

Серия DSO5000P
Цифровой запоминающий осциллограф
Руководство пользователя

(Версия 1.0)

Hantek Electronic co.,Ltd.
No.177 zhuzhou road(huite industry city),
QingDao,China

www.hantek.ru

Оглавление

Оглавление.....	ii
Авторские права	v
Глава 1. Указания по технике безопасности	1
1.1. Общие положения о безопасности	1
1.2. Условия и символы безопасности	2
1.3. Оповещения на приборе.....	2
1.4. Символы на приборе.....	2
1.5. Утилизация прибора.....	2
Глава 2. Обзор	3
2.1. Краткий обзор Серии DSO5000P	3
2.2. Справочная система	3
Глава 3. Начало работы.....	5
3.1. Установка	5
3.1.1 Источник питания	5
3.1.2 Кабель питания.....	5
3.2. Функциональная проверка	5
3.2.1. Включение питания осциллографа	5
3.2.2. Подключение осциллографа.....	5
3.2.3. Наблюдение формы сигнала	6
3.3. Проверка щупа	6
3.3.1. Безопасность	6
3.3.2. Использование мастера проверки щупа.....	6
3.4. Ручная настройка компенсации щупа	7
3.5. Настройка ослабления щупа	7
3.6. Автоматическая калибровка	8
Глава 4. Основные характеристики	9
4.1. Настройка осциллографа.....	9
4.2. Триггер	9
4.3. Выборка данных.....	11
4.4. Масштабирование и Позиционирование осциллограммы.....	11
4.5. Измерение сигнала	12
Глава 5. Основы работы.	14
5.1. Дисплей.....	14
5.1.1. Формат XY.....	16
5.2. Настройка горизонтальной развертки	16
5.2.1. Отображение режима сканирования (Режим Roll [Прокрутка])	19

5.3. Настройка вертикальной развертки.....	19
5.3.1. Math FFT [Расчет БПФ].....	21
5.4. Меню Триггера	26
.....	34
5.5. Кнопки меню и опций	34
5.5.1. SAVE/RECALL.....	34
5.5.2. MEASURE.....	35
5.5.3. ACQUIRE.....	37
5.5.4. UTILITY	38
5.5.5. CURSOR.....	39
5.5.6. DISPLAY	40
5.6. Кнопки быстрого доступа	41
5.6.1 AUTOSET	41
5.6.2 Help	43
5.6.3 Default Setup	43
5.7 Многофункциональные ручки и кнопки.....	45
5.8 Сигнальные разъемы	45
Глава 6. Примеры применения	47
6.1 Пример 1: Выполнение простых измерений.....	47
6.2 Пример 2: Выполнение измерений курсором	49
6.3 Пример 3: Анализ входных сигналов для устранения случайного шума.....	51
6.4 Пример 4: Захват одиночного сигнала.....	53
6.5 Пример 5: Использование режима XY.....	54
6.6 Пример 6: Запуск по ширине импульса	54
6.7 Пример 7: Запуск по видеосигналу	55
6.8 Пример 8: Использование триггера по наклону фронта для захвата конкретного наклона сигнала.....	57
6.9 Пример 9: Использование триггера по времени для измерения длинного импульсного сигнала.....	58
6.10 Пример 10: Использование математических функций для анализа осциллограмм.....	58
6.11 Пример 11: Измерение задержки распространения данных.....	60
Глава 7. Устранение неполадок.....	62
7.1 Решение проблем	62

Глава 8. Спецификация	63
8.1 Технические характеристики	63
8.2 Аксессуары	68
Глава 9. Службы и поддержка.....	70
Глава 10. Обслуживание и чистка.....	71
10.1 Обслуживание	71
10.2 Чистка.....	71
Приложение А. Вредные и ядовитые вещества или элементы	72

www.hantek.ru

Авторские права

Все права защищены; воспроизведение или распространение любой части данного документа в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, без предварительного письменного разрешения от Qingdao Hantek Electronic Co., Ltd (далее 'Hantek') запрещено.

Hantek оставляет за собой право изменять настоящий документ без предварительного уведомления. Пожалуйста, свяжитесь с Hantek для получения последней версии данного документа перед размещением заказа.

Компания Hantek прилагает все усилия, чтобы обеспечить точность данного документа, однако не гарантирует отсутствие ошибок. Более того, Hantek не несет никакой ответственности за получение разрешения и авторизации третьей стороной на патент, авторское право или продукт, связанный с использованием настоящего документа.

Глава 1. Указания по технике безопасности

1.1. Общие положения о безопасности

Прочтите следующие меры предосторожности, чтобы избежать травм и предотвратить повреждение данного продукта или иных продуктов, связанных с ним. Чтобы избежать потенциальных опасностей, используйте данный продукт только в соответствии с руководством.

Обслуживание должно выполняться только квалифицированным персоналом.

Избегайте возгорания или травмы персонала.

Используйте подходящий силовой кабель. Используйте только кабель питания, предназначенный для данного продукта и сертифицированный для страны использования.

Правильно подключайте и отключайте прибор. Подключайте щуп к осциллографу до подключения прибора к измеряемым линиям тока; отсоединяйте щуп от осциллографа после отключения прибора от измеряемых линий тока.

Заземляйте прибор. Данный прибор заземляется через жилу заземления кабеля питания. Чтобы избежать поражения электрическим током, жила заземления должна быть подключена к заземлению. Перед подключением к входным или выходным клеммам прибора, убедитесь, что прибор как следует заземлен.

Подключайте щуп правильно. Провод заземления щупа имеет нулевой потенциал. Не подключайте провод заземления к повышенному напряжению.

Проверьте номинал всех терминалов. Чтобы избежать угрозы возгорания или поражения электрическим током, проверьте все номиналы и маркировки на приборе. Обратитесь к руководству прибора для получения подробной информации о номинальном напряжении перед подключением прибора.

Не работайте без крышек. Не используйте данный прибор со снятыми крышками или панелями.

Избегайте открытых электрических контактов. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам под напряжением.

Не работайте при подозрении на неисправность. Если вы подозреваете, что прибор поврежден, позвольте квалифицированному обслуживающему персоналу осмотреть его.

Обеспечьте хорошую вентиляцию.



Не работайте во влажной/сырой среде.

Не работайте во взрывоопасной среде.

Держите поверхности прибора чистыми и сухими.

1.2. Условия и символы безопасности

В настоящем руководстве могут встретиться следующие условия:

-  **ВНИМАНИЕ** Данная надпись указывает на условия или работы, которые могут привести к травме или смертельному исходу.
-  **ОСТОРОЖНО** Данная надпись определяет условия или работы, которые могут привести к повреждению прибора или другого оборудования.

1.3. Оповещения на приборе

На приборе могут появиться следующие оповещения:

DANGER [ОПАСНО] указывает на непосредственную угрозу травмы.

WARNING [ВНИМАНИЕ] указывает на потенциальную угрозу травмы.

CAUTION [ОСТОРОЖНО] указывает на возможную опасность для прибора или другого оборудования.

1.4. Символы на приборе

На приборе могут присутствовать следующие символы



1.5. Утилизация прибора

Переработка прибора

Для производства данного прибора необходимы природные ресурсы. Если не перерабатывать данный прибор надлежащим образом, некоторые вещества, содержащиеся в нем, могут стать вредными или ядовитыми для окружающей среды или человека. Чтобы избежать их утечки и минимизировать расход природных ресурсов, мы рекомендуем своевременно утилизировать данный прибор, чтобы обеспечить надлежащее восстановление и переработку большинства материалов, использованных в нем.

Глава 2. Обзор

2.1. Краткий обзор Серии DSO5000P

Модель	Каналы	Ширина полосы пропускания	Скорость выборки	Дисплей
DSO5072P	2	70 МГц	1 млрд. замеров в сек	7 дюймов, цветной
DSO5102P	2	100 МГц	1 млрд. замеров в сек	7 дюймов, цветной
DSO5202P	2	200 МГц	1 млрд. замеров в сек	7 дюймов, цветной

Таблица 2-1. Список моделей Серии DSO5000P

Осциллографы серии DSO5000P работают в полосе пропускания от 60 МГц до 200 МГц, обеспечивают до 1 млрд. замеров в сек в режиме реального времени и до 25 млрд. замеров в секунду в режиме эквивалентной дискретизации.

Более того, информационные меню и простые в использовании кнопки позволяют получать максимально возможную информацию об измерениях; многофункциональные быстрые клавиши помогают сэкономить время во время работы; функция автоматической настройки [Autoset] позволяет автоматически обнаруживать синусоидальные и прямоугольные сигналы; Мастер проверки щупа [Probe Check Wizard] поможет настроить компенсацию щупа и установить коэффициент ослабления щупа. С помощью трех методов осциллографа (контекстно-зависимого, гиперссылок и указателя), вы можете освоить управление работой прибора за довольно короткое время, что значительно увеличит эффективность и производительность.

2.2. Справочная система

Данный осциллограф имеет справочную систему, описывающую все его характеристики. Вы можете использовать справочную систему для отображения информации различных типов:

- ◆ Общая информация для понимания и использования осциллографа, такая как Использование системы меню.
- ◆ Информация о конкретных меню и элементах управления, таких как Управление вертикальным положением.
- ◆ Советы по решению возможных проблем при использовании осциллографа, такие как Снижение уровня шума.

Справочная система предоставляет три способа поиска необходимой вам информации: контекстно-зависимый, гиперсвязи и индексный.

◆ Контекстно-зависимый поиск

Нажмите кнопку HELP [Помощь] на передней панели, и осциллограф отобразит информацию о последнем меню, отображавшемся на экране. Светодиод HELP SCROLL [Использование справки] рядом с кнопкой HORIZONTAL POSITION [Горизонтальное положение] означает альтернативную функцию кнопки. Если тема занимает более одной страницы, используйте кнопку HELP SCROLL, для перехода от страницы к странице в пределах темы.

◆ Гиперссылки

Большинство тем справки содержит фразы, отмеченные угловыми скобками, как например <Autoset>. Это ссылки на другие темы. Используйте HELP SCROLL, чтобы передвигать выделение от одной ссылки к другой. Нажмите кнопку опции Show Topic [Показать тему], чтобы отобразить тему, соответствующую выделенной ссылке. Нажмите кнопку опции Back [Назад], чтобы вернуться к предыдущей теме.

◆ **Указатель**

Нажмите кнопку HELP на передней панели, затем нажмите кнопку опции Index [Указатель]. Нажмите кнопку Page Up [Наверх] или Page Down [Вниз], пока не найдете страницу указателя, которая содержит тему, которая вам нужна. Используйте HELP SCROLL, чтобы выделить тему справки. Нажмите кнопку опции Show Topic [Показать тему], чтобы посмотреть тему.

ПРИМЕЧАНИЕ: Нажмите кнопку опции Exit [Выход] или любую другую кнопку меню, чтобы очистить текст справки с экрана и вернуться к отображению осциллограмм.

Глава 3. Начало работы

3.1. Установка

Для обеспечения достаточной вентиляции осциллографа при работе, оставьте пространство более 5 см сверху и по бокам прибора.

3.1.1 Источник питания

Используйте источник питания, обеспечивающий от 90 до 240V_{RMS}, от 45 до 440 Гц.

3.1.2 Кабель питания

Используйте только кабель питания, предназначенный для данного прибора. Обратитесь к главе 8.2 Аксессуары для конкретных стандартов.

3.2. Функциональная проверка

Следуйте инструкции ниже, чтобы выполнить быструю функциональную проверку осциллографа.

3.2.1. Включение питания осциллографа

Вставьте вилку питания в розетку и нажмите кнопку ON/OFF [ВКЛ/ВЫКЛ]. Затем нажмите кнопку DEFAULT SETUP [Настройки по умолчанию]. Ослабление щупа по умолчанию настроено на 1X.



Кнопка настроек по умолчанию

3.2.2. Подключение осциллографа

Установите переключатель на щупе на 1X и подключите щуп к Каналу 1 на осциллографе. Сначала выровняйте слот на коннекторе щупа с выступом на BNC-разъеме канала 1 и надавите, чтобы присоединить его; затем поверните вправо, чтобы закрепить щуп на месте; после этого соедините наконечник щупа и контрольный вывод к выходам компенсации щупа PROB COMP. На панели есть отметка Probe COMP ~5B @ 1кГц.

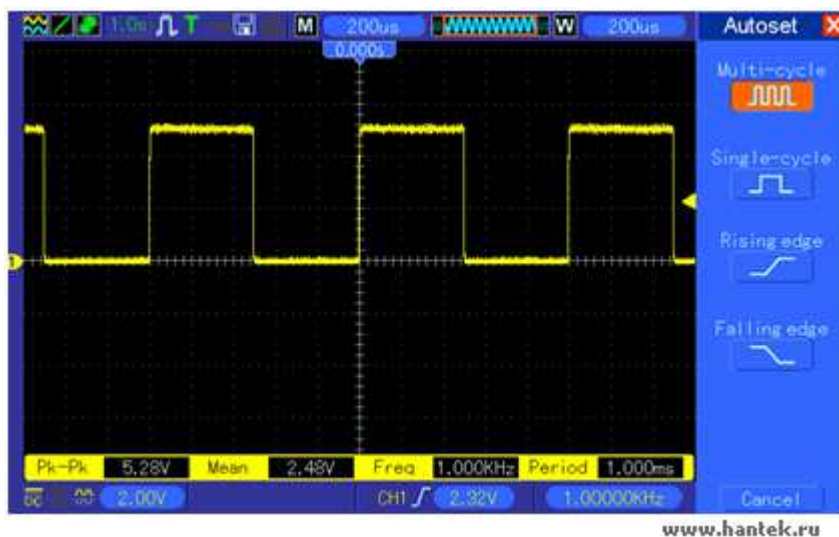


Канал 1 для подключения щупа

Компенсация щупа
PROBE COMP

3.2.3. Наблюдение формы сигнала

Нажмите кнопку AUTOSET [АВТОНАСТРОЙКА], и в течение нескольких секунд на дисплее должен появиться прямоугольный сигнал с амплитудой колебаний около 5В при 1кГц. Нажмите кнопку меню канала 1 [CH1 MENU] дважды, чтобы очистить экран. Нажмите кнопку меню канала 2 [CH2 MENU] и повторите шаги 2 и 3, чтобы просмотреть Канал 2.



3.3. Проверка щупа

3.3.1. Безопасность

При использовании щупа держите пальцы за предохранителем на корпусе щупа, чтобы избежать поражения электрическим током. Не прикасайтесь к металлическим частям головки щупа, когда он подключен к источнику питания. Подключите щуп к осциллографу и подсоедините клемму заземления к заземлению перед началом каких-либо измерений.



3.3.2. Использование мастера проверки щупа

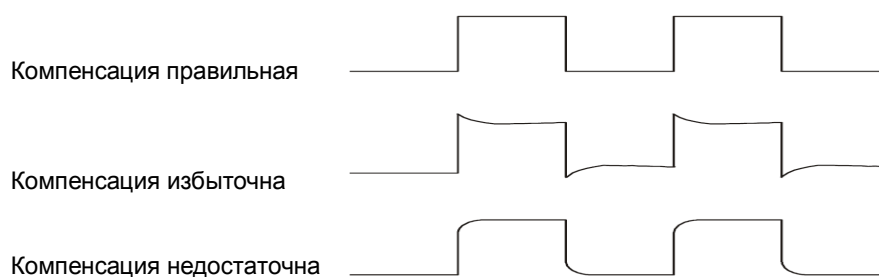
Каждый раз при подключении щупа к входному каналу следует использовать мастер проверки щупа, чтобы убедиться, что щуп работает правильно. Есть два способа это сделать:

- 1) Используйте вертикальное меню (например, нажмите кнопку CH1 MENU), чтобы настроить коэффициент ослабления щупа.
- 2) Нажмите кнопку PROBE CHECK [ПРОВЕРКА ЩУПА], чтобы воспользоваться Мастером проверки щупа, и сконфигурируйте коэффициент ослабления щупа, тщательно следуя указаниям меню.

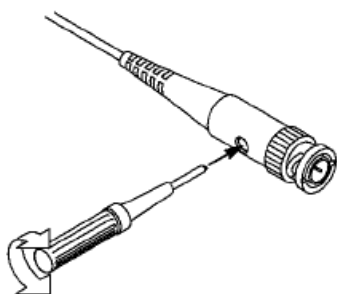
3.4. Ручная настройка компенсации щупа

При первом подключении щупа к входному каналу следует выполнить эту настройку вручную, чтобы привести в соответствие щуп и входной канал. Некомпенсированный или неверно скомпенсированный щуп может привести к ошибкам или погрешностям в измерении. Чтобы настроить компенсацию щупа, следуйте шагам ниже.

1. Установите ослабление щупа в меню канала на 10X. Установите переключатель на щупе на 10X и подключите щуп к Каналу 1 на осциллографе. Если вы используете наконечник-крючок щупа, убедитесь, что он плотно вставлен в щуп. Подключите наконечник щупа к разъему PROB COMP ~5V @1КГц и контрольный вывод к клемме заземления PROB COMP. Отобразите канал и затем нажмите кнопку AUTOSSET.
2. Проверьте форму отображаемого сигнала.



3. Если необходимо, используйте неметаллическую отвертку, чтобы настроить переменную емкость щупа до получения формы сигнала, соответствующей рисункам выше. При необходимости повторите этот шаг. См. рисунок ниже для способа настройки.



3.5. Настройка ослабления щупа

Щупы имеют различный коэффициент ослабления, который влияет на вертикальное масштабирование сигнала. Функция проверки щупа [Probe check] используется, чтобы убедиться, что Настройка ослабления щупа соответствует ослаблению щупа.

В качестве альтернативного метода проверки щупа можно нажать кнопку вертикального меню (как например, кнопку CH1 MENU) и выбрать Настройку щупа [Probe option], которая соответствует коэффициенту ослабления вашего щупа.

Убедитесь, что переключатель ослабления на щупе соответствует Настройке щупа на осциллографе. Переключение осуществляется между 1X и 10X.

Когда переключатель ослабления установлен на 1X, щуп ограничивает ширину полосы пропускания осциллографа до 6МГц. Чтобы использовать полную полосу пропускания осциллографа, убедитесь, что переключатель установлен на 10X.



3.6. Автоматическая калибровка

Процедура автоматической калибровки позволяет оптимизировать путь прохождения сигнала осциллографа для максимальной точности измерений. Процедуру можно запустить в любое время, но необходимо запускать каждый раз, когда окружающая температура изменяется на 5° и более. Для более точной калибровки, пожалуйста, включите питание осциллографа и подождите 20 минут, пока он не прогреется достаточно.

Чтобы компенсировать путь прохождения сигнала, отключите все щупы или кабели от входных разъемов передней панели. Затем нажмите кнопку UTILITY, выберите опцию Do Self Cal [Выполнить автоматическую калибровку] и следуйте указаниям на экране.

Глава 4. Основные характеристики

Данная глава содержит общую информацию, которую необходимо изучить перед использованием осциллографа. Она включает следующее:

1. Настройка осциллографа
2. Триггер
3. Выборка данных
4. Масштабирование и позиционирование осциллограммы
5. Измерение сигнала

4.1. Настройка осциллографа

Во время работы с осциллографом часто вы можете использовать три функции: Автоматическая настройка [Autoset], сохранение настроек и вызов настроек. Далее эти функции описываются отдельно.

Автоматическая настройка: Эта функция может использоваться, чтобы автоматически настроить горизонтальную и вертикальную шкалу осциллографа и установить развязку запуска, тип, позицию, наклон фронта, уровень, режим триггера и т.д., для получения стабильного отображения сигнала.

Сохранение настроек: По умолчанию осциллограф будет сохранять настройки каждый раз перед выключением и автоматически вызывать их при включении. *(Примечание: Если вы изменяете настройки, пожалуйста, подождите более 5 секунд перед выключением осциллографа, чтобы обеспечить сохранение новых настроек).* Вы можете сохранять 10 постоянных настроек осциллографа и переустанавливать их по необходимости.

Вызов настроек: Осциллограф может вызывать любые из ваших сохраненных настроек или заводские настройки по умолчанию.

Настройки по умолчанию: Осциллограф при доставке с завода предварительно настроен для работы в штатном режиме. Это настройка по умолчанию. Вы можете вызвать эту настройку в любое время, когда вам необходимо. Чтобы посмотреть настройки по умолчанию, обратитесь к Разделу 5.6.3.

4.2. Триггер

Триггер определяет, когда осциллограф начинает получать данные и отображать сигнал. Когда триггер правильно настроен, осциллограф может конвертировать нестабильные отображения или пустые экраны в полноценные осциллограммы. Здесь приведены основные принципы работы триггера.

Источник триггера: Триггер может генерироваться множеством источников. Наиболее часто это входной канал (на выбор CH1 и CH2). Неважно, отображается входной сигнал или нет, он может использоваться в качестве триггера. Также источником триггера может быть любой сигнал, подключенный к внешнему каналу триггера или линии переменного тока (только для триггеров по фронту). Источник с линией переменного тока показывает частотные связи между сигналом и сетевым питанием переменного тока.

Тип триггера: Осциллограф имеет шесть типов триггеров: по фронту [Edge], по видеосигналу [Video], по ширине импульса [Pulse Width], по наклону фронта [Slope], по времени [Overtime] и попеременный [Swap].

