



РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Цифровой осциллограф серии DSO4000

(Версия 1.2)

ООО «Линдар Нова»

www: www.hantek.ru

общие вопросы: order@lindar.ru

технические вопросы: hantek@lindar.ru

Hantek Electronic co.,Ltd.

(С)2016 ООО «Линдар Нова». (www.lindar.ru)

Содержание

Техника безопасности	1
Общие правила техники безопасности.....	1
Термины и символы безопасности	2
Утилизация изделия	2
Краткое описание серии DSO4000.....	3
Глава 1 Вступление.....	4
1.1 Основные элементы лицевой панели и пользовательского интерфейса.....	1
1.1.1 Лицевая панель.....	1
1.1.2 Пользовательский интерфейс	2
1.2 Функциональная проверка.....	3
1.2.1 Включение осциллографа.....	3
1.2.2 Подключение осциллографа	3
1.2.3 Наблюдение за сигналом.....	4
1.3 Проверка щупов.....	4
1.3.1 Техника безопасности	4
1.3.2 Использование мастера проверки щупов.....	5
1.3.3 Ручная компенсация щупов	5
1.3.4 Настройки коэффициента деления.....	6
1.4 Самокалибровка	6
Глава 2 Описание основных особенностей	7
2.1 Меню и клавиши управления	7
2.2 Многофункциональные регуляторы и кнопки	8
2.3 Сигнальные коннекторы	8
2.4 Настройка осциллографа	9
2.5 Настройка по умолчанию.....	9
2.6 Горизонтальная система	11
2.6.1 Регулятор горизонтального управления.....	12
2.6.2 Режим сканирования отображения.....	14
2.7 Вертикальная система	15
2.7.1 Вертикальные средства управления	15
2.7.2 Математическое БПФ	16
2.8 Система синхронизации	22
2.8.1 Средства управления триггера.....	23
2.9 Save/Recall	29
2.10 Система отображения.....	31
2.10.1 Формат XY	32
2.11 Система измерения.....	32
2.11.1 Измерение шкалы	32
2.11.2 Измерение курсора.....	32

2.12	Система приема	37
2.13	Система UTILITY	39
2.13.1	Обновление прошивки	39
2.13.2	Самокалибровка	40
2.13.3	Контроль клавиатуры	40
2.13.4	Язык	40
2.13.5	Настройка цвета ГПИ	40
2.13.6	Настройка времени.....	40
2.13.7	Статус системы	40
2.13.8	Пройдено/Неудача.....	40
2.13.9	Регистратор	42
2.13.10	Фильтр.....	43
2.13.11	Волна.....	34
2.13.12	DDS	43
2.13.13	DVM	44
2.14	Система помощи	44
2.15	Кнопки быстрого действия.....	45
2.15.1	Autoset.....	45
2.16	Генератор осциллограммы и усилитель мощности	47
2.16.1	Генератор осциллограммы	47
2.16.2	Усилитель мощности (опция).....	51
Глава 3 Примеры использования.....		53
3.1	Пример 1: Простые измерения	53
3.2	Пример 2: Измерения с помощью курсора	54
3.3	Пример 3: Анализ входных сигналов для устранения случайных помех	57
3.4	Пример 4: Захват одиночного сигнала	59
3.5	Пример 5: Использование режима X-Y	59
3.6	Пример 6: Запуск триггера по длительности импульса	61
3.7	Пример 7: Запуск триггера по видео-сигналу	62
3.8	Пример 8: Использование триггера по наклону для захвата конкретного сигнала наклона 63	
3.9	Пример 9: Использование дополнительного триггера для измерения сигнала с длинным импульсом	64
3.10	Пример 10: Использование математических функций для анализа сигналов	65
3.11	Пример 11: Измерение задержки распространения данных.....	66
Глава 4 Устранение неисправностей		68
4.1	Устранение сбоев.....	68
Глава 5 Технические характеристики		69
5.1	Технические характеристики.....	69
5.2	Принадлежности.....	75
Глава 6 Общие правила ухода и чистки		76

6.1	Общий уход	76
	Приложение А Опасные или ядовитые вещества или элементы	77

Техника безопасности

Техника безопасности

Следует внимательно изучить данные меры предосторожности, чтобы избежать травм персонала и повреждений прибора или смежного оборудования. Чтобы избежать возможных угроз, следует использовать настоящий продукт по назначению.

