмите кнопку Menu (Меню) в области управления триггером и вызовите меню запуска. С помощью операций кнопок выбора меню настройка триггера может быть изменена.

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

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

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

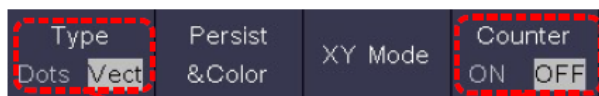
## 3.12. Сенсорное управление (опционально)

Если установлена опция сенсорного ЖК-дисплея, вы можете управлять осциллографом различными жестами. Сенсорный значок в правом верхнем углу экрана используется для включения (  ) или отключения (  ) управления сенсорным экраном.


Инструкция по управлению сенсорным экраном приведена ниже. Вы также можете использовать кнопки / ручки, заключенные в скобки, чтобы сделать то же самое.

### 2.12.1. Управление меню с помощью сенсорного экрана

- Выберите пункт меню: коснитесь пунктов меню в нижнем меню, в правом меню или в меню слева.
- Переключение пунктов меню: Если в меню есть опции, которые можно переключить, вы можете несколько раз коснуться области пункта меню для переключения или нажать соответствующую кнопку для переключения. Смотрите рисунок ниже:

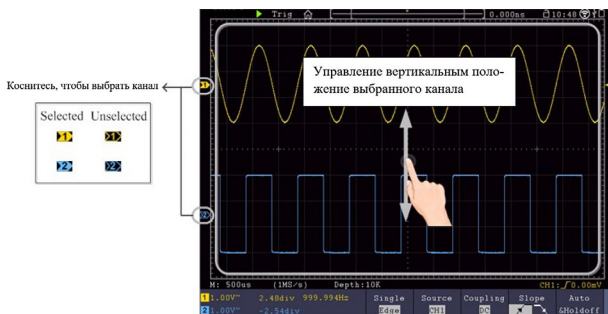


Нажмите несколько раз, чтобы переключить параметры

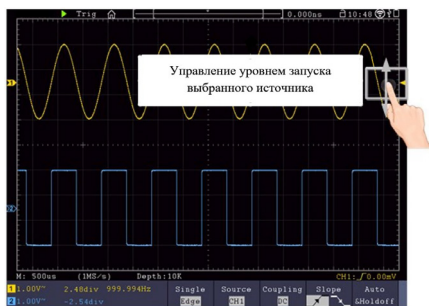
- Прокрутите список: если в левом меню или в окне файловой системы есть полоса прокрутки, вы можете провести пальцем вверх и вниз, чтобы прокрутить список.
- Сенсорная панель меню: щелкните  значок в левой верхней части области отображения, появится панель меню. Щелчок по пункту меню аналогичен нажатию соответствующей кнопки.

### 2.12.2. Жесты в обычном режиме

- Выберите канал (кнопка CH1 или CH2): нажмите на указатель в левой части соответствующего канала, чтобы перевести его в выбранное состояние.
- Установите вертикальное положение выбранного канала (ручка вертикального положения): проведите пальцем вверх или вниз по экрану.



- Установите уровень триггера источника в меню триггера (ручка уровня триггера): проведите пальцем вверх или вниз по области рядом с указателем триггера справа.



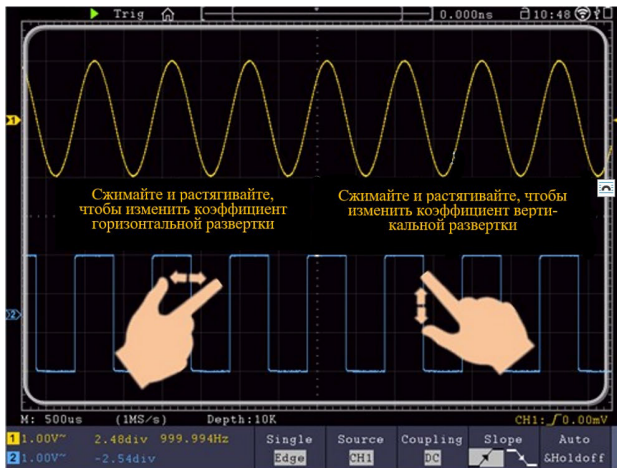
- Установите горизонтальное положение (ручка горизонтального положения): проведите пальцем влево или вправо по области отображения.



### 2.12.3. Double Zoom и Single Zoom (Двойной и одинарный зум)

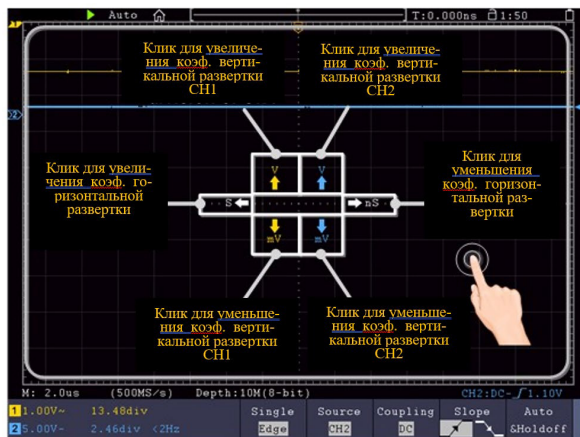
- В сенсорной панели меню, если выбран DoubleZoom, в области отображения чтобы изменить коэффициент горизонтальной развертки сжимайте и растягивайте по горизонтали, чтобы изменить коэффициент вертикальной развертки выбранного канала сжимайте и растягивайте по вертикали.

Main Menu			
CH1	CH2	HOR	Out1
Trig Menu	Single	Force	Out1/2
Measure	Acquire	Autoset	Out2
Utility	Cursor	Autoscale	Math
Save	Display	Help	DMM
DoubleZoom			



- В сенсорной панели меню, если выбран SingleZoom , щелкните в любом месте области отображения, чтобы отобразить сенсорную панель управления.

Main Menu			
CH1	CH2	HOR	Out1
Trig Menu	Single	Force	Out1/2
Measure	Acquire	Autoset	Out2
Utility	Cursor	Autoscale	Math
Save	Display	Help	DMM
SingleZoom			

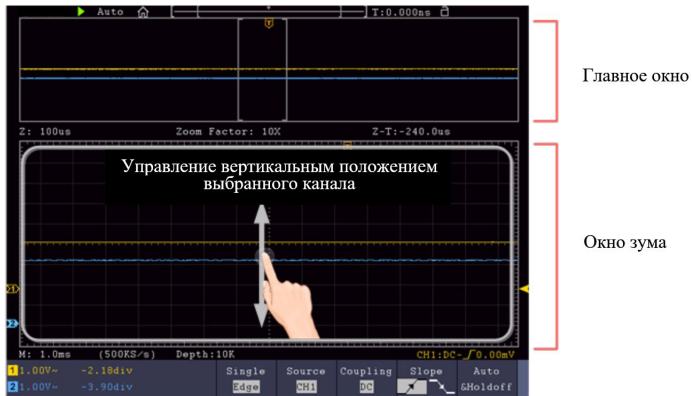


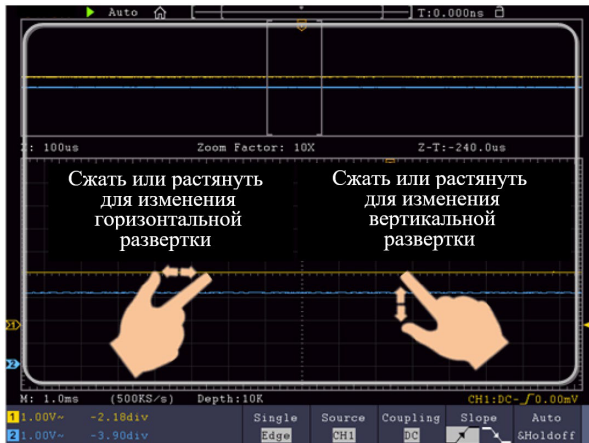
- Установите коэффициент развертки по напряжению (ручка вертикальной шкалы): нажмите на левую верхнюю область, чтобы увеличить коэффициент вертикальной развертки CH1; нажмите на левую нижнюю область, чтобы уменьшить коэффициент вертикальной развертки CH1. Нажмите на правую верхнюю область, чтобы увеличить коэффициент вертикальной развертки CH2; нажмите на правую нижнюю область, чтобы уменьшить коэффициент вертикальной развертки CH2.
- Установите коэффициент горизонтальной развертки (ручка Horizontal Scale): Нажмите на левую область, чтобы увеличить коэффициент горизонтальной развертки; нажмите на правую область, чтобы уменьшить коэффициент горизонтальной развертки.

#### 2.12.4. Жесты в режиме зума

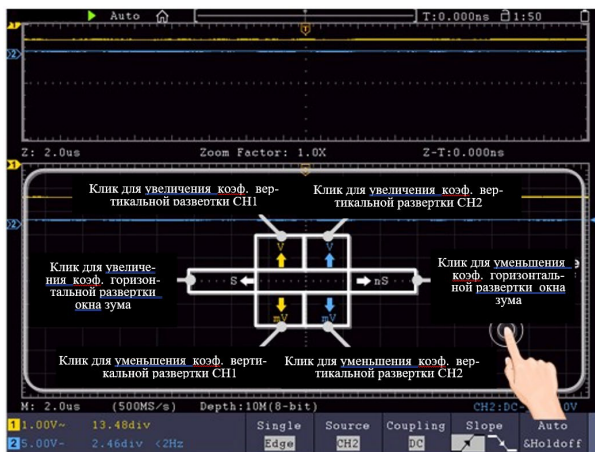
Нажмите кнопку Horizontal HOR, чтобы перейти в режим масштабирования (зумирования). В верхней половине дисплея отображается главное окно, а в нижней половине — окно масштабирования (зума). Окно масштабирования представляет собой увеличенную часть Главного окна.







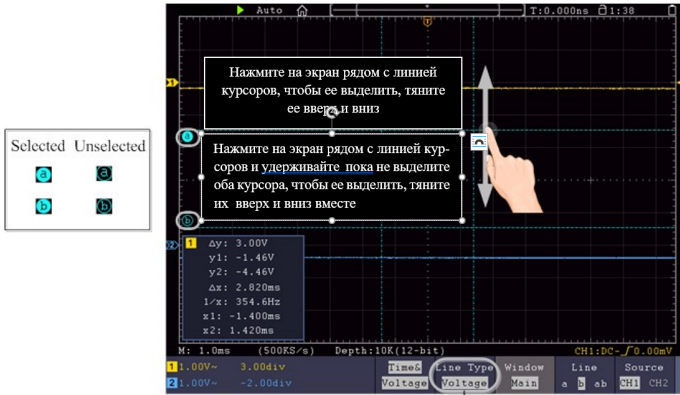
(Двойной зум)





(Один зум)

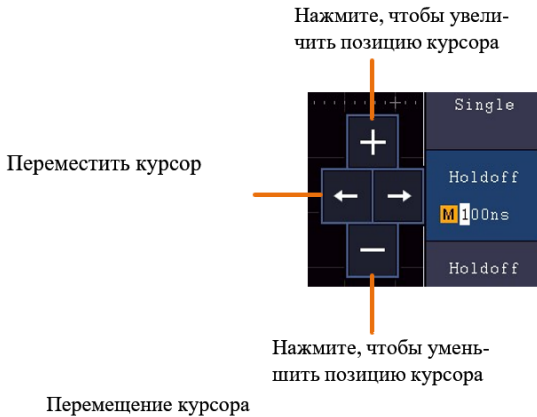
### 2.12.5. Другие операции с использованием сенсорного экрана

- Измерение с помощью курсоров:





Переключение горизонтальных и вертикальных курсоров

- Запуск/Остановка: Дважды коснитесь области отображения или щелкните  или  слева сверху области отображения, чтобы запустить или остановить выборку формы сигнала.
- Сенсорная клавиатура: нажмите, чтобы ввести символы.
- Изменение значений в пункте меню:



### 3.13. Функция лупы (только для VERDO SB1626 с сенсорным экраном)

Окно лупы может отображать увеличенную часть осциллограммы, когда функция лупы включена.

Нажмите на иконку  в левой верхней части области отображения, появится окно лупы и меню. Чтобы отключить функцию экранной лупы, нужно щелкнуть значок .



Описание меню лупы отображается следующим образом:

Меню функций	Значения	Описание
Horizontal (Горизонтальный)	1 5 10	Кoeffициент горизонтального увеличения. Размер окна лупы фиксирован. Поэтому, чем больше это значение, тем короче горизонтальная длина выбранной части осциллограммы.

Vertical (Вертикальный)	1 2 4 8 16 32	Коэффициент вертикального увеличения. Размер окна лупы фиксирован. Поэтому, чем больше это значение, тем короче вертикальная высота выбранной части осциллограммы.
Transparent (Прозрачный)	ON OFF	Делает окно лупы прозрачным или нет.

### 2.13.1. Курсорные измерения в окне лупы

Когда функция лупы включена, нажмите клавишу Cursor на панели, чтобы отобразить меню курсора. В нижнем меню выберите Window (Окно) как Main (Главное) или Extension (Расширение), чтобы курсоры отображались в главном окне или в окне лупы.



Примечание: Функция лупы отключена в режиме зума, математических функций, FFT, режиме XY, режиме медленного сканирования (самописец), состоянии остановки, режиме сбора данных с усреднением и режиме послесвечения.

## 4. Расширенное руководство пользователя

До сих пор вы уже знакомы с основными операциями функциональных областей, кнопок и ручек на передней панели осциллографа. Основываясь на введении предыдущей главы, пользователь должен иметь первоначальные знания об определении изменения настроек осциллографа путем наблюдения за строкой состояния. Если вы еще не знакомы с вышеупомянутыми операциями и методами, советуем ознакомиться с разделом главы 3 «Руководство для начинающих пользователей».

В этой главе будут рассмотрены главным образом следующие темы:

- Как настроить вертикальную систему
- Как настроить горизонтальную систему
- Как настроить триггер/систему декодирования
- Как выполнить настройку выборки
- Как настроить систему отображения
- Как сохранить и вызвать осциллограмму
- Как записывать/воспроизводить формы сигналов
- Как клонировать и воспроизводить форму сигнала
- Как выполнить настройку вспомогательной функции системы
- Как обновить прошивку прибора
- Как выполнить автоматические измерения
- Настройка автоматического измерения

- Как измерять с помощью курсоров
- Как использовать автомасштабирование
- Как использовать встроенную справку
- Как использовать исполнительные кнопки
- Как распечатать изображение экрана

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

## **4.1. Как настроить вертикальную систему**

Элементы управления вертикальной развёрткой включают в себя три кнопки меню: CH1, CH2 и Math, и четыре ручки: Vertical Position (вертикальное положение), Vertical Scale (вертикальная шкала) для каждого канала.

### 3.1.1. Настройка CH1 и CH2

Каждый канал имеет независимое вертикальное меню, и каждый пункт устанавливается соответственно в зависимости от канала.

Включение и выключение осциллограмм (канал, математика)

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

- Если осциллограмма канала выключена, она после нажатия включается, и отображается меню этого канала.
- Если осциллограмма канала включена, а его меню не отображалось, то меню начнет отображаться.
- Если осциллограмма канала включена и отображалось его меню, то отображение осциллограммы отключается, а меню канала исчезает.

Описание меню канала отображается в следующей таблице:

Функции в меню	Установки		Описание
Coupling (связь по входу)	DC		Пропускает как переменный, так и постоянный компоненты входного сигнала.
	AC		Блокирует компоненту постоянного тока входного сигнала.
	GROUND		Отключает входной сигнал.
Inverted	ON OFF		Отображение перевернутой формы сигнала. Отображение оригинальной формы сигнала.
Probe	Attenu	0.001 X до в 1000 X	Шаг 1 – 2 – 5. Сопоставьте это с коэффициентом затухания пробника, чтобы получить точное показание вертикальной шкалы.
	MeasCurr	YES NO	Если вы измеряете ток, исследуя падение напряжения на резисторе, выберите Yes ( ДА).
	A/V (mA/V) V/A (mB/A)		Поверните ручку M, чтобы установить соотношение Ампер/Вольт. Диапазон составляет 100 мА/В - 1 кА/В. Отношение Ампер/Вольт = 1/значение резистора Соотношение вольт/ампер рассчитывается автоматически.
Limit	Full band 20M		Получите полную пропускную способность. Ограничивает полосу пропускания канала до 20 МГц, чтобы уменьшить отображаемый шум.



more	Tag	ON OFF	Включите или выключите метку канала.
	Unit	V A W U	Выберите единицу отображения параметра.

### 1. Настройка связи по входу (режим входа) каналов

- Возьмем, к примеру, канал 1, измеренный сигнал представляет собой квадратный меандр, включающий постоянное смещение (DC)
- Этапы работы показаны следующим образом:
- Нажмите кнопку CH1 , чтобы открыть меню CH1 SETUP.
- Выберите Coupling (Связь) в нижнем меню.
- Выберите DC в правом меню. Передаются как DC, так и AC компоненты сигнала.
- Выберите AC в правом меню. Компонент постоянного тока сигнала блокируется.

### 2. Регулировка затухания пробника

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

Возьмем в качестве примера Канал 1, коэффициент затухания пробника равен 10:1, этапы работы будут следующими:

- Нажмите кнопку CH1, чтобы открыть меню CH1 SETUP.
- Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню. Выберите Attenu в правом меню, поверните ручку M, чтобы установить ее как 10x.

### 3. Измерение тока путем измерения падения напряжения на резисторе ток путем

измерения падения напряжения на резисторе

Возьмем канал 1 в качестве примера, если вы измеряете ток, исследуя падение напряжения на резисторе 1  $\Omega$ , этапы работы будут следующими:

- Нажмите кнопку CH1 , чтобы отобразить меню CH1 SETUP.
- Выберите Probe (Пробник) в нижнем меню. В правом меню установите MeasCurr как YES, ниже появится меню пересчета A/V. Выберите его; поверните ручку M, чтобы установить соотношение Ампер/Вольт. Отношение ампер/вольт = 1/ значение резистора. Здесь отношение A/V должно быть установлено на 1.

#### 4. Инвертирование формы сигнала

Форма сигнала перевернута: отображаемый сигнал повернут на 180 градусов.

Возьмем, к примеру, канал 1, шаги операции отображаются следующим образом:

- Нажмите кнопку CH1 , чтобы открыть меню CH1 SETUP.
- Выберите Inverted (Инвертированный) в нижнем меню, переключитесь в положение ON. Форма сигнала будет перевернута. Нажмите еще раз, чтобы переключиться на OFF, форма сигнала возвращается к исходной.

#### 5. Установка ограничения полосы пропускания

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

- Возьмем, к примеру, канал 1, шаги операции отображаются следующим образом:
- Нажмите кнопку CH1 , чтобы отобразить меню CH1 SETUP.
- Выберите Limit (Лимит) в нижнем меню.
- Выберите Full band (Полная полоса) в правом меню. Высокочастотная составляющая сигнала в этом режиме проходит через входные цепи.

- Выберите 20М в правом меню. Полоса пропускания ограничена 20 МГц. Частоты выше 20 МГц будут срезаны.

#### 6. Установка метки канала

Установите метку канала, чтобы более четко видеть местоположение канала.

Возьмем в качестве примера канал 1, шаги операции следующие:

- Нажмите кнопку CH1, чтобы вызвать меню настроек CH1.
- В нижнем меню выберите More (Дополнительно), в правом меню выберите метка ON, и функция метки канала включена. Нажмите еще раз, чтобы выбрать метку в положение OFF, и функция метки канала будет отключена.

#### 7. Установка единицы отображения

Установите единицы отображения (измерения) амплитуды текущего канала. Единицей измерения может быть V, A, W или U. При смене единицы отображения в статусе состояния канала единица отображения изменяется соответствующим образом.

Возьмем в качестве примера канал 1, шаги операции следующие:

- Нажмите кнопку CH1, чтобы вызвать меню настроек CH1.
- В нижнем меню выберите More (Дополнительно), в правом меню выберите нужный объект. Единицей измерения по умолчанию является V.

## 4.2. Использование математических функций

Функция математических манипуляций используется для отображения результатов операций сложения, умножения, деления и вычитания между двумя каналами, операции FFT для канала, расширенной математической функции, включая Intg, Diff, Sqrt, определяемую пользователем функцию и цифровой фильтр. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить меню внизу.

Меню «Расчет формы сигнала»:

Меню функций		Установка	Описание
Waveform Math	Factor1 (операнд математической функции №1)	CH1 CH2	Выберите источник сигнала Операнд1
	Sign (Знак)	+ - * /	Выберите знак математической манипуляции
	Factor2 (Операнд 2)	CH1 CH2	Выберите источник сигнала Операнд2
	Vertical (div) (вертикальный (дел))		Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное положение математического сигнала
	Vertical Вертикальный (V/div)		Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное деление формы сигнала Math
FFT	Source	CH1 CH2	Выберите источник БПФ
	Window	Hamming Rectangle Blackman Hanning Kaiser Bartlett	Выберите окно для FFT
	Format	V RMS Decibels Radian Degrees	V RMS и децибелы – единицы отображения амплитуды Radian и Degrees -единицы отображения фазы
	Hori (Hz)	Position value  Time base value/	Переключатель для выбора горизонтального положения или временной развертки формы сигнала БПФ, поворот ручки M для такой регулировки

	Vertical	Position value Division value/	Переключитесь, чтобы выбрать вертикальное положение или вертикальную развёртку сигнала БПФ, поверните ручку M, чтобы отрегулировать ее
User Function	Intg, Diff, Sqrt и определяемая пользователем функция		
DIR	Channel (канал)	CH1 CH2	Выберите канал
	type	low-pass (ФНЧ)	Фильтр пропускает только те сигналы, частоты которых ниже, чем текущая частота среза
		high-pass (ФВЧ)	Фильтр пропускает только те сигналы, частоты которых выше, чем текущая частота среза
		Band-pass (Полосовой фильтр)	Пропускает только те сигналы, частоты которых больше нижней частоты среза и ниже верхней частоты среза
		band-reject (полосовой заграждающий фильтр)	Пропускает только те сигналы, частоты которых ниже нижней частоты среза и выше верхней частоты среза
	window	Retangular Tapered Triangular Hanning Hamming Blackman	Окно выбора цифрового фильтра
	cut-off fre или upper down		Поверните ручку M, чтобы установить частоту среза
	Vertical (div) Вертикальный (дел)		Поверните ручку M, чтобы отрегулировать вертикальное положение математической формы сигнала

FFT Peak	ON OFF	Включите или отключите поиск пиков FFT. Динамический маркер $\nabla$ маркирует пики на БПФ
----------	-----------	--

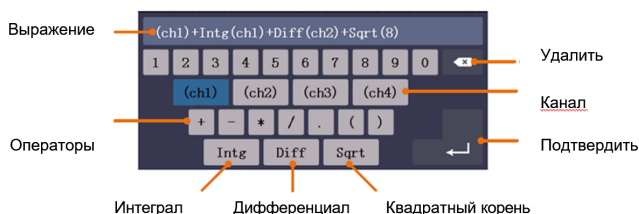
#### 4.2.1. Математические операции над осциллограммами

Возьмем, к примеру, аддитивную операцию (сложение) между каналами 1 и 2, шаги операции следующие:

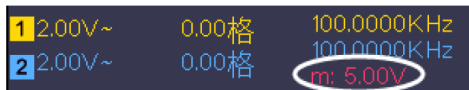
1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части. На экране появится розовая форма сигнала M.
2. Выберите Dual Wfm Math в нижнем меню.
3. В правом меню выберите Factor1 (Операнд1) как CH1.
4. Выберите Sign (Знак) как + в правом меню.
5. В правом меню выберите Factor2 (Операнд 2) как CH2.
6. Выберите Vertical (div) в правом меню, поверните ручку M, чтобы настроить вертикальное положение математической формы сигнала.
7. Выберите Vertical (V/div) в правом меню, поверните ручку M, чтобы настроить вертикальный масштаб математической формы сигнала.

#### 4.2.2. Пользовательская функция

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.
2. Выберите «Пользовательская функция» в нижнем меню, появится клавиатура ввода выражений.



- Создайте выражение. После завершения выберите на клавиатуре для подтверждения. В левой нижней части экрана отображается шкала формы сигнала Math.



#### 4.2.3. Цифровой фильтр

Цифровой фильтр обеспечивает 4 типа фильтров (нижние частоты, высокие частоты, полоса пропускания и полоса отклонения). Указанные частоты можно отфильтровать, установив частоту среза.

- Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.
- Выберите DIR в нижнем меню
- В правом меню выберите канал CH1 или CH2.
- В правом меню выберите Type (тип), выберите нужный тип фильтра.
- В правом меню выберите window (окно), выберите нужное окно.
- Если выбран тип low-pass или high-pass (ФНЧ или ФВЧ), выберите cut-off fre (частоту отсечки) в правом меню. Если выбран тип band-pass или band-reject, выберите upreg или down (верхняя или нижняя частота отсечки) в правом меню. Поверните ручку M, чтобы настроить частоту.
- В правом меню выберите Vertical (div), поверните ручку M, чтобы настроить вертикальное положение математической формы сигнала. Вертикальные деления математической осциллограммы такие же, как и у выбранного канала.

Примечание: В формате сканирования цифровой фильтр отключен.

#### 4.2.4. Использование функции БПФ

Математическая функция FFT (быстрое преобразование Фурье-БПФ) математически преобразует форму сигнала временной области в ее частотные компоненты. Это очень полезно для анализа входного сигнала на осциллографе. Эти частоты можно

сопоставить с известными системными частотами, такими как системные тактовые частоты, генераторы или блоки питания.

Функция БПФ в этом осциллографе математически преобразует 8192 точки данных сигнала временной области в его частотные компоненты (длина записи должна быть 10К или выше). Конечная частота содержит 4096 точек в диапазоне от 0 Гц до частоты Найквиста.

Возьмем, к примеру, операцию FFT, шаги операции следующие:



1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части.
2. Выберите FFT в нижнем меню.
3. В правом меню выберите Source (Источник) как CH1.
4. В правом меню выберите Windows (Окно). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать нужный тип окна.
5. В правом меню выберите Format (Формат). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать единицу амплитуды (V RMS, децибелы) или единицу фазы (Radian, Degrees).
6. Выберите Hori (Hz) в правом меню; выберите несколько раз, чтобы символ **M** находился перед значением горизонтального положения (сверху), поверните ручку M, чтобы настроить горизонтальное положение формы сигнала FFT; затем выберите, чтобы сделать символ **M** перед базовым значением времени снизу, поверните ручку M, чтобы настроить временную развертку формы сигнала FFT.
7. Выберите «Vertical (По вертикали)» в правом меню; выполните те же операции, что и выше, чтобы установить вертикальное положение и вертикальную шкалу.

## Выбор окна БПФ

Есть 6 типов БПФ-окон. Каждый из них имеет компромисс между частотным разрешением и точностью по амплитуде. То, что вы хотите измерить, и ваши



характеристики исходного сигнала помогают вам определить, какое окно использовать. Используйте следующие рекомендации, чтобы выбрать лучшее окно.