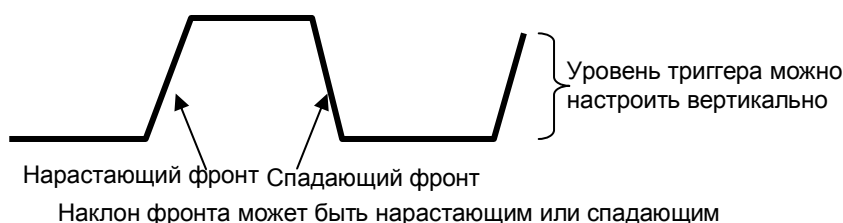
- **Триггер по фронту [Edge]** использует для запуска аналоговые или цифровые сигналы. Он срабатывает, когда входной источник триггера пересекает определенный порог в определенном направлении.
- **Триггер по видеосигналу [Video]** срабатывает по линии или полю стандартного видеосигнала.
- **Триггер по ширине импульса [Pulse width]** может срабатывать по нормальным или инвертированным импульсам, которые отвечают условиям запуска.
- **Триггер по наклону фронта [Slope]** использует для запуска момент нарастания и спада фронта сигнала.
- **Триггер по времени [Overtime]** срабатывает, когда фронт сигнала достигает установленного времени.
- **Попеременный триггер [Swap]**, в аналоговых осциллографах, дает стабильное отображение сигналов на двух различных частотах. Главным образом он использует конкретную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2 таким образом, что каналы генерируют сигналы попеременного триггера через триггерную схему.

Режим триггера: Вы можете выбрать автоматический [Auto] или штатный [Normal] режим, чтобы определить, как осциллограф будет получать данные, когда он не обнаруживает условия запуска. **В режиме Auto** осциллограф свободно выполняет получение в отсутствие действующего триггера. Он позволяет генерировать неуправляемые осциллограммы с разверткой, установленной на 80 мс/деление или медленнее. **В режиме Normal** осциллограф обновляет отображаемую осциллограмму только при обнаружении действующего условия триггера. До этого обновления, осциллограф все еще отображает старую осциллограмму. Этот режим следует использовать, когда вы хотите видеть только осциллограммы, полученные по триггеру. В этом режиме осциллограф отображает осциллограмму только после первого триггера. Для выполнения **получения одиночной последовательности** нажмите кнопку SINGLE SEQ.

Развязка запуска: Развязка запуска определяет, какая часть сигнала будет получена триггерной схемой. Это может помочь получить стабильное отображение осциллограммы. Для использования развязки запуска нажмите кнопку TRIG MENU, выберите триггер Edge или Pulse и затем выберите опцию развязки [Coupling].

Позиция триггера: Управление горизонтальной позицией устанавливает время между позицией триггера и центром экрана.

Наклон фронта и Уровень: Управление Наклоном фронта и Уровнем позволяет определить триггер. Опция наклона фронта [Slope] определяет, где находится точка срабатывания – на нарастающем или спадающем фронте сигнала. Для выполнения регулировки наклона фронта, нажмите кнопку TRIG MENU, выберите Edge trigger и используйте кнопку Slope для выбора нарастающего [rising] или спадающего [falling] фронта. Кнопка TRIGGER LEVEL управляет положением точки срабатывания относительно фронта.



4.3. Выборка данных

При получении аналогового сигнала осциллограф конвертирует его в цифровой. Есть два типа выборки данных: Выборка в реальном времени [Real-time] и Эквивалентная выборка [Equivalent]. Выборка в реальном времени имеет три режима: Normal [штатный], Peak Detect [Обнаружение пика сигнала] и Average [Усредненный].

Normal: В этом режиме выборки осциллограф замеряет сигнал для построения осциллограммы через равные интервалы. Этот режим точно представляет сигнал в большинстве случаев. Однако, он не учитывает быстрые изменения аналогового сигнала, которые могут происходить между двумя замерами, что может привести к искажению информации и пропуску коротких импульсов. В таких случаях следует использовать режим Peak Detect для получения данных.

Peak Detect: В этом режиме выборки осциллограф замеряет максимальные и минимальные значения входящего сигнала в каждом интервале замера и использует эти значения для отображения осциллограммы. Таким образом, осциллограф может выбрать и отобразить те кратковременные импульсы, которые могут быть пропущены в режиме **Normal**. Однако, в этом режим уровень шума будет выше.

Average: В этом режиме выборки осциллограф получает несколько осциллограмм, усредняет их и отображает полученную осциллограмму. Этот режим можно использовать для сокращения случайных помех.

Эквивалентная выборка: Этот тип выборки может использоваться для периодических сигналов. Если скорость выборки слишком низкая при выборке в реальном времени, осциллограф будет использовать фиксированную скорость для выборки данных со стационарной маленькой задержкой после получения каждого кадра данных. После повторения такой выборки N раз, осциллограф расположит полученные N кадров данных по времени, чтобы создать новый кадр данных. Затем осциллограмма может быть восстановлена. Число раз N зависит от эквивалентной скорости выборки.

Временная развертка: Осциллограф оцифровывает сигналы, получая значение входного сигнала в отдельных точках. Временная развертка помогает настроить, как часто значения оцифровываются. Используйте ручку SEC/DIV для настройки временной развертки по горизонтали, которая подходит для ваших целей.

4.4. Масштабирование и Позиционирование осциллограммы

Отображение осциллограммы на экране можно изменить, настроив ее масштаб и позиционирование. При изменении масштаба отображение осциллограммы будет увеличиваться или уменьшаться в размере. При изменении позиционирования осциллограмма будет смещаться вверх, вниз, вправо или влево.

Индикатор исходного положения канала (расположенный слева на координатной сетке) идентифицирует каждую осциллограмму на экране. Он указывает нулевой уровень осциллограммы.

Вертикальный масштаб и позиционирование: Вертикальное расположение осциллограммы можно изменять, передвигая ее вверх и вниз по экрану. Для сравнения данных вы можете выровнять осциллограмму по другой. При нажатии кнопки VOLTS/DIV для изменения вертикального масштаба осциллограммы, отображаемая осциллограмма будет сжиматься или расширяться до нулевого уровня.

Горизонтальный масштаб и позиционирование: Информация до запуска.

Можно настроить ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ [HORIZONTAL POSITION], чтобы посмотреть данные осциллограммы до триггера, после триггер или некоторые из них. Когда вы меняете горизонтальное положение осциллограммы, фактически вы меняете время между положением триггера и центром экрана.

Например, если вы хотите выяснить причину кратковременной импульсной помехи в вашей контрольной схеме, следует установить триггер по этой помехе и увеличить период до запуска достаточно, чтобы захватить данные до помехи. Затем вы сможете проанализировать данные до запуска и, возможно, выяснить причину. Вы можете изменять горизонтальный масштаб всех осциллограмм, поворачивая ручку SEC/DIV. Например, вы хотите посмотреть только один цикл осциллограммы, чтобы измерить положительный выброс по его нарастающему фронту. Осциллограф показывает горизонтальный масштаб как время на деление в показаниях масштаба. Так как все активные осциллограммы используют одинаковую временную развертку, осциллограф отображает только одно значение для всех активных каналов.

4.5. Измерение сигнала

Осциллограф отображает зависимость напряжения от времени и может помочь измерить отображаемый сигнал. Есть несколько способов провести измерения: с использованием координатной сетки, курсоров или выполнением автоматического измерения.

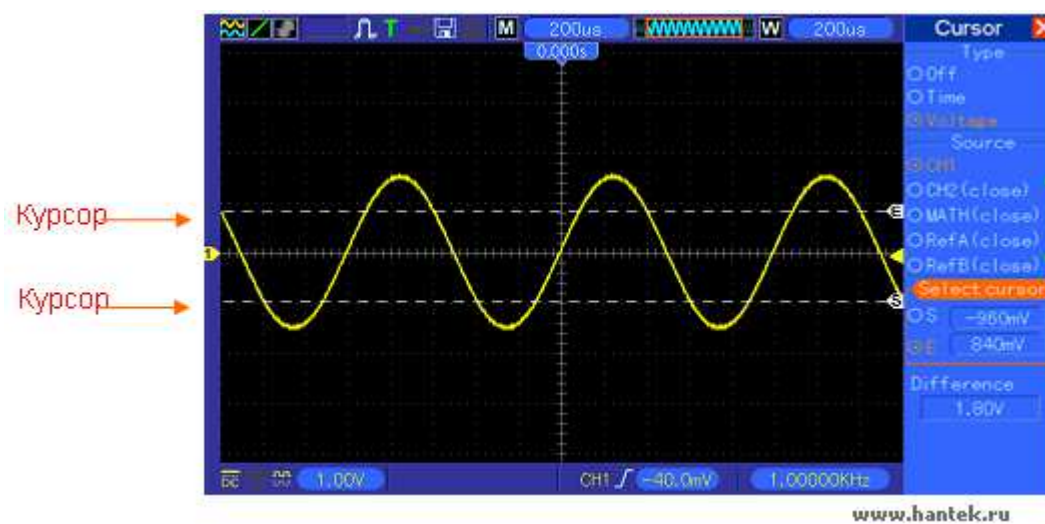
Координатная сетка: Этот метод позволяет выполнить быструю визуальную оценку и провести простые измерения с помощью деления координатной сетки и коэффициента масштабирования.

Например, вы можете выполнить простые измерения, посчитав основные и малые деления координатной сетки и умножив их на коэффициент масштабирования. Если вы насчитали 6 основных вертикальных делений сетки между минимальным и максимальным значением сигнала, и знаете, что коэффициент масштабирования равен 50мВ/деление, вы легко рассчитаете размах напряжения следующим образом:

$$6 \text{ делений} \times 50\text{мВ/деление} = 300\text{мВ}.$$

Курсор: Этот метод позволяет проводить измерения, передвигая курсоры. Курсоры всегда появляются парами, и отображаемые показатели являются просто их измеренными значениями. Есть два типа курсоров: Курсор амплитуды и Курсор времени. Курсор амплитуды выглядит как горизонтальная прерывистая линия, измеряющая вертикальные параметры. Курсор времени выглядит как вертикальная прерывистая линия, измеряющая горизонтальные параметры.

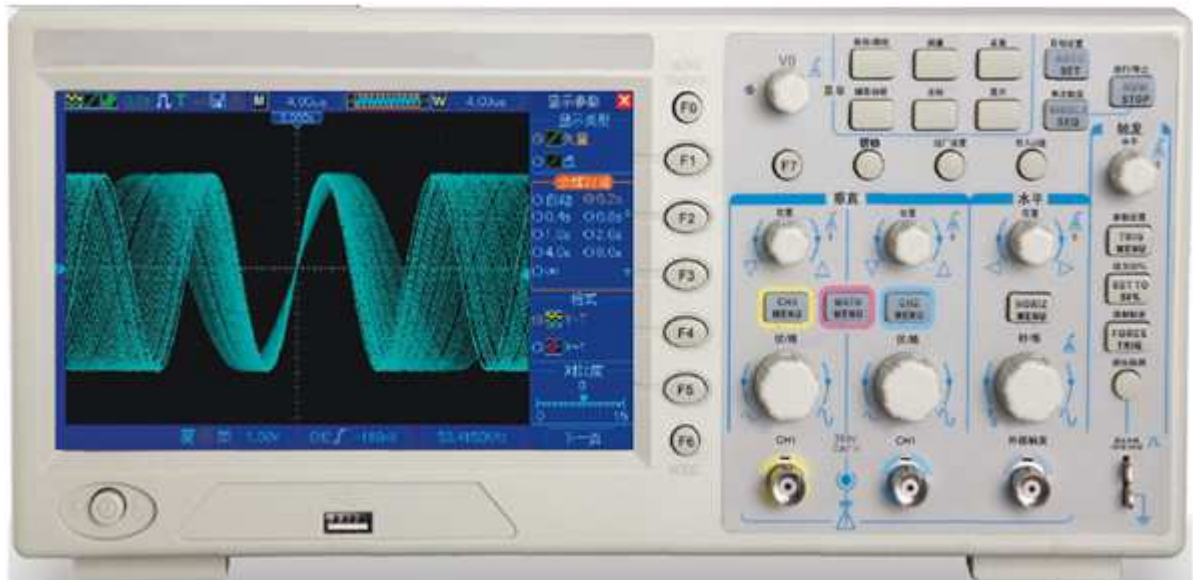
При использовании курсоров, пожалуйста, убедитесь, что источник установлен для сигнала, который вы хотите измерить на экране. Для использования курсора нажмите кнопку CURSOR.



Автоматическое измерение: Осциллограф в этом режиме выполняет все расчеты автоматически. Так как данное измерение использует точки записи осциллограмм, оно более точное, чем измерение с помощью координатной сетки и курсоров. Автоматическое измерение отображает результаты измерения в показаниях, которые периодически обновляются при получении новых данных осциллографом.

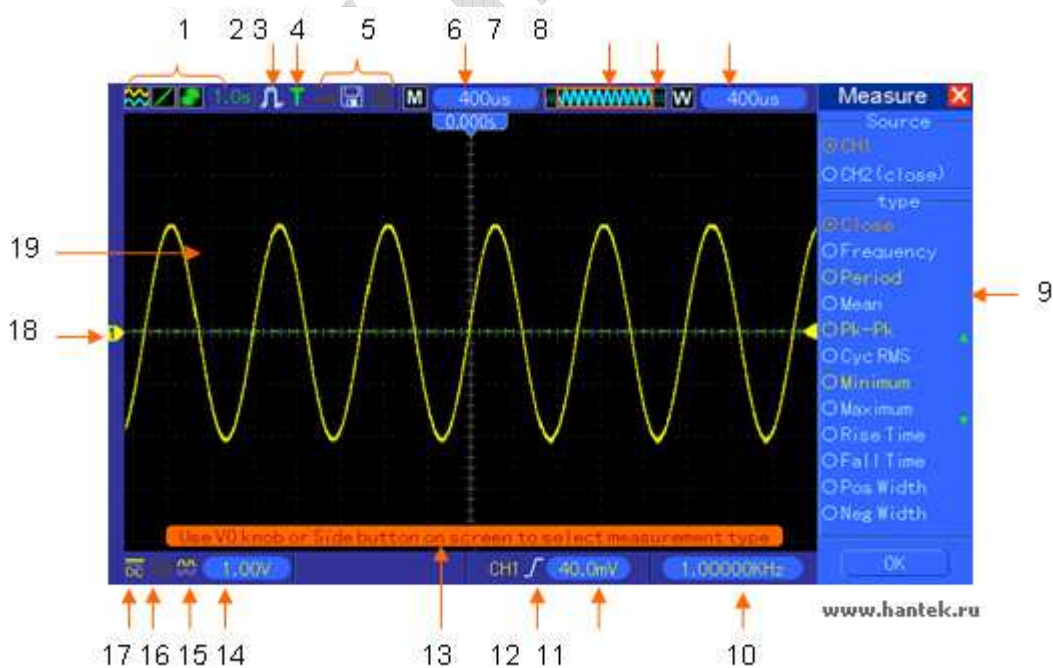
Глава 5. Основы работы.

Передняя панель осциллографа разделена на несколько функциональных зон. В этой главе представлен быстрый обзор все кнопок управления на передней панели, а также отображаемой на экране информации и соответствующих процедур испытания. На рисунке ниже показана передняя панель цифровых осциллографов серии DSO5000P.







Передняя панель серии DSO5000P

5.1. Дисплей








1. Формат отображения:

-  : YТ  : XY
 : Векторы  : Точки




 : Серый означает автоматическое послесвечение; Зеленый означает, что включено отображение послесвечения. Когда иконка светится зеленым, под ней будет показано время отображения послесвечения.

2. Режим выборки: Normal, Peak Detect или Average.



3. Статус триггера:

-  Осциллограф выбирает данные до триггера.
-  Все данные до триггера получены, и осциллограф готов к восприятию триггера.
- T** Осциллограф обнаружил триггер и получает информацию после триггера.
-  Осциллограф работает в автоматическом режиме и получает осциллограммы в отсутствие триггеров.
-  Осциллограф получает и отображает данные осциллограмм непрерывно в режиме сканирования.
-  .Осциллограф прекратил получение данных сигнала.
- S** Осциллограф закончил получение одиночной последовательности

4. Иконка инструмента

-  : Если светится эта иконка, клавиатура осциллографа заблокирована основным компьютером через USB.
-  : Если светится эта иконка, это значит, что подключен USB диск.
-  : Эта иконка загорается, только когда с компьютером подключен второстепенный USB интерфейс.

5. Показания отображают настройку основной временной развертки.
6. Окно основной временной развертки.
7. Отображение положения экрана в памяти данных и размер данных.
8. Временная развертка окна.
9. Рабочее меню показывает различную информацию для различных функциональных кнопок.
10. Показатель отображает подсчет частоты.
11. Показатель указывает горизонтальное положение сигнала
12. Тип триггера.

-  : Триггер по фронту на нарастающем фронте.
-  : Триггер по видеосигналу с синхронизацией линии.

 : Триггер по видеосигналу с синхронизацией поля.

 : Триггер по ширине импульса, положительная полярность.

 : Триггер по ширине импульса, отрицательная полярность.

13. Всплывающая подсказка
14. Уровень триггера.
15. Иконка показывает, инвертирован сигнал или нет.
16. Ограничение полосы пропускания 20М. Если эта иконка загорается, это значит, ограничение полосы пропускания активно, если нет – неактивно.
17. Иконка показывает развязку канала.
18. Маркер канала.
19. Окно отображает осциллограмму.

5.1.1. Формат XY

Формат XY используется для анализа сдвига фазы, такие как представленные фигурами Лиссажу. Этот формат графически отображает зависимость напряжения на CH1 и напряжения на CH2, где CH1 – горизонтальная ось, а CH2 – вертикальная ось. Осциллограф использует режим выборки данных Normal без триггера и отображает данные в виде точек. Скорость выборки установлена на 1 млн. запросов/сек.

Осциллограф может получать осциллограммы в формате YT при любой скорости выборки. Вы можете видеть такую же осциллограмму в формате XY. Чтобы выполнить эту операцию, остановите выборку и измените формат отображения на XY.

Таблица ниже показывает, как работают некоторые элементы управления в формате XY.

Элементы управления	Используются или нет в формате XY
Настройка CH1 VOLTS и VERTICAL POSITION	Устанавливает горизонтальный масштаб и положение
Настройка CH2 VOLTS и VERTICAL POSITION	Непрерывно устанавливает вертикальный масштаб и положение
Опорные сигналы [Reference] или Математика [Math]	Не используется
Курсоры	Не используется
Autoset (Отображает переключение на формат YT)	Не используется
Настройка временной развертки	Не используется
Настройка триггера	Не используется

5.2. Настройка горизонтальной развертки

Используйте настройки горизонтальной развертки, чтобы изменять горизонтальный масштаб и положение осциллограмм. Показатель горизонтального положения отображает время, представленное центром экрана, используя время срабатывания в качестве нуля. Когда вы изменяете горизонтальный масштаб, осциллограмма будет растягиваться или сжиматься относительно центра экрана. Показатель в правом верхнем углу отображает текущее горизонтальное положение в секундах. M означает “Main Time Base” [Основная временная развертка], а W – “Window Time Base” [Временная развертка окна]. Осциллограф также имеет иконку-стрелку вверху координатной сетки для обозначения горизонтального положения.

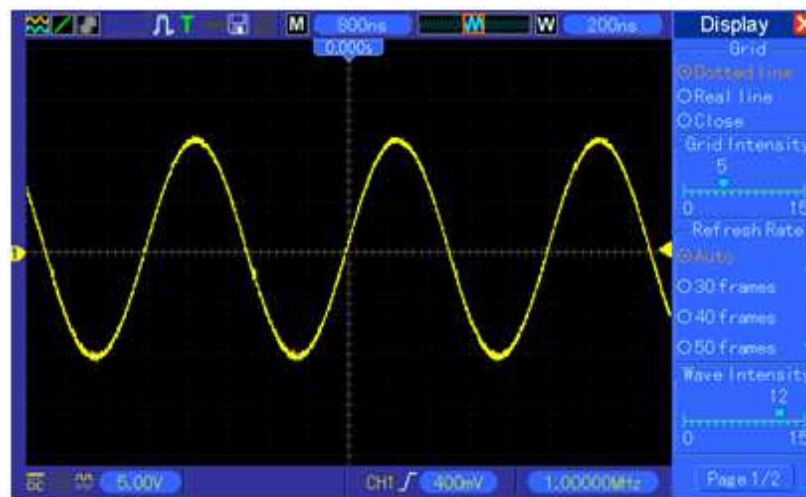


1. Ручка ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ: Используется для настройки положения триггера относительно центра экрана.

2. Каждая опция **HORI MENU** [Меню горизонтальной настройки] описаны далее:

Опции	Настройки	Комментарии
Window Control [Настройка окна]	Major Window [Главное окно] Minor Window [Второстепенное окно]	Выбирает главное или второстепенное окно в режиме двух окон. При выборе окно выделяется. Нажмите эту кнопку в режиме одного окна, чтобы перейти в режим двух окон.
Mark [Метка]	Right arrow [Правая стрелка] Left arrow [Левая стрелка] Set/Clear [Установить/очистить] Clear All [Очистить все]	Эта функция используется только в режиме двух окон. Она устанавливает метки в некоторых местах осциллограммы, необходимых пользователю, и ищет эти метки с помощью правой и левой стрелки. Затем она устанавливает окно на эту отметку для дальнейшего наблюдения.
Holdoff [Задержка]	Нет	Выберите этот пункт меню и поворачивайте многофункциональную ручку, чтобы настроить задержку времени срабатывания в диапазоне 100нс – 10с. Выберите это меню и нажмите на ручку, чтобы сбросить время задержки на начальное значение 100нс.
Autoplay [Автоматическое воспроизведение]	Нет	Эта функция используется в режиме двух окон. Нажмите эту кнопку и автоматически передвиньте ее на определенной скорости слева направо. В увеличенном окне будет отображаться соответствующая осциллограмма, пока не остановится, достигнув правой границы главного экрана сканирования.