Только квалифицированные специалисты допускаются к процедурам техобслуживания. Следует избегать возгорания и травм.

Используйте подходящий силовой шнур. Следует использовать силовую кабель, специально предназначенный для прибора и сертифицированный для использования в вашей стране.

Правильное подключение и отключение. Подключите щуп к осциллографу перед его подключением к измерительным цепям; отключите щуп от осциллографа после его отключения от измерительных цепей.

Заземлите прибор. Прибор заземляется при помощи провода заземления в силовом шнуре. Чтобы избежать удара электротоком, следует подключить провод заземления. Изделие следует правильно заземлить до подключения к входным или выходным контактам прибора.

Правильное подключение щупа. Провод заземления щупа имеет нулевой потенциал. Запрещается подключать провод заземления к источнику питания высокого напряжения.

Соблюдайте все ограничения на сигналы, подаваемые на входы. Во избежание возгорания или опасности поражения током проверьте все предельно допустимые величины и этикетку на приборе. Перед подключением прибора тщательно изучите информацию о предельно допустимых величинах, имеющуюся в руководстве по эксплуатации.

Работа со снятыми крышками запрещена. Запрещается эксплуатировать прибор, если корпус или панель сняты.

Не оставляйте внутренние цепи открытыми. Не прикасайтесь к элементам, оказавшимся открытыми, когда они находятся под нагрузкой.

Запрещается работа прибора при подозрении на наличие неисправностей. Если вы подозреваете наличие повреждений изделия, то квалифицированный обслуживающий персонал должен проверить его.

Хорошая вентиляция.

Не эксплуатируйте прибор в местах с повышенной влажностью. Не эксплуатируйте прибор во взрывоопасных условиях. Поддерживайте поверхности изделия сухими и чистыми.

Обозначения на изделии

Следующие символы используются на приборе:

Термины и символы

ОПАСНО указывает на опасность получения травмы, которая имеется на момент прочтения предупреждения.

ВНИМАНИЕ указывает на опасность получения травмы, которая непосредственно отсутствует на момент прочтения предупреждения.

ОСТОРОЖНО указывает на возможную угрозу для прибора или иного имущества.

Символы на изделии

Следующие символы используются на приборе:


Зажим защитного
заземления


Измерительный зажим
заземления


ОСТОРОЖНО
См. руководство


Измерительный входной
зажим


Питание отключено


Питание подключено


Высокое напряжение

Утилизация изделия

Утилизация прибора

Для создания данного прибор нам требуется извлекать и использовать природные ресурсы. В случае неправильной утилизации прибора некоторые вещества, которые находятся внутри, могут причинить вред окружающей среде или человеку. Чтобы избежать их выброса наружу и снизить потребление природных ресурсов, мы рекомендуем вам вернуть этот прибор на завод для правильной утилизации большинства материалов, из которых он состоит.

Краткое описание серии DSO4000

Осциллографы серии DSODSO4000 работают в полосе пропускания от 70 до 200 МГц и обеспечивают частоту дискретизации (эквивалентную и в реальном времени) до 1 ГС/с и 25 ГС/с, соответственно. Кроме того, они имеют 7-дюймовый цветной TFT-дисплей, а также интерфейсы и меню в стиле WINDOWS для удобства работы.

Помимо этого, подробная информация в меню и удобные кнопки позволяют вам получать сведения во время измерения; многофункциональные и мощные клавиши быстрого действия позволяют сэкономить много времени во время работы; функция Autoset позволяет автоматически определить сигналы sine и квадратные сигналы; мастер настройки щупов позволит отрегулировать компенсацию щупа и задать дополнительный коэффициент деления щупа. При помощи этих методов, которые предоставляет осциллограф (чувствительность к контексту; гиперссылки и указатель), вы можете быстро выполнять любые операции на приборе для улучшения эффективности вашего производственного процесса.

Модель	Каналы	Полоса	Частота	Ж/К-дисплей
DSO4072	2	70 МГц	1 ГС/с	7-дюймовый цветной
DSO4102	2	100 МГц	1 ГС/с	7-дюймовый цветной
DSO4202	2	200 МГц	1 ГС/с	7-дюймовый цветной

Перечень моделей серии DSO4000

Глава 1 Вступление

- ◆ Основные элементы лицевой панели и пользовательского интерфейса
- ◆ Функциональная проверка
- ◆ Проверка щупов
- ◆ Самокалибровка

1.1 Основные элементы лицевой панели и пользовательского интерфейса

В данном разделе описана лицевая рабочая панель цифрового осциллографа серии DSO4000.