Тип	Характеристики	Окно
Hamming (Хэмминг)	<p>Лучшее решение для точного определения амплитуды, чем Rectangle, но при этом также хорошо для частотного разрешения. Он имеет немного лучшее разрешение по частоте, чем Хэннинг.</p> <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синусоидальный, периодический и узкополосный случайный шум.</li> <li>• Переходные процессы или выбросы, когда уровни сигнала до и после события значительно отличаются.</li> </ul>	
Rectangle (Прямоугольник)	<p>Лучшее решение для частоты, худшее для амплитуды. Лучший тип для измерения частотного спектра неповторяющихся сигналов и измерения частотных составляющих вблизи постоянного тока.</p> <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Переходные процессы или выбросы, уровень сигнала до и после события практически одинаков.</li> <li>• Равноамплитудные синусоидальные волны с частотами, которые очень близки.</li> <li>• Широкополосный случайный шум с относительно медленно меняющимся спектром.</li> </ul>	




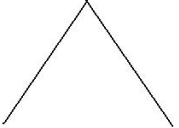
<p>Blackman (Блэкман)</p>	<p>Лучшее решение для амплитуды, худшее для частоты.</p> <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Одночастотные осциллограммы, для поиска гармоник высшего порядка.</li> </ul>	
<p>Hanning (Хэннинг)</p>	<p>Хорош по амплитуде, но хуже по частотному разрешению, чем Хэмминг.</p> <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синусоидальный, периодический и узкополосный случайный шум.</li> <li>• Переходные процессы или всплески, когда уровни сигнала до и после события значительно отличаются.</li> </ul>	
<p>Kaiser (Кайзер)</p>	<p>Хорошее разрешение по частоте.</p> <p>Рекомендуется использовать, когда частоты очень близки к одному и тому же значению, но имеют сильно различающиеся амплитуды. Это окно также подходит для случайных сигналов.</p>	
<p>Барлетт (Barett)</p>	<p>Более узкий вариант треугольного окна с нулевым весовым коэффициентом на обоих концах.</p>	

Рисунок 4-1, Рисунок 4-2, Рисунок 4-3, Рисунок 4-4, Рисунок 4-5, Рисунок 4-6 являются примерами для измерения синусоиды с частотой 1 кГц при выборе шести различных окон для БПФ:

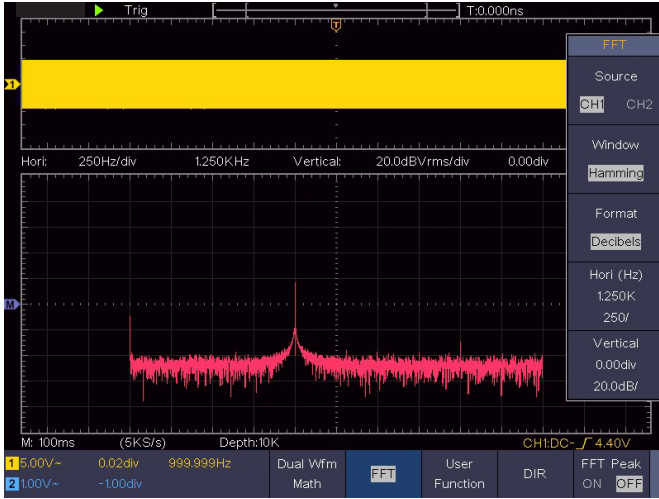


Рисунок 4-1 Окно Хэмминга

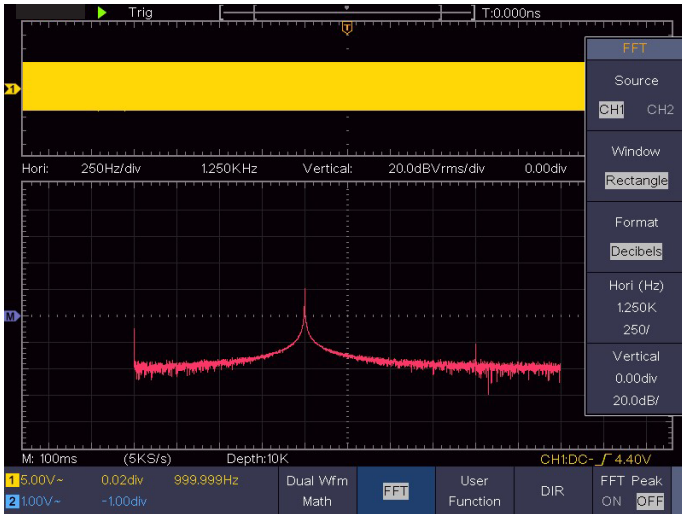


Рисунок 4-2 Прямоугольное окно

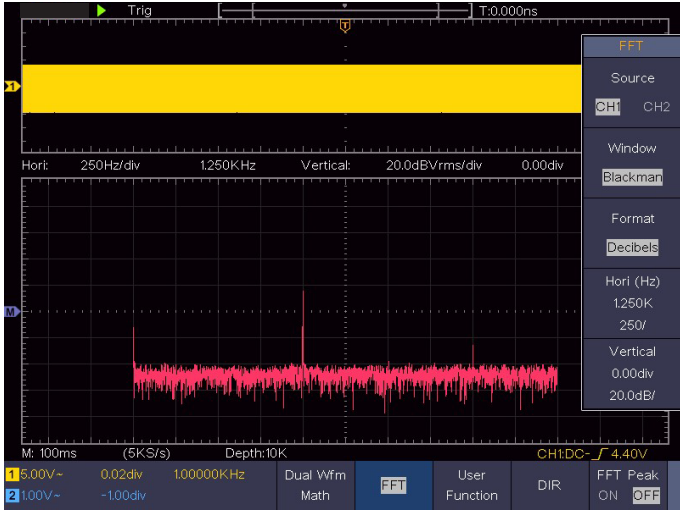


Рисунок 4-3 Окно Блэкмена

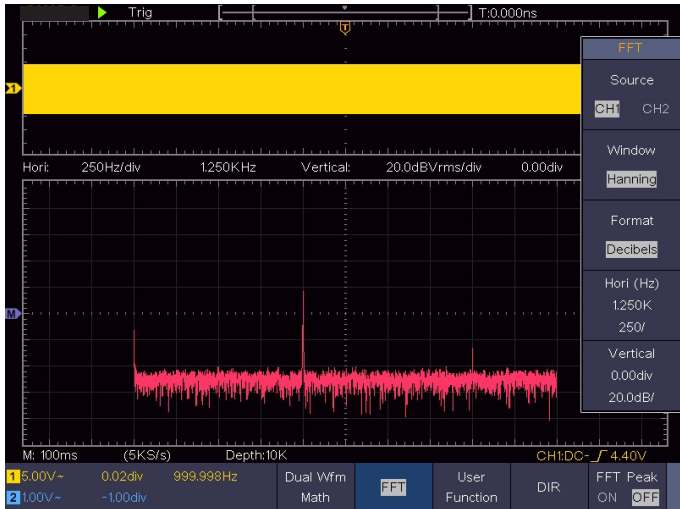


Рисунок 4-4 Окно Ханнинга

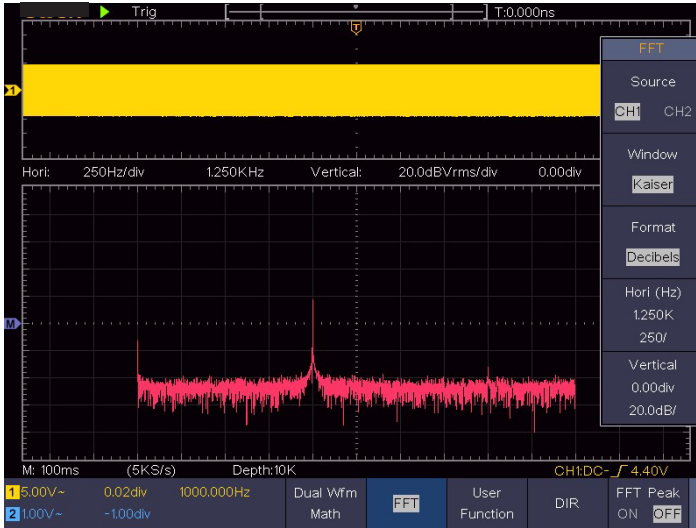


Рисунок 4-5 Окно Кайзера

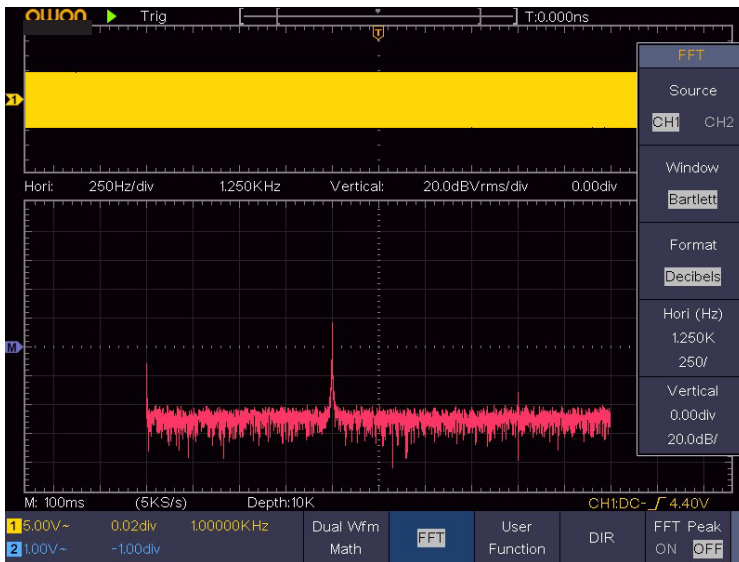


Рисунок 4-6 Окно Бартлетта

## Примечания по использованию БПФ

- Используйте шкалу дБ по умолчанию для детализации нескольких частот, даже если они имеют очень разные амплитуды. Используйте шкалу Вскз для сравнения частот.
- Компонента постоянного тока или смещение может привести к неправильным значениям величины формы сигнала БПФ. Чтобы свести к минимуму компоненту постоянного тока, выберите режим закрытого входа (AC Coupling) для исходного сигнала.
- Чтобы уменьшить случайный шум и сглаженные компоненты в повторяющихся или одиночных событиях, установите режим усреднения осциллограмм.

## Что такое частота Найквиста?

Частота Найквиста — это наивысшая частота, которую любой оцифровывающий осциллограф реального времени может получить без искажений. Эта частота равна половине частоты дискретизации. Частоты, превышающие частоту Найквиста, будут занижены, что приведет к появлению искажений. Поэтому обращайтесь больше внимания на соотношение между частотой выборки и измерения.

## 4.3. Использование регуляторов вертикального положения и масштабирования

1. Ручка Vertical Position (вертикального положения) используется для регулировки вертикального положения выбранных форм сигналов.

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

2. Ручка Vertical Scale (вертикальной шкалы) используется для регулирования вертикального разрешения выбранных осциллограмм. Чувствительность шагов вертикального деления меняется как 1-2-5. Вертикальная шкала отображается в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 4-7).

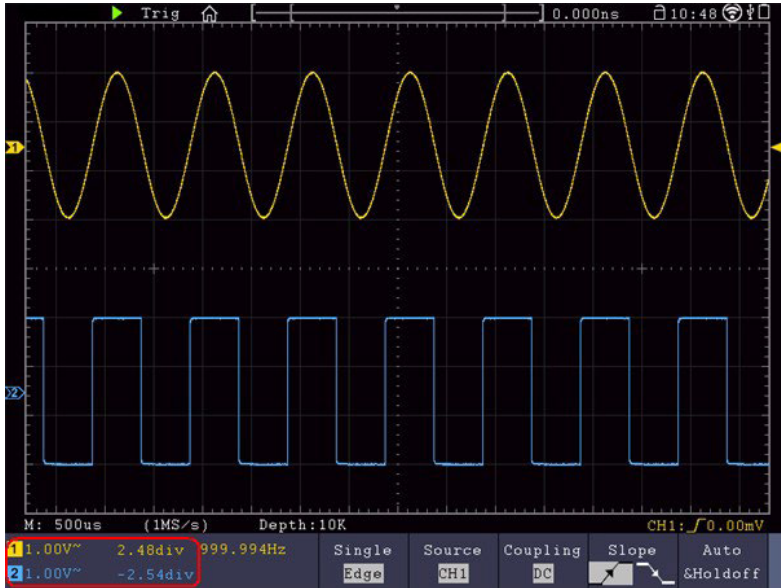


Рисунок 4-7 Информация о вертикальном положении

#### 4.4. Как настроить горизонтальную систему

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

1. Ручка горизонтального положения: эта ручка используется для регулировки горизонтальных положений всех каналов (включая те, которые получены в результате математических манипуляций), аналитическое разрешение которых изменяется с горизонтальной шкалой.
2. Ручка горизонтального масштабирования: используется для изменения коэффициента горизонтального масштабирования для установки основной временной развертки или окна.
3. Кнопка Horizontal HOR: нажмите ее, чтобы переключиться между обычным режимом и режимом зуммирования осциллограммы. Более подробные

сведения об операциях см. во введении ниже.

#### 4.4.1. Масштабирование формы сигнала

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



В обычном режиме ручки «Горизонтальное положение» и «Горизонтальный масштаб» используются для настройки горизонтального положения и горизонтальной развертки главного окна.

В режиме зума ручки «Горизонтальное положение» и «Горизонтальное масштабирование» используются для настройки горизонтального положения и временной развертки окна зума.

Примечание:

О жестах для сенсорного экрана см. раздел «Управление сенсорным экраном (сенсорный экран является необязательным)».

## 4.5. Как настроить триггер/систему декодирования

Триггер (система синхронизации/запуска) определяет, когда ЦЗО (цифровой



запоминающий осциллограф) начинает получать данные и отображать форму сигнала. Когда триггер установлен правильно, он может преобразовать нестабильный вид отображения сигнала стабильную форму сигнала.

Когда ЦЗО начнет получать данные, он соберет достаточно данных, чтобы нарисовать форму сигнала слева от триггерной точки. ЦЗО продолжает получать данные в ожидании возникновения события запуска. Как только он обнаружит триггер, он будет непрерывно получать достаточно данных, чтобы нарисовать форму сигнала справа от триггерной точки.

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

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

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

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

### Управление триггером

Осциллограф предоставляет четыре типа триггеров: одиночный триггер, альтернативный триггер, логический триггер и триггер по шине. Каждый тип триггера имеет различные подменю.

Два способа войти в режим триггера:

С помощью кнопок: нажмите кнопку Menu панели меню триггера, затем в нижнем меню типов триггера, выберите Single, ALT, Logic или Bus Trigger во всплывающем правом меню, поверните ручку M, чтобы выбрать различные типы триггеров.

Сенсорное управление (опционально): Нажмите значок главного меню в левой верхней части экрана, выберите Trig Menu, нажмите нижнюю кнопку Trigger type, выберите Single, ALT, Logic или Bus Trigger во всплывающих правых меню, нажмите, чтобы выбрать различные типы триггеров.

Single trigger (Одиночный запуск): используйте уровень триггера для захвата осциллограмм по 2-м каналам одновременно.

ALT trigger (Альтернативный триггер): триггер для несинхронизированных сигналов.

Logic trigger (Логический триггер): Триггер сигнала в соответствии с условием логических выражений.

Bus trigger (Триггер по шине данных): Установите триггер для синхронизации с данными шины.

Меню «Одиночный триггер», «Альтернативный триггер», «Логический триггер» и «Триггер шины» описываются соответственно следующим образом:

#### 4.5.1. Одиночный триггер

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

Edge Trigger (Запуск по фронту): Происходит, когда вход триггера проходит через заданный уровень напряжения с заданным направлением наклона ( нарастание или спад).

Video Trigger (Видеотриггер): Срабатывание по полям или строкам для стандартного видеосигнала.

Pulse Trigger (Запуск по импульсу): Определяет импульсы определенной ширины.

Slope Trigger (Запуск по наклону): Осциллограф начинает срабатывать в соответствии с заданной скоростью нарастания или спада сигнала.

Runt Trigger (запуск по ранту): Импульсы триггера, которые превышают один уровень триггера, но не превышают другой уровень триггера.

Windows Trigger (по окну) : Обеспечивает высокий уровень срабатывания и низкий уровень срабатывания, осциллограф срабатывает, когда входной сигнал проходит через высокий уровень срабатывания или низкий уровень срабатывания

Срабатывание по тайм-ауту: Осциллограф срабатывает, когда интервал времени от момента прохождения нарастающего фронта (или спадающего фронта) через уровень триггера до момента прохождения соседнего спадающего фронта (или

нарастающего фронта) через уровень триггера превышает установленное время тайм-аута.

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

Восемь режимов триггера в Single Trigger описываются соответственно следующим образом:








### 1. Edge Trigger (Запуск по Фронту)

Срабатывание по фронту происходит при достижении сигналом заданного уровня триггера. Выберите режим срабатывания по фронту, чтобы срабатывать по нарастающему или спадающему фронту.

В режиме Edge Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, **CH1: DC- / 0.00mV**, указывает, что тип триггера - фронт, источник триггера - CH1, связь - постоянный ток, уровень триггера - 0,00 мВ.

Список меню запуска по фронту

Меню	Настройка	Описание
Single	Фронт	Установите тип триггера вертикального канала как триггер по фронту.
Source (Источник)	CH1	Канал 1 в качестве источника сигнала запуска
	CH2	Канал 2 в качестве источника сигнала запуска
	AC Line	Линия питания переменного тока в качестве триггерного сигнала
	EXT	Внешний триггер в качестве триггерного сигнала
	EXT/5	1/5 (каждый пятый сигнал) внешнего триггерного сигнала в качестве триггерного сигнала

Coupling (Режимы входа)	AC	Блокируется компонента постоянного тока.
	DC	Разрешается прохождение всех компонентов.
	HF	Блокировка высокочастотных компонентов сигнала, пропускаются только низкочастотные
	LF	Блокировка низкочастотных компонентов сигнала, пропускаются только высокочастотные компоненты
Slope (Наклон)		Срабатывание по нарастающему фронту
		Срабатывание по ниспадающему фронту
Mode Holdoff (Режимы удержания запуска)	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы при срабатывании триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff (удержание запуска на заданное время)	100 нс - 10 с, поверните ручку M или щелкните  , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку   панели или щелкните   , чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.

Уровень триггера: уровень триггера указывает вертикальное положение триггера канала, поверните ручку уровня триггера или ползунок на сенсорном экране вверх и вниз для перемещения уровня триггера, во время настройки, оранжево-красная

пунктирная линия показывает положение триггера, а значение уровня триггера изменяется в правом углу, после настройки, пунктирная линия исчезает.

## 2. Видео триггер (запуск по видеосигналу)

Выберите видеотриггер для срабатывания по полям или строкам видеосигналов стандартов NTSC, PAL или SECAM.

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

Список меню Video Trigger:







Меню	Настройка	Описание
Single	Video	Установите тип запуска вертикального канала как видеозапуск
Source	CH1	Выберите CH1 в качестве источника запуска
	CH2	Выберите CH2 в качестве источника запуска
Modu	NTSC PAL SECAM	Выберите вид модуляции видеосигнала
Sync	Line Field Odd Even Line NO	Синхронный триггер по строкам видеосигнала Синхронный триггер по полям видеосигнала Синхронный триггер по нечетном полям видеосигнала Синхронный триггер по четном полям видеосигнала Синхронный триггер по строке № xxx видеосигнала, нажмите <b>+</b> или <b>-</b> для установки номера строки
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера




## 3. Запуск по заданному значению наклона (скорости нарастания/спада) сигнала (Slope Trigger)

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

В режиме Slope Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, **CH1:  $\int \Delta 0.00mV$** , указывает на то, что тип триггера - наклон, источник триггера - CH1, наклон - нарастающий, 0,00mВ - это разница между верхним пороговым уровнем и порогом низкого уровня.

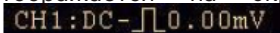
Список меню триггера по наклону:

Меню	Настройка	Описание
Single Mode	Slope	Установите тип триггера вертикального канала в качестве запуска по наклону.
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника триггера. Выберите CH2 в качестве источника триггера.
When	наклон 	Выбор направления наклона
		Установить условие наклона; поверните ручку M или щелкните  , чтобы установить время наклона, нажмите кнопку панели   или нажмите  , чтобы переместить курсор, для выбора-какая цифра должна быть выбрана
	Скорость нарастания	Скорость нарастания = (Высокий уровень - Низкий уровень) / Настройки
Threshold & SlewRate	High level Low level Slew rate	Отрегулируйте ручку M, чтобы установить верхний уровень. Отрегулируйте ручку M, чтобы установить нижний предел низкого уровня. Скорость нарастания = (Высокий уровень - Низкий уровень) / Настройки


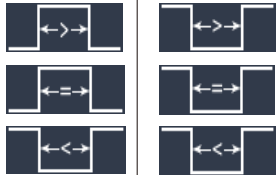












Режим Удержание	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс – 10 с, поверните ручку M или щелкните  , чтобы установить временной интервал до появления другого триггера, нажмите   кнопка панели или кликнуть  для перемещения курсора, чтобы выбрать, какую цифру установить.
	Reset	Установите время ожидания как 100 нс

#### 4. Запуск по ширине импульса

Срабатывание запуска происходит в соответствии с шириной импульса. Аномальные сигналы могут быть обнаружены с помощью настройки условия ширины импульса.


В режиме триггера по ширине импульса информация о настройке триггера отображается на экране в правом нижнем углу экрана, например, , указывает на то, что тип триггера – по ширине импульса, источник триггера - CH1, режим входа -DC (открытый вход), полярность - положительная, уровень триггера - 0,00 мВ

Меню	Настройка	Описание
Single	Pulse	Установите тип запуска вертикального канала «по ширине импульса»
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника запуска Выберите CH2 в качестве источника запуска
Coupling	AC DC	Не пропускать постоянное смещение (DC). Разрешить прохождение всего сигнала

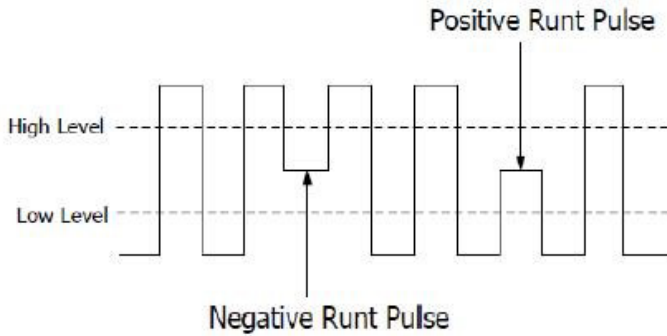
	 <p>Polarity</p>	Выберите полярность
when		Выберите условие для ширины импульса и настройте значение ручки М или коснитесь  или  для установки времени, нажмите   на панели или кликните   для перемещения курсора, чтобы выбрать цифру для установки.
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, поверните ручку М или щелкните   , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку   панели или щелкните   , чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.

## 5. Запуск по ранту (Rant Trigger)

Захватываются импульсы, которые проходят через нижний уровень триггера, но не проходят через верхний уровень триггера. Показано на рисунке ниже,



















В режиме Runt Trigger информация о настройке триггера отображается внизу в правой части экрана, например, , указывает на то, что тип триггера- РАНТ, источник триггера - CH1, полярность - положительная, 0,00 мВ - разность между порогом верхнего и нижнего уровней.






Список меню Runt Trigger:

Меню	Настройка	Описание
Single	Runt	Установите тип запуска вертикального канала «по ранту»
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника запуска Выберите CH2 в качестве источника запуска
Threshold (порог)	Up level	Поверните ручку M или щелкните <b>+</b> или <b>-</b> чтобы установить верхний порог ранта
	Low level	Поверните ручку M или щелкните <b>+</b> или <b>-</b> чтобы установить нижний порог ранта
Condition	Polarity	Полярность:
		Положительная полярность, осциллограф запускается по ранту положительных
		Отрицательная полярность, осциллограф запускается по ранту отрицательных


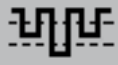



	Длительность	Поверните ручку М или кликните  или  , чтобы установить длительность импульса, нажмите   на панели или кликните   , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	 	Срабатывает, когда импульс ранта превышает заданную ширину импульса.
	 	Срабатывает, когда импульс ранта равен заданной длительности импульса
	 	Срабатывает, когда импульс ранта меньше заданной длительности импульса
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, поверните ручку М или щелкните   , чтобы установить интервал времени до следующего срабатывания, нажмите кнопку   панели или щелкните   , чтобы переместить курсор, чтобы выбрать, какую цифру следует установить.









## 6. Запуск по окну (Триггер Windows)

Задается два уровня триггера: высокий уровень срабатывания и низкий уровень срабатывания, осциллограф срабатывает, когда входной сигнал проходит через высокий уровень срабатывания или низкий уровень срабатывания.

В режиме Windows Trigger информация о настройках триггера отображается на экране в правом нижнем углу экрана, например,  , указывает на то, что тип триггера - окно, источник триггера - CH1, полярность - положительная, 0,00 мВ разность между пороговыми значениями верхнего и нижнего уровней.


Список меню Windows Trigger:

Меню	Настройка	Описание
Single	Windows	Установите тип запуска вертикального канала «по окну»
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника запуска Выберите CH2 в качестве источника запуска
Threshold	Up level	Установите ручкой M или щелкните или чтобы установить верхний порог окна Up level
	Low level	Установите ручкой M или щелкните или чтобы установить нижний порог окна Low level.
Condition	Polarity	Полярность:
		Положительная полярность, осциллограф запускается по окну положительных импульсов
		Отрицательная полярность, осциллограф запускается по окну отрицательных импульсов
	 	Enter (Вход): Срабатывает, когда сигнал входит в указанный диапазон уровней триггера
	 	Exit (Выход): Срабатывает, когда сигнал триггера выходит за пределы указанного диапазона уровней триггера.

			<p>Время: Укажите время удержания входного сигнала после ввода указанного уровня срабатывания. Осциллограф срабатывает, когда накопленное время удержания превышает время Windows. Доступный диапазон составляет от 30 нс до10 с, по умолчанию 100 нс.</p>
Mode Holdoff	Auto		Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal		Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single		При срабатывании триггера получить одну осциллограмму , затем остановиться
	Holdoff		<p>100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите  или  , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки   или кликните   , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.</p>


## 7. Триггер тайм-аута

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

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

Список меню Тайм-аут триггера:

Меню	Установка	Описание
Single Mode	Времени ожидания	Установите тип триггера вертикального канала в качестве триггера тайм-аута

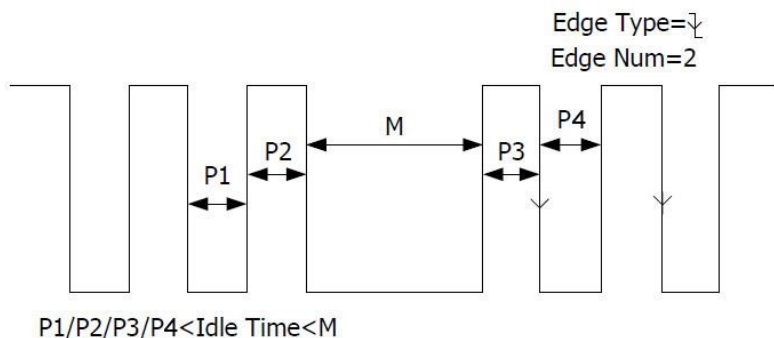
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника триггера Выберите CH2 в качестве источника триггера
Edge	Edge 	Синхронизация запуска, когда восходящий край входного сигнала проходит через уровень триггера. Запуск тайминга, когда ниспадающий фронт входного сигнала проходит через уровень триггера.
Configure	Idle Time (Время простоя)	Установите время простоя. Время простоя означает минимальное время простоя часов до поиска данных, которые могут соответствовать условиям запуска. Доступный диапазон 30 нс-10, по умолчанию 100 нс.
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите или , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки или кликните , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	Sensitivity	Установите чувствительность канала (Диапазон 0.3 дел - 10 дел)

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



Осциллограф запускает развертку по N-му фронту, который появляется в указанное время простоя. Как показано на рисунке ниже, осциллограф должен сработать по второму ниспадающему фронту после указанного времени простоя, а время простоя











(Idle Time) должно быть установлено в  $P1/P2/P3/P4 < \text{Idle Time} < M$ . Где  $M$ ,  $P1$ ,  $P2$ ,  $P3$  и  $P4$  - это положительная или отрицательная ширина импульсов, участвующих в подсчете.