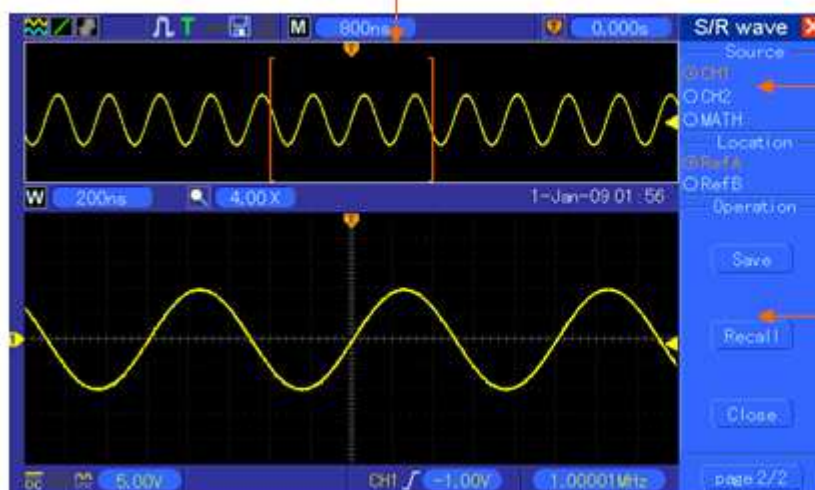
Режим одного окна [Single-window]



www.hantek.ru

Режим двух окон (Полный экран) [Dual-window]

Расположение в памяти данных увеличенного окна



Главное окно

Второстепенное окно
(Увеличенное окно)

www.hantek.ru

Многофункциональная
ручка



www.hantek.ru

4. **Ручка SEC/DIV:** Используется для изменения горизонтального масштаба времени, так, чтобы растягивать или сжимать осциллограмму горизонтально. Если получение осциллограммы остановлено (с помощью кнопки RUN/STOP или кнопки SINGLE SEQ), настройка SEC/DIV будет растягивать или сжимать осциллограмму. В режиме двух окон, нажмите на ручку, чтобы выбрать главное или второстепенное окно. Когда выбрано главное окно, эта ручка имеет те же функции, что и в режиме одного окна. Когда выбрано второстепенное окно, поверните эту ручку, чтобы изменить масштаб осциллограммы, которую можно увеличить до 1000 раз.

Примечание:

1. Для получения дополнительной информации по задержку триггера, обратитесь к разделу Элементы управления триггера.
2. В режиме одного окна нажмите F0, чтобы скрыть или показать меню с правой стороны. Режим двух окон не поддерживает функцию скрытия меню.

5.2.1. Отображение режима сканирования (Режим Roll [Прокрутка])

Когда настройка SEC/DIV установлена на 80мс/деление или медленнее, а режим триггера установлен на Auto, осциллограф работает в режиме получения сканирования. В этом режиме, отображение осциллограммы обновляется слева направо без какого-либо триггера или настройки горизонтального положения.

5.3. Настройка вертикальной развертки.

Настройки вертикальной развертки используются для отображения и удаления осциллограмм, настройки вертикального масштаба и расположения, установки входных параметров и выполнения математических расчетов. Каждый канал имеет отдельное вертикальное меню. Описание меню приведено ниже.

1. **Ручка ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ:** Передвигает осциллограмму канала вверх и вниз по экрану. В режиме двух окон передвигает осциллограммы в обоих окнах одновременно в одном направлении. Нажмите на рукоятку, чтобы вернуть осциллограммы в центральное вертикальное положение на экране. Два канала соответствуют двум ручкам.



www.hantek.ru

2. **Меню (CH1, CH2):** Отображает опции вертикального меню; включает или выключает отображение осциллограммы каналов.

Опции	Настройки	Комментарии
Coupling [Развязка]	DC [Постоянный ток] AC [Переменный ток] Ground [Заземление]	Настройка DC пропускает составляющие и постоянного, и переменного тока входного сигнала. Настройка AC блокирует составляющую постоянного тока входного сигнала и ослабляет сигналы ниже 10 Гц. Настройка Ground отключает входной сигнал.

20MHz Bandwidth Limit [Ограничение ширины полосы пропускания 20МГц]	Unlimited [Неограниченно] Limited [Ограничено]	Ограничивает ширину полосы пропускания, чтобы сократить шум дисплея; фильтрует сигнал, чтобы устранить шум и другие ненужные ВЧ составляющие.
VOLTS/DIV [ВОЛЬТ/ДЕЛ]	Coarse [Грубо] Fine [Точно]	Выбирает разрешение ручки VOLTS/DIV. Настройка Coarse назначает последовательность значений 1-2-5. Настройка Fine изменяет разрешение на маленькие шаги между значениями настройки Coarse.
Probe Attenuation [Ослабление щупа]	1X 10X 100X 1000X	Выбирает значение в соответствии с коэффициентом ослабления щупа, так, чтобы обеспечить правильные вертикальные показания. Уменьшите полосу пропускания до 6 МГц при использовании щупа 1X.
Invert [Инвертирование]	Off [Вскл.] On [Вкл.]	Инвертирует осциллограмму относительно уровня отсчета.

Отключение входного сигнала [Ground].

Используется для отображения сигнала нулевого напряжения. Внутри вход канала соединен с уровнем отсчета нулевого напряжения.

Точная настройка [Fine]

В точной настройке разрешения, показатели вертикального масштаба отображают действующую настройку VOLTS/DIV. Вертикальный масштаб меняется только после настройки показателя VOLTS/DIV и установки грубого разрешения [coarse].

Удаление отображения осциллограммы.

Для удаления осциллограммы с экрана сначала нажмите кнопку меню, чтобы отобразить вертикальное меню, затем нажмите снова, чтобы удалить осциллограмму. Сигнал канала, который необязательно отображать, может использоваться как источник триггера или для математических операций.

3. Ручка VOLTS/DIV [ВОЛЬТ/ДЕЛ]

Настраивает осциллограф на усиление или ослабление сигнала источника осциллограммы канала. Вертикальный размер отображения на экране будет меняться (увеличиваться или уменьшаться) до нулевого уровня. Также можно использовать эту ручку, чтобы переключаться между грубой и точной настройкой.

4. **MATH MENU:** Отображает математические операции над осциллограммами. См. таблицу ниже.

Меню MATH содержит варианты источников для всех математических операций.

Операции	Варианты источников	Комментарии
+	CH1+CH2	Складывает Канал 1 и Канал 2
-	CH1-CH2	Вычитает осциллограмму Канала 2 из осциллограммы Канала 1.
	CH2-CH1	Вычитает осциллограмму Канала 1 из осциллограммы Канала 2.
FFT [Быстрое преобразование Фурье, БПФ]	CH1 или CH2	Доступны три типа окон на выбор: Hanning [Хэннинга], Flattop, Rectangular [Прямоугольное].

		Zoom [Зум]: Используйте кнопку FFT Zoom для настройки размера окна. Scale [Масштаб]: x1, x2, x5, x10.
--	--	--

Примечание: Все выбранные меню выделяются оранжевым.

5.3.1. Math FFT [Расчет БПФ]

Эта глава объясняет, как использовать функцию расчета БПФ (Быстрого преобразования Фурье). Вы можете использовать режим Math FFT, чтобы конвертировать пространственно-временной сигнал (YТ) в его частотные составляющие (спектр), и наблюдать следующие типы сигналов:

- Анализировать гармоники в силовых кабелях;
- Измерять содержание гармоник и искажений в системах;
- Характеризовать шум в источниках постоянного тока;
- Проверять импульсный отклик фильтров и систем;
- Анализировать вибрации.

Чтобы использовать режим Math FFT, выполните следующие шаги:

- Установите сигнал источника (пространственно-временной);
- Отобразите спектр БПФ;
- Выберите тип окна БПФ;
- Настройте скорость выборки для отображения основной частоты и гармоник без искажений;
- Используйте настройку зума, чтобы увеличить спектр;
- Используйте курсоры для измерения спектра.

5.3.1.1. Настройка пространственно-временной осциллограммы.

Необходимо настроить пространственно-временную (YТ) осциллограмму до использования режима БПФ. Следуйте шагам ниже.

1. Нажмите кнопку AUTOSET для отображения осциллограммы YТ.
2. Поверните ручку вертикального положения, чтобы переместить осциллограмму YТ по вертикали на центр (нулевое деление), чтобы убедиться, что БПФ будет отображать истинное значение постоянного тока.
3. Поверните ручку горизонтального положения, чтобы расположить анализируемую часть осциллограммы YТ в центральных восьми делениях на экране. Осциллограф использует 2048 центральных точек пространственно-временной осциллограммы для расчета спектра БПФ.
4. Поверните ручку VOLTS/DIV, чтобы убедиться, что вся осциллограмма остается на экране. Если всей осциллограммы не видно, осциллограф может отображать неправильные результаты БПФ, прибавляя высокочастотные составляющие.
5. Поверните ручку SEC/DIV, чтобы установить разрешение, которое вам необходимо в спектре БПФ.
6. Если возможно, настройте осциллограф для отображения множественных сигнальных циклов.

Если повернуть ручку SEC/DIV для выбора более быстрой настройки (меньше циклов), спектр БПФ будет отображать больший диапазон частот и сократит возможность искажения БПФ.

Чтобы настроить отображение БПФ, следуйте шагам ниже.

1. Нажмите кнопку MATH MENU;
2. Установите опцию Operation на FFT [БПФ];
3. Выберите канал источника Math FFT.

Во многих ситуациях осциллограф также может генерировать полезный спектр БПФ, несмотря на то, что сигнал YТ не срабатывает. Это особенно актуально, если сигнал периодический или случайный (как, например, шум).

Примечание: Следует запускать и позиционировать переходные сигналы и выбросы как можно ближе к центру экрана.

Частота Найквиста

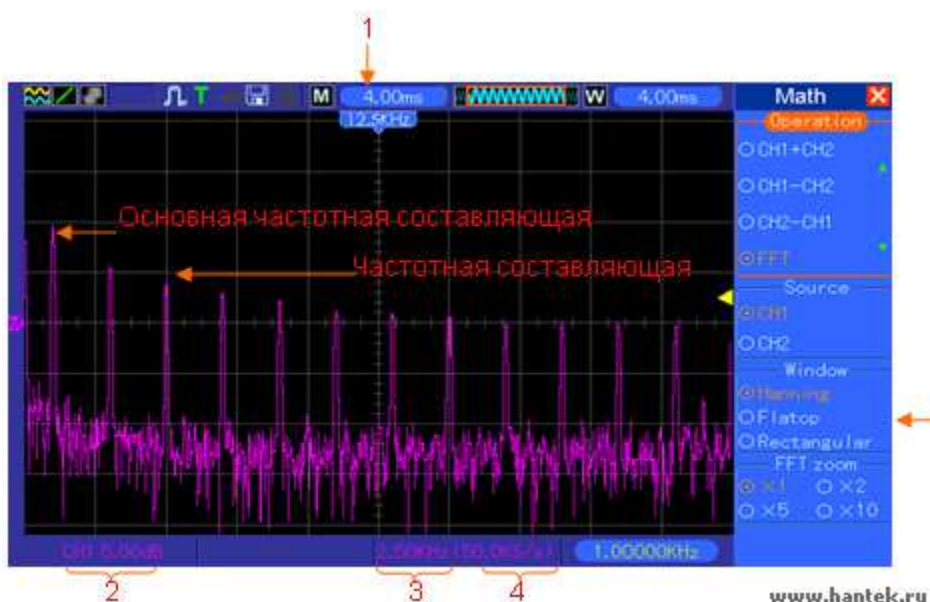
Наивысшая частота, которую может измерить без ошибок любой цифровой осциллограф в режиме реального времени, является половиной скорости выборки и называется Частотой Найквиста. Информация о частотах ниже частоты Найквиста получают недостаточную выборку, что приводит к искажению БПФ. Функция Math может конвертировать 2048 центральных точек пространственно-временной осциллограммы в спектр БПФ. Получаемый БПФ спектр содержит 1024 точки от постоянного тока (0 Гц) до частоты Найквиста. Обычно экран сжимает спектр БПФ по горизонтали до 250 точек, но можно использовать функцию БПФ зума [FFT Zoom], чтобы растянуть спектр БПФ, так, чтобы можно было четко различить частотные составляющие в каждой из 1024 точек данных спектра БПФ.

Примечание: Вертикальный отклик осциллографа немного больше его полосы пропускания (60 МГц, 100 МГц или 200 МГц, в зависимости от модели; или 20 МГц, когда опция Bandwidth Limit установлена на Limited). Таким образом, спектр БПФ может отображать действительную информацию о частоте, превышающей ширину полосы пропускания осциллографа. Однако, информация об амплитуде около или выше ширины полосы пропускания будет неточная.

5.3.1.2. Отображение спектра БПФ

Нажмите кнопку MATH MENU для отображения меню математических расчетов. Используйте опции для выбора Канала источника, Алгоритма окна и Коэффициента увеличения БПФ. Единовременно может отображаться только один спектр БПФ.

Опции Math FFT	Настройки	Комментарии
Source [Источник]	CH1, CH2	Выбирает канал для источника БПФ.
Window [Окно]	Hanning [Хэннинга] Flattop Rectangular [Прямоугольное]	Выбирает тип окна БПФ. Для дополнительной информации обратитесь к разделу 5.3.1.3.
FFT Zoom [Зум БПФ]	X1, X2, X5, X10	Изменяет горизонтальное увеличение отображения БПФ. Для подробной информации обратитесь к разделу 5.3.1.6.

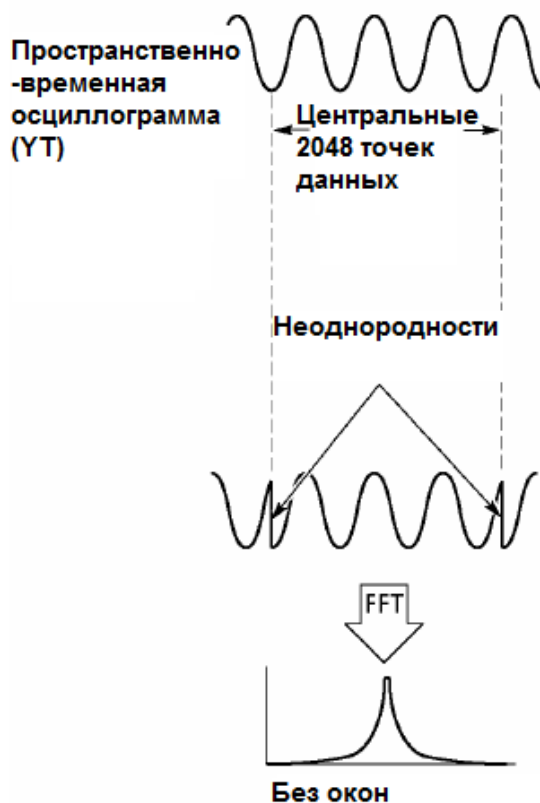


1. Частота в центральной линии координатной сетки
2. Вертикальный масштаб в дБ на деление (0дБ=1V_{RMS})
3. Горизонтальный масштаб в частоте на деление
4. Скорость выборки в количестве запросов в секунду
5. Тип окна БПФ

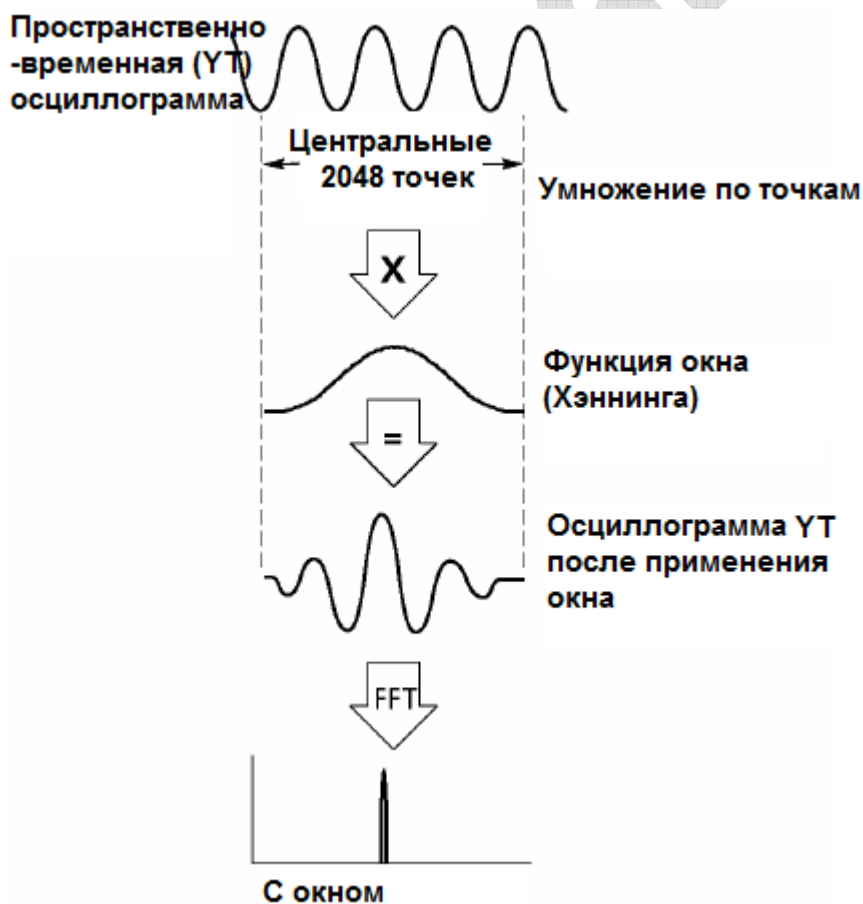
5.3.1.3. Выбор окна БПФ

Использование окна может уменьшить просачивание спектральных составляющих в спектре БПФ. Алгоритм БПФ предполагает, что осциллограмма УТ постоянно повторяется. Когда количество циклов целое (1, 2, 3...), осциллограмма УТ начинается и заканчивается с одинаковой амплитудой, и в форме сигнала нет никаких неоднородностей.

Если число циклов нецелое, осциллограмма УТ начинается и заканчивается с разной амплитудой, переход между начальной и конечной точкой будет вызывать неоднородности в сигнале, что приводит к высокочастотным импульсным помехам.



Применение окна к сигналу Y-T изменяет осциллограмму так, что начальное и конечное значения близки друг к другу, что сокращает неоднородности.



Функция математического расчета БПФ имеет три варианта окна БПФ. Существует выбор между разрешением частоты и точностью амплитуды для каждого типа окна. Вам следует определить, что выбрать, в зависимости от объекта, который вы хотите измерить, и характеристик сигнала источника.

Окно	Измерение	Характеристики
Hanning [Хэннинга]	Periodic Waveform [Периодический сигнал]	Частота лучше, точность амплитуды хуже, чем для окна Flattop.
Flattop	Periodic Waveform [Периодический сигнал]	Амплитуда лучше, точность частоты хуже, чем для окна Хэннинга
Rectangular [Прямоугольное]	Pulse or Transient Waveform [Импульсный или переходный сигнал]	Специальное окно, применяемое для прерывистых сигналов. Фактически это то же самое, что и отсутствие окна.

5.3.1.4. Искажение БПФ

Проблемы возникают, когда пространственно-временной сигнал, получаемый осциллографом, содержит частотные составляющие, превышающие частоту Найквиста. Частотным составляющим выше частоты Найквиста будет не хватать частоты выборки, и они будут отображаться как более низкие частотные составляющие, которые «выгибаются в обратную сторону» из частоты Найквиста. Эти ошибочные составляющие называются побочными.

5.3.1.5. Устранение побочных составляющих

Чтобы устранить побочные составляющие, используйте следующий метод.

- Поверните ручку SEC/DIV, чтобы установить более высокую скорость выборки. Так как частота Найквиста увеличивается, когда вы увеличиваете скорость выборки, побочные частотные составляющие будут отображаться правильно. Если на экране появляется слишком много частотных составляющих, вы можете использовать опцию FFT Zoom [Зум БПФ], чтобы увеличить спектр БПФ.
- Если необходимости отслеживать частотные составляющие выше 20 МГц нет, установите опцию Bandwidth Limit [Ограничение полосы пропускания] в положение Limited [Ограничено].
- Отфильтруйте вход сигнала извне и ограничьте ширину полосы пропускания сигнала источника ниже частоты Найквиста.
- Определите и игнорируйте побочные частоты.
- Используйте функцию зума и курсоры, чтобы увеличить и измерить спектр БПФ.

5.3.1.6. Увеличение и расположение спектра БПФ

Вы можете масштабировать спектр БПФ и использовать курсоры для его измерения с помощью опции FFT Zoom, которая отвечает за горизонтальное увеличение. Чтобы увеличить спектр по вертикали, используйте вертикальные элементы управления.

Горизонтальный зум и расположение

Вы можете использовать опцию FFT Zoom для увеличения спектра БПФ по горизонтали без изменения скорости выборки. Доступны коэффициенты увеличения X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Когда коэффициент увеличения установлен на X1 и осциллограмма расположена в центре координатной сетки, левая координатная линия находится в точке 0Гц, а правая – на частоте Найквиста.

Вы увеличиваете спектр БПФ на центральной координатной линии, когда меняете коэффициент увеличения. Таким образом, ось горизонтального увеличения – центральная линия координатной сетки. Поверните ручку горизонтального положения Horizontal Position, чтобы передвинуть спектр БПФ вправо. Нажмите кнопку SET TO ZERO [Установить на ноль], чтобы расположить центральный спектр в центре координатной сетки.

Вертикальный зум и положение.