1.1.1 Лицевая панель

Ниже приводится описание лицевой панели и задней части цифрового осциллографа серии DSO4000.с целью быстро и эффективно познакомить пользователя с данной серией.

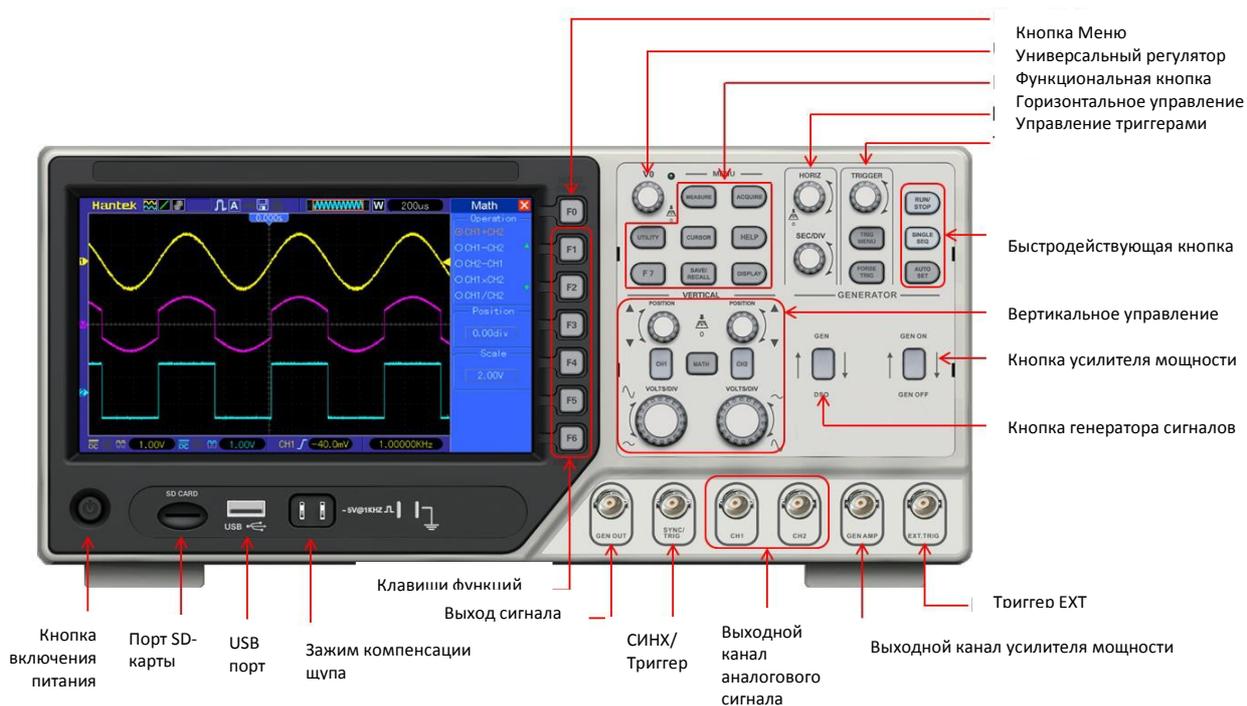
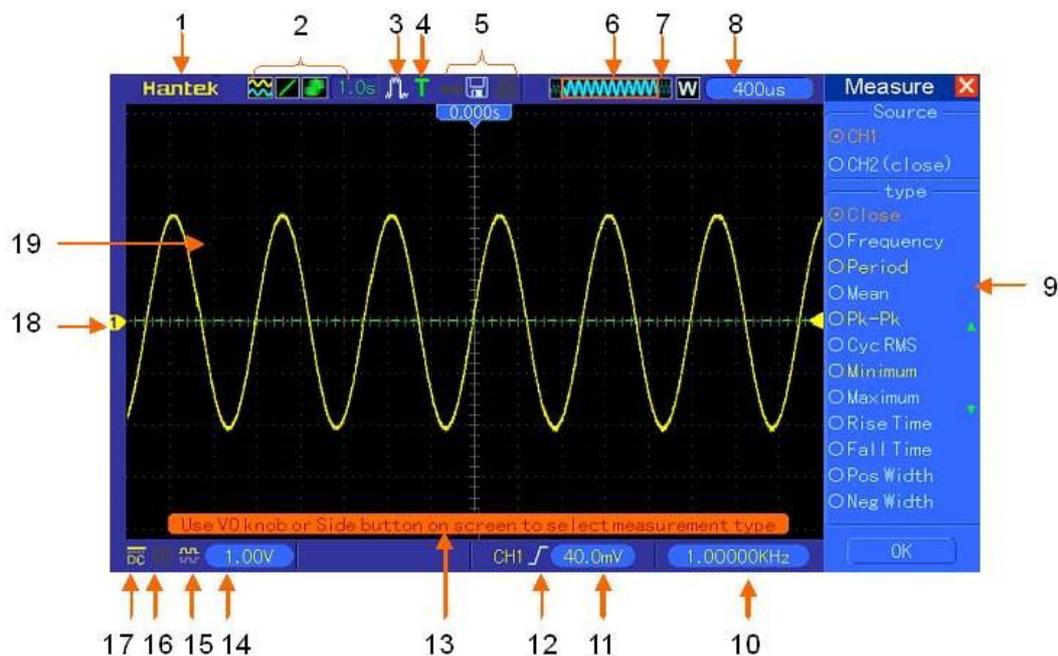