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



Меню Триггера по N-му фронту:






Меню	Установка	Описание
Single Mode	Времени ожидания	Установите тип триггера вертикального канала в качестве триггера тайм-аута
Source	CH1 CH2	Выберите CH1 в качестве источника запуска Выберите CH2 в качестве источника запуска
Edge	Edge	Запуск по нарастающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска
		
		Запуск по спадающему фронту входного сигнала, когда уровень напряжения соответствует заданному уровню запуска.

Configure Настроить	Idle Time (Время простоя)	Установите время простоя перед отсчетом фронта импульса в Nth Edge Trigger. Нажмите  или  для установки времени простоя, нажмите   для перемещения курсора, чтобы выбрать цифру для установки. Доступный диапазон 30ns-10s, по умолчанию
	Edge Num (Число фронтов)	Установите значение номера фронта импульса «N» в триггере Nth Edge.
	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите  или  , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки   или кликните   , чтобы переместить курсор для выбора цифры,
	Sensitivity	Установите чувствительность канала (Диапазон 0.3 дел - 10 дел)

#### 4.5.2. Альтернативный триггер (режим триггера: Edge- Фронт)


Когда включен альтернативный триггер, сигнал запуска поступает от обоих вертикальных каналов. Этот режим используется для наблюдения двух несвязанных сигналов, поданных на разные каналы осциллографа. Режим триггера — это триггер по фронту.

Список меню альтернативного триггера (Тип триггера: Edge):

Меню	Установка	Описание
Alternate Mode	Edge	Установите тип триггера вертикального канала в качестве краевого триггера.
Source	CH1 CH2	Канал 1 в качестве триггерного сигнала. Канал 2 в качестве триггерного сигнала.
Coupling	AC DC	Блокируется компонента постоянного тока. Проходят все компоненты сигнала.
Slope		Триггер на восходящем фронте Триггер на ниспадающем фронте
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите <b>+</b> или <b>-</b> , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки   или кликните   , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.

#### 4.5.3. Logic Trigger (Логический триггер)





Триггер в соответствии с логическим отношением.

В режиме логического триггера информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например,  указывает, что тип триггера - логический, логический режим - AND, высокий уровень CH1 и уровень триггера - 0,00 мВ, высокий уровень CH2 и уровень триггера - 0,00 мВ.



Список меню логического триггера:

Меню	Установка	Описание
Mode	Logic	Установка типа запуска вертикального канала как Logic trigger.
Logic Mode	AND OR XNOR XOR	Установите логический режим как AND. Установите логический режим как OR. Установите логический режим как XNOR. Установите логический режим как XOR.
Input Mode (Режим входа)	CH1	Установите CH1 как высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, подъем и спад.
	CH2	Установите CH2 как высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, подъем и спад.  Примечание: Когда режим ввода одного канала установлен как Повышение или Понижение, другой канал не может быть установлен как Повышение или Понижение одновременно.
Out Mod	Goes True	Срабатывает, когда условие превращается из ложного в истинное.
	Goes False	Срабатывает, когда условие превращается из истинного в ложное.
	Is True >	Срабатывание, когда время истинного состояния больше установленного времени
	Is True =	Срабатывание, когда время истинного состояния равно установленному времени
	Is True <	Срабатывание, когда время истинного состояния меньше установленного времени

Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться
	Holdoff	100 нс - 10 с, установите ручкой M или нажмите <b>+</b> или <b>-</b> , чтобы установить интервал времени до срабатывания другого триггера, нажмите на панели кнопки   или кликните   , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.
	Sensitivity	Установите чувствительность канала (Диапазон 0.3 дел - 10 дел)

#### 4.5.4. Триггер по шинам данных

##### 1. Триггер RS232

RS232 - это последовательная шина данных, используемая при передаче данных между ПК или между ПК и терминалом. Символ передается в виде кадра данных, который состоит из 1-битного начального бита, 5-8-битных бит данных, 1-битного контрольного бита и 1-2 стоп-битов.

В режиме триггера по шине RS232 информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например, **RS232 CH1:0.00mV** указывает, что тип триггера RS232, уровень триггера CH1 составляет 0,00 мВ.

Формат данных показан на рисунке ниже:



## Список меню триггера RS232:

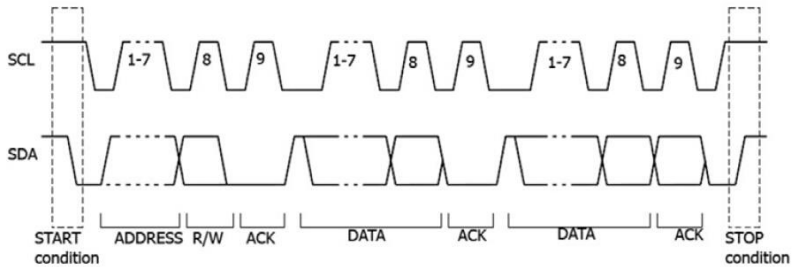
Меню	Установка		Описание
Bus Type	RS232		Установите тип шины вертикального канала как триггер RS232.
Input	Source	CH1 CH2	CH1 в качестве источника запуска. CH2 в качестве источника запуска.
	Polarity	Normal	Выберите полярность передачи данных как Normal.
		Inverted	Выберите полярность передачи данных как Инвертированная.
When	Start		Срабатывание на начальном кадре позиции. После выбора этого условия нажмите Configure для ввода подробных настроек.
	Error		Срабатывание при обнаружении кадра ошибки. После выбора этого условия нажмите Configure, чтобы ввести подробные настройки.
	Chk Error		Срабатывание при обнаружении Chk Error. После выбора этого условия нажмите Configure, чтобы ввести подробные настройки.
	Data		Срабатывание по последнему биту заданных данных. После выбора этого условия нажмите Configure для ввода подробных настроек.
Configure	Start		Common Baud: выберете значение вращением ручки M. Custom Baud: Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000).
	Error		Stop Bit: Выберите "1" или "2". Parity (Четность): Выберите None, Odd или Even Common Baud: выберете значение вращением ручки M. Custom Baud: Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000).

	Chk Error	Even-Odd: Выберите Even (четное) или Odd (нечетное). Common Baud: выберите значение вращением ручки M. Custom Baud: Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000)
	Data (Данные)	Data Bits: Установите 5, 6, 7, 8 бит.  Data: Установка данных в соответствии с битами данных, Диапазоны: 0-31, 0-63, 0-127 или 0-255. Common Baud: выберите значение вращением ручки M. Custom Baud: Выберите скорость вращением ручки M (варьируется от 50 до 10 000 000)
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться

## 2. Триггер I2C



Последовательная шина I2C состоит из SCL (такты импульсы) и SDA (данные). Скорость передачи определяется SCL, а данные передачи определяются SDA. Как показано на рисунке ниже, осциллограф может срабатывать при запуске, перезапуске, остановке, потере соединения, конкретном адресе устройства или значении данных, а также адресе устройства и значении данных одновременно.

В режиме триггера шины I2C информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например, **I2C CH1:0.00mV CH2:0.00mV** указывает, что тип триггера - I2C, уровень триггера CH1 - 0,00 мВ, уровень триггера CH2 - 0,00 мВ.



Список меню триггера I2C:

Меню	Установка	Описание
Bus Type	I2C	Установите тип шины вертикального канала как триггер I2C.
Source	SCL SDA	Установите SCL. Установите SDA.
When	Start	Запуск при переходе данных SDA из высокого уровня в низкий при высоком уровне SCL.
	Restart	Когда перед условием остановки возникает другое условие старта.
	Stop	Срабатывание при переходе данных SDA из низкого уровня в высокий при высоком уровне SCL.
	Ack Lost	Срабатывание при высоком уровне данных SDA во время любого подтверждения положения тактового генератора SCL.
	Address	Срабатывание на бит чтения или записи при достижении заданного адреса







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

### 3. Триггер SPI

Триггер для указанных данных при выполнении условия тайм-аута. При использовании триггера SPI необходимо указать источники данных SCL и SDA.

В режиме триггера шины SPI информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например, **SPI CH1:0.00mV CH2:0.00mV** указывает, что тип триггера - SPI, уровень триггера CH1 - 0,00 мВ, уровень триггера CH2 - 0,00 мВ.

Список меню триггера SPI:

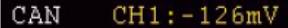
Меню	Установка	Описание
Bus Type	SPI	Установите тип шины как SPI.
Source	SCL SDA	Установите SCL. Установите SDA.
Time Out	Time out	Установите минимальное время, в течение которого SCL должен находиться в режиме ожидания, то есть период SCL, доступный диапазон 100нс-10с. Тайм-аут означает, что SCL бездействует в течение определенного времени, прежде чем осциллограф начнет поиск данных (SDA), на которых можно запуститься. Настройте вращением ручки М или кликните  или  , чтобы установить тайм-аут, нажмите на панели кнопки   или клините   , чтобы переместить курсор для выбора цифры, которую нужно установить.

ClockEdge &Data	Clock Edge (фронт тактовых импульсов) 	Установите Clock Edge как нарастающий фронт или спадающий фронт. Означает выборку данных SDA по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала.
	Data Bits	Установка количества битов строки символов последовательных данных. Можно установить любое целое число в диапазоне 4-32. Настройте вращением ручки M или кликните  или  , чтобы установить биты
	Current Bit	Установите количество битов данных, диапазон от 0-31, настройте вращением ручки M, кликните  или  для установки Current Bit.
	Data	Установите значение текущего бита данных как H, L или X (H или L).
	All Bits	Установите все биты данных на указанное значение в параметре Data.
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться

#### 4. Триггер CAN (опционально)

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

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







В режиме триггера шины CAN информация о настройке триггера отображается в правом нижнем углу экрана, например,  указывает, что тип



триггера CAN, уровень триггера CH1 -126 мВ.

Список меню CAN Trigger:

Меню	Установка		Описание
Bus Type	CAN		Установите тип шины вертикального канала как триггер CAN.
Input	Source	CH1 CH2	CH1 в качестве источника запуска. CH2 в качестве источника запуска.
	Type	CAN_H CAN_L	Фактический сигнал CAN_H шины Фактический сигнал CAN_L шины
		TX	Сигнал передачи по сигнальной линии CAN.
		RX	Принятый сигнал на сигнальной линии CAN.
	Sample Point	Вращайте ручку M или кликните <b>+</b> или <b>-</b> , чтобы установить точку выборки, которая представляет собой точку в пределах времени бита. Осциллограф производит выборку уровня бита в этой точке. «Точка выборки» представлена процентной долей «времени от начала времени бита до времени точки выборки» в «времени бита». Диапазон составляет от 5% до 95%.	
	Common Baud	Вращением ручки M выберите из списка Baud слева.	
Custom Baud	Вращайте ручку M или кликните <b>+</b> или <b>-</b> , чтобы установить значение Baud. Диапазон составляет от 10 000 до 1 000 000. Совет: Вы можете выбрать ближайшее значение в Common Baud, а затем настроить его в этом меню.		

Condition	Start		Запуск в начальном кадре фрейма данных.	
	Type	Type (нижнее меню)	Data	Запуск на выбранном кадре.
			Remote	
			Error	
			Overload	
			Format	Выберите Standard или Extend.
	ID	Configure (нижнее меню)	ID	Вращайте ручку M или кликните на кнопку  или  для установки значения, нажмите  для перемещения курсора.
	Data	Configure (нижнее меню)	Byte Length	Вращайте ручку M, чтобы задать количество байтов. Диапазон составляет от 1 до 8.
			Data	Вращайте ручку M для установки значения или кнопками  , на панели.
	ID & Data	Configure (нижнее меню)	Format	Выберите Standard или Extend
ID			Вращайте ручку M или используйте  на панели для установки значения	
Byte Length			Вращайте ручку M, чтобы задать количество байтов. Диапазон составляет от 1 до	
Data			Вращайте ручку M или используйте  на панели для установки значения	
End	Срабатывание на конечном кадре кадра данных.			

Condition	Lost	Срабатывание при Missing Ack.
	Error	Срабатывание при ошибке Bit Stuffing Error.
Mode Holdoff	Auto	Получение осциллограммы даже при отсутствии триггера
	Normal	Получение осциллограммы в момент срабатывания триггера
	Single	При срабатывании триггера получить одну осциллограмму, затем остановиться

#### 4.5.5. Декодирование шины (опционально)

##### 1. Декодирование RS232

Для декодирования сигнала RS232:

- Подключите сигнал RS232 к входному каналу осциллографа.
- Настройте правильную горизонтальную и вертикальную развертки.
- Установите параметры, основанные на характеристиках сигнала, запустите сигнал и получите стабильное отображение. См. раздел «Триггер RS232».
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины RS232, установите параметры исходя из характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация.

Список меню декодирования RS232:

Меню	Установка	Описание
Bus Type	RS232	Установите тип шины декодирования как RS232.
Configure	Common Baud	Выберите из списка Baud слева.

	Custom Baud		Вращайте ручку M или нажмите <b>+</b> или <b>-</b> на сенсорном экране , чтобы установить значение скорости передачи в Baud. Диапазон составляет от 50 до 10 000 000. Совет: Вы можете выбрать ближайшее значение в параметре Common Baud, а затем настройте его в этом меню.
	Data Bits		Установите ширину данных каждого кадра в соответствии с сигналом. Можно установить значение 5, 6, 7 или 8.
	Parity		Установите режим проверки четности-нечетности в соответствии с полярностью, используемой сигналом.
	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	Event Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save Event Table		Если к прибору подключен USB-накопитель, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (электронная таблица) на внешнем USB-накопителе.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

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

Примечание:

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

## 2. Декодирование I2C

Для декодирования сигнала I2C:

- Подключите тактовую линию (SCLK) и линию данных (SDA) сигнала I2C к входным каналам осциллографа.
- Настройте правильную развертку по горизонтали и вертикали.
- В меню триггера выберите Триггер шины, выберите тип шины I2C, задайте параметры на основе характеристик сигнала, правильно активируйте сигнал и получите стабильное отображение. Обратитесь к разделу «Триггер I2C»
- Нажмите кнопку Decode (Декодирование) на передней панели. Выберите тип шины I2C, установите параметры исходя из характеристик сигнала. Когда параметры установлены правильно, будет отображаться информация, передаваемая сигналом.

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

Расшифровка информации:

Информация	Аббревиатура	Фон
Read Address	R, Чтение или не отображается	Зеленый
Write Address	W, Запись или не отображается	Зеленый
Data	D, Data, или не отображается	Черный

Примечание:

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

Список меню декодирования I2C:

Меню	Настройка		Описание
Bus Type	I2C		Установите тип шины декодирования как I2C.
Display	Формат	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save EventTable		Если к прибору подключен USB-накопитель, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (электронная таблица) на внешнем USB-накопителе.
	Таблица ASCII	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

### 3. Декодирование SPI

Для декодирования сигнала SPI:

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

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

Примечание:

- Используйте ручку уровня триггера для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.
- Пункт меню LS First в меню Bit Order (Least Significant Bit First) означает, что наименее значимый бит придет первым: следовательно, например, шестнадцатеричное число, 0x12, поступит как последовательность 01001000 в двоичном представлении, будет декодирована как обратная последовательность 00010010.

Список меню декодирования SPI:

Меню	Настройка	Описание
Bus Type	SPI	Установите тип декодирования шины как SPI.
Configure	SCLK	Выберите фронт тактового сигнала в соответствии с сигналом, сэмплируйте данные SDA по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала.
	Time Out	Установите минимальное время, в течение которого тактовый сигнал (SCL) должен находиться в состоянии покоя, прежде чем осциллограф начнет поиск данных (SDA), на которых можно сработать. Диапазон составляет от 30 нс до 10 с.
	Data Bits	Установите ширину данных каждого кадра в соответствии с сигналом. Может быть установлено любое целое число от 4 до 32.
	Bit Order	Выберите LS First или MS First для согласования сигнала.
	Format	Binary

Display	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.
	Save EventTable		Если к прибору подключен USB-накопитель, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (электронная таблица) на внешнем USB-накопителе.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

#### 4. Декодирование CAN

Для декодирования сигнала CAN:

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

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

Расшифровка информации:

Информация	Сокращение	На дисплее
Identifier (Идентификатор)	I, ID или не отображается	Зеленый
Overload Frame	OF	Зеленый



Error Frame	EF	Зеленый
Data Length code	L, DLC или не отображается	Синий
Data	D, Data или не отображается	Чёрный
Cyclic Redundancy Check (Проверка циклической избыточности)	C, CRC или не отображается	Допустимый: Фиолетовая  Ошибка: Красный

Примечание:

- Используйте ручку Уровня триггера для регулировки пороговых значений триггера шины и декодирования шины.
- Если ACK (ACKnowledge Character) кадра данных или удаленного кадра не выполняется, в соответствующей позиции в форме сигнала будут отображаться две красные метки ошибок.
- Кадр ошибки, удаленный кадр и кадр перегрузки будут указаны в столбце «Данные» в таблице событий (фрейм данных не будет идентифицирован).

Список меню CAN Декодирование:

Меню	Настройка		Описание
Bus Type	CAN		Установите тип шины для декодирования как CAN.
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы событий.

Save EventTable		Если к прибору подключен USB-накопитель, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (электронная таблица) на внешнем USB-накопителе.
ASCII Table	ON OFF	Выберите «ON» для отображения таблицы ASCII.

## 4.6. Как управлять меню функций

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

### 4.6.1. Как выполнить настройку режимов дискретизации (выборки)

Нажмите кнопку «Acquire (Сбор данных)», в нижнем меню отображается Acqu Mode, Length, PERF Mode (только для VERDO SB1621, VERDO SB1623, VERDO SB1626) и Intrl

Описание меню Acqu Mode отображается следующим образом:

Меню		Настройка	Описание
Acqu Mode	Sample		Нормальный режим выборки.
	Peak Detect (детектирование пиков)		Используется для отбора максимальных и минимальных выборок. В этом режиме прибор определяет высшие и низшие точки на смежных интервалах выборки. Используется для обнаружения коротких выбросов в сигнале.
	Average	4, 16, 64, 128	Режим выборки с усреднением используется для уменьшения случайных и не важных для измерений шумов, производится путем усреднения заданного пользователем количества собранных осциллограмм

Описание меню «Длина записи» отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Length	1000	Выберите длину записи (Для VERDO SB1626 40М доступен как на одном, так и 2-двух каналах)
	10 тыс.	
	100 тыс.	
	1М	
	10М	
	20М	
	40М (один канал)	

Описание меню РЕЖИМ PERF (только для VERDO SB1621, VERDO SB1623, VERDO SB1626) показано следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Режим PERF	8-бит	Установка вертикального разрешения АЦП
	12-бит	
	14-бит (только для VERDO SB1626)	

Это меню предназначено только для VERDO SB1621, VERDO SB1623, VERDO SB1626.

Если частота дискретизации  $\leq 250$  Мвыб/с, разрешение АЦП по умолчанию установлено на 12 бит;

Если частота дискретизации  $> 250$  Мвыб/с, а оба канала включены, разрешение АЦП по умолчанию установлено на 8 бит;

Если частота дискретизации  $< 250$  Мвыб/с и включен только один канал, в этом меню

можно установить разрешение АЦП на 8-разрядов или 12-разрядов.

Примечание: Для VERDO SB1626 выбор режима АЦП 8-разрядов, 12-разрядов или 14-разрядов не зависит от частоты дискретизации.

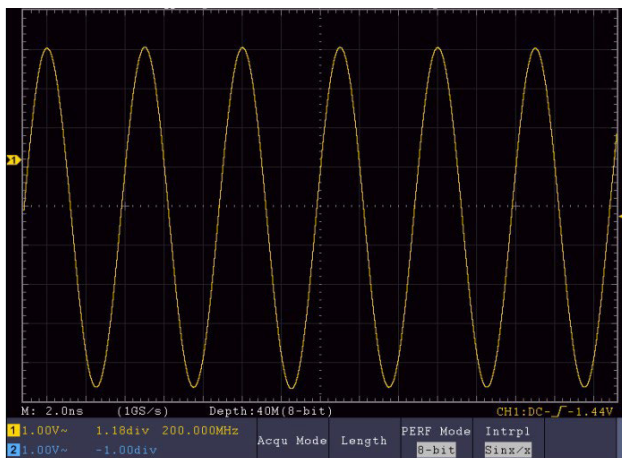
Описание меню Intrpl отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Intrpl	Sinx/x	Использование интерполяции $\sin(x)/x$
	x	Использование линейной интерполяции

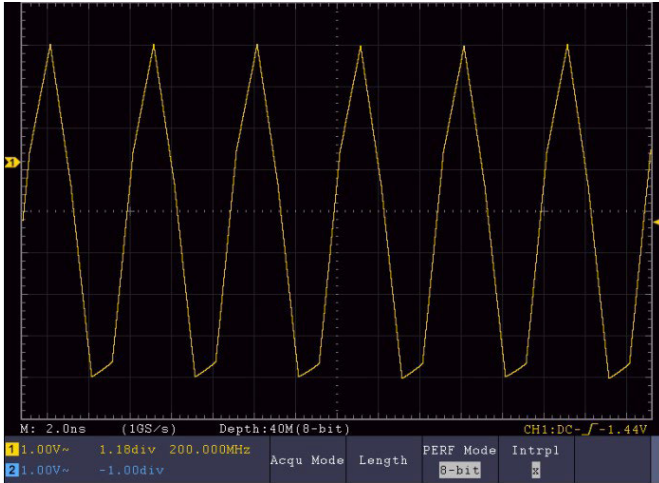
Метод интерполяции -это метод обработки для соединения отобранных точек, используя некоторые точки для расчета всего внешнего вида формы сигнала. Выберите подходящий метод интерполяции в соответствии с фактическим сигналом.

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

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



Интерполяция  $\sin(x)/x$



Линейная интерполяция

## 4.7. Как настроить систему отображения

Нажмите кнопку Display (Дисплей), и меню Дисплей отобразится следующим образом:

Меню	Установка	Описание	
Type	Dots	Отображаются только точки выборки.	
	Vect	Пространство между соседними точками выборки на дисплее заполняется векторной	
Persist & Color (цвет только для некоторых моделей)	Persist	OFF	Включите/выключите функцию персистенции (послесвечения экрана).
		1 second 2 second 5 second Infinity	Установите время послесвечения осциллограммы на экране.
	Color	ON OFF	Включение/выключение функции цветовой температуры

XY Mode Режим XY	Enable	ON OFF	Включение/выключение функции отображения XY
	Full Screen	ON OFF	Включение/выключение полноэкранного режима в режиме XY
Counter (счетчик)	ON OFF		Включить/выключить счетчик
Clear			Стирает накопленные предыдущие осциллограммы с экрана. Осцилло-граф снова начнет накапливать осцил-лограммы на экране

#### 4.7.1. Персистенция (послесвечение экрана)

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

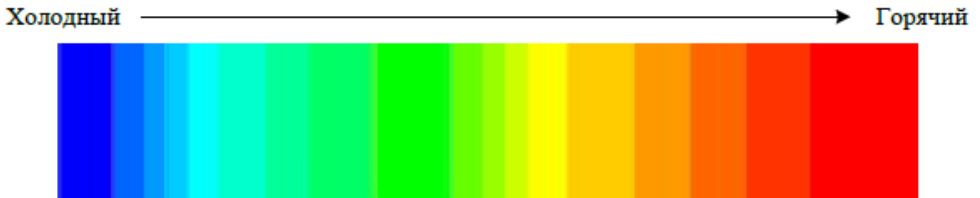
1. Нажмите кнопку Display (Дисплей).
2. Выберите Persist&Color в нижней части меню.
3. Выберите Persist (Персистенция) в правом меню.
4. В меню Time (Время) выберите время послесвечения: OFF, 1 Second, 2 Seconds, 5 Seconds и Infinity. (Бесконечность).

Если для параметра Persist Time установлено значение Infinity (Бесконечность), осциллограммы будут накапливаться на экране, не исчезая до тех пор, пока не будет изменено управляющее значение.

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

#### 4.7.2. Color (Цвет) - (не для всех моделей серии)

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



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

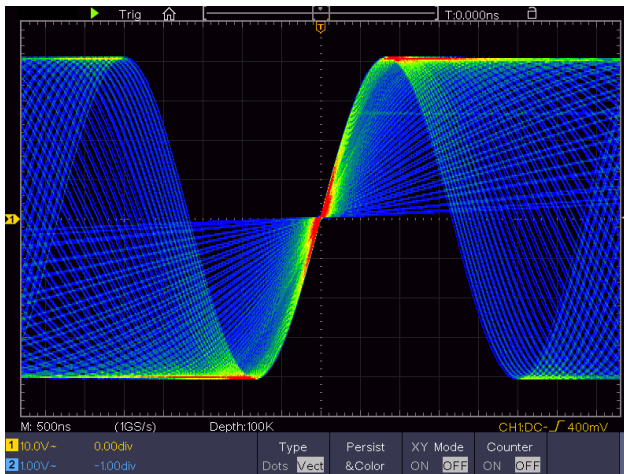


Рисунок 4-8 Функция цветовой температуры включена

#### 4.7.3. Формат XY

Этот формат применим только к каналу 1 и каналу 2. После выбора формата отображения X Y канал 1 отображается по горизонтальной оси, а канал 2 - по вертикальной оси; осциллограф устанавливается в режим выборки без триггера: данные отображаются в виде ярких пятен. Порядок работы следующий:

- Ручки «Горизонтальная шкала» и «Горизонтальное положение» используются для установки горизонтальной шкалы и положения.
- Ручки «Вертикальная шкала» и «Вертикальное положение» используются для установки вертикальной шкалы и положения.

Следующие функции не могут работать в формате XY:

- Опорная или цифровая осциллограмма
- Курсоры
- Управление триггером
- БПФ

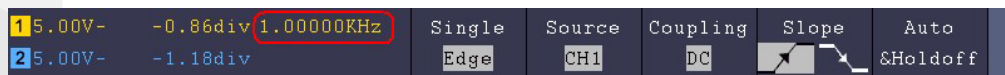
Этапы работы:

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

#### 4.7.4. Счетчик (частотомер)

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





Этапы работы:

1. Нажмите кнопку Trigger Menu, установите тип триггера single, установите режим триггера Edge, выберите источник сигнала.
2. Нажмите кнопку Display (Дисплей).
3. Выберите Counter (Счетчик) установите ON или OFF в нижнем меню.