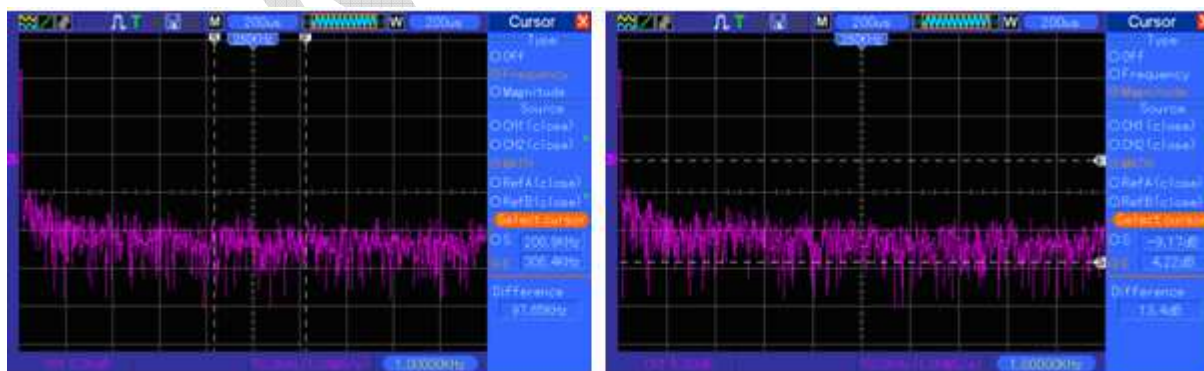
Когда отображается спектр БПФ, вертикальные ручки каналов начинают регулировать зум и положение для соответствующих каналов. Ручка VOLTS/DIV устанавливает следующие коэффициенты увеличения: X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Спектр БПФ увеличивается вертикально относительно маркера M (точка отсчета расчета осциллограммы по левому краю экрана). Поверните ручку вертикального положения Vertical position, чтобы передвинуть спектр вверх.

5.3.1.7. Использование курсоров для измерения спектра БПФ

Вы можете использовать курсоры для выполнения двух измерения спектра БПФ: амплитуды (в дБ) и частоты (в Гц). Амплитуда рассчитывается относительно 0дБ, что равно здесь $1V_{RMS}$. Вы можете использовать курсоры для измерения при любом коэффициенте увеличения.

Нажмите кнопку CURSORS, выберите опцию Source и затем выберите Math. Нажмите кнопку Type, чтобы выбрать между Amplitude [Амплитуда] и Frequency [Частота]. Нажмите на SELECT CURSORS, чтобы выбрать курсор. Затем используйте ручки V0, чтобы передвинуть Курсор S и Курсор E. Используйте горизонтальный курсор, чтобы измерить амплитуду, и вертикальный курсор, чтобы измерить частоту. Теперь отображение в меню DELTA – это измеренное значение, и значения в точках Курсора S и Курсора E.

Дельта – это абсолютное значение Курсора S минус Курсор E.



Курсоры частоты

www.hantek.ru

Курсоры амплитуды

5.4. Меню Триггера

Триггер можно определить с помощью меню Trigger и передней панели. Существует шесть типов триггеров: Edge [по фронту], Video [По видео сигналу], Pulse Width [По ширине импульса], Slope [По наклону фронта], Swar [Попеременный] и Overtime [По времени.]

Обратитесь к следующим таблицам, чтобы найти различные настройки для каждого типа триггера.



1. Level [Уровень]

Эта настройка устанавливает уровень амплитуды, который должен пересечь сигнал, чтобы запустить выборку при использовании триггера Edge или Pulse Width.

2. Set to 50% [Установить на 50%]

Уровень триггера установлен на вертикальную среднюю точку между пиками сигнала триггера.

3. Force trigger [Принудительный триггер]

Используется для завершения выборки, несмотря на соответствующий сигнал триггера. Кнопка становится нефункциональной, если выборка уже прекращена.

4. TRIG MENU

Нажмите эту кнопку, чтобы отобразилось меню триггера. Часто используется триггер по фронту. См. таблицу ниже для подробной информации.

Опции	Настройки	Комментарии
Trigger Type [Тип Триггера]		
Edge [По фронту] Video [По видеосигналу] Pulse [По импульсу] Slope [По наклону фронта] Swap [Попеременный] Overtime [По времени]		По умолчанию осциллограф использует триггер по фронту, который запускает осциллограф по нарастающему или спадающему фронту входного сигнала, когда он пересекает уровень триггера (порог).
Source [Источник]	CH1 CH2 EXT EXT/5 AC Line [Линия]	Выбирает входной источник для сигнала триггера. CH1, CH2: Неважно, отображается сигнал или нет, определенный канал будет запущен. EXT: Не отображает сигнал триггера и позволяет использовать диапазон уровня триггера от +1,6В

	переменного тока]	до -1,6В. EXT/5: аналогична опции EXT, но ослабляет сигнал в 5 раз и позволяет использовать диапазон уровня триггера от +8 до -8В. AC Line: Использует сигнал от кабеля питания в качестве источника триггера.
Mode [режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	Выбирает режим триггера. По умолчанию осциллограф использует режим Auto. В этом режиме осциллограф запускается, когда он не обнаруживает какого-либо триггера за определенное время, основанное на настройке SEC/DIV. Осциллограф переходит в режим сканирования при настройке временной развертки 80мс/дел. или медленнее. В режиме Normal осциллограф обновляет изображение, только когда он обнаруживает действительное условие триггера. Новые сигналы не отображаются, пока они не заменят старые. Используйте этот режим, только чтобы посмотреть действительные запущенные осциллограммы. Только после первого триггера появляется изображение.
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] HF Reject [Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	Выбирает составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной цепи. AC: Блокирует составляющую постоянного тока и ослабляет сигналы ниже 10Гц. DC: Пропускает все составляющие сигнала. HF Reject: Ослабляет высокочастотные составляющие выше 80кГц. LF Reject: Блокирует составляющие постоянного тока и ослабляет низкочастотные составляющие ниже 8кГц.

ПРИМЕЧАНИЕ: Развязка триггера влияет только на сигналы, проходящие через систему триггера. Она не влияет на ширину полосы пропускания или развязку сигнала, отображенного на экране.

Video Trigger [Триггер по видеосигналу]

Опции	Настройки	Комментарии
Video [По видеосигналу]		Когда выбран пункт Video, будет срабатывать видеосигнал стандарта NTSC, PAL или SECAM. Развязка триггера предварительно установлена на AC.
Source [Источник]	CH1 CH2 EXT EXT/5	Выбирает источник входа для сигнала триггера. Ext и Ext/5 используют сигнал, поступающий на коннектор EXT TRIG в качестве источника.
Polarity [Полярность]	Normal [Нормальная] Inverted [Инвертированная]	Normal: Срабатывает по отрицательному фронту синхроимпульса. Inverted: Срабатывает по положительному фронту синхроимпульса
Sync [Синхронизация]	All Lines [Любая линия] Line Number [Номер линии] Odd Field [Нечетное поле]	Выбирает нужную видео-синхронизацию. При выборе Line Number для опции Sync, можно использовать функцию User Select [Выбор пользователя], чтобы определить конкретный номер линии.

	Even Field [Четное поле] All Fields [Любое поле]	
Standard [Стандарт]	NTSC PAL/SECAM	Выбирает видеостандарт для синхронизации и счета числа линий.

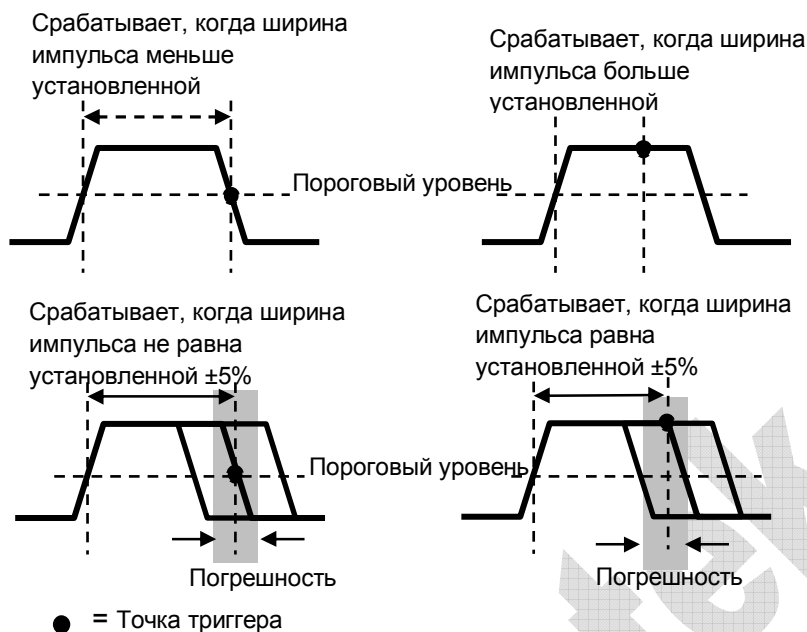
Примечание: Когда выбрана Нормальная полярность, триггер всегда возникает на отрицательно идущих синхроимпульсах. Если видеосигнал содержит положительно идущие импульсы, используйте опцию Инвертированной полярности.

Pulse Width Trigger [Триггер по ширине импульса]

Вы можете использовать его для срабатывания по импульсам, отклоняющимся от нормы.

Опции	Настройки	Комментарии
Pulse [Импульс]		При выделенной опции Pulse, триггер срабатывает по импульсам, которые отвечают условиям триггера (определенным опциями Source, When и Set Pulse Width).
Source [Источник]	CH1 CH2 EXT EXT/5	Выбирает входящий источник для сигнала триггера.
When [Когда]	= ≠ < >	Выбирает условия триггера.
Set Pulse Width [Установить ширину импульса]	от 20нс до 10.0сек	При выделенной путем нажатия F4 у опции Set Pulse Width устанавливает ширину импульса с помощью вращения многофункциональной ручки
Polarity [Полярность]	Positive [Положительная] Negative [Отрицательная]	Выбирает триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode [Режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	Выбирает тип триггера. Режим Normal является оптимальным для большинства триггеров по ширине сигнала.
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] HF Reject [Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	Выбирает составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной схеме.
More [Далее]		Осуществляет переход между страницами подменю.

Trigger when [Срабатывать, когда]: Ширина импульса источника должна быть ≥ 5 нс, чтобы осциллограф смог обнаружить импульс.



=, ≠: С погрешностью $\pm 5\%$ осциллограф срабатывает, когда ширина импульса сигнала равна, или не равна установленной ширине импульса.

<, >: Осциллограф срабатывает, когда ширина импульса сигнала источника меньше или больше, чем установленная ширина импульса.

Slope trigger [Триггер по наклону фронта]: Устанавливает триггер по времени нарастания или спада, более гибкий и точный, чем триггер по фронту.

Опции	Настройки	Комментарии
Slope [Наклон фронта]		
Source [Источник]	CH1 CH2 EXT EXT5	Выбирает входящий источник для сигнала триггера
Slope [Наклон фронта]	Rising [Нарастающий] Falling [Спадающий]	Выбирает тип наклона фронта сигнала.
Mode [Режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	Выбирает тип триггера. Режим Normal является оптимальным для большинства триггеров по ширине сигнала..
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] Noise Reject [Подавление шума] HF Reject	Выбирает составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной схеме.

	[Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	
Next Page [Следующая страница]		
Vertical [Вертикаль]	V1 V2	Настраивает вертикальное окно, устанавливая два уровня триггера. Выберите эту опцию и нажмите F3 для выбора V1 или V2.
When [Когда]	= ≠ < >	Выбирает условия триггера
Time [Время]	от 20нс до 10.0сек	При выделенной путем нажатия F4 данной опции устанавливает временной интервал с помощью вращения многофункциональной клавиши.

Swap Trigger [Попеременный триггер]: Как функция аналоговых осциллографов, он дает стабильное отображение сигналов на двух различных частотах. Главным образом, он использует конкретную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2, так, что каналы будут генерировать сигналы попеременного триггера через триггерную схему.

Опции	Настройки	Комментарии
Swap Trigger [Попеременный триггер]:		
Mode [Режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	Выбирает тип триггера.
Channel [Канал]	CH1 CH2	Выберите опцию, например, CH1, выберите тип триггера канала и настройте интерфейс меню.
Ниже перечислены опции подменю. Триггер Swap позволяет выбирать различные режимы триггеров для CH1 и CH2 и отображать осциллограммы на одном экране. То есть, для обоих каналов можно выбрать следующие четыре режима триггера.		
Type [Тип]	Edge [по фронту]	
Slope [Наклон фронта]	Rising [Нарастающий] Falling [Спадающий]	
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] HF Reject [Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	Нажмите F3 или F4, чтобы выбрать составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной схеме.
Type [Тип]	Video [по видеосигналу]	
Polarity [Полярность]	Normal [Нормальная] Inverted [Инвертированная]	

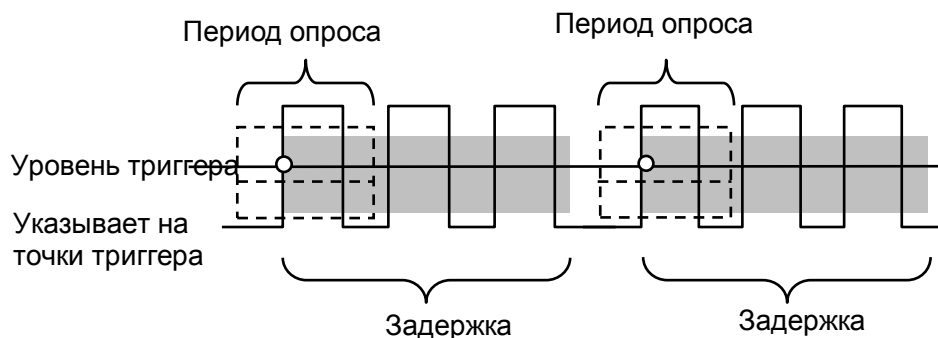
Standard [Стандарт]	NTSC PAL/SECAM	
Sync [Синхронизация]	All Lines [Любая линия] Line Number [Номер линии] Odd Field [Нечетное поле] Even Field [Четное поле] All Fields [Любое поле]	Выбор с помощью F4, F5.
Type [Тип]	Pulse [по импульсу]	
Polarity [Полярность]	Positive [Положительный] Negative [Отрицательный]	
When [Когда]	= ≠ < >	Выбор с помощью F3.
Set Pulse Width [Установить ширину импульса]	Pulse Width [Ширина импульса]	Нажмите F4, чтобы выбрать. Регулируйте ширину импульса с помощью многофункциональной ручки.
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] Noise Reject [Подавление шума] HF Reject [Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	Выбор с помощью F5.
Type [Тип]	Slope [По наклону фронта]	
Slope [Наклон фронта]	Rising [Нарастающий] Falling [Спадающий]	Выбирает тип наклона фронта сигнала.
Mode [Режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	Выбирает тип триггера. Режим Normal является оптимальным для большинства триггеров по ширине сигнала.
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] Noise Reject [Подавление шума] HF Reject [Подавление ВЧ]	Выбирает составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной схеме.

	LF Reject [Подавление НЧ]	
Next Page [Следующая страница]		
Vertical [Вертикаль]	V1 V2	Настраивает вертикальное окно, устанавливая два уровня триггера. Выберите эту опцию и нажмите F3 для выбора V1 или V2.
When [Когда]	= ≠ < >	Выбирает условия триггера
Time [Время]	от 20нс до 10.0сек	Нажмите F4, чтобы выбрать эту опцию. Поверните многофункциональную ручку, чтобы настроить временной интервал.

Overtime trigger [Триггер по времени]: Триггер по ширине импульса иногда может вызвать затруднения из-за большого периода для срабатывания, так как для срабатывания осциллографа вам не нужна вся ширина импульса, а нужен триггер в определенный момент времени. Такой триггер называется Overtime [по времени].

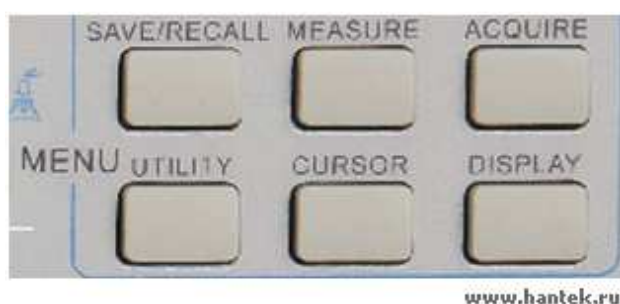
Опции	Настройки	Комментарии
Type [тип]	OT	
Source [Источник]	CH1 CH2	Устанавливает источник триггера
Polarity [Полярность]	Positive [Положительный] Negative [Отрицательный]	Выбирает срабатывание по положительному или отрицательному импульсу.
Mode [Режим]	Auto [Авто] Normal [Штатный]	
Overtime [Время]	t	Нажмите F5, чтобы выбрать опцию Overtime и настройте V0, чтобы установить время.
Coupling [Развязка]	AC [Переменный ток] DC [Постоянный ток] HF Reject [Подавление ВЧ] LF Reject [Подавление НЧ]	Выбирает составляющие сигнала триггера, применяемые к триггерной схеме.

Holdoff [Задержка]: Чтобы использовать задержку триггера, нажмите кнопку меню HORIZONTAL и выберите опцию Holdoff Time [Время задержки] нажатием F4. Функция задержки триггера может использоваться для создания стабильного отображения комплексных сигналов (таких как последовательность импульсов). Задержка – это время между моментом, когда осциллограф обнаруживает один триггер и моментом, когда он готов обнаружить следующий. Во время периода задержки, осциллограф не срабатывает. Для последовательности импульсов время задержки может быть настроено так, чтобы осциллограф срабатывал только на первый импульс в последовательности.



5.5. Кнопки меню и опций

Как показано ниже, шесть кнопок наверху передней панели используются, главным образом, для вызова соответствующего меню настройки.



SAVE/RECALL: Отображает меню Save/Recall [Сохранить/Вызвать] для настроек и осциллограмм.

MEASURE: Отображает меню Measure [Измерение]

ACQUIRE: Отображает меню Acquire [Выборка]

UTILITY: Отображает меню Utility [Служебные]

CURSOR: Отображает меню Cursor [Курсор]

DISPLAY: Отображает меню Display [Дисплей]

5.5.1. SAVE/RECALL

Нажмите кнопку SAVE/RECALL, чтобы сохранить или вызвать из памяти настройки осциллографа и осциллограммы. На первой странице отобразится следующее меню.

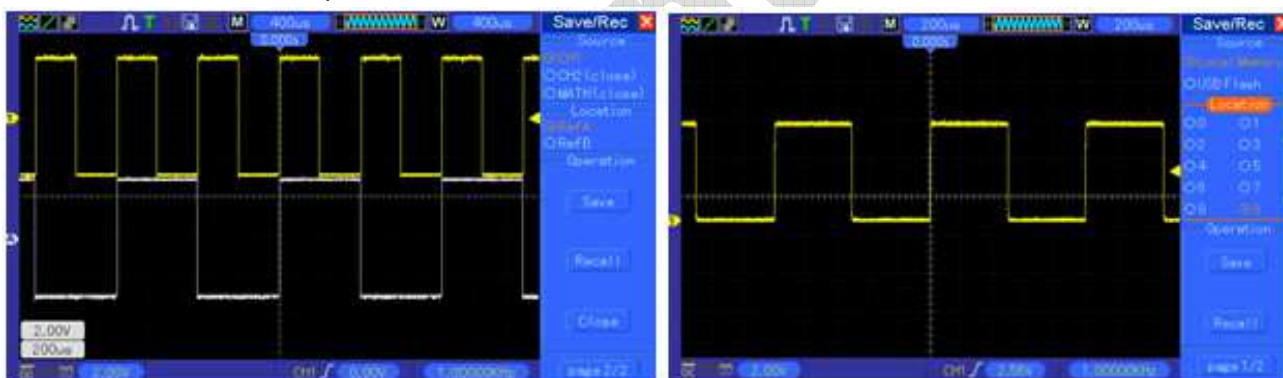
Опции	Настройки	Комментарии
Waveforms [Сигналы]		
Source [Источник]	CH1 CH2 off MATH off	Выбирает отображение осциллограммы, которое необходимо сохранить.
REF	RefA RefB	Выбирает место опорного сигнала для сохранения или вызова осциллограммы

Operation [Процесс]	Save [Сохранить]	Сохраняет осциллограмму источника в выбранное место опорного сигнала
	Ref on Ref off	Отображает или удаляет опорную осциллограмму с экрана.

Нажмите кнопку Next Page, чтобы вызвать следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
Setups [Настройки]		
Operation Source [Источник процесса]	Flash memory [Флэш-память] USB disk [USB-диск]	Сохраняет текущие настройки на USB диск или в память осциллографа.
Memory [Память]	от 0 до 9	Определяет ячейку памяти, в которую сохранять текущие настройки осциллограммы, или из которой вызывать настройки осциллограммы. Используйте ручку V0 , чтобы выбрать.
Operation [Процесс]	Save [Сохранить]	Завершает процесс сохранения
	Recall [Вызвать]	Вызывает настройки осциллографа, сохраненные в ячейке, выбранной в поле настроек Setup. Нажмите кнопку Default Setup [Настройки по умолчанию], чтобы установить в осциллографе уже известные настройки.

См. ниже меню осциллограмм.



Белые осциллограммы в меню – это вызванная осциллограмма RefA

www.hantek.ru

Можно сохранить максимум 9 групп настроек

Примечание: Осциллограф сохранит текущие настройки, если вы подождете 5 секунд после последнего изменения, и он вызовет эти настройки в следующий раз, когда вы включите осциллограф.

5.5.2. MEASURE

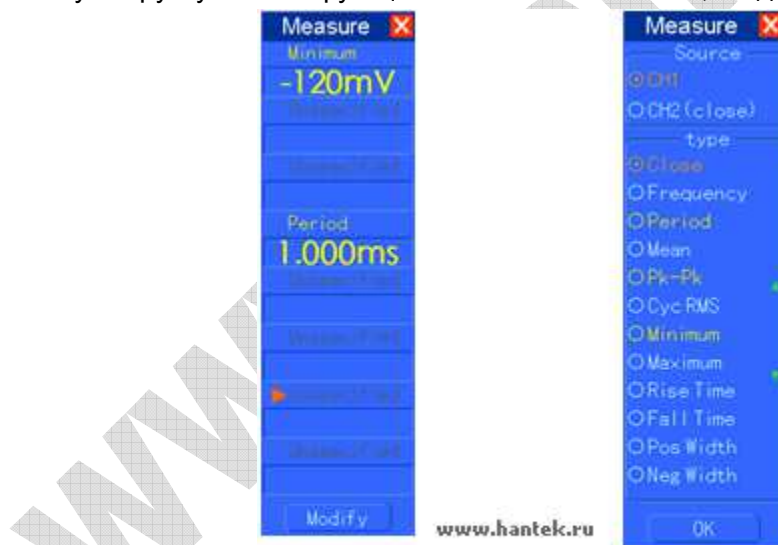
Нажмите кнопку MEASURE, чтобы выполнить автоматические измерения. Есть 11 типов измерений и одновременно могут отображаться до 8 из них.