Рисунок 1-1 Внешний вид лицевой панели

1.1.2 Пользовательский интерфейс



1. Знак Hantek

2. Формат отображения:



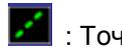
: Y-T



: XY



: Vectors



: Точки



: Серый цвет указывает на автоматическую устойчивость; зеленый обозначает, что отображение устойчивости включено. Если иконка имеет зеленый цвет, то время отображения устойчивости будет отображаться за ней.

3. Режим получения: Normal, Peak Detect и Average (нормальный, обнаружение пиков и средний)

4. Статус триггера:



Осциллограф принимает данные перед триггером.



Все данные получены, осциллограф готов принять триггер.



Осциллограф обнаружил условие запуска и принимает данные.



Осциллограф находится в автоматическом режим и принимает сигналы без триггеров. 

Осциллограф постоянно принимает и отображает данные сигналов в режиме сканирования.

• Осциллограф прекратил получение данных сигнала.

S Осциллограф закончил цикл одиночного приема.

5. Иконка инструмента:



: Если загорается эта иконка, это значит, что клавиатура осциллографа заблокирована главным компьютером через контроль USB.



: Если эта иконка загорается, это значит, что подключен USB диск.

Цифровой осциллограф серии DSO4000

: Иконка загорается, только если ведомый интерфейс USB подключен к компьютеру.

6. Главное окно развертки по времени
7. Отображение положения окна в памяти данных и длины данных
8. Развертка окна по времени
9. Рабочее меню показывает разную информацию для разных функциональных клавиш.
10. Показания содержат значение частот.
11. Показания содержит горизонтальное положение осциллограммы.
12. Тип триггера:

 : Триггер на нарастающем фронте.

 : Триггер на спадающем фронте.

 : Видео-триггер с линейной синхронизацией

 : Видео-триггер с полевой синхронизацией

 : Триггер ширины импульса, положительная полярность.

 : Триггер ширины импульса, отрицательная полярность.

13. Всплывающая подсказка
14. Показания показывают уровень триггера.
15. Иконка указывает на то, инвертирован ли сигнал.
16. Предел ширины пропускания 20М. Если эта иконка загорается, это значит, что включен предел ширины пропускания, в противном случае он отключен.
17. Иконка указывает на вход канала.
18. Маркер канала
19. Окно отображает сигнал.

1.2 Функциональная проверка

Выполните указанные ниже действия, чтобы произвести быструю функциональную проверку осциллографа.

1.2.1 Включение осциллографа

Включите осциллограф в сеть и нажмите кнопку ON/OFF. Затем нажмите кнопку “UTILITY ->F6 ->F6 -> F6->DEFAULT”. Настройки коэффициента деления щупа по умолчанию - 10X.

1.2.2 Подключение осциллографа

Переведите переключатель на щупе на значение 10X и подключите щуп к каналу 1 на осциллографе. Сначала

выровняйте отверстие в коннекторе щупа с выступом на BNC-коннекторе канала 1 и протолкните его, чтобы подключить; затем поверните направо, чтобы зафиксировать соединение; после этого подключите наконечник щупа и зажим заземления к разъемам PROBE COMP. На панели имеется обозначение: Probe COMP ~5V@1KHz.