## 4.8. Как сохранить и вызвать форму сигнала

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

Описание меню функции сохранения показано в следующей таблице:

Меню	Установка	Описание
Type	Wave Configure Image Record Clone	Выберите тип сохранения. О типе записи см. в разделе «Запись/ воспроизведение осциллограмм». О типе «Clone (Клонирование)» см. раздел «Клонирование и Вызов осциллограмм».
Если выбран тип Wave, меню выглядит следующим образом:		
Type Wave	Format (Правое меню)	Для хранения во внутренней памяти прибора можно использовать только формат .BIN. Для сохранения на внешних носителях формат может быть BIN, TXT или CSV.

Source		CH1 CH2 Math All	Выберите осциллограмму, которую необходимо сохранить. (Если определенный канал выключен, соответствующий пункт меню будет отключен). (Выберите All, чтобы сохранить все включенные сигналы. Вы можете сохранить в текущий внутренний адрес объекта или на USB-накопитель в виде одного файла.)
Object & Show	Object	0 - 99	Выберите адрес, на который будет сохранена форма сигнала или с которого она будет вызвана.
	Show	ON OFF	Вызовите или закройте форму сигнала, сохраненную в текущем адресе объекта. При включенном показе, если использовался текущий адрес объекта, будет показана сохраненная форма сигнала, номер адреса и соответствующая информация будут отображаться в левом верхнем углу экрана; если адрес пуст, появится надпись «Current object is empty (Текущий объект пуст)».
	Close All		Закройте все осциллограммы, хранящиеся в адрес объекта.
Save			Сохранить осциллограмму источника по выбранному адресу.
Storage		Internal External	Сохранить во внутреннее хранилище или на USB-накопитель. Если выбрано значение External, сохраните осциллограмму в соответствии с текущей длиной записи (см. «Меню Record Length»); имя файла можно редактировать. Файл осциллограммы BIN может быть также открыт программой анализа осциллограмм.
Если выбран тип - Configure, меню выглядит следующим образом:			
Configure		Setting0 ..... Setting19	Адрес настройки
Save			Сохранить текущую конфигурацию осциллографа во внутреннее хранилище

Load		Загрузить сохраненную ранее настройку из выбранного адреса
Если выбран тип Image, меню выглядит следующим образом:		
Ink Saver	ON OFF	Включает/выключает режим экономии тонера.
Save		Сохраните текущий экран дисплея. Файл может быть сохранен только на USB-накопителе, поэтому сначала необходимо подключить USB-накопитель. Имя файла можно редактировать. Файл сохраняется в формате BMP

#### 4.8.1. Сохранение и восстановление осциллограммы


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

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

1. Включите каналы CH1, CH2 и Math.
2. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
3. Сохранение: выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Wave в меню слева.
4. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите Internal (Внутренний) в правом меню.
5. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите All в правом меню.
6. Выберите «Object & Show (Объект и показать)» в нижнем меню, выберите 1 в качестве адреса объекта в меню слева.
7. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, чтобы сохранить осциллограмму сигнала.
8. Вызов осциллограммы из памяти: Выберите Object & Show в нижнем меню,

выберите 1 в левом меню. В правом меню выберите Show→ON, будет показана форма сигнала, сохраненная в этом адресе, номер адреса и соответствующая информация будут отображаться в левом верхнем углу экрана.

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

1. Включите каналы CH1 и CH2.
2. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
3. Сохранение: выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Wave в меню слева.
4. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите External (Внешний) в правом меню.
5. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите BIN в правом меню в качестве формата хранилища.
6. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, отметьте All в правом меню как источники сохранения.
7. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, появится клавиатура ввода, используемая для редактирования имени файла. По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Выберите клавишу  на клавиатуре для подтверждения.
8. Напоминание: Файл формы сигнала BIN может быть открыт на ПК программным обеспечением для анализа формы сигнала.

Замечание:

Независимо от настроек меню сохранения, вы можете сохранить форму сигнала, просто нажав кнопку панели «Copy (Копировать)» в любом пользовательском интерфейсе. Если в меню сохранения установлено значение «External (Внешний)», необходимо установить USB-диск. Пожалуйста, ознакомьтесь с информацией ниже, чтобы установить USB-диск и дать название сохраняемому файлу.


Сохраните текущее изображение экрана:

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

1. Установите USB-диск: Вставьте USB-диск в «USB Host port» на рисунке 3-1 Передняя панель». Если в правом верхнем углу экрана отображается значок



, USB-диск успешно установлен. Если USB-диск не может быть распознан, отформатируйте USB-диск в соответствии с методами, описанными в разделе «Требования к USB-диску».

2. После установки USB-диска нажмите на панели кнопку Save (Сохранить), в нижней части экрана отобразится меню сохранения.
3. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, выберите Image (Изображение) в меню слева.
4. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, появится клавиатура ввода, используемая для редактирования имени файла. По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Выберите клавишу  на клавиатуре для подтверждения.

#### 4.8.2. Требования к USB-диску

Поддерживаемый формат USB-диска: файловая система FAT32, размер блока размещения не может превышать 4К, также поддерживается USB-накопитель. Если USB-диск работает неправильно, отформатируйте его в поддерживаемый формат и повторите попытку. Для форматирования USB-диска следуйте любому из следующих двух способов: с помощью системной функции и с помощью инструментов форматирования. (USB-диск емкостью 8G или выше может быть отформатирован только с использованием второго метода - с помощью инструментов форматирования.)

Использование системной функции для форматирования USB-диска

1. Подключите USB-диск к компьютеру.

- Щелкните правой кнопкой мыши → Управление компьютером, чтобы войти в интерфейс управления компьютером.
- Выберите меню «Управление дисками», и информация о USB-диске отобразится с правой стороны с красными отметками 1 и 2.

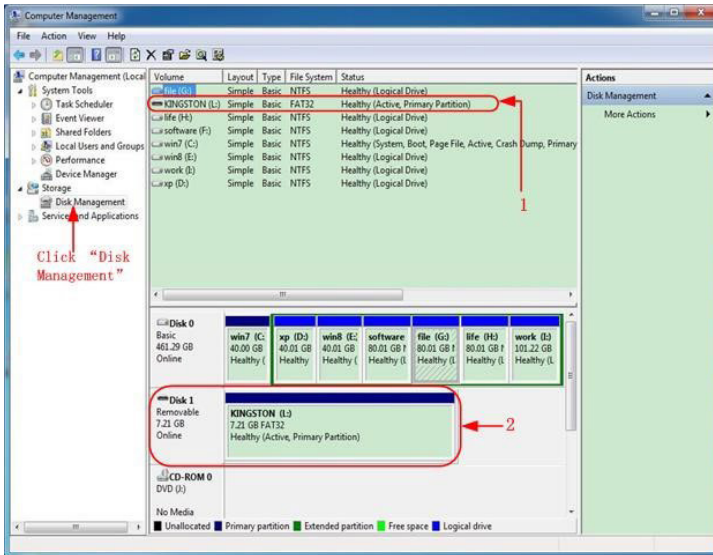


Рисунок 4-9: Управление дисками компьютера

- Щелкните правой кнопкой мыши область красных меток 1 или 2, выберите Format. И система выдаст предупреждающее сообщение, нажмите Да.



Рисунок 4-10: Форматирование предупреждения о USB-диске

- Установите файловую систему как FAT32, размер единицы размещения 4096. Установите флажок «Выполнить быстрое форматирование», чтобы выполнить быстрое форматирование. Нажмите кнопку ОК, а затем нажмите кнопку Да в предупреждающем сообщении.

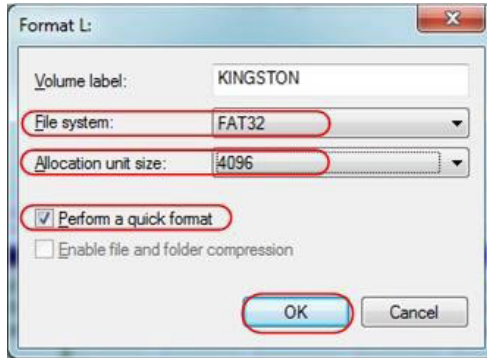


Рисунок 4-11: Форматирование USB-диска.

- Процесс форматирования.

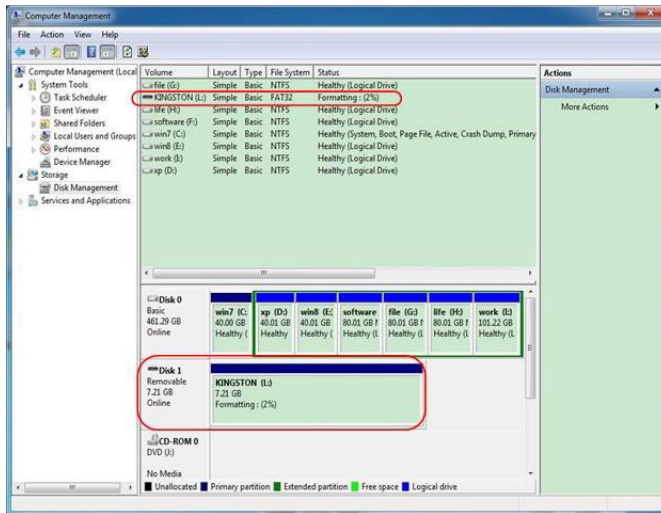


Рисунок 4-12: Форматирование USB-диска

7. Проверьте, является ли USB-диск FAT32 с размером блока выделения 4096 после форматирования.

## 4.9. Как записывать/воспроизводить формы сигналов

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

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

Если носитель данных является внутренним, Wave Record содержит четыре режима: OFF, Record Playback и Storage (Выкл, Запись, Воспроизведение и Хранение).

Если носитель является внешним, Wave Record содержит два режима: OFF, Record.

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

Меню «Запись» (Внутренняя память) отображает следующее:

Меню	Установка	Описание
Mode (Режим)	OFF Record Playback Storage	Закрывает функцию записи осциллограмм Меню «запись» Настройка меню воспроизведения Настройка меню хранилища
Record mode FrameSet	End frame	Поверните ручку M, чтобы выбрать количество кадров для записи (1 - 1000)
	Interval (Интервал)	Поверните ручку M, чтобы выбрать интервал между записанными кадрами (10 мс - 10 с)
Refresh	ON OFF	Обновлять осциллограмму во время записи Остановка обновления
Operate	Play Stop	Начать запись Остановить запись



Примечание: Обе формы сигналов Канала 1 и Канала 2 будут записаны. Если канал выключен во время записи, форма сигнала канала недоступна в режиме воспроизведения.

Воспроизведение: воспроизведение записанной или сохраненной осциллограммы.

Меню воспроизведения отображается следующим образом:

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

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

Меню хранилища отображается следующим образом:

Меню	Установка	Описание
Storage Mode	Start frame	Поверните ручку М, чтобы выбрать номер начального кадра для сохранения (1 - 1000)
Frame Set	End frame	Поверните ручку М, чтобы выбрать номер конечного кадра для сохранения (1 - 1000)
Save		Сохраните файл записи осциллограммы во внутреннюю память
Load		Загрузите файл записи осциллограммы из памяти

Чтобы использовать функцию записи осциллограммы, выполните следующие действия:

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

10. Чтобы сохранить записанную осциллограмму, выберите Mode (Режим) в нижнем меню, выберите Storage (Хранилище) в правом меню. Выберите FrameSet в нижнем меню, чтобы задать диапазон кадров для хранения, выберите Save (Сохранить) в нижнем меню.
11. Чтобы загрузить форму сигнала из внутренней памяти, выберите «Load (Загрузить)» в нижнем меню, затем выберите Playback режима Mode, чтобы проанализировать осциллограмму.

Примечание: При воспроизведении формы сигнала функция дискретизации, триггера или отображения недоступна.

Если носитель является внешним, Wave Record содержит два режима: OFF, Record.

Меню «Запись» (внешнее хранилище) отображает следующее:

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

Примечание:

Обе формы сигналов Канала 1 и Канала 2 будут записаны. Если канал выключен во время записи, осциллограмма канала будет недоступна в режиме воспроизведения.

Чтобы выполнить запись осциллограмм во внешнюю память, выполните следующие действия:

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

Подключите внешнее устройство к компьютеру, и файл wave\_record\_0.bin будет записан на него. Откройте программное обеспечение на ПК и выполните следующие действия, чтобы воспроизвести форму сигнала.

1. Выберите Communications → Auto Player.
2. Преобразование осциллограммы из прибора
3. Добавьте преобразованные файлы.
4. Установите режим воспроизведения и временную задержку.
5. Нажмите зеленую кнопку в левом углу экрана ПК, чтобы начать воспроизведение формы сигнала.

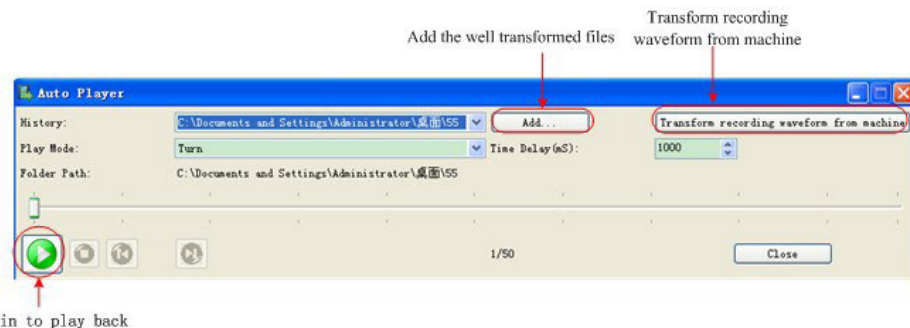
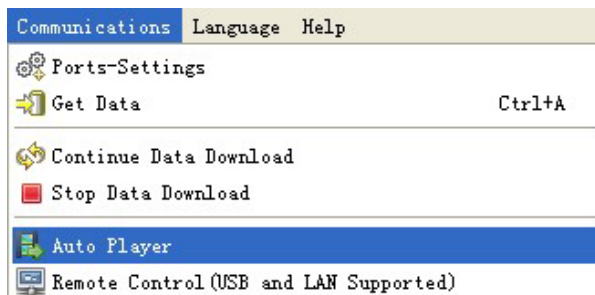


Рисунок 4-19: Воспроизведение на ПК формы сигнала программным обеспечением

## 4.10. Как клонировать и вызывать осциллограмму

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

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

Меню режима Clone Wave отображается следующим образом:

Меню	Установка	Описание	
Source	CH1 CH2 CH1 и CH2 (Только для двухканальных генераторов сигнала)	Клонирование формы сигнала CH1 Клонирование формы сигнала CH2 Клонирование формы сигнала CH1 и CH2	
Line	a b ab x	Поверните ручку M, чтобы переместить курсорную линию a. Поверните ручку M, чтобы переместить линию b. Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров. Установите курсоры для автоматического выбора всего экрана.	
Clone (Генератор доступен)	Clone	Клонируйте форму сигнала между двумя курсорами и выводите ее через генератор.	
	Выход AG (Только для двухканальных Генераторов)	Out1 Out2	Если источником является CH1 или CH2, вы можете выбрать выходной канал генератора. Если источником является CH1&CH2, выходной канал не выбирается. Out1 выводит сигнал CH1, Out2 выводит CH2.

Спасать	Save	Сохранение формы сигнала между двумя курсорами	
	Memory	Internal USB	Выберите место в памяти
	Output	(Генератор доступен и выбрана внутренняя память) Вывод формы сигнала в выбранный объект слева	
	Выход AG (Только для двухканальных генераторов)	Out1 Out2	(Генератор доступен и выбрана внутренняя память) Для формы сигнала в выбранном объекте слева: Если источником является CH1 или CH2, вы можете выбрать выходной канал генератора. Если источником является CH1&CH2, выходной канал не выбирается. Out1 выводит CH1, Out2 выводит CH2.

Для следующих шагов используется осциллограф с двухканальным AG

Чтобы клонировать форму сигнала и сохранить ее на внутренней/USB-памяти:




1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Clone (Клонировать).
3. Выберите Источник в нижнем меню, выберите один канал (CH1/ CH2) или два канала (CH1 & CH2) в правом меню Source.
4. Выберите «Line (Линия)» в нижнем меню. Если выбрано значение a или b , поверните ручку M , чтобы переместить соответствующий курсор. Если выбран ab, поверните ручку M , чтобы переместить пару курсоров. Если выбран x, весь экран будет выбран автоматически. Информация о форме сигнала отображается в левом нижнем углу экрана.



1 Δx: 2.140ms — Время  
1/x: 467.3Hz — Частота  
Len: 10700 — Длина

Примечание: Если появляется сообщение «Out Of Limits ( вне пределов)» или сообщение «Waveform points beyond the limit (Форма сигнала выходит за пределы).», это означает, что длина клонированной формы сигнала превышает предел. Когда источником является CH1 или CH2, максимальная длина составляет 2M; Когда источником является CH1 & CH2, максимальная длина составляет 1M. Нажмите кнопку «Acquire (сбор данных)», выберите «Length (Длина)» в нижнем меню и задайте для длины записи меньшее значение.

5. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню.

- Чтобы сохранить форму сигнала во внутреннюю память, выберите Storage (Хранилище) в правом меню и установите Internal (Внутреннее). Поверните ручку M , чтобы выбрать объект в меню слева, выберите Save (Сохранить) в правом меню.
- Чтобы сохранить форму сигнала на запоминающем устройстве USB, вставьте запоминающее устройство USB в порт на передней панели. Если значок  появляется в правом верхнем углу экрана, запоминающее устройство USB установлено успешно. Если запоминающее устройство USB не может быть распознано, отформатируйте запоминающее устройство USB в соответствии с методами, описанными в разделе «Требования к USB-диску. Выберите Storage (Хранилище) в правом меню установите External (Внешнее). Выберите Save (Сохранить) в правом меню. Появится клавиатура ввода, используемая для редактирования имени файла . По умолчанию используется имя текущей системной даты и времени. Поверните ручку M , чтобы выбрать клавиши, нажмите ручку для ввода. Выберите клавишу  на клавиатуре для подтверждения. Клонированная форма сигнала  будет сохранена на запоминающем устройстве USB в виде файла с расширением «ota».

Чтобы вывести клонированную форму сигнала во внутреннюю память через генератор: (Генератор является опцией)

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Clone (Клонировать).
3. Выберите Save (Сохранить) в нижнем меню, выберите Storage (Хранилище) в правом меню как Internal (Внутреннее).



4. Поверните ручку M, чтобы выбрать объект в меню слева. Если источником выбранной формы сигнала является CH1 или CH2, выберите AG Output в правом меню и установите выходной канал генератора. Если источником является CH1&CH2, выходной канал не выбирается.
5. Выберите Output (Вывод) в правом меню.

**CH1/2** Чтобы вывести клонированную форму сигнала в запоминающее устройство USB через генератор: (Генератор является опциональным)

1. Нажмите кнопку **AFG** для 1-канального генератора или **CH1/2** для 2-канальных генераторов. Для двухканального генератора нажмите кнопку , **CH1/2** чтобы установить выходной канал генератора.
2. Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите File Browse (Обзор файлов).
3. выберите Memory (Память) в правом меню → USB. Прибор отображает каталог папок и файлов на запоминающем устройстве USB. Выберите папку или файл с помощью ручки M для прокрутки списка вверх и вниз. Чтобы войти в текущую папку, выберите Change Dir в правом меню, выберите ее еще раз, чтобы вернуться в верхнюю директорию.
4. Выберите нужный файл с расширением «ota», выберите Read в правом меню.

Чтобы вывести выбранную форму сигнала через генератор напрямую: (Генератор является опциональным.)

1. Нажмите кнопку Save (Сохранить).
2. Выберите Type (Тип) в нижнем меню, в меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать Clone (Клонировать).
3. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите один канал (CH1/ CH2) или два канала (CH1 & CH2) в правом меню Source.
4. Выберите «Line (Линия)» в нижнем меню. Выделите курсор и переместите его, чтобы выбрать нужную форму сигнала.

5. Выберите Clone (Клонировать) в нижнем меню. Если источником является CH1 или CH2, выберите AG Output в правом меню и задайте выходной канал генератора. Если источником является CH1&CH2, выходной канал не выбирается.
6. Выберите Clone (Клонировать) в правом меню. Генератор выведет форму сигнала между двумя курсорами.

Перемещение курсоров с помощью жестов (только для сенсорного экрана)

О жестах для перемещения курсоров вы можете обратиться к разделу «Другие операции с использованием сенсорного экрана».

Описание формата данных файла осциллограммы OTA

Если источником является CH1 или CH2, файл OTA состоит из двух частей: заголовка файла и данных. Если источником является CH1 & CH2, файл OTA состоит из трех частей: заголовка файла, данные CH1 и данные CH2. Заголовок файла представляет собой параметр данных файла, который выражается в «имя параметра + значение».

Имя каждого параметра представляет собой чувствительную к регистру строку размером 4 байта. Значение параметра составляет не менее 4 байт.

#### 1. Формат описания заголовка файла:

- HEAD

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
HEAD	Размер заголовка	4 байта int	

- TYPE

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
TYPE	Модель	Символ 12 байт	

- SIZE

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
SIZE	Длина данных в битах	4 байта int	

- SIZE

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
SIZE	Размер файла	4 байта int	Используется для проверки целостности файла

- VOLT

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
VOLT	Цена деления по напряжению, деленное на 400, является разрешением АЦП. (Когда источником является CH1 & CH2, это цена деления на CH1.)	4 байта с плавающей точкой	Значение указывает на напряжение (единица измерения мВ), например 200 мВ.

- SAMP

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
SAMP	Частота дискретизации	4 байта с плавающей точкой	Единицей измерения является Са/С

- ADCB

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
ADCB	Бит АЦП, разрешение АЦП	4 байта int	8-бит или 12-бит

- CHAN

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
CHAN	Количество каналов	4 байта int	1 или 2

- VOL2

Имя параметра	Значение	Описание	Комментарий
VOL2	Деление напряжения, деленное на 400, является разрешением АЦП. (Когда источником является CH1 & CH2, это разделение напряжения CH2.)	4 байта с плавающей точкой	Значение указывает на напряжение (единица измерения мВ), например 200 мВ.

## 2. Данные

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

## 4.11. Как реализовать настройку вспомогательной функции системы

- Config (Конфигурация)

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

Описание Configure Menu (меню Настройка) отображается следующим образом:

Меню	Настройка		Описание
Language			Выберите язык отображения операционной системы.
Set Time	Display	ON OFF	Включение/выключение отображения даты
	Hour Min		Установка часы/минуты
	Day Month		Установка День /Месяц
	Year		Установка текущего года
KeyLock			Блокировка всех кнопок. Для разблокировки: нажмите кнопку Trigger Menu в области контроля триггера, затем нажмите кнопку Force, повторите 3 раза.
About			Показать серийный номер, версию внутреннего ПО

- Display (Дисплей)

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

Описание меню отображения отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
BackLight (Подсветка)	0% - 100%	Поверните ручку M, чтобы отрегулировать подсветку.
Graticule (Сетка)		Выберите тип сетки
Battery (Батарея)	ON OFF	Включение или выключение отображение на дисплее статуса батареи
Menu Time	OFF, 5с - 30с	Установка времени исчезновения меню

- Adjust (Настройка)

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

Описание меню «Adjust» отображается следующим образом:

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

## Do Self Cal (Самокалибровка)

Процедура самокалибровки может повысить точность осциллографа при заметном изменении температуре окружающей среды. Если изменение температуры окружающей среды достигает или превышает 5°C, для получения наивысшего уровня точности следует выполнить процедуру самокалибровки.

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

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

## Probe checking (Проверка пробника)

Операция проводится для проверки качества согласования пробника с осциллографом. Возможны 3 результата проверки: перекомпенсация, хорошая компенсация и недокомпенсация пробника. В соответствии с результатами проверки пользователь должен настроить пробник должным образом.

Этапы работы следующие:

1. Подключите пробник к CH1, отрегулируйте затухание пробника до максимума.
  2. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Adjust (Настроить) в меню слева.
  3. Выберите ProbeCh. в нижнем меню на экране отображаются советы по проверке пробника.
  4. Выберите ProbeCh. снова, чтобы начать проверку пробника, и результат проверки произойдет через 3 секунды; нажмите любую другую клавишу, чтобы выйти.
- Pass/Fail (Годен/не годен)

Функция Pass/Fail отслеживает изменения сигналов и выходных сигналов прохода или сбоя путем сравнения входного сигнала, который находится в пределах predetermined маски.

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

Описание меню Pass/fail отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Operate	Enable Operate	Включение управления переключателем Управлением переключателем работы
Output	Pass Fail Beep Stop Info	Тестируемый сигнал соответствует правилу Тестируемый сигнал не соответствует правилу Звуковой сигнал, когда он удовлетворяет правилу Остановка один раз при соответствии правилу Управление состоянием отображения информационного блока
Rule	Source Horizontal Vertical Create	Выберите источник CH1, CH2 или Math Изменение значения допуска по горизонтали путем поворота ручки M Изменение значения допуска по вертикали путем поворота ручки M Использование набора правил в качестве правила тестирования
SaveRule	Number Save Load	Выберите любой из них из Rule1 - Rule8 в качестве имени правила. Нажмите кнопку Save, чтобы сохранить правило. Загрузка некоторого правила в качестве правила тестирования.

Pass/Fail test (Тест «Годен/Негоден»):

Определяет, находится ли входной сигнал в пределах правила, если он выходит за пределы, установленные правилом, то это «Fail»; в противном случае это «Pass». Также он может выводить сигнал Fail или Pass через встроенный и настраиваемый выходной порт. Чтобы запустить тест, сделайте следующие шаги:

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



2. Включение: Выберите Operate (Работа) в нижнем меню, выберите Enable (Включение) в правом меню как ON.
3. Создать правило: выберите Rule (Правило) в нижнем меню. Выберите Source (Источник) в правом меню, выберите источник в меню слева. Установите Horizontal (Допуск по горизонтали) и Vertical (Допуск по вертикали) в правом меню. Выберите Create (Создать) в правом меню, чтобы создать правило.
4. Задать тип вывода: Выберите Output (Выход) в нижнем меню, чтобы ввести настройку параметра выхода. Выберите один или два варианта Pass - Fail или Veer. «Pass» и «Fail» являются взаимоисключающими вариантами, которые нельзя было выбрать одновременно». Stop означает остановку, как только условие удовлетворяет вашим настройкам.
5. Начать тест: Выберите Operate в нижнем меню, выберите Operate→Start в правом меню, тест начнется.
6. Сохранение правила: выберите SaveRule в нижнем меню. Выберите место сохранения в меню слева, а затем выберите Save (Сохранить) в правом меню, чтобы сохранить правило, которое при необходимости можно было бы сразу же вызвать. Нажмите кнопку Load (Загрузить), чтобы вызвать сохраненное правило.

#### Заметка:

1. Когда режим Pass/Fail включен, если режимы XY или FFT готовы к запуску, то режим Pass/Fail будет закрыт; в режиме XY или FFT Pass/Fail не доступен.
2. В режимах Factory, Auto Scale и Auto Set, Pass/Fail будет закрыт.
3. Если в правиле сохранения не осталось настроек сохранения, будет дана подсказка с указанием «NO RULE SAVED (Правило не сохранено)».
4. При статусе stop сравнение данных прекратится, и когда оно продолжит работать, количество Pass/Fail продолжит увеличиваться с прежнего числа, а не с нуля.
5. Когда режим воспроизведения осциллограмм включен, Pass/Fail используется для специального тестирования воспроизводимой формы сигнала.