Поверните ручку V0, чтобы выбрать любую опцию. Нажмите V0 или F6, когда иконка красной стрелки остановится на нужной опции. Затем появится следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
Source [Источник]	CH1 CH2	Выбирает источник измерения

Measurement Type [Тип измерения]	Frequency [Частота]	Рассчитывает частоту сигнала, измеряя первый цикл.
	Period [Период]	Рассчитывает время первого цикла.
	Mean [Среднее]	Рассчитывает среднее арифметическое напряжения за целый период.
	Pk-Pk [Полный размах]	Рассчитывает абсолютную разность между наивысшим и наименьшим пиком всего сигнала.
	Cyc RMS [Среднее квадратичное значение цикла]	Рассчитывает актуальное среднее квадратичное значение полного первого цикла сигнала.
	Min [Минимум]	Проверяет запись сигнала во всех точках в текущем окне и отображает минимальное значение.
	Max [Максимум]	Проверяет осциллограмму во всех точках в текущем окне и отображает максимальное значение.
	Rise Time [Время нарастания]	Измеряет время между 10% и 90% первого нарастающего фронта сигнала.
	Fall Time [Время спада]	Измеряет время между 10% и 90% первого спадающего фронта сигнала.
	Positive Width [Положительная ширина]	Измеряет время между первым нарастающим фронтом и следующим спадающим фронтом на уровне 50% сигнала.
	Negative Width [Отрицательная ширина]	Измеряет время между первым спадающим фронтом и следующим нарастающим фронтом на уровне 50% сигнала.
	Off [Выкл]	Не выполняет никаких измерений.

Используйте ручку V0 или функциональные клавиши F3, F4 для выбора типа измерения.



Показатели крупным белым шрифтом в меню являются результатами только что выполненных соответствующих измерений.

Получение измерений: Для отдельного сигнала (или сигнала, являющегося частью множественного сигнала) одновременно могут отображаться до 8 автоматических измерений. Канал сигнала должен оставаться включенным (отображается ON), чтобы упростить измерение. Автоматическое измерение не может выполняться на опорных или математических сигналах или в режиме XY или Scan.

5.5.3. ACQUIRE

Нажмите кнопку ACQUIRE, чтобы настроить параметры выборки.

Опции	Настройки	Комментарии
Category [Категория]	Real Time [В реальном времени] Equ-Time [Эквивалентное время]	Выбирает сигналы в цифровом режиме реального времени. Воссоздает форму сигнала используя эквивалентную дискретизацию.
Mode (Real Time) [Режим (в реальном времени)]	Normal [Штатный] Peak Detect [Обнаружение пика] Average [Среднее]	Выбирает и точно отображает большинство сигналов. Обнаруживает импульсные помехи и устраняет возможность неточностей. Сокращает случайные или нерегулярные помехи сигнала. Число средних значений выбирается.
Averages (Real Time) [Средние значения (в реальном времени)]	4 16 64 128	Выбирает число средних значений с помощью F3 или F4.
Memory Depth (Real Time) [Емкость памяти (в режиме реального времени)]	4K, 40K, 512K, 1M	Выбирает емкость памяти для различных моделей.

Normal: Для моделей осциллографов с шириной полосы пропускания 100МГц максимальная скорость выборки 1млрд. замеров/сек. Для временной развертки с недостаточной скоростью выборки можно использовать Алгоритм Интерполяции Синусоиды [Sine Interpolation Algorithm], чтобы интерполировать точки между выбранными точками, чтобы получить полную осциллограмму (4K по умолчанию).



В штатном режиме выбирается одна точка замера в каждом интервале

Peak Detect: Используйте этот режим для обнаружения импульсных помех в пределах 10нс и ограничения возможности неточностей. Этот режим доступен при настройке SEC/DIV в 4мкс/дел. или медленнее. Как только настройка SEC/DIV установлена на 4мкс/дел. или быстрее, режим выборки изменится на Штатный [Normal], потому что скорость выборки

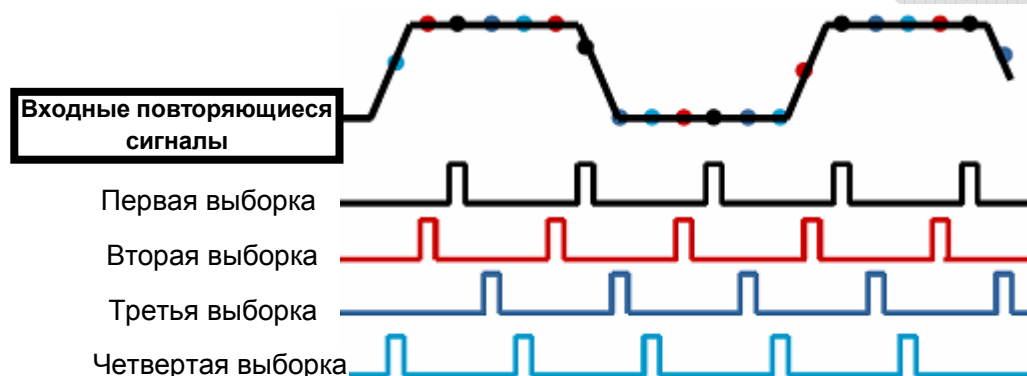
достаточно велика, и Обнаружение пиков необязательно. Осциллограф не отображает сообщение о смене режима на Normal.

Average: Используйте этот режим для сокращения случайных или нерегулярных помех в отображаемом сигнале. Выберите данные в режиме Normal, а затем рассчитайте среднее значение большого числа сигналов. Выберите число выборок (4, 16, 64 или 128) для расчета среднего значения сигнала.

Прекращение выборки: При выполнении выборки отображение сигнала активно. Остановите выборку (нажав кнопку RUN/STOP), чтобы остановить отображение. В любом режиме для отображения сигнала можно менять масштаб и расположение с помощью элементов управления вертикалью и горизонталью.

Эквивалентная выборка: Просто повторите Штатную выборку. Используйте этот режим, чтобы провести особое наблюдение за повторяющимися отображаемыми периодическими сигналами. Вы можете получить разрешение 40пс, например, при скорости выборки 25 млрд. замеров/сек, что намного больше, чем получаемое при выборке в реальном времени.

Принцип выборки выглядит следующим образом.



Как показано выше, проведите выборку входных сигналов (повторяющийся цикл) более одного раза на низкой скорости выборки, расположите точки замеров по времени их появления, затем восстановите сигналы.

5.5.4. UTILITY

Нажмите кнопку UTILITY для отображения следующего Служебного меню.

Опции	Комментарии
System Info [Информация о системе]	Отображает версию программного и технического обеспечения, серийный номер и некоторую другую информацию об осциллографе.
Update Program [Обновление программы]	Вставьте USB диск. В верхнем левом углу экрана отобразится иконка диска. Нажмите кнопку Update Program, и появится диалоговое окно Software Upgrade [обновление ПО]. Нажмите F6, чтобы обновить, или F2 для отмены.
Save Waveform [Сохранить осциллограмму]	Вставьте USB диск с обновлением программы, и в верхнем левом углу экрана отобразится иконка диска. Щелкните по иконке, и вы увидите на некоторое время паузу сохраняемой осциллограммы. Вы сможете найти данные сохраненной осциллограммы в папке Hantek_x на USB диске. X здесь показывает, сколько раз вы нажали кнопку. Каждое нажатие создает соответствующую папку. Например, нажмите один раз, и будет

	создана папка Hantek_1; нажмите дважды, и будут созданы две папки Hantek_1, Hantek_2.
Self Calibration [Авто калибровка]	При выборе этой опции появится диалоговое окно Self Calibration. Нажмите F6, чтобы выполнить автоматическую калибровку. Нажмите F4 для отмены.
Advance [Расширенные]	Настройка времени и будильника. Нажмите эту кнопку, чтобы увидеть диалоговое окно для настройки времени и будильника. Поверните ручку V0, чтобы выбрать будильник или время (выделение черной рамкой). Нажмите V0, и черная рамка станет красной. Нажмите V0 снова, чтобы настроить ON/OFF [ВКЛ/ВЫКЛ] будильника или время. Нажмите V0 еще раз, чтобы выйти или сохранить настройки.

Автоматическая калибровка: Процедура автоматической калибровки может оптимизировать точность осциллографа для соответствия окружающей температуре. Чтобы максимизировать точность, следует выполнять автоматическую калибровку каждый раз, когда окружающая температура изменяется на 5° или более. Следуйте инструкциям на экране.

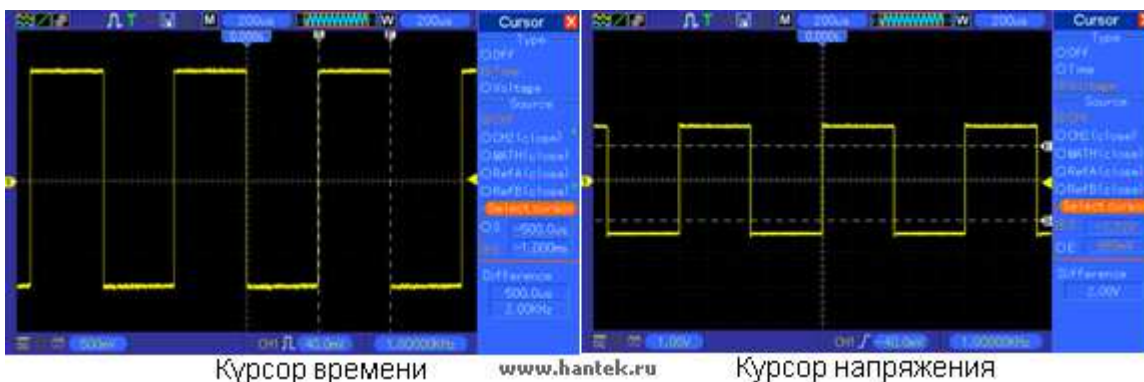
Совет: Нажмите любую кнопку меню на передней панели, чтобы удалить отображение статуса и войти в соответствующее меню.

5.5.5. CURSOR

Меню Курсора.

Опции	Настройки	Комментарии
Type [Тип]	Off [Выкл] Voltage[Напряжение] Time[Время]	Выбирает курсор измерения и отображает его. Функция Voltage измеряет амплитуду, в то время как функция Time измеряет частоту.
Source [Источник]	CH1 CH2 MATH REFA REFB	Выбирает сигнал для получения измерения курсором. Использует показатели, чтобы отобразить измерения.
Select Cursor [Выберите курсор]	S E	S означает Курсор 1. E означает Курсор 2. Выбранный курсор выделяется, и может свободно перемещаться. Оба курсора могут быть выделены и свободно перемещаться одновременно. В рамке за курсором отображается расположение курсора.
Delta [Дельта]	Отображает разность (дельта) между курсорами.	Отображает измерение в рамке под этой опцией.

Перемещение курсоров: Нажмите кнопку рядом с Select Cursor, чтобы выбрать курсор, и поверните V0, чтобы передвинуть его. Курсоры могут перемещаться, только когда отображается меню Cursor.



5.5.6. DISPLAY

Отображение сигнала зависит от настроек осциллографа. Сигнал может быть измерен, как только он захвачен. Различные способы отображения сигнала на экране дают значимую информацию о нем.

Есть два режима отображения сигналов: с одним окном [Single-window] и с двумя окнами [Dual-window]. Обратитесь к Настройкам горизонтальной развертки для дополнительной информации.

Нажмите кнопку DISPLAY, и появится следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
Type [Тип]	Vectors [Векторы] Dots [Точки]	Режим Vectors заполняет пространство между соседними точками замеров; режим Dots отображает только точки замеров.
Persist [Электронный люминофор]	OFF [ВЫКЛ] 0.2S-8S selectable [выбор от 0,2с – 8с] Infinite [Бесконечно]	Устанавливает длительность свечения каждой отображаемой точки сигнала
Format [Формат]	YТ XY	Формат YТ показывает напряжение по вертикали относительно времени (горизонтальная шкала); формат XY отображает точку между CH1 и CH2 каждый раз при получении замера, где напряжение или ток CH1 определяет координату X точки (горизонталь), а напряжение или ток CH2 определяет координату Y (вертикаль). Для подробной информации обратитесь к описанию формата XY, приведенному далее.
Contrast [Контраст]		0-15; 16 настраиваемых уровней с отображаемым индикатором состояния; Нажмите F5, чтобы выбрать эту опцию. Для регулировки поверните многофункциональную ручку.
Next Page [Следующая страница]		
Grid [Координатная сетка]	Dotted line [Пунктир] Real line [Линия] OFF [ВЫКЛ]	Режим Off отображает только горизонтальные и вертикальные координаты в центре координатной сетки на экране.
Grid Intensity [Интенсивность сетки]		0-15; 16 настраиваемых уровней с отображаемым индикатором состояния.

5.6. Кнопки быстрого доступа



AUTOSET: Автоматически настраивает элементы управления осциллографа для генерирования отображения входных сигналов. Обратитесь к следующей таблице для соответствующего содержания.

SINGLE SEQ: Выбирает одиночный сигнал и прекращает выборку.

RUN/STOP: Включает или выключает выборку

HELP: Отображает меню Help.

DEFAULT SETUP: Вызывает заводские настройки. Обратитесь к следующей таблице для соответствующего содержания.

Save to USB Disk: Сохраняет всю отображенную на экране информацию на USB устройство, аналогично функции захвата экрана у компьютера.

5.6.1 AUTOSET

Автонастройка является одним из преимуществ цифровых осциллографов. При нажатии кнопки AUTOSET осциллограф будет идентифицировать тип сигнала (синусоида или прямоугольная волна) и настраивать элементы управления в соответствии с входными сигналами, так чтобы точно отображать осциллограмму входного сигнала.

Функции	Настройки
Acquire Mode [Режим выборки]	Настраивается на Normal [Штатный] или Peak Detect [Обнаружение пиков]
Cursor [Курсор]	Off [Выкл]
Display Format [Формат отображения]	Устанавливается в YT
Display Type [Тип отображения]	Устанавливается в Vectors [Векторы] для спектра БПФ; в иных случаях не изменяется.
Horizontal Position [Горизонтальное положение]	Настроен
TIME/DIV [ВРЕМЯ/ДЕЛ]	Настроен
Trigger Coupling [Развязка триггера]	Настроен на DC [Переменный ток], Noise Reject [Подавление шума] или HF Reject [Подавление ВЧ]
Trigger Holdoff [Задержка триггера]	Минимальный
Trigger Level [Уровень триггера]	Устанавливается в 50%
Trigger Mode [Режим триггера]	Auto [Авто]
Trigger Source [Источник триггера]	Настроен; Автоматическая настройка не используется для сигнала EXT TRIG
Trigger Slope [Наклон фронта триггера]	Настроен
Trigger Type [Тип триггера]	Edge [По фронту]

Trigger Video Sync [Синхронизация видео триггера]	Настроен
Trigger Video Standard [Стандарт видео триггера]	Настроен
Vertical Bandwidth [Вертикальная ширина полосы пропускания]	Полная
Vertical Coupling [Вертикальная развязка]	DC (если до этого было выбрано заземление GND); AC для видеосигнала; в иных случаях не изменяется.
VOLTS/DIV	Настроен

Функция Автонастройки проверяет все каналы на сигналы и отображает соответствующие осциллограммы. Автонастройка определяет источник триггера в соответствии со следующими условиями.

- Если сигналы есть в нескольких каналах, осциллограф будет использовать канал с наименьшей частотой сигнала в качестве источника триггера.
- Если сигналы не обнаружены, осциллограф будет использовать канал с наименьшим номером, отображаемый в Автонастройке, в качестве источника триггера.
- Если сигналы не обнаружены, и каналы не отображаются, осциллограф будет отображать и использовать Канал 1 в качестве источника триггера.

Синусоидальная волна:

Если при использовании функции Autoset осциллограф определяет, что сигнал близок к синусоиде, осциллограф отображает следующие опции.

Опции Sine Wave	Подробности
Multi-cycle Sine [Многопериодическая Синусоида]	Отображает несколько периодов, которые имеют соответствующий горизонтальный и вертикальный масштаб.
Single-cycle Sine [Однопериодическая Синусоида]	Устанавливает горизонтальный масштаб для отображения примерно одного периода осциллограммы.
FFT [БПФ]	Конвертирует входной сигнал в его частотные составляющие и отображает результат в виде графика частоты против амплитуды (спектр). Так как эта функция представляет собой математические расчеты, обратитесь к Разделу 5.3.1. Расчет БПФ для дополнительной информации.
Undo Setup [Отменить настройку]	Восстанавливает предыдущую настройку осциллографа.

Прямоугольная волна или импульс:

Если при использовании функции Autoset осциллограф определяет, что сигнал близок к прямоугольной волне или импульсу, осциллограф отображает следующее меню.

Опции Square Wave	Подробности
Multi-cycle Square [Многопериодический прямоугольный]	Отображает много периодов, которые имеют соответствующий горизонтальный и вертикальный масштаб.
Single-cycle Square [Однопериодический, прямоугольный]	Настраивает горизонтальный масштаб для отображения около одного периода осциллограммы. Осциллограф отображает автоматические измерения Min [Минимум], Mean [Среднее] и Positive Width [Положительная ширина].
Rising Edge	Отображает нарастающий фронт

[Нарастающий фронт]	
Falling Edge [Спадающий фронт]	Отображает спадающий фронт
Undo Setup [Отменить настройку]	Восстанавливает предыдущую настройку осциллографа.

5.6.2 Help

Нажмите кнопку HELP для отображения меню справки, в котором представлены темы, описывающие все опции меню и элементы управления осциллографа. Для подробной информации о справочной системе обратитесь к Разделу 2.2.

5.6.3 Default Setup

Когда вы нажимаете кнопку DEFAULT SETUP [Настройки по умолчанию], осциллограф будет отображать сигнал CH1 и удалит все остальные. Когда вы работаете на настройках по умолчанию, нажмите F1, чтобы **Отменить настройку**. Тогда осциллограф вернется к статусу до настроек по умолчанию. В таблице ниже приведены опции, кнопки и меню, которые изменяют установки в настройках по умолчанию.

Меню или Система	Опция, кнопка или ручка	Значение по умолчанию
Acquire [Выборка]	(Три режима опции)	Normal
	Averages [Среднее]	16
	Run/Stop	Run
Cursor	Type [Тип]	Off
	Source [Источник]	CH1
	Horizontal (amplitude) [Горизонталь (амплитуда)]	±3.2дел
	Vertical (time) [Вертикаль (время)]	±4дел
Display [отображение]	Type [Тип]	Vectors [Векторы]
	Persist [Электронный люминофор]	Off
	Format [Формат]	YT
Horizontal [Горизонталь]	Window Mode [Режим окна]	Single-window [Одно окно]
	Trigger Knob [Ручка триггера]	Level [Уровень]
	Position [Положение]	0.00с
	SEC/DIV [Сек/дел]	200µс
Math [Расчеты]	Operation [Операция]	—
	Source [Источник]	CH1-CH2
	Position [Положение]	0дел
FFT [БПФ]	Vertical Scale [Верикальный масштаб]	20дБ
	FFT Operation [Операция БПФ]	
	Source [Источник]	CH1
	Window [Окно]	Hanning [Хэннинга]
	FFT Zoom [Зум БПФ]	X1
Measure [Измерение]	Source [Источник]	CH1
	Type [Тип]	нет
Trigger (Edge) [Триггер (по фронту)]	Type [Тип]	Edge [По фронту]
	Source [Источник]	CH1
	Slope [Наклон]	Rising [Нарастание]

	Mode [Режим]	Auto [Авто]
	Coupling [Развязка]	DC
	Level [Уровень]	0.00в
Trigger (Video) [Триггер (по видео)]	Polarity [Полярность]	Normal [Нормальная]
	Sync [Синхронизация]	All lines [Любая линия]
	Standard [Стандарт]	NTSC
Trigger (Pulse) [Триггер (по импульсу)]	When [Когда]	=
	Set Pulse Width [Установить ширину импульса]	1.00мс
	Polarity [Полярность]	Positive [Положительная]
	Mode [Режим]	Auto [Авто]
	Coupling [Развязка]	DC
Trigger (Slope) [Триггер (по наклону фронта)]	Slope [Наклон]	Rising [Нарастающий]
	Mode [Режим]	Auto [Авто]
	Coupling [Развязка]	DC
	When [Когда]	=
Trigger (Swap) [Триггер (попеременный)]	CH1	
	Type [Тип]	Edge [По фронту]
	Slope [Наклон]	Rising [Нарастающий]
	Mode [Режим]	Auto [Авто]
	Coupling [Развязка]	DC
	Level [Уровень]	0.00в
	CH2	
	Type [Тип]	Edge [По фронту]
	Slope [Наклон]	Rising [Нарастающий]
	Mode [Режим]	Auto [Авто]
Coupling [Развязка]	DC	
Trigger (OT) [Триггер (по времени)]	Source [Источник]	CH1
	Polarity [Полярность]	Positive [Положительная]
	Mode [Режим]	Auto [Авто]
	Time [Время]	20нс
Vertical System, All Channels [Вертикальная система, все каналы]	Coupling [Развязка]	DC
	Bandwidth Limit [Ограничение полосы пропускания]	Unlimited [Неограниченно]
	VOLTS/DIV [ВОЛЬТ/ДЕЛ]	Coarse [Грубо]
	Probe [Щуп]	Voltage [Напряжение]
	Voltage Probe Attenuation [Напряжение ослабления щупа]	10X
	Invert [Инвертирование]	Off
	Position [Положение]	0.00дел (0.00В)
	VOLTS/DIV [ВОЛЬТ/ДЕЛ]	1.00В

Следующие настройки не изменяются при нажатии кнопки DEFAULT SETUP

- Язык
- Сохраненные настройки
- Сохраненные опорные сигналы
- Контрастность отображения

- Данные калибровки

5.7 Многофункциональные ручки и кнопки

V0: Многофункциональная ручка. Для разных опций меню поддерживает выбор опций меню (меню MEASURE), передвижение курсоров и уровней (меню Slope Trigger). Нажмите на эту ручку, чтобы сбросить данные (задержку триггера, время для триггера по времени и триггера по наклону фронта), выбрать опции меню и т.д. Проста в использовании.



www.hantek.ru

F7: Нажмите на эту кнопку в режиме одного окна, чтобы переключаться между отображением пунктирной линии и пересечением. Нажмите в режиме двух окон, чтобы выполнить автопрокрутку.



www.hantek.ru

F0: Кнопка Скрыть/показать. Нажмите ее, чтобы скрыть опции меню с правой стороны экрана, и вывести полноэкранное отображение осциллограммы. Нажмите снова, чтобы показать опции меню.

F1-F5: Эти пять кнопок все многофункциональны. Они отвечают за выбор соответствующих опций меню на экране для различных режимов меню. Например в меню UTILITY, F1-F5 соответственно отвечают за 'System Info' [Информация о системе] – 'Advance' [Расширенные].

F6: Эта функциональная кнопка используется главным образом для перелистывания страниц и подтверждения выбора, например, при нажатии опции Self Calibration [Автоматическая калибровка] появляются 'next page' [следующая страница], 'previous page' [предыдущая страница] и 'press F6 to confirm' [нажмите F6 для подтверждения].

5.8 Сигнальные разъемы

См. рисунок ниже, чтобы найти три сигнальных разъема и пару металлических электродов внизу панели осциллографа.



www.hantek.ru

1. CH1, CH2: Входные разъемы для отображения осциллограммы, через которые подключается и входит измеряемый сигнал.
2. EXT TRIG: Входной разъем для внешнего источника триггера, через который подключается и входит внешний сигнал триггера.

3. Компенсация щупа: Выход компенсации напряжения щупа и заземление, используемое для электрического соответствия щупа и входной схемы осциллографа. Заземление компенсации щупа и экранированные кабели BNC подключаются к заземлению и рассматриваются как клеммы заземления. Чтобы избежать повреждений, не подключайте источник напряжения к какому-либо из этих разъемов заземления.

www.hantek.ru

Глава 6. Примеры применения

Эта глава раскрывает дальнейшее описание основных функций осциллографа, приводя одиннадцать упрощенных примеров применения, чтобы помочь вам решить возможные проблемы при испытании.

1. Выполнение простых измерений.
Использование функции AUTOSET.
Использование меню Measure для выполнения автоматических измерений.
2. Выполнение измерений курсором.
Измерение частоты цикла и амплитуды цикла.
Измерение ширины импульса.
Измерение времени нарастания.
3. Анализ входных сигналов для устранения случайного шума
Отслеживание шумного сигнала
Устранение случайного шума
4. Захват одиночного сигнала.
5. Использование режима XY
6. Запуск по ширине импульса
7. Запуск по видеосигналу
Отслеживание триггеров по видео-полям и видео-линиям.
8. Использование Триггера по наклону фронта для захвата конкретного сигнала наклона.
9. Использование Триггера по времени для измерения длинного импульсного сигнала.
10. Использование математических функций для анализа осциллограмм.
11. Измерение задержки распространения данных.

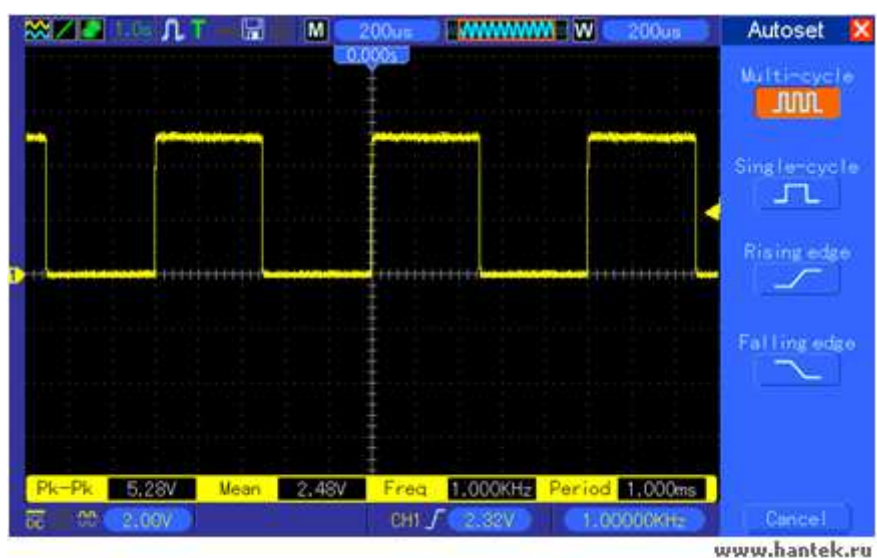
6.1 Пример 1: Выполнение простых измерений.

Когда вы хотите отследить неизвестный сигнал в определенной цепи, не имея параметров его амплитуды и частоты, вы можете использовать эту функцию для выполнения быстрого измерения частоты, периода и полного размаха амплитуды сигнала.

Следуйте процедуре ниже.

1. Установите переключатель на щупе осциллографа на 10X;
2. Нажмите кнопку CH1 MENU и установите угасание щупа на 10X;
3. Подключите щуп CH1 к точке испытания цепи;
4. Нажмите кнопку AUTOSET.

Осциллограф будет автоматически отстраивать осциллограмму для лучшего отображения. Если вам необходимо дальнейшая оптимизация отображения сигнала, вы можете настраивать вертикальные и горизонтальные показатели, пока осциллограмма не будет отвечать вашим конкретным требованиям.



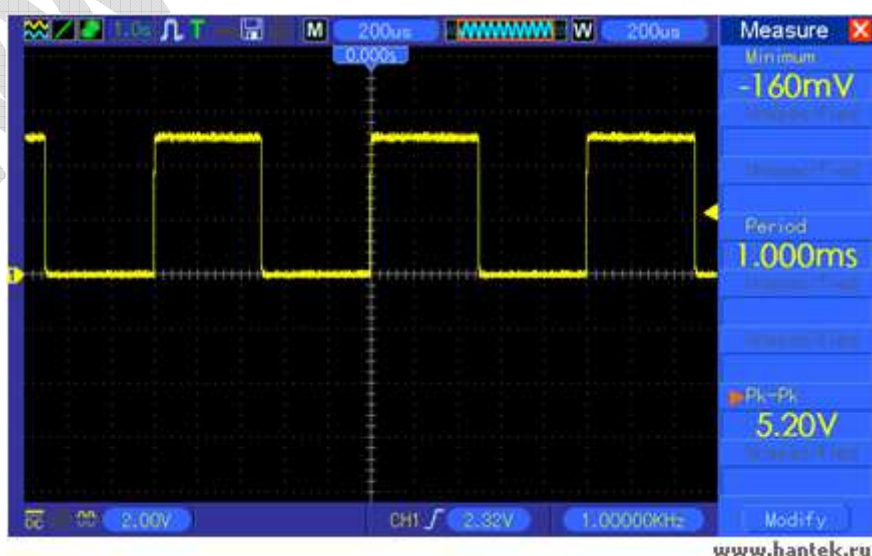
Выполнение автоматических измерений

Осциллограф может отображать большинство сигналов путем автоматических измерений. Для измерения таких параметров, как частота сигнала, период, амплитуда полного размаха, время нарастания и положительная ширина, следуйте процедуре, описанной ниже.

1. Нажмите кнопку MEASURE, чтобы выйти в меню Measure.
2. Поверните ручку V0, чтобы выбрать первую «неопределенную» опцию (отмеченную красной стрелкой), и затем выйдите в подменю, нажав V0 или F6.
3. Выберите CH1 для опции Source. Затем несколько раз нажмите F3 или F4, чтобы выбрать измеряемые показатели в меню Type. Нажмите назад, чтобы вернуться в интерфейс измерения. Или поверните и нажмите V0, чтобы выбрать измеряемый параметр и вернуться в интерфейс измерения. Соответствующее окошко под измеряемым показателем отображает измерения.
4. Повторите Шаг 2 и Шаг 3. Затем выберите другие измеряемые показатели. Всего может быть отображено 8 измеряемых показателей.

Примечание: Все показатели меняются с измеряемыми сигналами.

Рисунок ниже показывает три измеряемых показателя в качестве примера. Окошки под ними отображают измерения крупным шрифтом.



6.2 Пример 2: Выполнение измерений курсором

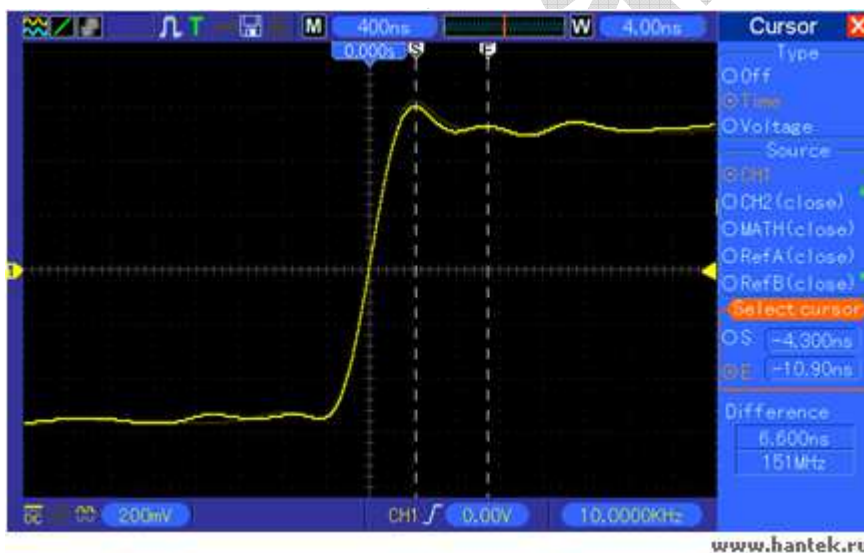
Вы можете использовать курсор для быстрого измерения времени и амплитуды сигнала.

Измерения времени цикла (конвертируемого в частоту) и амплитуды на нарастающем фронте импульса.

Для измерения времени цикла в нарастающем фронте импульса, следуйте процедуре ниже.

1. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы выйти в меню Cursor.
2. Нажмите кнопку F1 опции Type и выберите Time.
3. Нажмите кнопку F2 или F3 опции Source и выберите CH1.
4. Нажмите F4, чтобы выбрать курсор. Если выбран S, передвигайте Курсор S по экрану, вращая V0; если выбран E, передвигайте Курсор E, вращая V0; если выбраны оба, передвигайте их одновременно вращением V0.
5. Установите Курсор S на первый пик цикла.
6. Установите Курсор E на второй пик цикла.
7. Окошко Delta отображает измеренное время, а Cursor S и Cursor E отображают положение этих двух курсоров.
8. Нажмите кнопку опции Type и выберите Voltage.
9. Установите Курсор S в наивысший пик цикла.
10. Установите Курсор E в самый низкий пик цикла. Амплитуда цикла будет отображаться в окошке Delta.

Для лучшего понимания см. рисунок ниже.



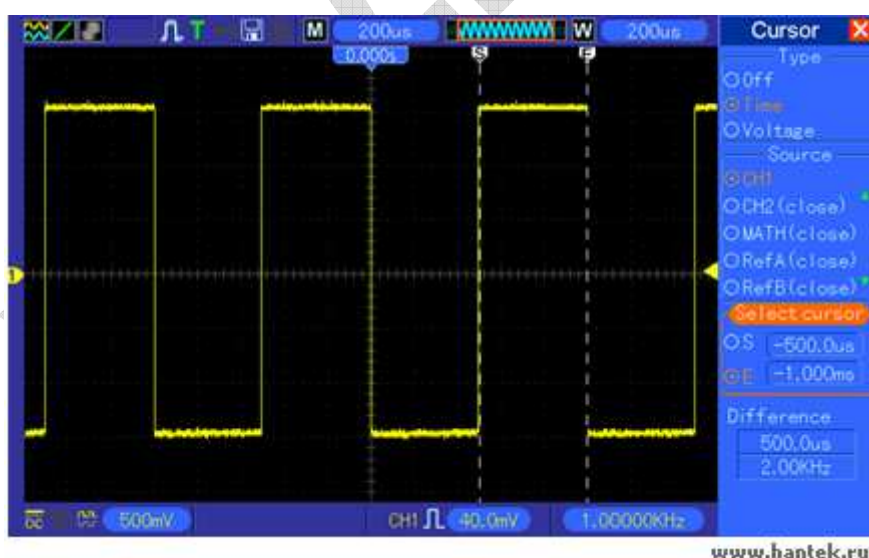


Измерение ширины импульса

Для анализа импульсного сигнала, и чтобы узнать его ширину, следуйте шагам ниже.

1. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы выйти в меню Cursor.
2. Нажмите кнопку F1 опции Type и выберите Time.
3. Нажмите кнопку F2 или F3 опции Source и выберите CH1.
4. Нажмите F4, чтобы выбрать курсор. Если выбран S, передвигайте Курсор S по экрану, вращая V0; если выбран E, передвигайте Курсор E, вращая V0; если выбраны оба, передвигайте их одновременно вращением V0.
5. Поместите Курсор S на нарастающий фронт импульса, а Курсор E на спадающий фронт.
6. Теперь Delta показывает измеренное время, а Cursor S и Cursor E показывают время относительно триггера.

Для лучшего понимания см. рисунок ниже.

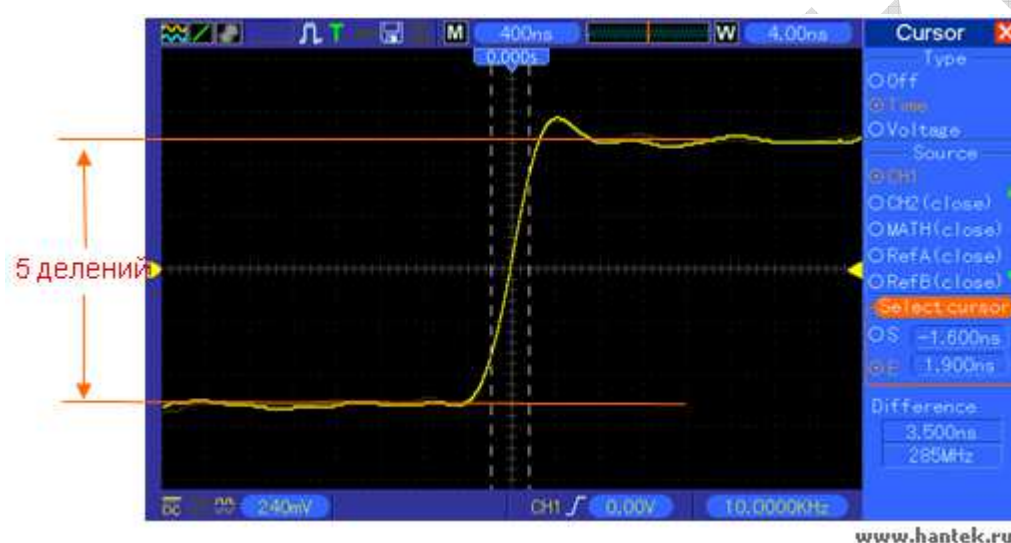


Измерение времени нарастания импульса

Вам может понадобиться измерить время нарастания импульса во многих случаях применения, обычно, чтобы измерить время нарастания между уровнями в 10% и 90% импульсного сигнала. Чтобы это выполнить, следуйте шагам ниже.

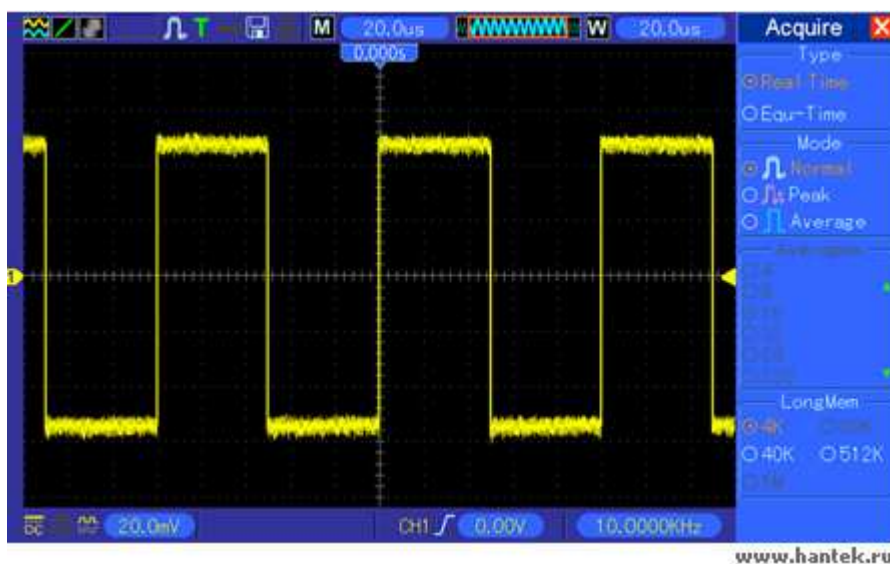
1. Поверните ручку SEC/DIV, чтобы отобразить возрастающий фронт сигнала.
2. Поверните ручки VOLTS/DIV и Vertical position, чтобы настроить амплитуду сигнала на примерно 5 делений.
3. Нажмите кнопку CH1 MENU.
4. Нажмите кнопку опции VOLTS/DIV и выберите Fine. Поверните ручку Vertical position, чтобы точно разделить осциллограмму на 5 делений.
5. Поверните ручку Vertical position, чтобы отцентровать осциллограмму. Расположите основную линию осциллограммы на 2,5 деления ниже центра координатной сетки.
6. Нажмите кнопку CURSOR.
7. Нажмите кнопку опции Type и выберите Time. Нажмите кнопку опции Source и выберите CH1.
8. Выберите Cursor S и расположите его на уровне 10% сигнала, повернув V0.
9. Выберите Cursor E и расположите его на уровне 90% сигнала, повернув V0.
10. Показатель Delta в меню Cursor отображает время нарастания импульса.

Для лучшего понимания см. рисунок ниже.



6.3 Пример 3: Анализ входных сигналов для устранения случайного шума

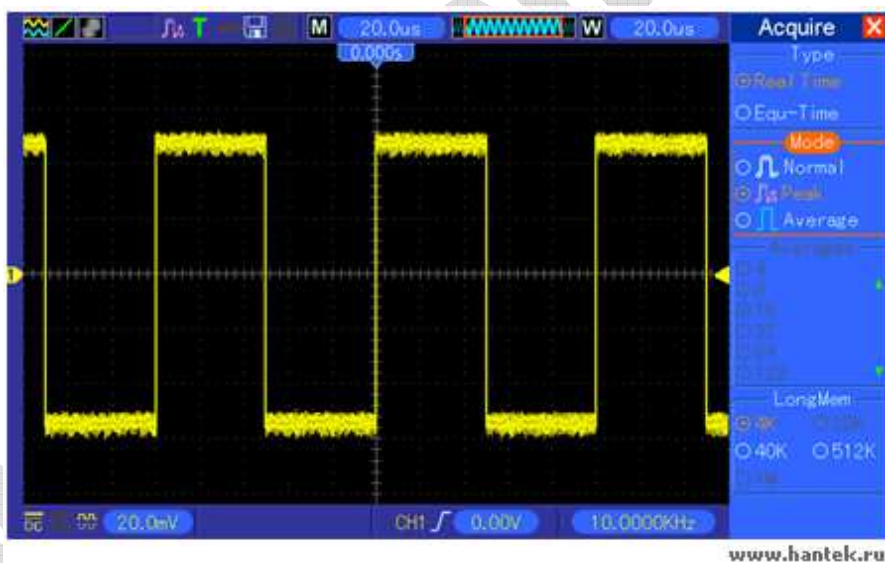
В определенных обстоятельствах для отображения шумного сигнала на осциллографе и получении его данных, вы можете выполнить следующую процедуру для анализа этого сигнала.



Отслеживание шумного сигнала

1. Войдите в меню Acquire, нажав кнопку ACQUIRE.
2. Нажмите кнопку опции Type и выберите Real Time.
3. Нажмите кнопку опции Peak Detect.
4. Если необходимо, войдите в меню DISPLAY и установите опцию Contrast, чтобы видеть шум более четко.

Для лучшего понимания см. рисунок ниже.

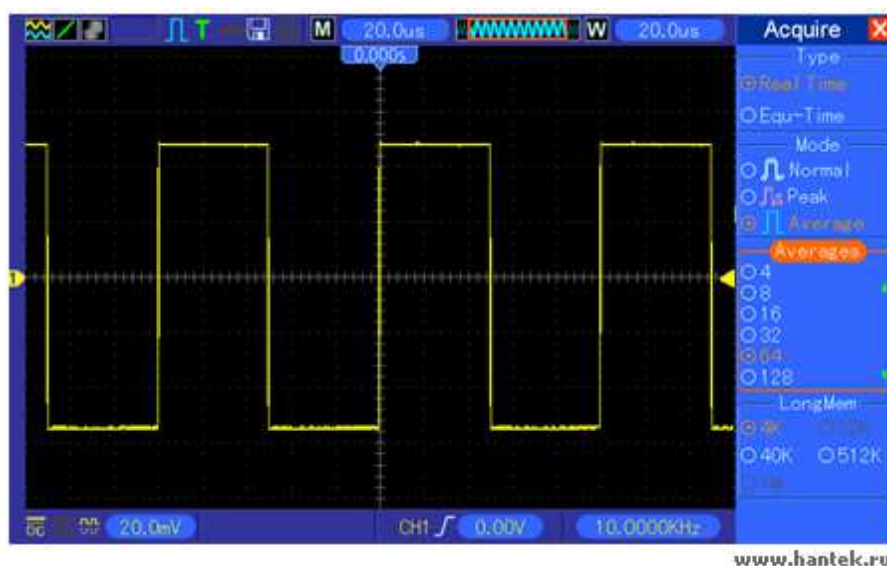


Устранение случайного шума

1. Войдите в меню Acquire, нажав кнопку ACQUIRE.
2. Нажмите кнопку опции Type и выберите Real Time.
3. Нажмите кнопку опции Average.
4. Нажмите кнопку опции Average и настройте число проходящих средних значений, чтобы посмотреть изменение отображения осциллограммы.