- Output (Выход)

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

Пункт меню «Выход» в нижнем меню задает тип вывода порта Trig Out (P/F) на задней панели прибора. В нижнем меню выберите Output (Вывод). Описание меню «Output» отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Trig level	TrigOut	Выход сигнала синхронизации
	Pass/fail	Вывод высокого уровня при PASS и низкого уровня при FAIL
	AG Output	CH2 Выход двухканального генератора сигналов (опция)

Пункт меню видео в нижнем меню задает выходной порт видео. В нижнем меню выберите Video (Видео). Описание меню Video отображается следующим образом:

Меню	Настройка	Описание
Video	OFF VGA AV	Отключение видеовыхода Подключите порт VGA или AV к внешнему монитору или проектору. Выберите порт в этом меню, дисплей осциллографа может быть показан на внешнем мониторе или проекторе.

Пункты меню «Устройство» и «Настройка печати» устанавливают вывод печати, см. раздел «Как распечатать изображение экрана».

- LAN set (Установка LAN)

С помощью порта LAN осциллограф можно подключить к компьютеру.

- Update (Обновление)

Используйте USB-порт на передней панели для обновления встроенного ПО прибора с помощью запоминающего устройства USB. Обратитесь к разделу «Как обновить прошивку прибора».

- DAQ (Регистратор)


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

- FRA (анализ частотной характеристики)

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

## 4.12. Как обновить прошивку прибора

Используйте USB-порт на передней панели для обновления прошивки прибора с помощью запоминающего устройства USB.

Требования к запоминающему устройству USB: вставьте запоминающее устройство USB в usb-порт на передней панели. Если значок  появляется в правом верхнем углу экрана, запоминающее устройство USB успешно установлено. Если запоминающее устройство USB не может быть обнаружено, отформатируйте запоминающее устройство USB в соответствии с методами, описанными в разделе «Требования к USB-диску».

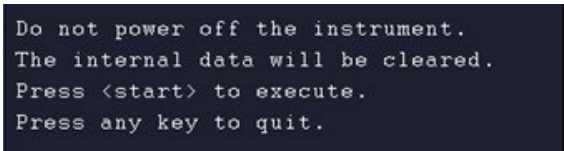
Внимание: Обновление прошивки прибора является ответственной операцией, чтобы предотвратить повреждение прибора, не выключайте прибор и не извлекайте запоминающее устройство USB во время процесса обновления.

Чтобы обновить встроенное ПО прибора, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Configure (Настройка) в меню слева, выберите About (О программе) в нижнем меню. Просмотрите информацию о модели и текущей установленной

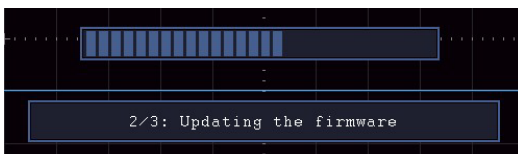
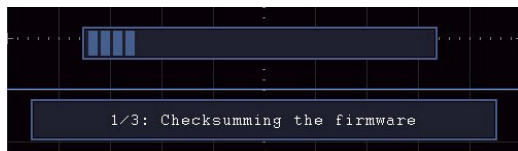
версии прошивки.

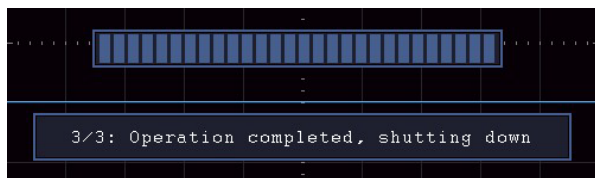
2. Скопируйте файл новой прошивки на запоминающее устройство USB (Имя файла должно быть \*.update. и может содержать до 15 символов, включая расширение).
3. Вставьте запоминающее устройство USB в USB-порт на передней панели прибора.
4. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Update (Обновить) в меню слева.
5. Выберите Open (Открыть) в нижнем меню, инструмент выводит каталог папок на запоминающем устройстве USB. Поверните ручку M, чтобы выбрать папку, выберите Open (Открыть) в нижнем меню, чтобы ввести папку. Перейдите в папку, в которой находится файл встроенного ПО, и выберите файл с расширением .update.
6. В нижнем меню выберите Open (Открыть), будут показаны сообщения ниже.



```
Do not power off the instrument.  
The internal data will be cleared.  
Press <start> to execute.  
Press any key to quit.
```

7. В нижнем меню выберите Start (Запустить) еще раз, интерфейсы ниже будут отображаться последовательно. Процесс обновления займет до трех минут. После завершения прибор будет автоматически выключен.





8. Длительно нажмите кнопку  для включения прибора

### 4.13. Как выполнить автоматические измерения

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

Осциллографы обеспечивают 38 параметров для измерения, включая:

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

Меню «Автоматические измерения» описано в следующей таблице:

Меню функций		Описание
Add	Meas Type (левое меню)	Выбор типа измерения
	Source (Источник) CH1 CH2	Выберите источник
	Add	Добавьте выбранные типы измерений (показано слева внизу, вы можете добавить максимально только 8 типов)

Remove	Meas Type (левое меню)		Выберите тип измерений, которые необходимо удалить. Выбранный тип и источник отображаются в меню Remove справа.
	Remove		Удаление выбранного типа измерений
	Remove All		Удалите все измерений
Show CH1	ON OFF		Показывает все измерения по CH1 на экране Скрыть окно измерений CH1
Show CH2	ON OFF		Показывает все измерения по CH2 на экране Скрыть окно измерений CH2
Configure	Gating (Строб)	Screen Cursor	Установка стробирования измерений по экрану или между курсорами
	Statistic	ON OFF	выберите «ON» или «OFF» для статистики измерений
	Statistics Sel	Extremum	Когда функция статистики включена, выберите «Extreme Value», в этом случае в нижней части экрана будет отображаться текущее значение, среднее значение, максимальное значение и минимальное значение.
		Difference	Выберите «Difference», в этом случае в нижней части экрана будет отображаться текущее значение, среднее значение, стандартное отклонение и количество выборок
	Std Dev Samples	Количество выборок стандартного отклонения, количество выборок для вычисления стандартного отклонения (диапазон: 0-999)	
	Reset	Перезапуск статистики измерений	

## Измерения

Измерение может быть выполнено только в том случае, если канал формы сигнала находится во включенном состоянии. Автоматическое измерение не может быть выполнено в следующей ситуации: 1) На сохраненной форме сигнала. 2) На осциллограмме Math 3) В режиме видео-триггера.

В формате Scan не могут быть измерены период и частота.

Измерьте период, частоту CH1, выполнив следующие шаги:

1. Нажмите кнопку «Measure (Измерить)» на передней панели, чтобы открыть меню «Измерение».
2. Выберите Add (Добавить) в нижнем меню.
3. В правом меню выберите CH1 в пункте меню Source (Источник).
4. В меню «Type (Тип)» слева поверните ручку M, чтобы выбрать «Period (Период)».
5. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение периода.
6. В левом меню «Type» поверните ручку M, чтобы выбрать «Frequency (Частота)».
7. В правом меню выберите CH1 в пункте меню Source (Источник).
8. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавляется измерение частоты.
9. Измеренное значение будет автоматически отображаться в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 4-20).

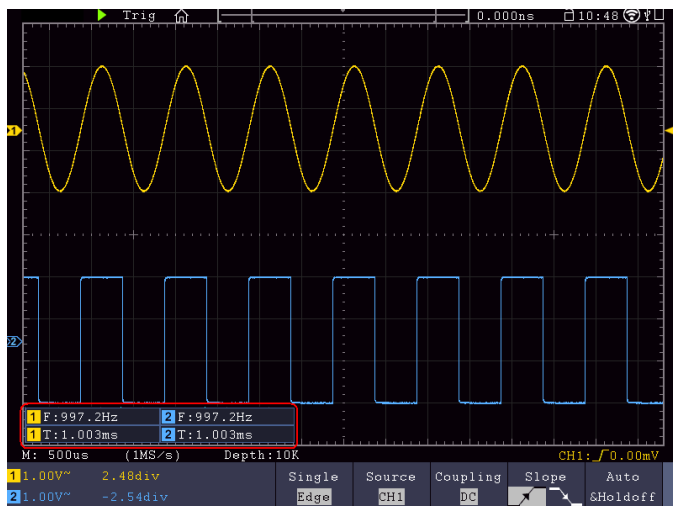


Рисунок 4-20 Автоматическое измерение

#### 4.13.1. Автоматическое измерение параметров напряжения

Осциллографы обеспечивают автоматическое измерение напряжения, включая Average (среднее), PK-PK, RMS, Max, Min, Vtop, Vbase, Vamp, OverShoot, PreShoot, Cycle RMS и Cursor RMS. На рисунке 4-21 ниже показан импульс с некоторыми точками измерения напряжения.

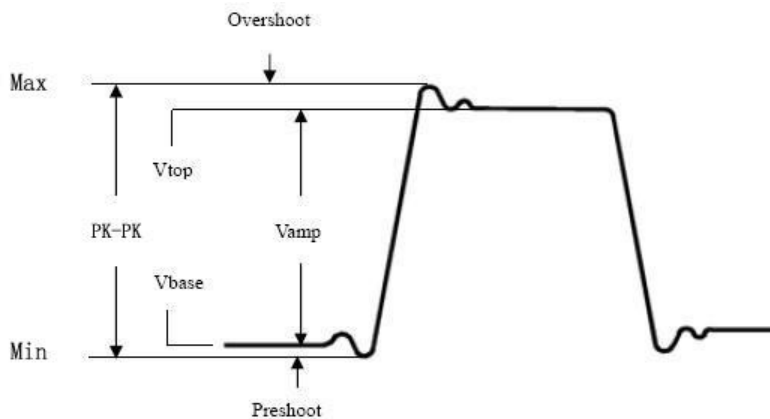


Рисунок 4-21



Mean (Среднее значение): Среднее арифметическое значение по всей осциллограмме.

PK-PK: напряжение от пика до пика.

RMS: Истинное среднеквадратичное напряжение по всей осциллограмме.

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

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

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

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

Vamp: (амплитуда) Напряжение между Vtop и Vbase.

OverShoot: (положительный выброс). Определяется как  $(V_{max}-V_{top})/V_{amp}$ , полезно для прямоугольных и импульсных форм сигнала.

PreShoot: (отрицательный выброс) Определяется как  $(V_{min}-V_{base})/V_{amp}$ , полезно для прямоугольных и импульсных форм сигнала.

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

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

#### 4.13.2. Автоматическое измерение временных параметров

Осциллографы обеспечивают автоматические измерения временных параметров, включая период, частоту, время нарастания, время спада, ширину +D, ширину -D, +рабочий цикл, - рабочий цикл, задержку A→B, задержку A→B, рабочий цикл.

На рисунке 4-22 показан импульс с некоторыми точками измерения времени.

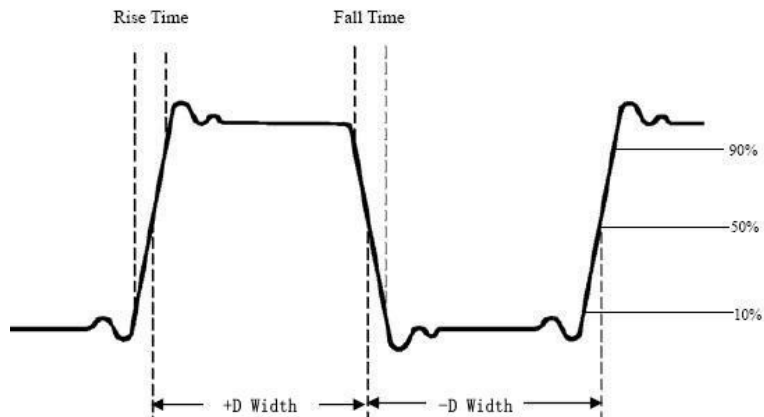


Рисунок 4-22

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Phase: Сравнивается восходящий фронт CH1 и CH2, вычисляется разность фаз двух каналов.

Разность фаз=(Задержка между каналами на переднем крае÷Период)×360°.

Примечание для следующих измерений задержки:

Источник А и источник В можно задать в меню функции автоматического измерения.

FRR: Время между первым восходящим фронтом источника А и первым восходящим фронтом источника В.

FRF: Время между первым восходящим фронтом источника А и первым ниспадающим фронтом источника В.

FFR: Время между ниспадающим фронтом источника А и первым восходящим фронтом источника В.

FFF: Время между первым ниспадающим фронтом источника А и первым ниспадающим фронтом источника В.


LRR: Время между первым восходящим фронтом источника А и последним восходящим фронтом источника В.


LRF: Время между источником А первым восходящим фронтом и последним ниспадающим фронтом источника В


LFR: Время между первым ниспадающим фронтом источника А и последним восходящим фронтом источника В.


LFF: Время между первым ниспадающим фронтом источника А и последним ниспадающим фронтом источника В.


Другие измерения


+PulseCount  : Число положительных импульсов, которые выше среднего контрольного пересечения в форме сигнала.

-PulseCount  : Количество отрицательных импульсов, которые опускаются ниже среднего контрольного пересечения в форме сигнала.

RiseEdgeCnt  : Число положительных переходов от низкого опорного значения к высокому опорному значению в форме сигнала.

FallEdgeCnt  : Число отрицательных переходов от высокого опорного значения к низкому опорному значению в форме сигнала.

Area  : Площадь всей формы сигнала в области экрана, измеряется в Вольт\*секундах. Площадь, измеренная выше нулевого уровня (а именно вертикальное смещение), является положительной; площадь, измеренная ниже нулевого уровня является отрицательной. Измеренная площадь является алгебраической суммой положительной и отрицательной площади всей осциллограммы в границах экрана.

Cycle Area  : Площадь первого периода осциллограммы на экране, единица измерения: Вольт\*секунда. Область над нулевой ссылкой (а именно вертикальное смещение) положительна, а область ниже нулевой линии- отрицательна. Измеряемая площадь является алгебраической суммой площади волны всего периода.

Примечание: Когда форма сигнала на экране меньше периода, измеренная площадь периода равна 0.

## 4.14. Как настроить автоматическое измерение

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

### Стробирование (Gating)

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

### Статистика

Выберите Statistics (Статистика), вы можете выбрать ON или OFF, чтобы включить или отключить статистику по измеряемым значениям.

## Выбор статистики

Статистика и отображение текущего значения, среднего значения, минимального значения (или количества выборок) и максимального значения (стандартного отклонения) до 8 результатов измерений, открытых последними.

Когда функция статистики включена, выберите «Extreme Value (Экстремальное значение)», в нижней части экрана будут отображаться: текущее значение, среднее значение, максимальное значение и минимальное значение; выберите «Difference (Разница)», в нижней части экрана будут отображаться: текущее значение, среднее значение, стандартное отклонение и количество изменений.

Количество образцов для определения стандартного отклонения: Количество образцов стандартного отклонения, - это количество измерений, используемых для расчета стандартного отклонения.

Сброс статистики: Перезапустите статистику статистики.

## 4.15. Как измерять с помощью курсоров

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

Курсорные измерения для нормального режима:

Описание меню курсорных измерений показано в следующей таблице:

Меню	Установка	Описание
Type	Voltage	Отображение меню курсора измерения напряжения
	Time	Отображение меню курсора измерения времени
	Time&Voltage	Отображение меню курсоров измерения времени и напряжения.
	AutoCursr	Горизонтальные курсоры устанавливаются в местах пересечения вертикальных курсоров и линии самого сигнала

Line Type (Time & Voltage type)	Time	Делает вертикальные курсоры активными.
	Voltage	Делает горизонтальные курсоры активными.
Window (zoom mode)	Main	Измерение в главном окне.
	Extension	Измерение в окне Зума.
Line	a	Поверните ручку M, чтобы переместить линию a.
	b	Поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
	ab	Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров.
Source	CH1,CH2	Отображение канала, к которому будет применяться курсорные измерения

Выполните следующие действия для курсорных измерений времени и напряжения на канале CH1:

1. Нажмите Cursor (Курсор), чтобы отобразить меню курсоров.
2. Выберите Source (Источник) в нижнем меню, выберите CH1 в правом меню.
3. Выберите первый пункт меню в нижнем меню, Type (Тип) отобразится в правой части экрана. В правом меню выберите Time&Voltage, две синие пунктирные линии отображаются вдоль горизонтального направления экрана, две синие пунктирные линии отображаются вдоль вертикального направления экрана. В окне измерения курсора в левой нижней части экрана отображаются координаты курсора.
4. В нижнем меню выберите Line Type→Time, чтобы сделать вертикальные курсоры активными. Если в нижнем меню выбрано Line→a, поверните ручку M, чтобы переместить линию a вправо или влево. Если выбран параметр b, поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
5. В нижнем меню выберите Line Type→Voltage, чтобы сделать горизонтальные курсоры активными. Выберите Line→a (или b) в нижнем меню, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.

- Нажмите кнопку Horizontal HOR, чтобы войти в режим зуммирования. В нижнем меню курсора выберите Window→Main или Window→Extension, чтобы курсоры отображались в главном окне или окне зуммирования.

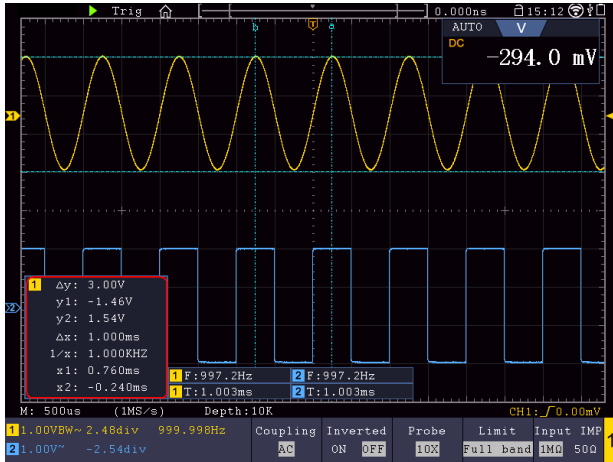
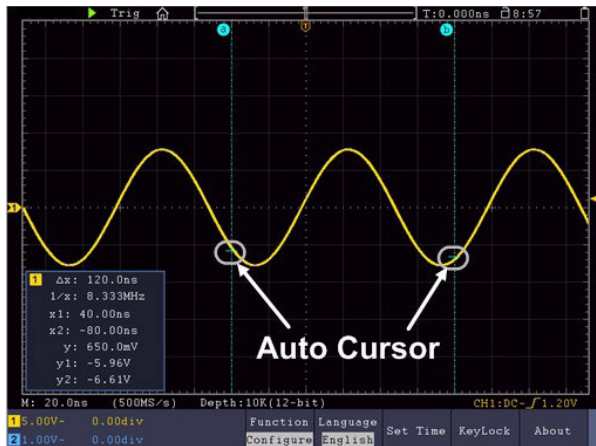


Рисунок 4-23 Курсорные измерения времени и напряжения

### Автоматический курсор

4.15.1. Для типа AutoCursr горизонтальные курсоры задаются как пересечения вертикальных курсоров и формы сигнала.



## Перемещение курсоров с помощью жестов

О жестах для перемещения курсоров см. раздел «Другие операции с использованием сенсорного экрана».

### 4.15.2. Курсорные измерения для режима БПФ

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

Описание меню курсора в режиме БПФ показано в следующей таблице:

Меню	Установка	Описание
Type	Vamp (or Phase)	Отображение курсора и меню измерения Vamp (или фазы).
	Freq	Отображение курсора и меню измерения частоты.
	Freq&Vamp (or Freq&Phase)	Отображение соответствующего меню курсорных измерений
	AutoCursr	Горизонтальные курсоры задаются как пересечения вертикальных курсоров и формы сигнала
Line Type (Freq&Vamp or Freq&Phase type)	Freq	Делает вертикальные курсоры активными.
	Vamp (or Phase)	Делает горизонтальные курсоры активными.
Window (Wave zoom mode)	Main Extension	Измерение в главном окне. Измерение в окне расширения FFT.
Line	a	Поверните ручку M, чтобы переместить линию a.
	b	Поверните ручку M, чтобы переместить строку b.
	ab	Два курсора связаны между собой. Поверните ручку M, чтобы переместить пару курсоров.
Source	Math FFT	Отображение канала, к которому будет применено курсорные измерения



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

1. Нажмите кнопку Math, чтобы отобразить математическое меню в нижней части. Выберите FFT. В правом меню выберите Format (Формат). В меню слева поверните ручку M, чтобы выбрать единицу измерения амплитуды (V RMS или децибелы).
2. Нажмите Cursor (курсор) , чтобы отобразить меню курсоров.
3. В нижнем меню выберите Window→Extension.
4. Выберите первый пункт меню в нижнем меню, меню Type (Тип) отобразится в правой части экрана. В правом меню выберите Freq&Vamp для Type, две синие пунктирные линии будут отображаться вдоль горизонтального направления экрана, две синие пунктирные линии, - вдоль вертикального направления экрана. В окне измерения курсора в левой нижней части экрана отображается результат считывания курсоров.
5. В нижнем меню выберите «Line type»→Freq, чтобы сделать вертикальные курсоры активными. Если строка в нижнем меню выбрана как a, поверните ручку M, чтобы переместить линию a вправо или влево. Если выбран параметр b, поверните ручку M , чтобы переместить строку b.
6. В нижнем меню выберите Line Type→Vamp, чтобы сделать горизонтальные курсоры активными. Выберите Line в нижнем меню как a или b, поверните ручку M, чтобы переместить курсоры.
7. В нижнем меню курсора вы можете выбрать Window→Main, чтобы курсоры отображались в главном окне.

## 4.16. Как использовать автомасштабирование

Это очень полезная функция для начинающих пользователей, позволяющая провести простую и быструю проверку входного сигнала. Функция применяется к последующим сигналам автоматически, даже если сигналы меняются в любое время. Автоматическое масштабирование позволяет прибору автоматически настраивать режим запуска, развертку по напряжению и временной шкале в соответствии с типом, амплитудой и частотой сигналов. Меню выглядит следующим образом:

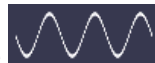
Меню	Установка	Описание
Autoscale	ON OFF	Вкл. автомасштабирование. Откл. автомасштабирование.
Mode		Автоматические вертикальные и горизонтальные настройки.  Автоматическая настройка только горизонтальной шкалы.  Автоматическая настройка только вертикальной шкалы.
Wave		Показать несколько периодов осциллограммы. Показывать только один или два периода.

Для измерения сигнала с помощью автомасштабирования можно сделать следующее:

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



4. В нижнем меню выберите Wave. В правом меню выберите



Затем осциллограмма отображается на экране, как показано на рисунке 4-24.

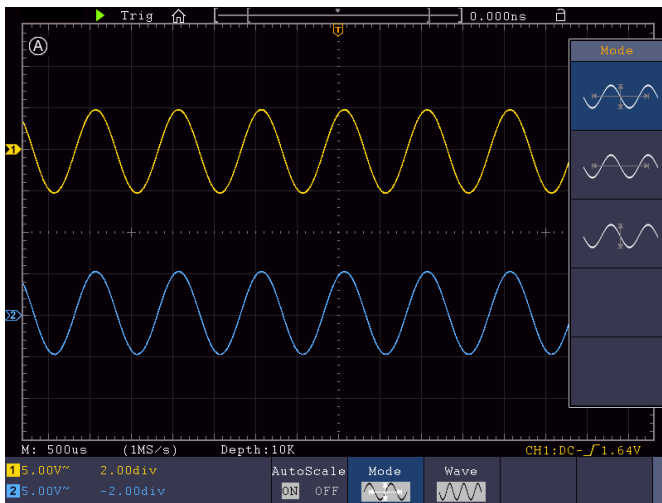


Рисунок 4-24 Горизонтально-вертикальное автоматическое масштабирование многопериодных сигналов

Примечание:

1. При входе в функцию Автомасштабирования индикатор автомасштабирования



будет мигать в левом верхнем углу экрана.

2. В режиме Автомасштабирование осциллограф может самостоятельно выбирать режим триггера (Edge, Video). На этом этапе меню триггера недоступно.
3. В режиме XY и состоянии STOP при переходе в режим автоматического масштабирования, переключается в режим YT и автоматического запуска.
4. В режиме автоматического масштабирования осциллограф всегда устанавливается как соединение постоянного тока с автоматическим запуском.
5. В режиме автоматического масштабирования, если начать регулировать вертикальное положение, вертикальную развертку, уровень срабатывания или временную развертку CH1 или CH2, осциллограф отключит функцию автоматического масштабирования. Чтобы вернуться к автоматическому

масштабированию, нажмите Autoset.

6. Выключите подменю в меню автоматического масштабирования, автоматическое масштабирование выключено, а включение подменю по-прежнему входит в функцию.
7. При запуске видео горизонтальная временная шкала составляет 50 us. Если один канал показывает пограничный сигнал, а другой канал показывает видеосигнал, шкала времени относится к 50us как к стандартному видеосигналу.
8. Пока работает автоматическое масштабирование, приведенные ниже настройки будут выполнены принудительно:

осциллограф переключится из режима волнового масштабирования в обычный режим

## 4.17. Как использовать встроенную справку

1. Нажмите кнопку Help (Справка), каталог отобразится на экране.
2. В нижнем меню нажмите кнопку Prev Page (Предыдущая страница) или Next Page (Следующая страница), чтобы выбрать тему справки, или просто поверните ручку M, чтобы выбрать.
3. Нажмите OK , чтобы просмотреть сведения о теме или просто нажмите на ручку M.
4. Нажмите кнопку Quit (Выход), чтобы выйти из справки, или просто выполните другие операции.

## 4.18. Как использовать исполнительные кнопки

Исполнительные кнопки -это: Autoset, Run/Stop, Single, Copy (Автоустановка, Запуск / Остановка, Одиночный, Копирование).

### 4.18.1. Autoset (Автоустановка)

Это очень полезный и быстрый способ применить набор предустановленных функций к входящему сигналу и отобразить наилучшую возможную форму сигнала просмотра,

а также провести некоторые измерения для пользователя.

Подробная информация о функциях, применяемых к сигналу при использовании автоустановки, приведена в следующей таблице:

Элементы функций	Значение
Vertical Coupling	Текущий
Channel Coupling	Текущий
Vertical Scale	Настраивается надлежащее значение
Bandwidth	Полный
Horizontal Level	Средняя или $\pm 2$ дел
Horizontal Scale	Настраивается надлежащее значение
Trigger Type	Фронт или Видео
Trigger Source	CH1 или CH2
Trigger Coupling	DC
Trigger Slope	Текущий
Trigger Level	3/5 формы сигнала
Trigger Mode	Авто
Display Format	YT
Force	Стоп
Help	Выход
Pass/Fail	Выкл.
Inverted	Выкл.
Zoom Mode	Выкл

#### 4.18.2. Определите тип сигнала по автоматической настройке

Пять видов сигнала: синусоида, квадрат, видеосигнал, уровень постоянного тока, неизвестный сигнал.

Меню выглядит следующим образом:

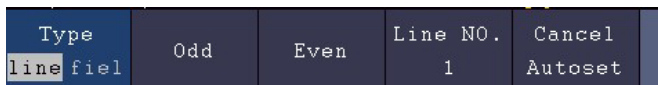
Синусоидальный: (Многопериодический, Однопериодический, БПФ, Отмена автоустановки)



Квадрат: (Многопериодический, Однопериодический, Восходящий фронт, ниспадающий фронт, Отмена автоустановки)



Видеосигнал:



Уровень постоянного тока, неизвестный сигнал:



Описание некоторых иконок:

Многопериодический: отображение нескольких периодов

Однопериодический: отображение одного периода

FFT: Переключение в режим FFT

Восходящий фронт: отображение восходящего фронта квадратной формы сигнала

Ниспадающий фронт: отображение ниспадающий фронт квадратной формы волны

Отмена автоустановки: Вернитесь назад, чтобы отобразить верхнее меню и информацию о форме сигнала.

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

**Run/Stop:** в состоянии ОСТАНОВКИ дискретизация отсутствует, вертикальное разделение и горизонтальная временная база формы сигнала все еще могут регулироваться в определенном диапазоне, другими словами, сигнал может быть расширен в горизонтальном или вертикальном направлении. Когда горизонтальная развертка составляет  $\leq 50$  мс, горизонтальная временная развертка может быть расширена на 4 деления вниз.

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

**Copy (Копировать):** Вы можете сохранить форму сигнала, просто нажав на панели кнопку Copy (Копировать) в любом пользовательском интерфейсе. Место хранения осциллограммы находится в соответствии с настройками меню функции Сохранить, когда тип — Wave. Для получения более подробной информации, пожалуйста, смотрите «меню функций Сохранить».

## 4.19. Как распечатать изображение экрана

Чтобы распечатать изображение того, что появляется на экране осциллографа, выполните следующие действия:

1. Подключите принтер к порту USB Device на задней панели осциллографа.
2. Примечание: Порт USB-устройства поддерживает PictBridge-совместимые принтеры.
3. Нажмите кнопку Utility (Утилита), выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите Output (Вывод) в меню слева.
4. В нижнем меню выберите Device (Устройство) как PICT. (Когда выбран ПК, вы можете получить изображение с помощью программного обеспечения

осциллографа.)

5. В нижнем меню выберите Print Setup (Настройка печати). В правом меню настройте параметры печати. При выборе Ink Saver будет распечатана копия с белым фоном.
6. После подключения принтера к осциллографу и настройки параметров печати можно печатать текущие изображения экрана одним нажатием кнопки «Print (Печать)» на передней панели.



## 5. Генератор произвольной формы (опция)

Осциллограф содержит встроенный генератор произвольных функций (25 МГц, двухканальный или одноканальный - опционально). Генератор функций обеспечивает 4 основные формы сигнала (синусоида, квадрат, треугольный (пила) и импульс) и 46 встроенных произвольных форм сигналов (шум, экспоненциальный подъем, экспоненциальное падение,  $\sin(x)/x$ , лестница и т.д.). Можно создать определяемую пользователем форму сигнала и сохранить ее на внутреннем накопителе или USB-устройстве.

### 5.1. Подключение выхода

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

Одноканальный генератор:

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

Двухканальный генератор:

Подключите кабель BNC к порту с маркировкой Out 1 или Out 2 на задней панели осциллографа. Out 1 - это выход CH1, Out 2 - выход CH2, также может использоваться в качестве порта выходного сигнала триггера и выхода Pass / Fail.



Рисунок 5-1 Выходные порты генератора (двухканальные)

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

## 5.2. Настройка каналов

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

Двухканальный генератор:

- Переключение каналов в настройках меню

Нажмите кнопку **CH1/2** для переключения между меню CH1, меню CH2 и меню Channel Copy.

- Включение/выключение вывода каналов

Нажмите кнопки **Out 1** **Out 2** для включения/выключения выхода соответствующего канала. Индикатор загорится, когда включится соответствующий канал.

- Меню «Копирование каналов»

Нажмите кнопку **CH1/2** для включения меню Channel Copy (Копирование каналов)

CH2 To CH1	CH1 To CH2	Freq Lock On	Ampl Lock On	Align Phase
---------------	---------------	-----------------	-----------------	----------------

Копировать канал

Выберите CH2 To CH1 в нижнем меню, чтобы скопировать параметры CH2 в CH1.

Выберите CH1 To CH2 в нижнем меню, чтобы скопировать параметры CH1 в CH2.

Фиксация частоты

Выберите Freq Loc→ON в нижнем меню, тогда частота двух каналов может быть отрегулирована синхронно.

### Фиксация амплитуд

Выберите **Ampl Lock** → **ON** в нижнем меню, тогда амплитуда двух каналов может быть отрегулирована синхронно.

### Выравнивание Фазы

Выберите «**Align Phase** (Выровнять фазы)» в нижнем меню, чтобы выровнять начальную фазу двухканальных сигналов.

## 5.3. Установка сигналов

1. Нажмите кнопку (одноканальный генератор) или ( для двухканального генератора), появится нижнее меню генератора.
2. Выберите нужную форму сигнала в нижнем меню, справа отображается соответствующее меню.
3. Параметры можно задать в правом меню.

### 5.3.1. Для вывода синусоидальных сигналов



Параметры синусоидальной формы сигнала в правом меню:

**Frequency/Period, Start Phase, Amplitude/High Level, Offset/Low Level** (Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень соответственно).

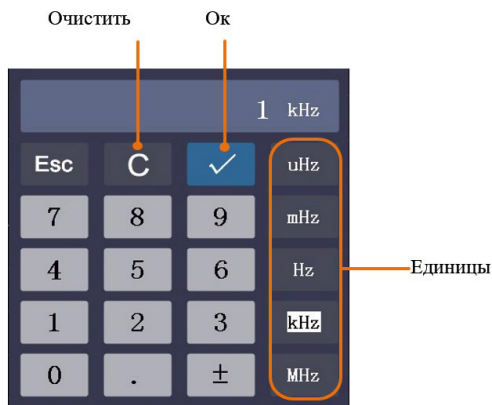
### Установка частоты

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

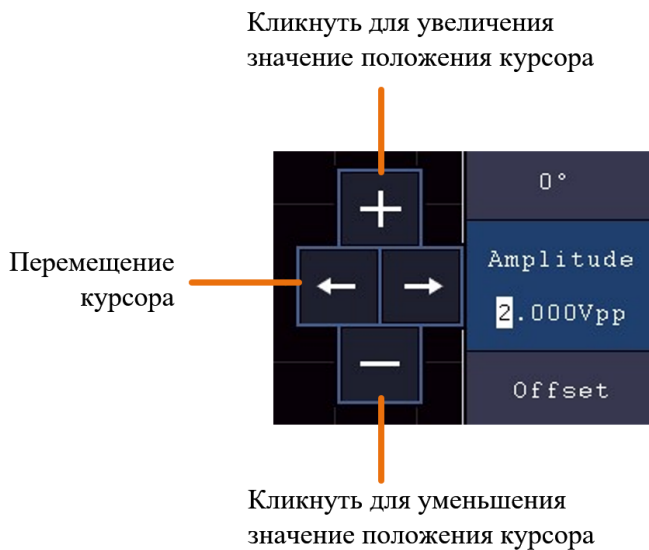
Три способа изменения выбранного параметра:

- Поверните ручку **M** для изменения значения положения курсора. Нажмите клавишу  \  направления для перемещения курсора.

- Используйте клавиатуру ввода: нажмите на ручку M, появится клавиатура ввода. Поверните ручку M, чтобы перемещаться между клавишами. Нажмите кнопку M, чтобы ввести выбранную клавишу.



- Используйте сенсорный экран (он является опциональным):



#### Установка периода

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

#### Установка начальной фазы

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

#### Установка амплитуды

Выберите «Amplitude (Амплитуда)» в правом меню (если «Amplitude» не отображается, выберите «High Level (Высокий уровень)» и снова выберите его, чтобы переключиться на «Amplitude»). Задайте параметр в правом меню.

#### Установка смещения

Выберите Offset (Смещение) в правом меню (если Offset не отображается, выберите Low Level (Низкий уровень) и выберите его еще раз, чтобы переключиться на Offset). Задайте параметр в правом меню.

#### Установка высокого уровня

Выберите «High Level (Высокий уровень)» в правом меню (если «High Level» не отображается, выберите «Amplitude» и снова выберите его, чтобы переключиться на «High Level»). Задайте параметр в правом меню.

#### Установка низкого уровня

Выберите «Low Level (Низкий уровень)» в правом меню (если «Low Level» не отображается, выберите «Offset» и снова выберите его, чтобы переключиться на «Low Level»). Задайте параметр в правом меню.

### 5.3.2. Для вывода прямоугольных (квадратных) сигналов

Параметры квадратной формы сигнала: Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень.

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень,

смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу «Выходные синусоидальные сигналы».

### 5.3.3. Для вывода пилообразного сигнала (Ramp)

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

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу «Выходные синусоидальные сигналы».

#### Установка симметрии пилообразного сигнала

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

### 5.3.4. Для вывода импульсных сигналов

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

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу «Выходные синусоидальные сигналы».

#### Установка ширины импульса

Выберите «Width (Ширина)» в правом меню (если «Width» не отображается, выберите «Duty Cycle (Рабочий цикл)» и выберите его еще раз, чтобы переключиться на «Width»). Задайте параметр в правом меню.

#### Установка рабочего цикла импульса

Выберите «Duty Cycle (Рабочий цикл)» в правом меню (если «Рабочий цикл» не отображается, выберите «Width» и снова выберите его, чтобы переключиться на «Duty Cycle»). Задайте параметр в правом меню.

#### 5.3.4. Для вывода сигнала произвольной формы (Arb)

Пункты меню сигнала произвольной формы: Частота/Период, Начальная фаза, Амплитуда / высокий уровень, смещение / низкий уровень, New (новый), File Browse (просмотр файлов), Built-in (встроенный). Вы можете управлять меню с помощью кнопок выбора меню справа.

Чтобы установить частоту/период, начальную фазу, амплитуду/высокий уровень, смещение/низкий уровень, обратитесь к разделу «Выходные синусоидальные сигналы».

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

#### Создание новой формы сигнала (Arb)

1. Войдите в меню управления: Нажмите кнопку **AFG** (если у Вас одноканальный генератор) или **CH1/2** (двухканальный генератор). Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите New (Создать).

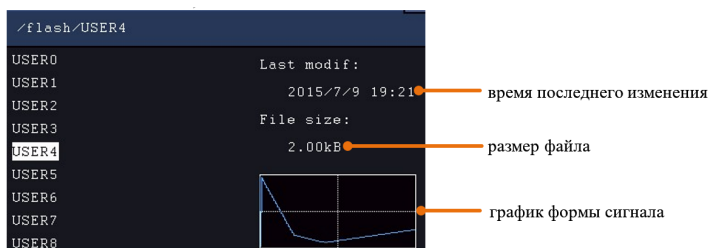
2. Установите количество точек осциллограммы: выберите «Points (Точки)» в правом меню, поверните ручку M, чтобы изменить значение, или используйте клавиатуру ввода (нажмите ручку M, чтобы вызвать ее), чтобы ввести значение и выбрать единицу измерения. X1, X1000, X1e6, X1e9 в клавиатуре соответственно представляют 1, 1000, 1000000, 1000000000. Диапазон точек осциллограмм составляет 2 - 8192.

3. Установите интерполяцию: выберите Intrpl в правом меню, выберите между On/Off. Если вы выберете On, точки будут соединены кратчайшими линиями; в противном случае напряжения между двумя последовательными точками не изменятся, а форма сигнала выглядит как восходящие/нисходящие ступеньки.

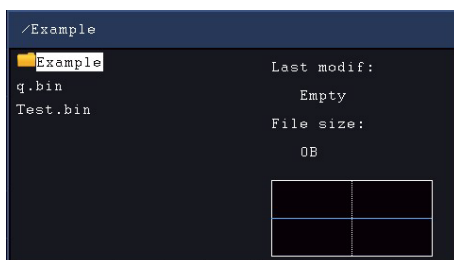
4. Установите интерполяцию: выберите Intrpl в правом меню, выберите между On/Off. Если вы выберете On, точки будут соединены кратчайшими линиями; в противном случае напряжения между двумя последовательными точками не изменятся, а форма сигнала выглядит как восходящие/нисходящие ступеньки.

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

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



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



Введите нужный путь к месту сохранения файла, выберите Save (Сохранить) в правом меню, всплывает клавиатура ввода, введите имя файла, выберите на клавиатуре для подтверждения. Форма сигнала сохраняется в папке в виде файла с расширением BIN.



Примечание: Длина ввода может иметь до 35 символов.

### Просмотр файлов

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

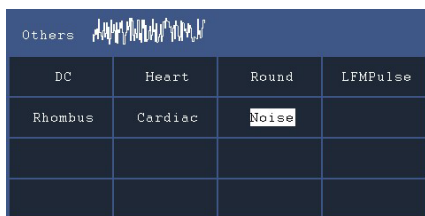
1. Нажмите кнопку **AFG** (одноканальный генератор) или **CH1/2** (двухканальный генератор). Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите File Browse (Обзор файлов).
2. Выберите нужный файл осциллограммы во внутреннем накопителе (FLASH) или USB-устройстве (USB DEVICE).
3. Выберите Read (Чтение) в правом меню.

### Встроенная форма сигнала

В генераторе осциллографа есть 46 встроенных произвольных форм сигналов.

Шаги для выбора встроенной формы сигнала:

1. Нажмите кнопку **AFG** (одноканальный генератор) или **CH1/2** (двухканальный), в результате появится нижнее меню генератора.
2. Выберите Arb в нижнем меню, выберите Others (Другие) в правом меню и выберите Built-in (Встроенные).
3. Выберите Common (Общие), Math (Математика), Window (Окно) или Others (Другие) в правом меню. Например, выберите Others, чтобы войти в следующий интерфейс.



Поверните ручку M, чтобы выбрать нужную форму сигнала (или коснитесь сенсорной кнопки, если дисплей - сенсорный). Например, выберите Noise (Шум). Выберите Select (Выбрать), чтобы вывести форму шумового сигнала.


Примечание: Для одноканального генератора вы можете нажать кнопку  на передней панели для вывода сигнала постоянного тока.

Таблица встроенных сигналов:

Имя	Пояснение
Common (общие)	
StairD	Нисходящая лестница
StairU	Восходящая лестница
StairUD	Восходящая/нисходящая лестница
Trapezia	Трапецевидная форма сигнала
RoundHalf	Кругло-половинная волна
AbsSine	Абсолютное значение синусоиды
AbsSineHalf	Абсолютное значение половины
SineTra	Синусоидальный поперечный разрез
SineVer	Синусоидальный вертикальный разрез
NegRamp	Отрицательная рампа
AttALT	Усиливающаяся кривая колебаний
AmpALT	Затухающая кривая колебаний
CPulse	Закодированный импульс
PPulse	Положительный пульс
NPulse	Отрицательный импульс
Math (Математика)	
ExpRise	Экспоненциальная функция нарастания

ExpFall	Экспоненциальная функция падения
Sinc	Функция Синк ( $\sin(x)/x$ )
Tan	Тангенс
Cot	Котангенс
Sqrt	Квадратный корень
XX	Квадратная функция
HaverSine	Функция ГаверСинус
Lorentz	Функция Лоренца
Ln	Функция натурального логарифма
Cubic	Кубическая функция
Cauchy	Дистрибуция Коши
Besselj	Функция Бесселя I
Bessely	Функция Бесселя II
Erf	Функция ошибки
Airy	Функция Эйри
Window (Окна БПФ)	
Rectangle	Прямоугольное окно
Gauss	Распределение Гаусса
Hamming	Окно Хэмминга
Hann	Окно Ханнинга
Bartlett	Окно Бартлетта
Blackman	Окно Блэкмена
Laylight	Окно лейлайт
Triang	Треугольное окно (окно Фейера)

Others (Другие)	
DC	Сигнал постоянного тока
Heart	Сердечный сигнал
Round	Круглый сигнал
LFMPulse	Линейный FM-импульс
Rhombus	Сигнал ромба
Cardiac	Сердечный сигнал
Noise	Шумовой сигнал

### 5.3.5. Анализ частотной характеристики

Функция анализа частотной характеристики (FRA) управляет встроенным генератором сигналов для развертки синусоидальной волны в диапазоне частот при измерении входных и выходных сигналов тестируемого устройства. На каждой частоте измеряются коэффициент усиления и фаза, которые наносятся на диаграмму Бode частотной характеристики. Когда анализ частотной характеристики завершится, вы можете переместить маркер по диаграмме, чтобы увидеть измеренные значения усиления и фазы в каждой частотной точке. Вы также можете настроить параметры масштаба и смещения диаграммы для графиков усиления и фазы.

Примечание: Если сигнал серьезно зашумлен, рекомендуется выбрать Average в режиме Acquire перед запуском анализа (значения усреднения могут быть только 4 или 16), а затем запустить анализ.

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

Описание меню FRA показано следующим образом:

Меню функций	Установка	Описание
<input type="checkbox"/> FRA	<input type="checkbox"/> FRA	Установка флажка включает функцию FRA и отображает линию масштаба FRA и диаграмму.

	<input type="checkbox"/> Transparent	Если флажок снят, информация FRA отображается в окне FRA. При установке флажка информация FRA отображается в области отображения формы сигнала.
	Marker	Поверните многоцелевую ручку M для перемещения маркера, просмотрите измеренные значения усиления и фазы.
	Sweep Step (Шаг развертки) <input type="checkbox"/> Fine	Если флажок снят, шаг развертки составляет 0,1 дБ. При установке флажка шаг развертки равен 0,01 дБ.
Setup	Input V CH1 Output V CH2	Вход V является входом от CH1. Выход V является входом от CH2. (Примечание. Меню предназначено не для выбора пунктов меню, а только для отображения информации.)
	Min Freq <input type="checkbox"/> Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить минимальное значение частоты развертки. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку.
	Max Freq <input type="checkbox"/> Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить максимальное значение частоты развертки. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку.
	Amplitude <input type="checkbox"/> Fine	Поверните многоцелевую ручку, чтобы установить амплитуду генератора сигналов. Установите флажок, чтобы включить тонкую настройку. Примечание: Диапазон амплитуд от 2 мВ до 6 В <sub>pp</sub> .
Chart	Gain Scale	Отрегулируйте масштаб диаграммы усиления, диапазон от 5 дБ до 500 дБ.
	Gain Offset	Отрегулируйте смещение графика усиления, диапазон от -250 дБ до 250 дБ.
	Phase Scale	Отрегулируйте масштаб фазового графика, диапазон от 5° до 180°.

	Phase Offset	Отрегулируйте смещение фазового графика в диапазоне от $-180^\circ$ до $180^\circ$ .
	Autoscale	Автоматическое масштабирование усиления и фазовые графики.
<input type="checkbox"/> Analysis	Запустите/остановите анализ. F: Частота; G: Усиление; P: Фаза.	

Чтобы запустить анализ частотной характеристики, выполните следующие действия.

1. Выход генератора сигналов подключается к тестируемому устройству. Вход тестируемого устройства подключается к CH1 осциллографа. Выход подключается к каналу CH2 осциллографа.
2. Нажмите кнопку Utility (Утилита) , выберите Function (Функция) в нижнем меню, выберите FRA в меню слева.
3. В нижнем меню выберите FRA. В правом меню отметьте флажком FRA и установите другие пункты меню.
4. В нижнем меню выберите Setup или Chart. В правом меню задайте пункты меню.
5. В нижнем меню установите флажок Analysis (Анализ) , чтобы запустить анализ.

## 6. Использование мультиметра (опционально)

### 6.1. Входные клеммы

Входные клеммы находятся на задней панели осциллографа и помечены как 10A, mA, COM, V/ $\Omega$ /C.



Рис. 6-1 Входные клеммы мультиметра

### 6.2. Меню DMM (мультиметра)

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

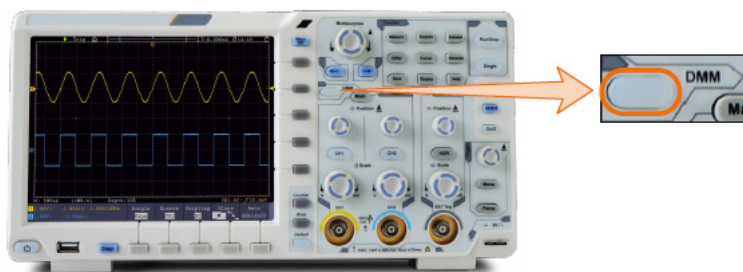




Рисунок 6-2 Кнопка мультиметра

Нижнее меню мультиметра выглядит следующим образом:

Меню	Установка	Описание
Current	ACA DCA	Измерение переменного тока Измерение постоянного тока
Voltage	ACV DCV	Измерение напряжения переменного тока Измерение напряжения постоянного тока
	R   C	Измерение сопротивления Тестирование диода Тестирование непрерывности цепи (прозвонка) Измерение ёмкости
Hold	ON OFF	Заморозка показаний во время измерения.
Configure	Relative	Относительные измерения: в этом режиме показания — это разница между сохраненным эталонным (опорным) значением и входным сигналом.
	Show Info ON OFF	Показать/скрыть информационное окно
	Auto Range	Выбор режима автоматического выбора диапазона
	Switch Range	Выбор режима ручного выбора диапазона, нажмите, чтобы переключить диапазон
	Current mA 10A (Только для измерения тока)	Выбор диапазона измерения тока.



### 6.3. Информационное окно DMM

Информационное окно мультиметра отображается в правом верхнем углу экрана.

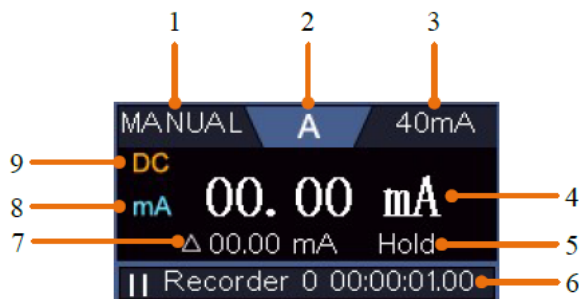


Рисунок 6-3 Информационное окно мультиметра

#### Описание

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


2. Индикаторы режима измерения:

A ----- Измерение тока

V ----- Измерение напряжения

R ----- Измерение сопротивления

 ----- Измерение диодов

 ----- Прозвонка

C ----- Измерение емкости

3. Диапазон

4. Дисплей измерений («OL» является сокращением от перегрузки, указывает,

что показания превышают диапазон отображения)

5. Включен режим удержания данных.
6. Регистратор данных Мультиметра (см. раздел «регистратор данных Мультиметра»).
7. Опорное значение относительного измерения.
8. Диапазон измерений тока: мА или 10А.
9. AC или DC при измерении тока или напряжения.

## **6.4. Проведение измерений мультиметром**

### 6.4.1. Измерение переменного или постоянного тока

Чтобы измерить переменный или постоянный ток менее 400 мА, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите Current (Ток) в нижнем меню, выберите его еще раз, чтобы переключиться между ACA (переменный ток) или DCA (постоянный ток).
2. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите Current (Ток) → mA в правом меню.
3. Подключите черный испытательный провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа. Подключите красный разъем провода к клемме mA.
4. Выключите питание измеряемой цепи. Разрядите все высоковольтные конденсаторы.
5. Отсоедините все внешние провода от устройства, подлежащего тестированию. Подключите черный испытательный провод к минусу цепи (с более низким напряжением); подключите красный испытательный провод к плюсу (с более высоким напряжением). Реверсирование проводов приведет к отрицательным показаниям, но не повредит мультиметр.
6. Включите питание измеряемой цепи и считывайте показания на дисплее.

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

Чтобы измерить переменный или постоянный ток, который составляет от 400 мА до 10 А, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите Current (Ток) в нижнем меню, выберите его еще раз, чтобы переключиться между ACA (переменный ток) или DCA (постоянный ток).
2. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите Current (Ток) → 10A в правом меню.
3. Подключите черный испытательный провод к COM-терминалу на задней панели осциллографа. Подключите красный испытательный провод к разъему 10A .
4. Выключите питание измеряемой цепи. Разрядите все высоковольтные конденсаторы.
5. Отсоедините все внешние провода от устройства, подлежащего тестированию. Подключите черный испытательный провод к минусу цепи (с более низким напряжением); подключите красный испытательный провод к плюсу (с более высоким напряжением). Реверсирование проводов приведет к отрицательным показаниям, но не повредит мультиметр.
6. Включите питание измеряемой цепи и считывайте показания на дисплее.
7. Выключите питание измеряемой цепи и разрядите все высоковольтные конденсаторы. Извлеките измерительные провода и восстановите схему до исходного состояния.


#### 6.4.2. Измерение напряжения переменного или постоянного тока

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите Voltage (Напряжение) в нижнем меню, выберите его еще раз, чтобы переключиться между ACV (Напряжение переменного ток) или DCV (напряжение постоянного тока).
2. Подключите черный тестовый провод к COM-терминалу на задней панели



осциллографа, а красный тестовый провод — к разъему V/ $\Omega$ /C.

3. Проверьте тестовые точки и прочитайте показания на дисплее.



#### 6.4.3. Измеритель сопротивления

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите  в нижнем меню, в нем выберите пункт R.
2. Подключите черный испытательный провод к com-терминалу на задней панели осциллографа, а красный испытательный провод к разъему V/ $\Omega$ /C.
3. Проверьте тестовые точки и прочитайте показания дисплея.


#### 6.4.4. Тестирование диодов

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

#### 6.4.5. Прозвонка цепи (Тестирование непрерывности)

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

### 6.4.6. Измерение ёмкости

1. Нажмите кнопку DMM на передней панели. Выберите  в нижнем меню, выбирайте его до переключения на C.
2. Вставьте прилагаемый измеритель емкости в клемму COM и клемму V/Ω/C на задней панели осциллографа.
3. Вставьте измеряемую емкость в модуль, после чего на экране появятся показания измеренного значения емкости.

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

## 6.5. Особенности мультиметра

### 6.5.1. Режим хранения данных

Вы можете заморозить показания дисплея в ходе любой функции измерения мультиметра.

1. Выберите Hold (Удерживать) в нижнем меню как ON. На дисплее будет показан режим HOLD.
2. Выберите OFF, чтобы выйти из этого режима.

### 6.5.2. Проведение относительных измерений

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

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

Значение измерения в это время сохраняется как опорное значение и отображается после значка  $\Delta$ .

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

2. Нажмите его еще раз, чтобы выйти из режима.

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

### 6.5.3. Информационный дисплей

Показать/скрыть информационное окно в правом верхнем углу дисплея.

1. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню, выберите Show Info (Показать информацию) в правом меню переведите в статус ON. На дисплее появится информационное окно мультиметра.
2. Выберите OFF, чтобы скрыть окно.

### 6.5.4. Автоматический или ручной диапазон

Автоматический диапазон установлен по умолчанию. Чтобы переключить автоматический или ручной диапазон, выполните следующие действия.

1. Выберите Configure (Настроить) в нижнем меню.
2. Выберите Auto Range в правом меню, на дисплее появится AUTO.
3. Выберите Switch Range в правом меню, на дисплее появится Manual. Нажмите эту программную клавишу, чтобы переключить диапазон.

Примечание: При тестировании диода, тестировании непрерывности и измерения емкости в ручном диапазон отключены.