Примечание: Усреднение сокращает случайный шум и позволяет легче просмотреть данные сигнала.

Для лучшего понимания см. рисунок ниже.



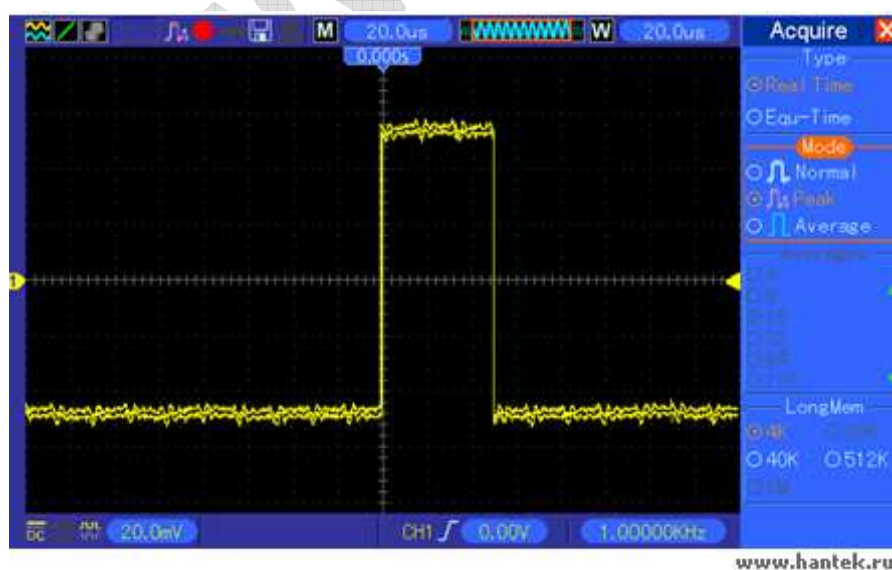
6.4 Пример 4: Захват одиночного сигнала.

Вы можете обратиться к следующему примеру для простого захвата некоторых непериодических сигналов, как например импульсы и импульсные помехи.

Чтобы настроить выборку одиночных сигналов, выполните процедуру ниже.

1. Сначала, установите щуп осциллографа и коэффициент ослабления на CH1.
2. Поверните вертикальную ручку VOLTS/DIV и горизонтальную SEC/DIV для правильного расположения для лучшего исследования сигнала.
3. Войдите в меню Acquire, нажав кнопку ACQUIRE.
4. Нажмите кнопку опции Peak Detect.
5. Нажмите кнопку TRIG MENU и выберите Rising для опции Slope. Затем настройте уровень триггера соответственно.
6. Нажмите кнопку SINGLE SEQ для начала выборки.

Использование этой функции может помочь более легко захватить случайные события. Это является преимуществом портативного осциллографа.



6.5 Пример 5: Использование режима XY

Отслеживание сдвига фаз между сигналами двух каналов

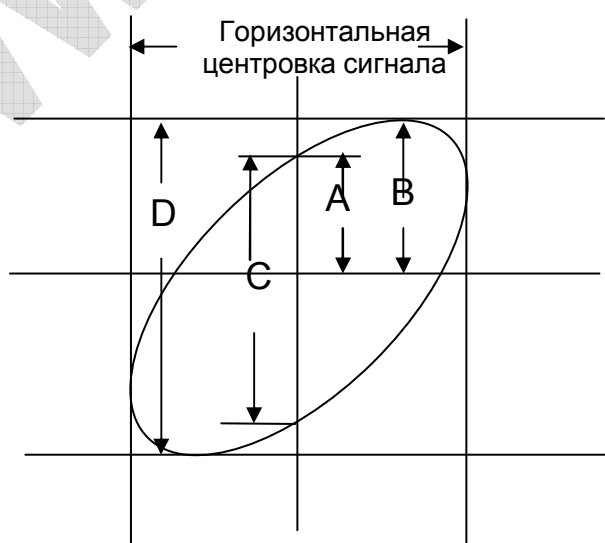
Например, вам необходимо измерить изменение фазы в сети каналов.

Подключите осциллограф к цепи и следите за входом и выходом цепи в режиме XY. Следуйте процедуре ниже.

1. Сначала подготовьте два щупа осциллографа и установите переключатели на обоих щупах в положение 10X.
2. Нажмите кнопку CH1 MENU и настройте ослабление щупа на 10x; нажмите кнопку CH2 MENU и установите ослабление щупа на 10X.
3. Подсоедините щуп CH1 к входу сети, а щуп CH2 к выходу сети.
4. Нажмите кнопку AUTOSET.
5. Поверните ручки VOLTS/DIV для отображения сигналов примерно одинаковой амплитуды на каждом канале.
6. Войдите в меню Display, нажав кнопку DISPLAY.
7. Нажмите кнопку опции Format и выберите XY.
8. Теперь осциллограф отображает фигуру Лиссажу, характеризующую вход и выход цепи.
9. Поверните ручки VOLTS/DIV и Vertical Position для соответствующего масштаба отображения осциллограммы.
10. Используйте осциллографический метод Лиссажу, чтобы отслеживать и рассчитывать сдвиги фазы по следующей формуле.

Так как $\sin\theta = A/B$ или C/D , где θ – это угол сдвига фазы между каналами, а A, B, C, D представляют то, что показано на рисунке ниже, вы можете подучить значение угла сдвига фазы по формуле: $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ или $\pm \arcsin(C/D)$.

Если основные оси эллипса находятся в первом и третьем квадранте, угол сдвига фазы должен быть в первом и четвертом квадранте, а именно, в пределах $(0 \sim \pi/2)$ или $(3\pi/2 \sim 2\pi)$. Если основные оси эллипса находятся во втором и четвертом квадранте, угол сдвига фазы должен быть во втором и третьем квадрантах, а именно, в пределах $(\pi/2 \sim \pi)$ или $(\pi - 3\pi/2)$. Для лучшего понимания см. рисунок ниже.

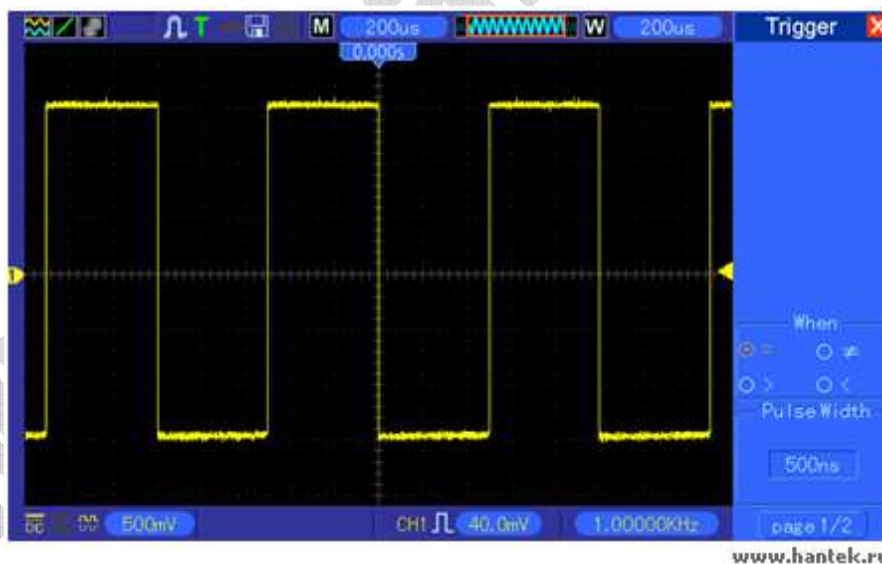


6.6 Пример 6: Запуск по ширине импульса

Запуск по ширине конкретного импульса

При проверке ширины импульса сигнала в цепи, вам может понадобиться проверить соответствие ширины импульса теоретическому значению. Или даже если запуск по фронту показывает, что сигнал имеет такую же ширину, что и конкретный сигнал, вы все еще можете усомниться в результате. В таком случае следуйте процедуре, описанной ниже.

1. Установите ослабление щупа на 10X.
2. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы запустить отображение стабильной осциллограммы.
3. Нажмите кнопку опции Single Cycle в меню Autoset и снимите показание ширины импульса сигнала.
4. Нажмите кнопку TRIG MENU.
5. Нажмите F1, чтобы выбрать Pulse для опции Type; нажмите F2, чтобы выбрать CH1 для опции Source; поверните ручку TRIGGER LEVEL, чтобы установить уровень триггера на нижнюю точку сигнала.
6. Нажмите F6, чтобы перейти на следующую страницу. Выберите кнопку опции When и нажмите F4, чтобы выбрать «=».
7. Нажмите кнопку опции Set Pulse Width. Поверните V0, чтобы установить ширину импульса на значение, снятое в пункте 3.
8. Поверните ручку TRIGGER LEVEL, чтобы установить ширину импульса на значение, снятое в пункте 3.
9. Нажмите кнопку опции More и выберите Normal для опции Mode. При срабатывании на нормальные импульсы осциллограф может давать стабильное отображение сигнала.
10. Если опция When установлена на >, < или ≠, и появляются какие-либо выбросы, которые соответствуют определенным условиям, осциллограф будет срабатывать. Например, если сигнал содержит такие выбросы, как показано ниже, вы можете выбрать '≠' или '<', чтобы запускать по импульсу.



Как показано на рисунке выше, вы можете получить стабильно отображение сигнала при входе прямоугольной волны с частотой 1 кГц и шириной импульса, установленной на 500мкс.

6.7 Пример 7: Запуск по видеосигналу

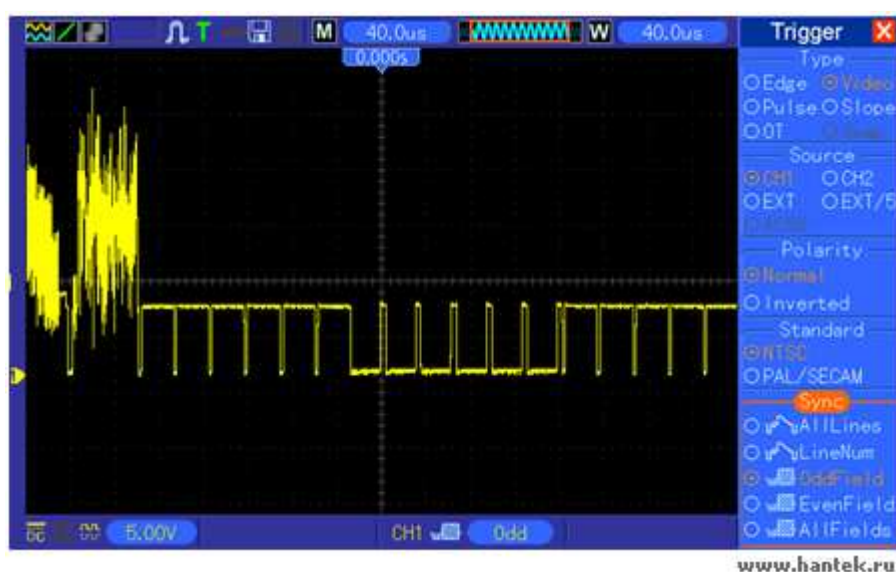
Предположим, вы отслеживаете видеосигналы телевидения, чтобы посмотреть нормально ли они входят, и видеосигнал относится к системе NTSC. Вы можете получить стабильное отображение, используя триггер по видеосигналу.

Запуск по видео-полям

Для запуска по видео-полям следуйте процедуре, описанной ниже.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы выйти в меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Video для опции Type.
3. Нажмите кнопку опции Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку опции Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку опции Standard, чтобы выбрать NTSC.
4. Нажмите кнопку опции Sync, чтобы выбрать Odd Field, Even Field или All Fields.
5. Поверните ручку Trigger Level, чтобы настроить уровень триггера и стабилизировать видеосигналы.
6. Поверните горизонтальную ручку SEC/DIV и Vertical Position для отображения на экране полного видеосигнала, запускаемого по видео-полю.

Рисунок ниже показывает стабильный сигнал, запускаемый по видео-полю.



Запуск по видео-линиям

Для запуска по видео-линиям следуйте процедуре, описанной ниже.

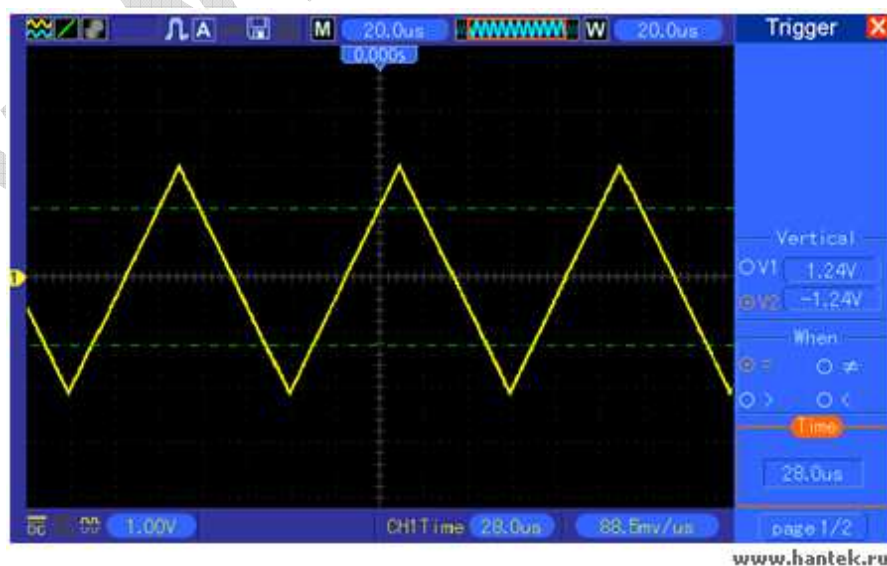
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы выйти в меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Video для опции Type.
3. Нажмите кнопку опции Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку опции Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку опции Standard, чтобы выбрать NTSC, нажмите кнопку опции Sync, чтобы выбрать Line Number.
4. Поверните ручку Trigger Level, чтобы настроить уровень триггера и стабилизировать видеосигналы.
5. Поверните V0, чтобы настроить номер линии (NTSC: 0 – 525 линий)
6. Поверните горизонтальную ручку SEC/DIV и вертикальную VOLTS/DIV, чтобы отобразить на экране полный видеосигнал, запускаемый по видео-линии. См. рисунок ниже.



6.8 Пример 8: Использование триггера по наклону фронта для захвата конкретного наклона сигнала

Во многих случаях нас интересует не только фронт сигнала, но и время нарастания и спада сигналов. Для лучшего отслеживания этих данных вводится триггер по наклону фронта. Следуйте процедуре, описанной ниже.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы выйти в меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Slope для опции Type.
3. Нажмите кнопку опции Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку опции Slope, чтобы выбрать Rising; нажмите кнопку опции Mode, чтобы выбрать Auto; нажмите кнопку опции Coupling, чтобы выбрать DC.
4. Нажмите кнопку Next Page и выберите Vertical. Поверните V0, чтобы настроить V1 и V2 для соответствующих расположений. Нажмите кнопку опции When и выберите =.
5. Выберите Time и настройте время, пока не получите стабильное отображение осциллограммы. См. рисунок ниже.



6.9 Пример 9: Использование триггера по времени для измерения длинного импульсного сигнала

Бывает трудно отследить некоторые части длинного импульсного сигнала с помощью триггера по фронту или по ширине импульса. В таких случаях можно использовать триггер по времени по следующему алгоритму.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы выйти в меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать OT для опции Type; нажмите кнопку опции Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку опции Mode, чтобы выбрать Auto; нажмите кнопку опции Coupling, чтобы выбрать DC.
3. Поверните ручку Trigger Level, чтобы настроить уровень триггера и стабилизировать видеосигналы.
4. Поверните V0, чтобы настроить номер линии (NTSC: 0-525 линий).
5. Поверните горизонтальную ручку SEC/DIV и вертикальную VOLTS/DIV, чтобы отобразить на экране полный видеосигнал, запускающийся по видео-линии. См. рисунок ниже.



Примечание: Разница между триггером по времени и триггером по задержке в том, что триггер по времени может идентифицировать импульс, который вам нужен, в соответствии с заданным вами временем и сработать в любой точке импульса. Другими словами, триггер по времени срабатывает по идентификации импульса. Он схож с режимом > триггера по ширине импульса, но не идентичен.

6.10 Пример 10: Использование математических функций для анализа осциллограмм

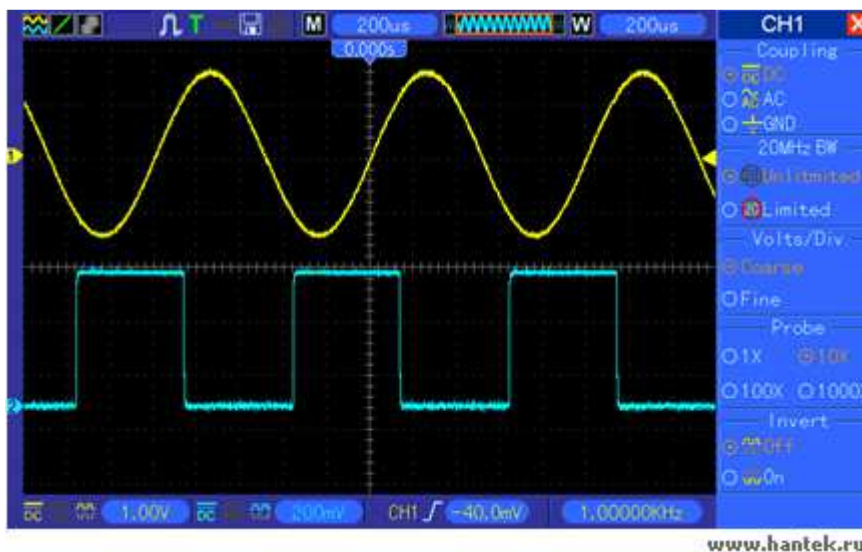
Использование математических функций для анализа входных сигналов является еще одним преимуществом цифрового осциллографа. Например, вам нужно получить мгновенную разность сигналов двух каналов. Используя математическую функцию осциллографа, вы можете получить лучшее представление сигнала на экране. Для отслеживания такого сигнала следуйте процедуре ниже.

1. Установите опцию ослабления щупа на 10X.
2. Откройте CH1 и CH2 одновременно, оба с ослаблением 10X.

3. Нажмите кнопку AUTOSET для получения стабильной осциллограммы.
4. Нажмите кнопку M/R MENU, чтобы выйти в меню Math.
5. Нажмите кнопку опции Operation и выберите CH1+CH2.
6. Поверните горизонтальную ручку SEC/DIV и вертикальную VOLTS/DIV, чтобы правильно масштабировать осциллограмму для простой проверки.

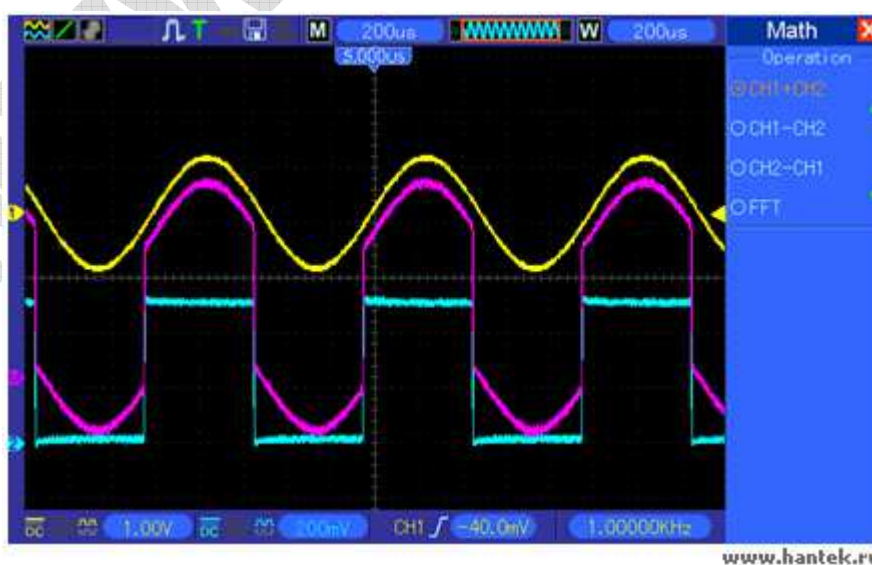
Вдобавок, осциллограф также поддерживает функции БПФ и '-'. Для подробного анализа БПФ обратитесь к Главе 5.3.1. Расчет БПФ.

Примечание: Следует компенсировать оба щупа перед выполнением математических операций; в противном случае, разность в компенсации щупов проявится в виде ошибок в дифференциальном сигнале.



Как показано на рисунке выше, на входе мы имеем синусоидальную волну 1кГц с CH1 и прямоугольную волну 1кГц с CH2.

Следуйте процедуре, описанной выше, чтобы настроить меню Math и отследить вычтенные сигналы, как показано на рисунке ниже.