## 6.6. Регистратор данных мультиметра

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

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

Описание меню DAQ отображается следующим образом:

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

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

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

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

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

3. Выберите Storage (Хранилище) в нижнем меню, выберите Internal (Внутреннее) или External (Внешнее) в правом меню. Если выбран вариант Внешний, вставьте запоминающее устройство USB в USB-порт на передней панели прибора.
4. Выберите Set (Установить) в нижнем меню, выберите Enable (доступно) в правом меню как ON.
5. Выберите Interval (Интервал) в правом меню, поверните ручку M, чтобы его установить.
6. Выберите Duration (Длительность) в правом меню, нажмите на нее, чтобы переключиться между единицами времени, поверните ручку M, чтобы установить соответствующее значение.
7. Выберите STRT (Старт) в нижнем меню.
8. Когда выбрано внешнее хранилище: инструкции будут показаны на экране. Файл записи будет называться «Multimeter\_Recorder.csv». Если файл с таким именем уже существует в запоминающем устройстве USB, он будет перезаписан. (Если вы хотите сохранить существующий файл, заранее создайте его резервную копию в другом месте.) Выберите STRT в нижнем меню, чтобы начать запись.
9. 9. Когда время записи достигнет заданной продолжительности, запись будет завершена.

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



Запишите время, используйте определенный интервал в качестве интервала обновления

Д Ч М С

10. Если выбран параметр Внутреннее хранилище: можно экспортировать файл внутренней записи на запоминающее устройство USB. Вставьте запоминающее устройство USB в USB-порт на передней панели прибора. Выберите Export (Экспорт) в нижнем меню. Инструкции будут показаны на экране. Файл экспорта будет называться «Multimeter\_Recorder.csv». Если файл с таким именем уже существует в запоминающем устройстве USB, он будет перезаписан. (Если вы



хотите сохранить существующий файл, заранее создайте его резервную копию в другом месте.) Выберите Export (Экспорт) в нижнем меню для экспорта.

### 6.6.1. Как составить диаграмму данных

CSV-файл можно открыть с помощью Microsoft Excel или любимого приложения для работы с электронными таблицами и создать диаграммы на основе данных.

В следующих шагах в качестве примера используется Microsoft Excel 2010.

1. Откройте Multimeter\_Recorder.csv в Excel.

	A	B	C	
1	DMM RECORDER			
2	Time interval:2.0(s)			
3	DCV			
4	RELATIVE:11.600000(mV)			
5	time	index	Voltage(mV)	
6		1	-0.4	

2. Выберите данные, которые вы хотите нарисовать (см. рисунок 6-4).
3. На вкладке Вставка в группе Диаграммы щелкните Линейная, а затем щелкните Линейная в 2-D строке (см. рисунок 6-5).
4. Отобразится график (см. рисунок 6-6). Если вы хотите сохранить диаграмму, сохраните файл в формате XLS.

time	index	Voltage(mV)
	1	2.8
	2	2.8
	3	2.8
	4	2.8
	5	2.7
	6	2.7
	7	2.7
	8	2.7
	9	2.7
0 00:00:1	10	2.7
	11	2.6
	12	2.6
	13	2.6
	14	2.6
	15	2.6
	16	2.6
	17	2.6
	18	2.6
	19	2.6
	20	2.6
	21	2.5
	22	2.5
0 00:00:2	20	2.5
	21	2.5
	22	2.6

Рисунок 6-4

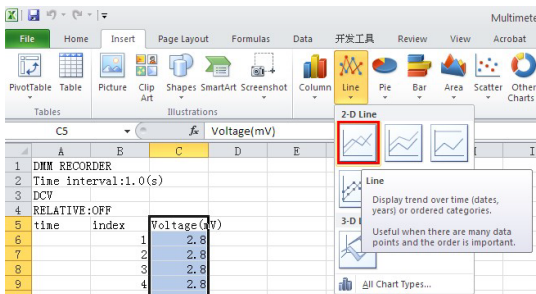


Рисунок 6-5

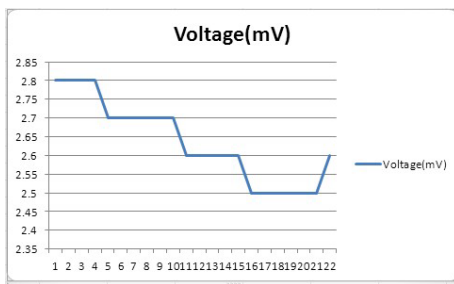


Рисунок 6-6

## 7. Связь с ПК

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

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

Для подключения к ПК установите коммуникационное программное обеспечение осциллографа на прилагаемом компакт-диск. Тогда есть несколько способов подключения на выбор.

### 7.1. Использование USB-порта

1. Подключение: используйте кабель для передачи данных USB для подключения порта USB Device на задней панели осциллографа к USB-порту ПК.
2. Установите драйвер: запустите коммуникационное программное обеспечение осциллографа на ПК, нажмите клавишу F1, чтобы открыть справочный документ. Выполните действия, указанные в разделе «I. Подключение устройства» в документе, чтобы установить драйвер.
3. Настройка портов программного обеспечения: Запустите программное обеспечение осциллографа; нажмите «Communications (Связь)» в строке меню, выберите «Ports-Settings (Порты-Настройки)», в диалоговом окне настроек выберите «Connect using (Подключиться с помощью)» выбрать «USB». После успешного подключения информация о подключении в правом нижнем углу программного обеспечения станет зеленой.

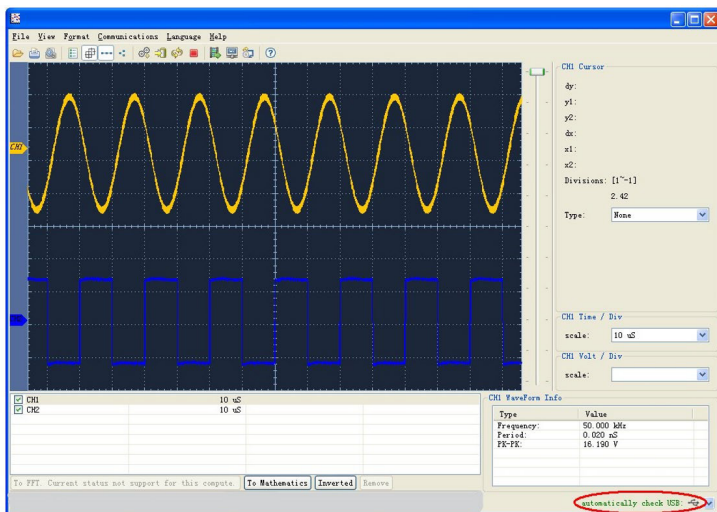


Рисунок 7-1 Подключение к ПК через USB-порт

## 7.2. Использование порта LAN

### 7.2.1. Прямое подключение

1. Подключение. Подключите кабель LAN к порту LAN на задней панели осциллографа; подключите другой конец к интерфейсу LAN компьютера.
2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку осциллограф не может поддерживать автоматическое получение IP-адреса, следует назначить статический IP-адрес. Здесь мы установили IP-адрес 192.168.1.71.

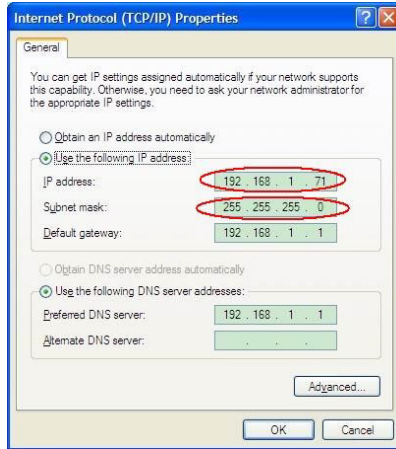


Рисунок 7-2 Установка сетевых параметров компьютера

3. Задайте параметры сети программного обеспечения осциллографа. Запустите программное обеспечение на компьютере; выберите пункт меню «Ports settings (Порты-настройки)» пункта меню «Communications (Связь)». Установите «Connect using» в положение LAN. Что касается IP, первые три байта совпадают с IP-адресом на шаге (2), последний байт должен отличаться. Здесь мы устанавливаем его на 192.168.1.72. Диапазон значения порта равен 0 - 4000, но обычно всегда порты с номерами ниже 2000 - заняты, поэтому необходимо установить его на значение выше 2000. Здесь мы установили его значение 3000.

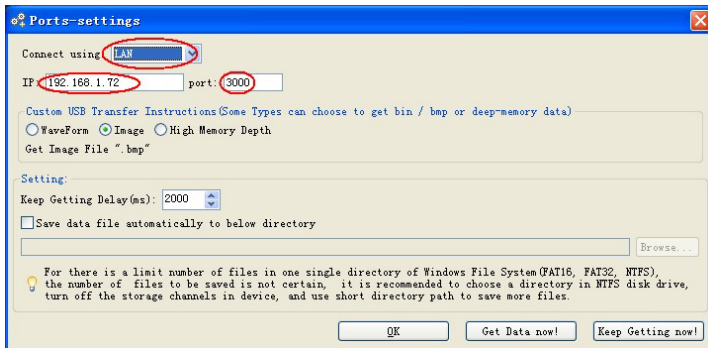


Рисунок 7-3 Настройка сетевых параметров программного обеспечения осциллографа

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

Set	
IP	
M	192 168
	1 72
Port	
3000	
Gateway	
192 168	
1 1	
Phy addr	
B7	F1
F4	B8
5F	D0
Subnet mask	
255 255	
255 0	

Рисунок 7-4 Установка параметров сети на осциллографе

## 7.2.2. Подключение через маршрутизатор

1. Подключение. Используйте кабель LAN для подключения осциллографа к роутеру, LAN-порт осциллографа находится в правой боковой панели; компьютер должен быть также подключен к маршрутизатору.
2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку осциллограф не может поддерживать автоматическое получение IP-адреса, следует назначить статический IP-адрес. Шлюз по умолчанию и маска подсети должны быть установлены в соответствии с маршрутизатором. Здесь мы установили IP-

адрес 192.168.1.71, маску подсети — 255.255.255.0, шлюз по умолчанию — 192.168.1.1.

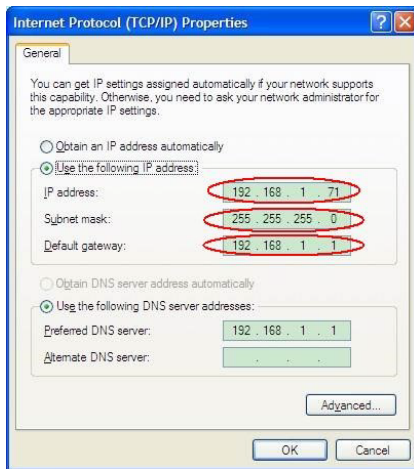


Рисунок 7-5 Настройка сетевых параметров компьютера

3. Задайте параметры сети программного обеспечения осциллографа. Запустите программное обеспечение на компьютере; выберите пункт Ports-settings меню «Communications (Связь)». Установите для параметра «Connect using (Подключение с помощью)» значение LAN. Что касается IP, первые три байта совпадают с IP-адресом на шаге (2), последний байт должен отличаться. Здесь мы устанавливаем его на 192.168.1.72. Диапазон значения порта равен 0 - 4000, но всегда порты с номерами ниже 2000 обычно заняты, поэтому предлагается установить его на значение выше 2000. Здесь мы установили его на 3000.

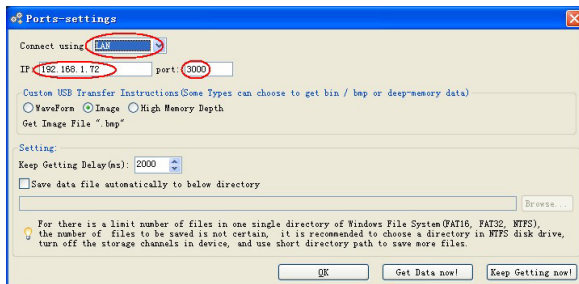


Рисунок 7-6 Установка сетевых параметров осциллографа

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

Set	
IP	
M	192 168
	1 72
Port	
	3000
Gateway	
	192 168
	1 1
Phy addr	
B7	F1
F4	B8
5F	D0
Subnet mask	
	255 255
	255 0

Рисунок 7-7 Установка параметров сети осциллографа



## 8. Демонстрация

### 8.1. Пример 1: Измерение простого сигнала

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

1. Выполните следующие действия для быстрого отображения этого сигнала:

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

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

2. Выполните автоматическое измерение

Осциллограф может автоматически измерять большинство отображаемых сигналов. Чтобы измерить период, частоту на CH1, выполните следующие шаги:

- Нажмите кнопку «Measure (Измерить)» на передней панели, чтобы открыть меню «Измерение».
- Выберите Add (Добавить) в нижнем меню.
- В левом меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать «Period».
- В правом меню выберите CH1 в пункте меню Source (Источник).
- В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение периода.

- В левом меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать «Frequency (Частота)».
- В правом меню выберите CH1 в пункте меню Source (Источник).
- В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение частоты.

Измеренное значение будет автоматически отображаться в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 9-1).

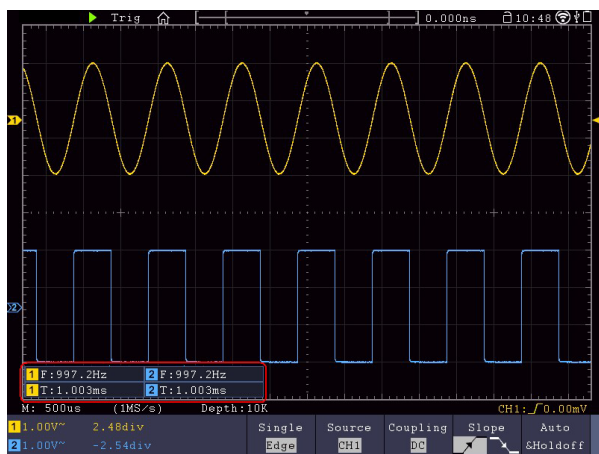


Рисунок 9-1 Измерения периода и частоты для данного сигнала

## 8.2. Пример 2: Определение коэффициента усиления усилителя в измерительной цепи

Целью этого примера является определение коэффициента усиления усилителя в измерительной цепи. Сначала мы используем осциллограф для измерения амплитуды входного сигнала и выходного сигнала из схемы, затем для расчета коэффициента усиления по заданным формулам.

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

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

Этапы работы:

1. Нажмите кнопку автоматической настройки, и осциллограф автоматически настроит сигналы двух каналов в правильное состояние отображения.
2. Нажмите кнопку «Measure (Измерить)» на передней панели, чтобы открыть меню «Измерение».
3. Выберите Add (Добавить) в нижнем меню.
4. В левом меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать выбрать РК-РК.
5. В правом меню выберите CH1 в пункте меню Источник.
6. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение разброса напряжения от пика до пика по каналу CH1.
7. В меню «Type» слева поверните ручку M, чтобы выбрать выбрать РК-РК.
8. В правом меню выберите CH2 в пункте меню Источник.
9. В правом меню выберите Add (Добавить). Добавлено измерение разброса напряжения от пика до пика по каналу CH2.
10. Считывание пиковых и пиковых напряжений канала 1 и канала 2 в левом нижнем углу экрана (см. рисунок 9-2).
11. Рассчитайте коэффициент усиления усилителя по следующим формулам.

Коэффициент усиления = Выходной сигнал / Входной сигнал


Коэффициент усиления (дБ) =  $20 \times \log(\text{коэффициент усиления})$

### **8.3. Пример 3: Захват одиночного сигнала**

Довольно легко использовать цифровой осциллограф для захвата непериодического сигнала, такого как импульс и выброс и т.д. Но общая проблема заключается в том,

как настроить триггер, если вы не знаете о сигнале? Благодаря различным функциям, поддерживаемым нашим осциллографом, пользователь может решить эту проблему, используя простой подход. Сначала запустите тест с помощью автоматического триггера, чтобы узнать ближайший уровень триггера и тип триггера, это поможет пользователю сделать несколько небольших корректировок для достижения правильного уровня и режима триггера. Вот как этого можно добиться.

Этапы работы следующие:

1. Установите коэффициент затухания меню пробника равным 10X, а коэффициент переключения в пробнике — 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника»).
2. Нажмите кнопку CH1, чтобы выбрать CH1, отрегулируйте ручки Vertical Scale (Вертикальное масштабирование) и Horizontal Scale (Горизонтальное масштабирование), чтобы настроить правильные вертикальные и горизонтальные диапазоны для наблюдаемого сигнала.
3. Нажмите кнопку Acquire (Сбор данных), чтобы открыть меню настройки режима сбора данных.
4. Выберите Acq Mode в нижнем меню. Выберите Peak Detect в правом меню.
5. Нажмите кнопку Trigger Menu, чтобы отобразить меню триггера.
6. Выберите первый пункт меню в нижнем меню. Выберите Single (Одиночный) в правом меню.
7. В меню слева выберите Edge в качестве режима синхронизации.
8. Выберите Source (Источник) в нижнем меню. Выберите CH1 в правом меню.
9. Выберите Coupling (Связь по входу) в нижнем меню. Выберите DC в правом меню.
10. В нижнем меню выберите Slope (Наклон) →  (восходящий).
11. Поверните ручку «Trigger Level (Уровень триггера)» и настройте уровень триггера примерно до 50% от измеряемого сигнала.

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

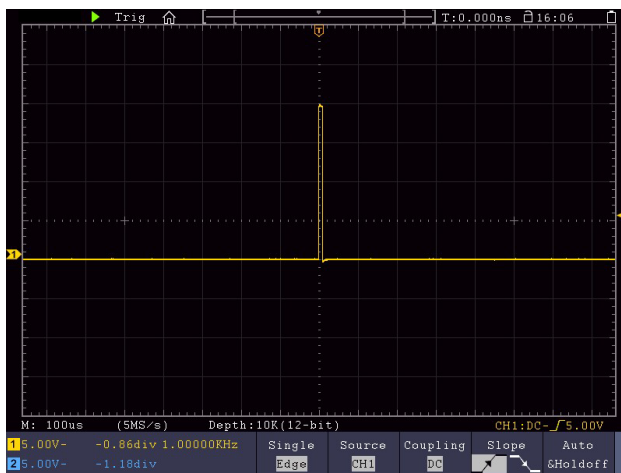


Рисунок 9-3 Захват одиночного сигнала

## 8.4. Пример 4: Анализ деталей сигнала

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

Анализ шума

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

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

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

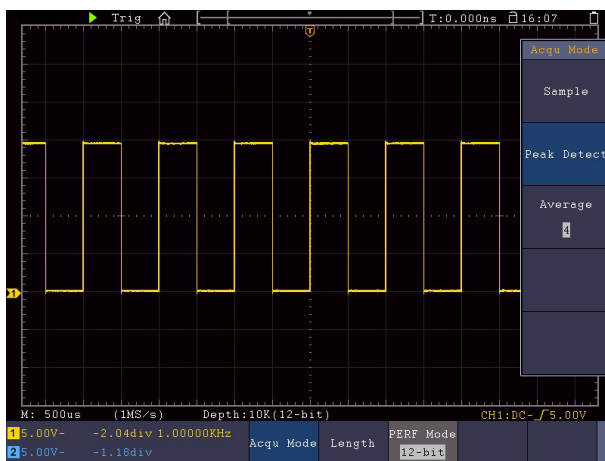


Рисунок 9-4 Сигнал с шумами

### Отделяйте шумы от сигнала

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

Ниже приведены инструкции по включению функции усреднения.

1. Нажмите кнопку Acquire (Сбор данных), чтобы открыть меню Acquire.

2. Выберите Acqu Mode в нижнем меню.
3. Выберите Average (Среднее) в правом меню, поверните ручку M и наблюдайте за формой сигнала, полученной от усреднения разного числа осциллограмм.

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

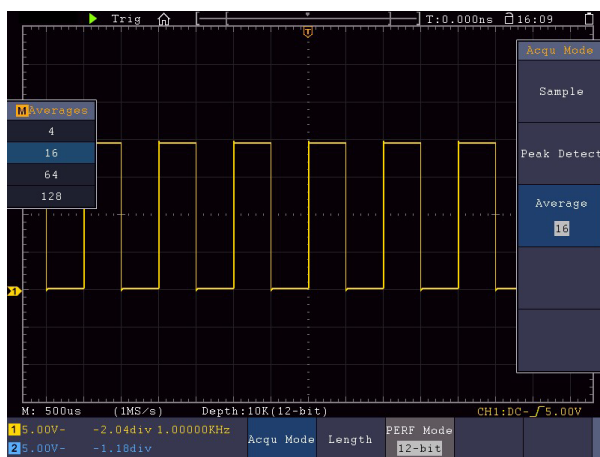


Рисунок 9-5 Снижение уровня шума с помощью функции усреднения

## 8.5. Пример 5: Применение функции X-Y

Изучите разность фаз между сигналами двух каналов

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

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

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

1. Установите коэффициент затухания меню пробника для 10X и коэффициент переключения в пробнике для 10X (см. раздел «Как установить коэффициент затухания пробника»).
2. Подключите пробник канала 1 к входу тестируемой цепи, а пробник канала 2 к выходу цепи.
3. Нажмите кнопки CH1иCH2, чтобы включить каналы.
4. Нажмите кнопку автоустановки , при этом осциллограф включит сигналы двух каналов и отобразит их на экране.
5. Нажмите кнопку CH1, чтобы выбрать CH1, поверните ручку вертикального масштабирования, а затем нажмите кнопку CH2, чтобы выбрать CH2, поверните ручку вертикального масштабирования, сделав амплитуды двух сигналов на экране примерно равными.
6. Нажмите кнопку Display (Дисплей) и вызовите меню Display.
7. Выберите XY Mode (Режим XY) в нижнем меню. Выберите ON в пункте «Enable» в правом меню. Осциллограф отобразит входные и выходные характеристики цепи в виде фигуры Лиссажу.
8. Поверните ручки «Vertical Scale» и «Vertical Position», оптимизируя форму сигнала.
9. С помощью метода эллиптической осциллограммы наблюдают и вычисляют разность фаз (см. рис. 9-6).



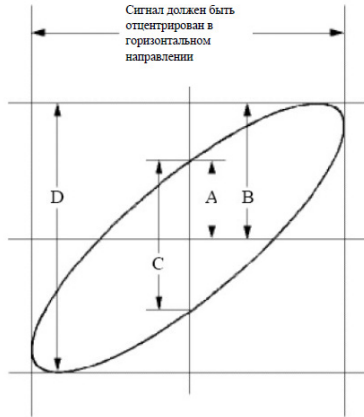


Рисунок 9-6 График Лиссажу

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

## 8.6. Пример 6: Триггер видеосигнала

Подайте видеосигнал на осциллограф и добейтесь стабильного отображения выходного видеосигнала.

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

1. Нажмите на кнопку Trig Menu на панели, чтобы отобразить меню Trigger.
2. Выберите первый пункт меню в нижнем меню. Выберите Single (Одиночный) в правом меню.
3. В меню слева выберите Video (Видео) в качестве режима.

4. Выберите Source (Источник) в нижнем меню. Выберите CH1 в правом меню.
5. Выберите Modu в нижнем меню. Выберите NTSC в правом меню.
6. Выберите Sync (Синхронизация) в нижнем меню. Выберите Field (Поле) в правом меню.
7. Поверните ручки Вертикальная шкала, Вертикальное положение и Горизонтальная шкала, чтобы получить правильное отображение формы сигнала (см. рисунок 9-7).

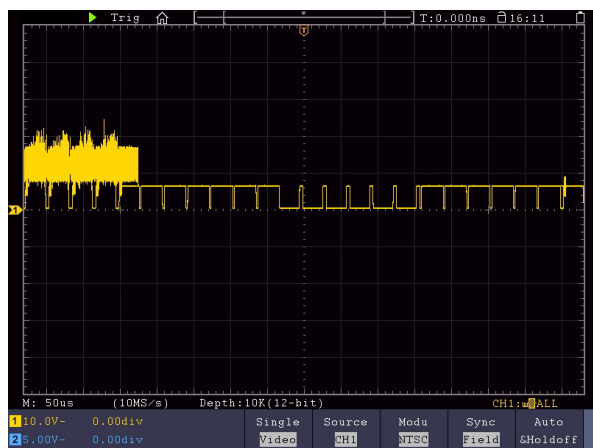


Рисунок 9-7 Осциллограмма, полученная с помощью триггера по видеополю

## 9. Устранение неполадок

1. Осциллограф включен, но дисплей не включается

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

2. После получения сигнала форма сигнала не отображается на экране.

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

3. Измеряемое значение амплитуды напряжения составляет 10 раз или 1/10 от фактического значения.

Посмотрите на коэффициент затухания для входного канала и коэффициент затухания пробника, чтобы убедиться, что они совпадают (см. «Как установить коэффициент затухания пробника»).

4. Отображается форма сигнала, но она не стабильна.

- Проверьте, соответствует ли пункт Source в меню TRIG MODE каналу сигнала, используемому в данном применении.
- Проверьте установленный тип триггера: Обычно для типовых сигналов выбирают режим триггера Edge (для видеосигнала – Video). Только при правильном выборе режима запуска осциллограмма может отображаться стабильно.
- Попробуйте изменить режим входа на подавление высокой частоты, чтобы сгладить высокочастотный шум, вызванный помехами.

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

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

Если это так, убедитесь, что уровень срабатывания центрирован на экране, или установите режим срабатывания как Авто. Кроме того, при нажатой кнопке Autoset вышеуказанная настройка может быть выполнена автоматически.

6. Отображение формы сигнала становится медленным после увеличения значения AVERAGE в режиме Acq Mode или в параметре Persist в Display (см. «Послесвечение») установлена большая продолжительность.

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

## 10. Технические характеристики

Если не указано иное, технические характеристики применяются только к данной серии осциллографов, а затухание пробников установлено 10X. Указанные ниже параметры спецификации могут быть достигнуты, только если осциллограф удовлетворяет следующим двум условиям,

- Прибор должен работать не менее 30 минут непрерывно при заданной рабочей температуре.
- Если изменение рабочей температуры достигает или превышает 5°C, выполните процедуру «Самокалибровка» (см. раздел «Как выполнить самокалибровку»).

Все стандарты спецификации могут быть выполнены, за исключением параметров, помеченных словом «Типичный».