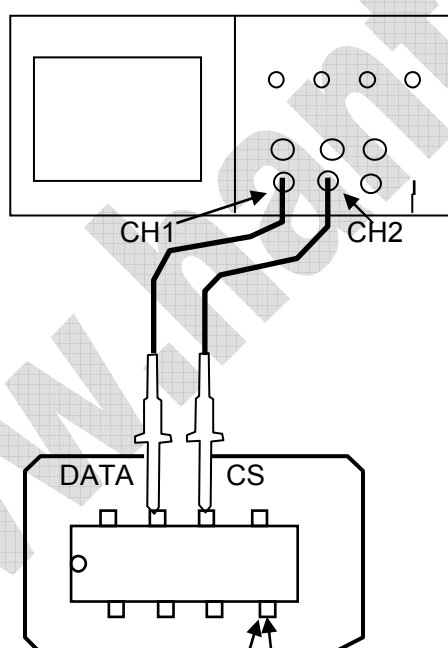
Розовым отображаются сложные сигналы.

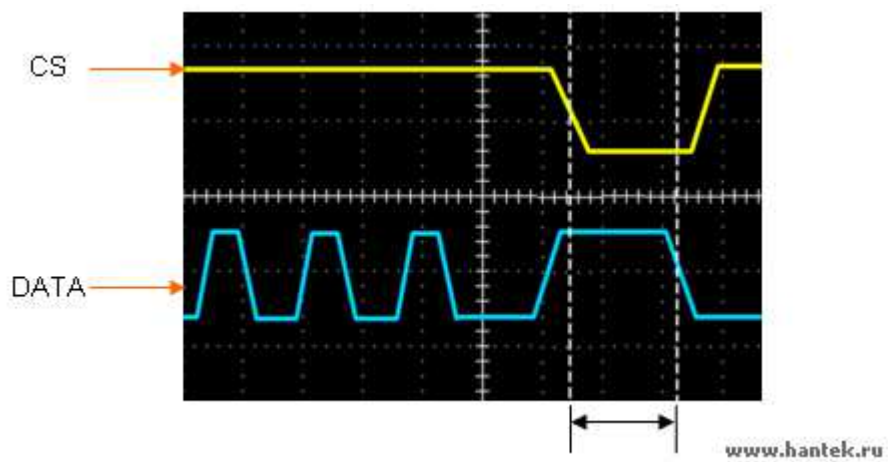
6.11 Пример 11: Измерение задержки распространения данных

Когда возникают подозрения, что в цепи управления последовательной передачей данных есть нестабильность, вы можете использовать осциллограф для измерения задержки распространения между передаваемыми данными и сигналом начала передачи.

Чтобы настроить измерения задержки распространения, следуйте процедуре ниже.

1. Подключите два щупа осциллографа соответственно к коннектору CS (выбор чипа) и коннектору DATA на чипе.
2. Установите опцию ослабления щупа на 10X для обоих щупов.
3. Откройте одновременно CH1 и CH2, оба с ослаблением 10X.
4. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы запустить стабильное отображение сигнала.
5. Настройте горизонтальные и вертикальные показатели, чтобы оптимизировать отображение сигнала.
6. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы выйти в меню Cursor.
7. Нажмите кнопку опции Type и выберите Time.
8. Выберите Курсор S и поместите его на активный фронт активного сигнала, повернув V0.
9. Выберите Курсор E и поместите его на передачу выходных данных, повернув V0 (см. рисунок ниже).
10. Снимите данные задержки распространения в окошке показаний Delta.





Глава 7. Устранение неполадок

7.1 Решение проблем

1. Если осциллограф не включается при включении питания, выполните следующее:

- 1) Проверьте шнур питания, чтобы убедиться, что он правильно подключен;
- 2) Убедитесь, что кнопка питания on/off была нажата;
- 3) Затем перезапустите осциллограф.

Свяжитесь с местным представителем HANTEK или обратитесь напрямую в отдел технической поддержки HANTEK, если осциллограф все еще не включается нормально.

2. На экране не отображаются осциллограммы, когда осциллограф включен.

- 1) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он, как следует, сидит в разъеме BNC;
- 2) Проверьте переключатель каналов (такой как кнопки меню CH1 и CH2), чтобы убедиться, что он был включен;
- 3) Проверьте входной сигнал, чтобы убедиться, что он правильно подключен к щупу;
- 4) Убедитесь, что все измеряемые цепи имеют сигналы на выходе;
- 5) Включите усиления для сигналов постоянного тока с большим значением;
- 6) Вдобавок, вы можете нажать кнопку Auto Measure, чтобы сначала выполнить автоматическое обнаружение сигналов.

Свяжитесь с отделом технической поддержки HANTEK, если осциллограммы все еще не отображаются.

3. Если осциллограмма входного сигнала серьезно деформирована, выполните следующее:

- 1) Проверьте правильность подсоединения щупа к каналу BNC;
- 2) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он имеет хорошее соединение с измеряемым объектом;
- 3) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он хорошо откалиброван. Если нет, обратитесь к информации о калибровке, описанной в настоящем руководстве.

4. Если осциллограмма непрерывно проходит на экране, но триггер не срабатывает, выполните следующее:

- 1) Проверьте источник триггера, чтобы убедиться, что он соответствует входному каналу;
- 2) Проверьте правильность настройки уровня триггера; Вы можете нажать ручку TRIGGER LEVEL или нажать кнопку SET TO 50%, чтобы сбросить уровень триггера назад к центру сигнала;
- 3) Проверьте правильность выбора режима триггера для входного сигнала. Режим триггера по умолчанию – триггер по фронту [edge]. Однако, он подходит не для всех видов входных сигналов.

Глава 8. Спецификация

8.1 Технические характеристики

Все характеристики, упомянутые здесь, относятся к осциллографам серии DSO5000P. Перед проверкой осциллографа HANTEK на соответствие этим характеристика, убедитесь, что прибор отвечает следующим условиям:

- Осциллограф должен проработать непрерывно в течение двадцати минут при определенной рабочей температуре.
- Необходимо выполнить процедуру Do Self Cal [Выполнить авто-калибровку] в меню Utility, если температура изменилась более чем на 5°.
- Осциллограф должен быть в пределах заводского срока проверки прибора.

Все характеристики гарантированы, если не указано 'типично'.

Характеристики осциллографа

Горизонтальные

Частота дискретизации в реальном времени	500млн. замеров /сек - 1млрд. замеров/сек	
Интерполяция сигнала	(sin x)/x	
Длительность записи	Максимальный замер 40К на один канал; максимальный замер 20К на два канала (4К,16К опционально)	
Диапазон SEC/DIV	от 2нс/дел до 80с/дел, в последовательности 2, 4, 8	
Точность скорости опроса и времени отсрочки	±50 частей на миллион за любой интервал времени ≥1мс	
Точность измерений дельты времени (полная полоса пропускания)	Одиночный сигнал, режим Normal	
	± (1 интервал опроса +100частей на млн. × показания + 0.6нс)	
	>16средних значений	
	± (1 интервал опроса +100частей на млн. × показания + 0.4нс)	
	Интервал опроса = с/дел ÷ 200	
Диапазон положения	от 20 нс/дел до 80 нс/дел	от (-8дел × с/дел) до 40мс
	от 200 нс/дел до 40 с/дел	от (-8дел × с/дел) до 400с

Вертикальные

АЦП	разрешение 8-бит, каждый канал опрашивается одновременно		
Диапазон VOLTS/DIV	от 2мВ/дел до 5В/дел на входе BNC		
Диапазон положения	от 2 мВ/дел до 200 мВ/дел, ±2В >200 мВ/дел до 5В/дел, ±50В		
Аналоговая полоса частот в режимах Normal и Average на BNC или с щупом, связанная по постоянному току	от 2 мВ/дел до 20 мВ/дел, ±400мВ от 50 мВ/дел до 200 мВ/дел, ±2В от 500 мВ/дел до 2В/дел, ±40В 5В/дел, ±50В		
Выбираемый предел аналоговой полосы частот, типично	20МГц		
АЧХ низких частот (-3дБ)	≤10Гц на BNC		
Время нарастания на BNC, типично	DSO5072P	DSO5102P	DSO5202P
	<5нс	<3.5нс	<1.8нс
Точность усиления постоянного напряжения	±3% для режимов выборки Normal или Average, от 5В/дел до 1мВ/дел ±4% для режимов выборки Normal или Average, от 5мВ/дел до 2мВ/дел		
Точность измерения постоянного напряжения, Режим выборки Average	Тип измерения: Среднее для ≥16 сигналов с вертикальным положением на нуле Точность: ± (3% × показания + 0.1дел + 1мВ), когда выбрано 10мВ/дел или больше		
	Тип измерения: Среднее для ≥16 сигналов с вертикальным положением не на нуле Точность: ± [3% × (показания + вертикальное положение) + 1% вертикального положения + 0.2дел] Добавьте 2мВ для настроек от 2мВ/дел до 200мВ/дел; добавьте 50мВ для настроек от 200мВ/дел до 5В/дел		
Повторяемость измерений напряжения, Режим выборки Average	Разность напряжения между любыми двумя средними значениями ≥16 сигналов, полученных при одинаковых настройках и окружающих условиях.		

Примечание: Полоса пропускания сокращается до 6МГц при использовании щупа 1X.

Триггер

	Развязка	Чувствительность	
	Чувствительность триггера (Тип триггера Edge)	Постоянный ток	
CH1 CH2			1дел от DC до 10МГц; 1.5дел от 10МГц до Full [Полный]
EXT			200мВ от постоянного тока до 100МГц
EXT/5			1В от постоянного тока до 100МГц

	Переменный ток	Ослабляет сигналы до 10Гц
	Подавление ВЧ	Ослабляет сигналы выше 80кГц
	Подавление НЧ	Также как связанные по постоянному току пределы для частот свыше 150кГц; ослабляет сигналы ниже 150Гц
Диапазон уровня триггера	Источник	Диапазон
	CH1, CH2	±8 делений от центра экрана
	EXT	±1.2В
	EXT/5	±6В
Точность уровня триггера, типично (точность для сигналов с временем нарастания и спада ≥20нс)	Источник	Точность
	CH1, CH2	0.2дел × вольт/дел в пределах ±4 делений от центра экрана
	EXT	± (6% настройки + 40мВ)
	EXT/5	± (6% настройки + 200мВ)
Установленный уровень до 50%, типично	Работает с входными сигналами ≥50Гц	

Примечание: Полоса пропускания сокращается до 6МГц при использовании щупа 1X.

Тип триггера Video	Источник	Диапазон
	CH1, CH2	полный размах амплитуды 2 делений
	EXT	400мВ
	EXT/5	2В
Форматы сигналов и частоты полей, Тип триггера Video	Поддерживает системы вещания NTSC, PAL и SECAM для любого поля или линии	
Диапазон задержки	от 100нс до 10с	

Триггер Pulse Width		
Режим триггера по ширине импульса	Триггер когда < (меньше), > (больше), = (равно), или ≠ (не равно); Положительный импульс или отрицательный импульс	
Точка триггера по ширине импульса	<p>Равно: Осциллограф срабатывает, когда задний фронт импульса проходит уровень триггера.</p> <p>Не равно: Если импульс меньше определенной ширины, точка триггера – это задний фронт. В противном случае, осциллограф срабатывает, когда импульс длится дольше времени, определенного как ширина импульса [Pulse Width].</p> <p>Меньше: Точка триггера – задний фронт.</p> <p>Больше (также называется триггером по времени): Осциллограф срабатывает, когда импульс длится дольше времени, определенного как ширина импульса.</p>	
Диапазон ширины импульса	Выбирается, от 20нс до 10с	

Триггер Slope		
Режим триггера по наклону фронта	Триггер когда < (меньше), > (больше), = (равно), или ≠ (не равно); Положительный импульс или отрицательный импульс	

Точка триггера по наклону фронта	<p>Равно: Осциллограф срабатывает, когда наклон сигнала равен установленному наклону.</p> <p>Не равно: Осциллограф срабатывает, когда наклон сигнала не равен установленному наклону.</p> <p>Меньше: Осциллограф срабатывает, когда наклон сигнала меньше установленного наклона.</p> <p>Больше: Осциллограф срабатывает, когда наклон сигнала больше установленного наклона.</p>
Диапазон времени	Выбирается, от 20нс до 10с
Триггер по времени	Передний фронт: Нарастающий фронт или спадающий фронт; Настройка времени: 20-10с

Триггер Swap	
CH1	Внутренний триггер: Edge, Pulse Width, Video, Slope
CH2	Внутренний триггер: Edge, Pulse Width, Video, Slope

Частотомер триггера	
Разрешение показателей	6 знаков
Точность (типично)	± 30 частей на млн.(включая все ошибки опорной частоты и ± 1 ошибок счета)
Диапазон частот	Связанный по переменному току, от 4Гц минимум до обозначенной ширины полосы пропускания.
Источник сигнала	<p>Режимы триггера Pulse Width или Edge: все доступные источники триггера.</p> <p>Частотомер всегда измеряет источник триггера, включая время, когда выборка осциллографа приостановлена для изменения статуса работы, или выборка одиночного события была завершена.</p> <p>Режим триггера Pulse Width: Осциллограф считает импульсы значительного размера внутри окна измерений в 1с, которые рассматриваются как события триггера, такие, как узкие импульсы в последовательности импульсов ШИМ, если установлен в режим $<$ и ширина установлена на относительно маленькое время.</p> <p>Режим триггера Edge: Осциллограф считает все фронты значительного размера и правильной полярности.</p> <p>Режим триггера Video Trigger mode: Частотомер не работает.</p>

Выборка

Режимы выборки	Normal, Peak Detect, и Average	
Скорость выборки, типично	До 2000 сигналов в секунду на канал (Режим выборки Normal, без измерений)	
Одиночная последовательность	Режим выборки	Время прекращения выборки
	Normal, Peak Detect	После одиночной выборки на всех каналах одновременно
	Average	После N выборок на всех каналах одновременно, N может быть настроено на 4, 8, 16, 32, 64 или 128

Входы

Входы		
Развязка входа	DC, AC или GND	
Входное полное сопротивление, связан по постоянному току	1Мом±2% в параллели с 20пФ±3пФ	
Ослабление щупа	1X, 10X	
Поддерживаемые коэффициенты ослабления щупа	1X, 10X, 100X, 1000X	
Максимальное входное напряжение	Категория перегрузки	Максимальное напряжение
	CAT I и CAT II	300V _{RMS} (10×), Категория установки
	CAT III	150V _{RMS} (1×)
	Категория установки II: понижает номинальное значение на 20 дБ/декаду выше 100кГц до 13В переменного тока пиково реак AC при 3МГц* и выше. Для несинусоидальных сигналов пиковое значение должно быть менее 450В. Размах выше 300В должен быть длительностью менее 100мс. Среднее квадратичное значение уровня сигнала, включая все составляющие постоянного тока, подавленные через развязку по переменному току должны быть ограниченны дл 300В. Если эти значение превышены, осциллограф может быть поврежден.	

Измерения

Курсоры	Разность напряжения между курсорами: ΔV Разность времени между курсорами: ΔT Обратная величина ΔT в Герцах ($1/\Delta T$)
Автоматические измерения	Частота, Период, Среднее значение, Размах амплитуды, Среднее квадратичное значение цикла, Минимум, Максимум, Время нарастания, Время спада, Положительная ширина, Отрицательная ширина

Характеристики системы Linux

Версия ядра	Linux2.6.30.4
Поддерживаемая файловая система	Yaffs, Fat32
Драйверы	Sound Driver, Buzzer Driver, FPGA Driver, SPI Driver, USB Host Driver, LCD Driver, USB massstorage, gadget Driver
Приложения Linux	busybox1.18.4, mplayer, watchdog, gnupg1.4.11
Версия U_boot	u-boot-1.1.6
Сайт для загрузки исходного кода	www.hantek.com./download/handscope.zip

Общие характеристики



Дисплей	
Тип дисплея	TFT 64K цветов, 7 дюймов (диагональ, жидкокристаллический)
Разрешение дисплея	800 (горизонтальное) X 480 (вертикальное) пикселей



Контрастность дисплея	Настраивается (16 степеней) с полосой состояния	
Выход компенсатора щупа		
Выходное напряжение, типично	Около 5В от пика до пика в нагрузку $\geq 1\text{МОм}$	
Частота, типично	1кГц	
Источник питания		
Напряжение	100-120В AC _{RMS} ($\pm 10\%$), от 45Гц до 440Гц, CAT I 120-240В AC _{RMS} ($\pm 10\%$), от 45Гц до 66Гц, CAT I	
Потребление энергии	<30Вт	
Предохранитель	2А, Рейтинг Т, 250В	
Окружающая среда		
Температура	Рабочая: от 32° до 122°F (от 0°C до 50°C)	
	Нерабочая: от -40 ° до 159.8° (от -40 ° до +71°)	
Метод охлаждения	Конвекция	
Влажность	+104°F или ниже (+40°C или ниже): относительная влажность $\leq 90\%$	
	от 106° до 122° (от +41° до 50°): относительная влажность $\leq 60\%$	
Высота	Рабочая и Нерабочая	3000м (10000 футов)
	Случайная вибрация	0.31Г _{RMS} от 50Гц до 500Гц, 10 минут по каждой оси
	Нерабочая	2.46Г _{RMS} от 5Гц до 500Гц, 10 минут по каждой оси
Механический удар	Рабочий	50г, 11мс, половина синусоиды
Механические		
Размер	Длина	313мм
	Высота	142мм
	Глубина	108мм
Вес	без упаковки и аксессуаров	2.08 кг
Упаковка	Длина	385мм
	Ширина	200мм
	Высота	245мм
Брутто	Включая все аксессуары	2,5кг

8.2 Аксессуары



Все следующие аксессуары доступны у вашего местного представителя HANTEK.

Стандартные аксессуары

Изображение	Описание
	Два пассивных щупа X1, X10. Пассивные щупы имеют ширину полосы пропускания 6МГц (номинально 100Vrms CAT III), когда переключатель в положении X1, и максимальную полосу пропускания (номинально 300Vrms CAT II), когда переключатель установлен в положении X10. Каждый щуп имеет все необходимые коннекторы.
	Краткое руководство к осциллографам серии DSO5000P. В нем приведены, главным образом, функции и основы работы осциллографов.

	<p>Шнур питания специально для данного прибора. В дополнение к шнуру питания, поставляемому с вашим прибором, вы можете приобрести еще один, сертифицированный для страны использования.</p>
	<p>Гарантийный талон. При возникновении неисправностей, прибор можно вернуть для ремонта по гарантии.</p>

Дополнительные аксессуары

Изображение	Описание
	<p>USB провод А-В, используемый для подключения внешних приборов с интерфейсом USB-В, такие как принтер, или для установки связи между ПК и осциллографом.</p>
	<p>CD-диск для установки ПО. Содержит руководство пользователя для DSO5000P, в котором приводится детальное описание осциллографов серии DSO5000P.</p>

Глава 9. Службы и поддержка

Спасибо, что выбрали HANTEK. Пожалуйста, свяжитесь с нами следующими способами, если у вас возникли какие-либо вопросы по поводу прибора. Мы сделаем все от нас зависящее, чтобы помочь вам.

1. Свяжитесь с местным распространителем HANTEK.
2. Свяжитесь с региональным представителем HANTEK.
3. Свяжитесь с головным офисом HANTEK в Китае.

Головные офисы

Qingdao Hantek Electronic Co., Ltd
<http://www.hantek.com>

Адрес: 5/F, No.177 Zhuzhou Road (Huite Industry City), Qingdao, China
266000

Тел: +86-532-88703687 / 88703697

Факс: +86-532-88705691

Email: service@hantek.com.cn

Техническая поддержка

Тел: +86-532-88703687 (доб: 606)

Email: support@hantek.com.cn

Отдел маркетинга

Тел: +86-532-88703687 (доб: 607)

Email: david@hantek.com.cn

Отдел продаж

Тел: +86-532-88703687 (доб: 605)

Email: rose@hantek.com.cn

Глава 10. Обслуживание и чистка

10.1 Обслуживание

Не кладите и не оставляйте прибор в местах, где жидкокристаллический экран будет подвержен воздействию прямых солнечных лучей длительное время.

Примечание: Чтобы избежать повреждения осциллографа или щупов, не подвергайте их воздействию спреев, жидкостей или растворителей.

10.2 Чистка

Осматривайте осциллограф и щупы так часто, как того требуют условия работы. Чтобы очистить внешние поверхности, выполните следующее:

- 1) Используйте безворсовую ткань, чтобы удалить взвешенную пыль с осциллографа и щупов. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать оголенный фильтр дисплея.
- 2) Используйте мягкую ткань, смоченную водой, чтобы очистить осциллограф. Для более эффективной очистки вы можете использовать водный раствор 75% изопропилового спирта.

Примечание: *Чтобы избежать повреждения поверхностей осциллографа или щупов, не используйте никаких коррозионных или химических чистящих веществ.*

Приложение А. Вредные и ядовитые вещества или элементы

Компоненты ²	Вредные и ядовитые вещества или элементы ¹					
	Pb	Hg	Cd	Cr(VI)	PBB	PBDE
Корпус и оболочка	X	0	0	X	0	0
Модуль дисплея	X	X	0	0	0	0
Печатная плата	X	0	0	X	0	0
Блок питания	X	0	0	X	0	0
Электропроводка и кабельные соединения	X	0	0	0	0	0
Коннектор	X	0	0	X	0	0
Крепеж и установленные метизы	X	0	X	X	0	0
Прочие аксессуары (включая щупы)	X	0	0	X	0	0
Прочее	0	0	0	0	0	0

«X» означает, что минимальное содержание этого ядовитого и вредного вещества в однородном материале данного компонента превышает предел, установленный стандартом SJ/T 11363-2006.

«0» означает, что содержание этого ядовитого и вредного вещества во всех однородных материалах данного компонента не превышает предела, установленного стандартом SJ/T 11363-2006.

Данный список содержит компоненты, одобренные файлом «Меры управления».