Технические характеристики	Значения		
Полоса пропускания	VERDO SB1621	60 МГц	
	VERDO SB1622 VERDO SB1623	100 МГц	
	VERDO SB1624	200 МГц	
	VERDO SB1626	Режим 8 бит	200 МГц
		12-битный режим	150 МГц
		14-битный режим	20 МГц
	VERDO SB1625	200 МГц	
	VERDO SB1627	300 МГц	

Вертикальное разрешение АЦП (A/D)	VERDO SB1621	12 бит		
	VERDO SB1623	12 бит		
	VERDO SB1622	8 бит		
	VERDO SB1624	8 бит		
	VERDO SB1626	14 бит		
	VERDO SB1625	8 бит		
	VERDO SB1627	8 бит		
Количество каналов		2 + 1 (Внешний)		
Частота захвата осциллограмм		75 000 осциллограмм/с		
Многоуровневое отображение шкалы серого и цветовой температуры для обозначения частоты появления сигнала		VERDO SB1621 VERDO SB1623	Не поддерживается	
Многоуровневое отображение шкалы серого и цветовой температуры для обозначения частоты появления сигнала		VERDO SB1622 VERDO SB1624 VERDO SB1625 VERDO SB1626 VERDO SB1627	Поддерживается	
Функция лупы (Окно лупы может отображать увеличенную часть осциллограммы)		VERDO SB1621 VERDO SB1622 VERDO SB1623 VERDO SB1624 VERDO SB1625 VERDO SB1627	Не поддерживается	
		VERDO SB1626	Поддерживается (требуется наличие опции сенсорного экрана)	
Сбор данных	Режим	Нормальный, Детектирование пиков, Усреднение		
	Частота дискретизации (в реальном времени)	VERDO SB1621 VERDO SB1623	2 канала	500 Мвыб/с
			1 канал	Режим 8 бит
		Режим 12 бит		500 Мвыб/с

Сбор данных	Частота дискретизации (в реальном времени)	VERDO SB1622	2 канала	500 Мвыб/с		
			1 канал	1 Гвыб/с		
		VERDO SB1624	2 канала	500 Мвыб/с		
			1 канал	1 Гвыб/с		
		VERDO SB1626	2 канала	Режим 8 бит	1 Гвыб/с	
				Режим 12 бит	500 Мвыб/с	
				Режим 14 бит	100 Мвыб/с	
			1 канал	Режим 8 бит	1 Гвыб/с	
				Режим 12 бит	500 Мвыб/с	
				Режим 14 бит	100 Мвыб/с	
		VERDO SB1625	2 канала	1 Гвыб/с		
			1 канал	2 Гвыб/с		
VERDO SB1627	2 канала	1,25 Гвыб/с				
	1 канал	2,5 Гвыб/с				
Вход	Связь по входу	DC, AC, Земля				
	Входное сопротивление	VERDO SB1621 VERDO SB1622 VERDO SB1623 VERDO SB1624	1 МОм±2%, параллельно с 15 пФ±5 пФ			
	Коэффициент затухания пробника	0.001X - 1000X, шаг на 1 - 2 - 5				
	Максимальное входное напряжение	1MΩ: ≤300 Вскз; 50Ω: ≤5 Вскз (для некоторых моделей)				
	Ограничение полосы пропускания	20 МГц, полная полоса пропускания				
	Межканальная изоляция	50Гц: 100 : 1 10 МГц: 40 : 1				

	Временная задержка между каналами (номинал)	150пс				
Горизонтальная система	Диапазон частот дискретизации	VERDO SB1621 VERDO SB1623	2 канала	0,05 выб/с~ 500 Мвыб/с		
			1 канал	Режим 8 бит	0,05 С/с~1 Гвыб/с	
				Режим 12бит	0,05С/с~500Мвыб/с	
		VERDO SB1622	2 канала	0,05 выб/с~ 500 Мвыб/с		
			1 канал	0,05 выб/с~1 Гвыб/с		
		VERDO SB1624	2 канала	0,05 выб/с~ 500 Мвыб/с		
			1 канал	0,05 выб/с~1 Гвыб/с		
		VERDO SB1626	2 канала	режим 8 бит	0,05 С/с~1 Гвыб/с	
				режим 12 бит	0,05 С/с~500 Мвыб/с	
				режим 14 бит	0,05 С/с~100 Мвыб/с	
			1 канал	режим 8 бит	0,05 С/с~1	
				режим 12 бит	0,05 С/с~500 Мвыб/с	
				14 бит режим	0,05 С/с~100 Мвыб/с	
		VERDO SB1625	2 канала	0,05 выб/с~1 Гвыб/с		
1 канал	0,05 С/с~2 Гвыб/с					
VERDO SB1627	2 канала	0,05 выб/с~1,25 Гвыб/с				
	1 канал	0,05 выб/с~2,5 Гвыб/с				
	Интерполяция	$(\sin(x))/x, x$				
	Максимальная длина записи	40М				



	Скорость сканирования (С/дел)	VERDO SB1621 VERDO SB1622, VERDO SB1623	2нс/дел- 1000 с/дел, шаг на 1 – 2 - 5
		VERDO SB1624 VERDO SB1625, VERDO SB1626 VERDO SB1627	1 нс/дел – 1000 с/дел, шаг на 1 – 2 - 5
	Частота дискретизации / точность времени реле	±1×10 <sup>-6</sup> (номинал, Та = +25°С)	
	Точность измерения интервала времени (ΔТ) (DC - 100МГц)	Одиночный сигнал: ± (1 интервал времени + 1×10 <sup>-6</sup> ×показание + 0,6 нс); Среднее>16: ± (1 интервал времени +1×10 <sup>-6</sup> ×показание + 0,4 нс)	
Вертикальная система	Чувствительность	1 мВ/дел~10 В/дел	
	Смещение	VERDO SB1621 VERDO SB1622, VERDO SB1623 VERDO SB1626	±2 В (1 мВ/дел – 50 мВ/дел); ±20 В (100 мВ/дел – 1 В/дел); ±200 В (2 В/дел – 10 В/дел)
		VERDO SB1624 VERDO SB1625 VERDO SB1627	±2 В (1 мВ/дел – 50 мВ/дел); ±20 В (100 мВ/дел – 500 мВ/дел) ±250 В (1 В/дел – 10 В/дел)
	Аналоговая полоса пропускания	60 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц	
	Полоса пропускания одиночного сигнала	Полная полоса пропускания	
	Нижняя частота	≥10 Гц (на входе, режим входа - AC, -3 дБ)	

	Время нарастания (на входе, Типичный)	VERDO SB1621	≤ 5.8 нс		
		VERDO SB1622	≤ 3,5 нс		
		VERDO SB1623	≤ 3,5 нс		
		VERDO SB1624	≤ 1,75 нс		
		VERDO SB1626	8 битный режим	≤ 1,75 нс	
			12-битный режим	≤ 2,33 нс	
			14-битный режим	≤ 17.5 нс	
		VERDO SB1625	≤ 1,75 нс		
Измерения	Точность усиления на постоянном токе	VERDO SB1627	≤ 1.17 нс		
		VERDO SB1621	1 мВ	3%	
		VERDO SB1623	2 мВ	2%	
		VERDO SB1626	≥ 5 мВ	1.5%	
		VERDO SB1622	1 мВ	3%	
		VERDO SB1624 VERDO SB1625 VERDO SB1627	≥ 2 мВ	2%	
	Точность по постоянному току (усреднение)	Разница по напряжению между любыми двумя средними значениями осциллограмм ≥16, полученных при одинаковой настройке осциллографа и условиях окружающей среды (ΔV): ± (3% Показания + 0.05 дел)			
	Инвертирование формы сигнала: ВКЛ/ВЫКЛ				
	Курсорные измерения	ΔV, ΔT, ΔT&ΔV между курсорами, автоматический курсор			
	Автоматические	Период, Частота, Среднее, PK-PK, RMS, Max, Min, Top, Base, Амплитуда, +выброс, - выброс, время нарастания, время спада, +ширина импульса, -ширина импульса, +Рабочий цикл, -Рабочий цикл, Delay A→B, Задержка A→B, Цикл RMS, Курсор RMS, Рабочий цикл по экрану, FRR, FRF, FFR, FFF, LRR, LRF, LFR, LFF, Фаза, Количество +импульсов, Количество - импульсов, Количество восходящих фронтов, Количество нисходящих фронтов, Площадь и Область цикла.			
Математические операции с осциллограммами	+, -, *, / ,FFT, FFTrms, Intg, Diff, Sqrt, пользовательская функция, цифровой фильтр (нижние частоты, высокие частоты, полоса пропускания, полоса режекции)				

	Тип декодирования шин (опционально)	RS232, I2C, SPI, CAN	
	Хранение осциллограмм	100 осциллограмм	
	Фигура Лиссажу	Полоса пропускания	Полная пропускная способность
Ошибка разности фаз		±3 градуса	
Коммуникационный порт	Стандарт	USB, USB-хост (USB-накопитель); Trig Out (P / F); Порт LAN	
	Опция	Порт VGA и AV порт	
Частотомер	Поддержка		

Технические характеристики	Значения	
Диапазон уровня триггера	Внутренний	±5 делений от центра экрана
	EXT	±2 В
	EXT/5	±10 В
Точность уровня триггера (типичная)	Внутренний	±0.3 дел
	EXT	± (10 мВ + 6% от установленного значения)
	EXT/5	± (50 мВ + 6% от установленного значения)
Смещение точки запуска	В соответствии с длиной записи и временной разверткой	
Диапазон удержания триггера	100 нс – 10 с	
Настройка уровня 50% (номинал)	Частота входного сигнала ≥ 50 Гц	
Запуск по фронту	Наклон	Подъем, Падение
Запуск по видеосигналу	Модуляция	Поддержка стандартных систем вещания NTSC, PAL и SECAM

Запуск по видеосигналу	Диапазон номеров строк	1-525 (NTSC) и 1-625 (PAL/SECAM)	
Запуск по импульсу	Условие триггера	Положительный пульт: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =	
	Диапазон ширины импульса	от 30 нс до 10 с Для VERDO SB1626 диапазон составляет	
		Режим 8 бит	от 2 нс до 10 с
		12-битный режим	от 4 нс до 10 с
14-битный режим	от 20 нс до 10 с		
Запуск по наклону	Условие триггера	Положительный пульт: >, <, = Отрицательный импульс: >, <, =	
	Настройка времени	от 30 нс до 10 с Для VERDO SB1626 диапазон составляет	
		Режим 8 бит	от 2 нс до 10 с
		12-битный режим	от 4 нс до 10 с
14-битный режим	от 20 нс до 10 с		
Запуск по ранту	Полярность	Положительный, Отрицательный	
	Состояние ширины импульса	>, =, <	
	Диапазон ширины импульса	от 30 нс до 10 с Для VERDO SB1626 диапазон составляет	
		Режим 8 бит	от 2 нс до 10 с
12-битный режим		от 4 нс до 10 с	
14-битный режим	от 20 нс до 10 с		
Запуск по окну	Полярность	Положительный, Отрицательный	
	Положение триггера	Вход, Выход, Время	
	Временное окно	от 30 нс до 10 с Для VERDO SB1626 диапазон составляет	
		8 битный режим	от 2 нс до 10 с
12-битный режим		от 4 нс до 10 с	
14-битный режим	от 20 нс до 10 с		

Запуск по тайм-ауту	Тип фронта	Подъем, Падение	
	Диапазон времени простоя	от 30 нс до 10 с Для VERDO SB1626 диапазон составляет	
		8 битный режим	от 2 нс до 10 с
		12-битный режим	от 4 нс до 10 с
	14-битный режим	от 20 нс до 10 с	
Запуск по N-му фронту	Тип фронта	Подъем, Падение	
	Время простоя	от 30 нс до 10 с	
	Номер фронта	1 до 128	
Логический триггер	Логический режим	AND, OR, XNOR, XOR	
	Режим входа	H, L, X, Подъем, Падение	
	Режим выхода	Становится истинно, становится ложным, истинно >, истинно <, истинно =	
Запуск по шине RS232	Полярность	Нормальный, Инвертированный	
	Условие триггера	Start, Error, Check Error, Data	
	Скорость	Обычная, Пользовательская	
	Биты данных	5 бит, 6 бит, 7 бит, 8 бит	
Запуск по шине I2C	Условие триггера	Start, Restart, Stop, ACK Lost, Address, Data,	
	Биты адреса	7 бит, 8 бит, 10 бит	
	Диапазон адресов	0 до 127, от 0 до 255, от 0 до 1023	
	Длина байта	от 1 до 5	
Запуск по шине SPI	Условие триггера	Тайм-аут	
	Значение тайм-аута	от 30 нс до 10 с	
	Биты данных	От 4 до 32 бит	
	Настройка строки данных	H, L, X	
Запуск по шине CAN (опционально)	Тип сигнала	CAN_H, CAN_L, TX, RX	
	Условие триггера	Start of Frame, Type of Frame, Identifier, Data, ID & Data, End of Frame, Missing Ack, Bit Stuffing Error	
	Скорость	Обычная, Пользовательская	
	Точка выборки	от 5% до 95%	
	Тип фрейма	Data, Remote, Error, Overload	

## 10.1. Генератор сигналов (опционально)

Технические характеристики	Значения
Максимальная выходная	25 МГц
Частота дискретизации	125 Мвыб/с
Канал	1 канал или 2 канала Примечание: Опция 2 канального генератора доступна только для моделей VERDO SB1625, VERDO SB1626, VERDO
Вертикальное разрешение	14 бит
Диапазон амплитуд	2мВп-п – 6Вп-п
Длина формы сигнала	8 тыс.точек
Стандартные формы сигналов	Синусоида, меандр, треугольник и импульс

## 10.2. Мультиметр (опционально)

Технические характеристики	Значения
Полная шкала	3 ¼ цифр (макс. 4000 значений)
Тестирование диодов	0 В - 1 В
Входное сопротивление	До 10 МОм
Прозвонка	<50 Ом(±30Ом) звуковой сигнал
Емкость	51.2нФ – 100 мкФ: ± (3%±3 цифры)
Напряжение	DCV: 400мВ, 4В, 40В, 400В, 1000В: ± (1% ±1цифра) Макс. вход: DC 1000В ACV: 400мВ, 4В, 40В, 400В: ± (1% ±3цифры) 750В: ± (1.5% ±3цифры) Частота: 40 Гц - 400 Гц, макс. вход: AC 750 В (виртуальное значение)
Ток	DCA: 40 мА, 400 мА: ± (1,5% ±1 цифра) 4А, 10А: ± (3% ±3цифры) ACA: 40мА: ± (1,5% ±3цифры) 400мА: ± (2% ±1цифра) 4А, 10А: ± (3% ±3цифра)

Импеданс	400Ω: ± (1% ±3 цифры) 4KΩ ~ 4MΩ: ± (1% ±1цифра) 40MΩ: ± (1,5% ±3цифры)
----------	---

### 10.3. Общие технические характеристики

#### Дисплей

Выделительный шрифт	8" цветной ЖК-дисплей (жидкокристаллический дисплей)
Разрешение дисплея	800 (по горизонтали) × 600 (по вертикали) пикселей
Цвета дисплея	65536 цветов, TFT экран

#### Выход компенсатора пробников

Выходное напряжение (типичное)	Около 5 В, с пиковым напряжением ≥1 МОм.
Частота (типичная)	Квадратная волна 1 кГц

#### Питание

Напряжение	Переменное напряжение 100В - 240 Вскз 50/60 Гц, CAT II.
Энергопотребление	<24 Вт
Предохранитель	2 А, Т класс, 250 В
Аккумулятор (опционально)	3.7В, 13200мАч
	На VERDO SB1621, VERDO SB1622, VERDO SB1623 аккумулятор может работать примерно 3,5 часа после полной зарядки. На VERDO SB1624, VERDO SB1625, VERDO SB1626, VERDO SB1627 аккумулятор может работать примерно 2,5 часа после полной зарядки.

## Условия эксплуатации и хранения

Температура	Рабочая температура: 0 °С - 40 °С Температура хранения: -20 °С - 60 °С
Относительная влажность	≤ 90%
Высота	При эксплуатации: 3 000 м В нерабочем состоянии: 15 000 м
Способ охлаждения	Охлаждение встроенным вентилятором

## Механические характеристики

Размеры	340 мм× 177 мм×90 мм (Д*В*Ш)
Вес	Около 2,6 кг (без аксессуаров)

Межкалибровочный интервал:

Для периода интервала калибровки рекомендуется один год.

Гарантийный срок эксплуатации прибора – 3 года.



# 11. Приложения

## 11.1. Приложение А: Аксессуары

Стандартные аксессуары:



Кабель питания



CD Rom



Краткое руководство



USB-кабель



Пробники (4 шт.)



Отвертка для настройки пробников

Опциональные аксессуары:



Пробники мультиметра



Кабель BNC (Q9)



Внешний модуль для измерения емкости



Аккумуляторная батарея



Мягкая сумка для переноски

## 11.2. Приложение В: Общий уход и уборка

### Общий уход

Не храните и не оставляйте инструмент, где жидкокристаллический дисплей будет подвергаться воздействию прямых солнечных лучей в течение длительных периодов времени.

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

### Чистка

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

1. Протрите пыль с инструмента и поверхность пробника мягкой тканью. Не создавайте потертостей на прозрачном защитном экране ЖК-дисплея при очистке ЖК-экрана.
2. Отключите питание перед очисткой осциллографа. Очистите инструмент влажной мягкой тканью, не капая водой. Рекомендуется осуществлять протирку мягким моющим средством или пресной водой. Чтобы избежать повреждения прибора или пробника, не используйте коррозионное химическое чистящее средство.

**Предупреждение:** Перед повторным включением питания для работы необходимо убедиться, что прибор уже полностью высушен, избегая любого электрического короткого замыкания, возникающего в результате образования влаги.

## 11.3. Приложение С: Руководство по использованию батареи

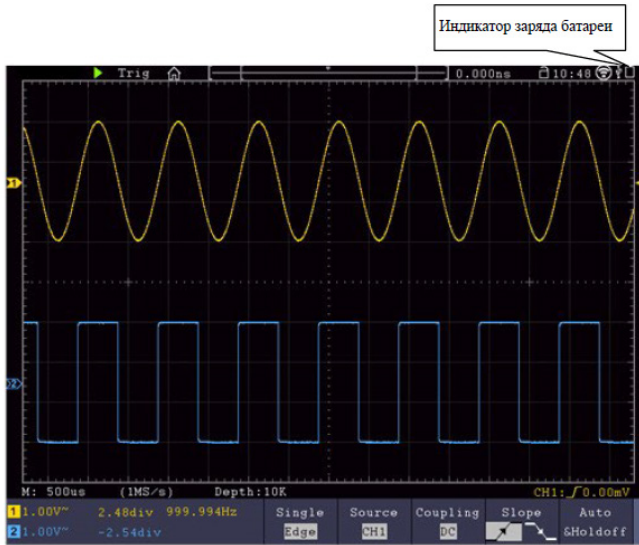



Рисунок 12-1 Индикатор уровня заряда батареи

## Зарядка осциллографа

Когда питание осциллографа подается от батареи, в верхней части панели будет отображаться индикация заряда батареи, (если индикатор не появился, см. Раздел «Дисплей» настоящего руководства).  указывает на то, что заряд батареи почти израсходован.

## Заметка:

Во избежание перегрева аккумулятора во время зарядки температура окружающей среды не допускается выше допустимого значения, приведенного в технической документации.

## Замена литиевого аккумулятора


Обычно не требуется заменять аккумуляторный блок. Но когда требуется его замена, эту операцию может провести только квалифицированный персонал. Необходимо использовать только литиевую батарею той же спецификации.

## 11.4. Приложение D: Методика поверки

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор  
АО «АКТИ-Мастер»



 В.В. Федулов  
10 » апреля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые VERDO SB1600

Методика поверки  
МП SB1600/2023

Москва  
2023

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые VERDO SB1600 (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях SB1621, SB1622, SB1623, SB1624, SB1625, SB1626, SB1627, SB1641, SB1642, SB1643, SB1644, SB1645, SB1646, SB1647 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 пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.4, 8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			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

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  $(+23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5 ^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+50 ^\circ\text{C}$ ; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3\%$ 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 $\pm(4$ 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 комплектности;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах осциллографа).

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

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

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

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

Минимальное время прогрева осциллографа составляет 30 минут.

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

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

В процессе самопроверки не должно появиться сообщений об ошибках.

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

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

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

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

Идентификационный номер версии программного обеспечения (Firmware), должен быть не ниже 6.0.0. для модификаций SB1621-SB1627 и не ниже 1.9.0. для модификаций SB1641-SB1647.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

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

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

### 10.1 Проверка входного сопротивления

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

10.1.2 В настройках каналов установить **Probe: IX, Coupling: DC**. Для модификаций SB1625, SB1626, SB1627 установить входное сопротивление канала 1 МОм (**Input IMP: 1 MΩ**).

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

10.1.4 Соединить выход активной головки калибратора 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 Для модификаций SB1625, SB1626, SB1627 установить входное сопротивление канала 50 Ом (**Input IMP: 50 Ω**). Выполнить действия по пункту 10.1.5, установив на калибраторе режим измерения сопротивления 50 Ом.

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

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

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

Ко	Rin	Измеренное значение	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
100 мВ/дел	1 МОм		0,980 МОм	1,020 МОм
100 мВ/дел	50 Ом		49,00 Ом	51,00 Ом

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



## 10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения

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

10.2.2 Установить на калибраторе 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. Остальные каналы - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.2.5 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: 1X;  $K_0 = 1$  мВ/дел; Input IMP: 1 МΩ** (для модификаций SB1625, SB1626, SB1627).

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**. Для модификаций SB1621, SB1623, SB1626, SB1642, SB1644, SB1647 установить **PERF Mode: 8-bit**.

10.2.9 Нажать кнопку **Measure** добавить измерение среднего значения **Add: Mean CH1**.

10.2.10 Установить на калибраторе положительное значение напряжения  $U_{CAL+} = +4$  мВ. Активировать выход калибратора.

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

Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения  $U_{CAL-} = -4$  мВ.

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

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

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

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

10.2.12 Для модификаций SB1625, SB1626, SB1627 установить на калибраторе и на канале осциллографа минимальные  $K_0$  и  $U_{CAL+}$  и значение сопротивления 50 Ом. Выполнить действия по пунктам 10.2.10 – 10.2.11.

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

10.2.14 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.2.1 – 10.2.13 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.2.1 – Погрешность коэффициента отклонения для всех модификаций, кроме SB1641, SB1642, SB1643, SB1644

K <sub>0</sub>	U <sub>CAL+</sub>	U <sub>CAL-</sub>	U <sub>POS</sub>	U <sub>NEG</sub>	ΔU	ΔU <sub>MIN</sub>	ΔU <sub>MAX</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
R <sub>IN</sub> = 1 МОМ							
1 мВ/дел	+4 мВ	-4 мВ				7,76 мВ	8,24 мВ
2 мВ/дел	+8 мВ	-8 мВ				15,68 мВ	16,32 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	-20 мВ				39,2 мВ	40,8 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	-40 мВ				78,4 мВ	81,6 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	-80 мВ				156,8 мВ	163,2 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	-200 мВ				392 мВ	408 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	-400 мВ				784 мВ	816 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	-800 мВ				1,568 В	1,632 В
500 мВ/дел	+2,0 В	-2,0 В				3,92 В	4,08 В
1 В/дел	+4 В	-4 В				7,84 В	8,16 В
2 В/дел	+8 В	-8 В				15,68 В	16,32 В
5 В/дел	+20 В	-20 В				39,2 В	40,8 В
10 В/дел	+40 В	-40 В				78,4 В	81,6 В
R <sub>IN</sub> = 50 Ом							
1 мВ/дел	+4 мВ	-4 мВ				7,76 мВ	8,24 мВ
2 мВ/дел	+8 мВ	-8 мВ				15,68 мВ	16,32 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	-20 мВ				39,2 мВ	40,8 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	-40 мВ				78,4 мВ	81,6 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	-80 мВ				156,8 мВ	163,2 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	-200 мВ				392 мВ	408 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	-400 мВ				784 мВ	816 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	-800 мВ				1,568 В	1,632 В
500 мВ/дел	+2,0 В	-2,0 В				3,92 В	4,08 В
1 В/дел	+4 В	-4 В				7,84 В	8,16 В

Таблица 10.2.2 – Погрешность коэффициента отклонения для модификаций SB1641, SB1642, SB1643, SB1644

K <sub>0</sub>	U <sub>CAL+</sub>	U <sub>CAL-</sub>	U <sub>POS</sub>	U <sub>NEG</sub>	ΔU	ΔU <sub>MIN</sub>	ΔU <sub>MAX</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
R <sub>IN</sub> = 1 МОМ							
1 мВ/дел	+4 мВ	-4 мВ				7,68 мВ	8,32 мВ
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 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  $\Delta U$  должны находиться в пределах допускаемых значений  $\Delta U_{\text{MIN}}$  и  $\Delta U_{\text{MAX}}$ , указанных в столбцах 7 и 8 таблицы 10.2.

Пределы допускаемых значений вычислены по допускаемым значениям относительной погрешности коэффициента отклонения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

### 10.3 Определение погрешности измерения временных интервалов

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

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

10.3.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: 1X; Ko = 200 мВ/дел; Input IMP: 1 МΩ** (для модификаций SB1625, SB1626, SB1627).

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

10.3.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 5 мс/дел.

10.3.6 Установить на калибраторе 9500В режим **Time Marker** (меандр) с амплитудой 1 В<sub>пл.</sub>, периодом 10 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 10 мс.

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

10.3.10 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, зафиксировать отсчет 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	Измеренное значение положения фронта	Пределы допускаемых значений
10 мс		±25 нс

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренное положение фронта импульса должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.3.

### 10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания

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

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

10.4.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: IX; Limit: Full band; K<sub>O</sub> = 100 мВ/дел**. Для модификаций SB1625, SB1626, SB1627 установить **Input IMP: 50 Ω**.

10.4.4 Для модификаций SB1621, SB1623, SB1626, SB1642, SB1644, SB1647 нажать кнопку **Acquire**, установить **PERF Mode: 8-bit**.

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

10.4.6 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 10 мкс/дел.

10.4.7 Нажать кнопку **Measure** добавить измерение  $V_{pp}$  **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<sub>П-П</sub>.

10.4.9 Для модификаций осциллографов SB1625, SB1626, SB1627 соединить выход головки калибратора с входом канала CH1.

10.4.10 Для всех остальных модификаций осциллографов соединить выход головки калибратора с входом канала CH1 через проходную нагрузку 50 Ом.

10.4.11 Активировать выход калибратора. Подстроить на калибраторе уровень сигнала так, чтобы амплитуда сигнала составляла примерно 6 делений вертикальной шкалы осциллографа, а отсчет  $V_{pp}$  был равен 600 мВ<sub>П-П</sub>.

10.4.12 Установить на калибраторе значение частоты  $F_{MAX}$ , соответствующее верхней частоте полосы пропускания осциллографа:

- для модификаций SB1621, SB1641, SB1642  $F_{MAX} = 60$  МГц;
- для модификаций SB1622, SB1623, SB1643, SB1644, SB1645  $F_{MAX} = 100$  МГц;
- для модификации SB1624, SB1625, SB1626, SB1646, SB1647  $F_{MAX} = 200$  МГц;
- для модификации SB1627  $F_{MAX} = 300$  МГц.

10.4.13 Установить на осциллографе коэффициент развертки так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала. Записать отсчет  $V_{pp}$  в столбец 3 таблицы 10.4.

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

10.4.15 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.4.1 – 10.4.14 для остальных каналов осциллографа, подлежащих поверке.

Таблица 10.4 – Верхняя частота полосы пропускания

$K_O$	Напряжение $V_{pp}$ на частоте 50 кГц	Измеренное значение напряжения $V_{pp}$ на частоте $F_{MAX}$	Нижний предел допускаемого значения
100 мВ/дел	600 мВ		424,2 мВ

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренное значение  $V_{pp}$  напряжения на верхней частоте полосы пропускания должно быть выше нижнего предела допускаемого значения, которое указано в столбце 4 таблицы 10.4. Нижний предел допускаемого значения рассчитан по уровню 0,707 (-3 дБ) от установленного значения напряжения на частоте 50 кГц в соответствии с описанием типа поверяемого осциллографа.