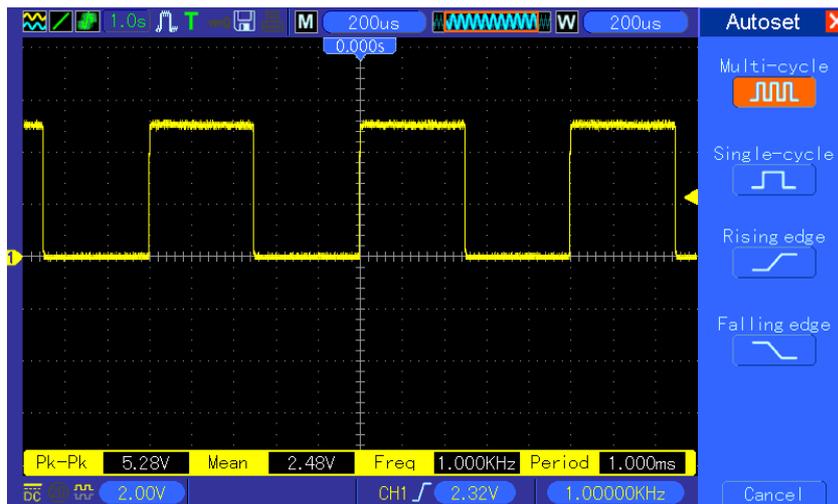


CH1: для соединения с щупом

PROBE COMP

1.2.3 Наблюдение за сигналом

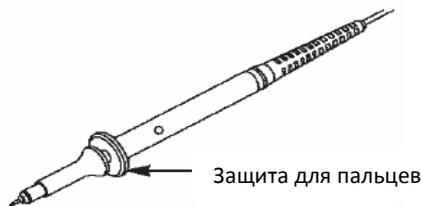
Нажмите кнопку AUTOSET и через несколько секунд на дисплее вы увидите квадратный сигнал с межпиковым напряжением 5В при частоте 1 кГц. Нажмите кнопку CH1 MENU два раза и снимите канал 1. Нажмите кнопку CH2 MENU и повторите п. 2 и 3 для канала 2.



1.3 Проверка щупов

1.3.1 Техника безопасности

При использовании щупа пальцы следует держать за ограждением на корпусе щупа, чтобы избежать удара электротоком. Запрещается касаться металлических деталей на головке щупа, если он подключен к источнику напряжения. Подключите щуп к осциллографу, а зажим заземления - к заземлению перед началом измерения.



1.3.2 Использование мастера проверки щупов

При каждом подключении щупа к входному каналу следует использовать мастер проверки щупов, чтобы проверить правильность работы щупа.

Используйте вертикальное меню (к примеру, нажмите кнопку CH1 MENU), чтобы настроить коэффициент деления щупа.

1.3.3 Ручная компенсация щупов

При первом подключении щупа и входного канала следует вручную выполнить эту регулировку, чтобы совместить щуп и входной канал. Щупы без компенсации и неправильно компенсированные щупы могут стать причиной ошибок или сбоев измерения. Для настройки компенсации щупа выполните следующие действия.

1. Задайте коэффициент деления щупа 10X в меню канала. Переведите переключатель на щупе на значение 10X и подключите щуп к каналу 1 на осциллографе. Если используется насадка-крючок на щупе, убедитесь, что она надежно вставлена в щуп. Закрепите наконечник щупа в разьеме PROBE COMP ~5V@1KHz, а зажим заземления - на разьеме заземления PROBE COMP. Отобразите канал и нажмите кнопку AUTOSSET.
2. Проверьте форму отображаемого сигнала.

Правильная компенсация



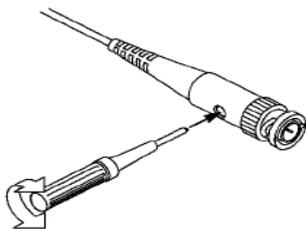
Перекомпенсация



Недостаточная компенсация



3. При необходимости используйте неметаллическую отвертку, чтобы отрегулировать переменную емкость щупа, чтобы форма сигнала была такой же, как указано на рисунке. При необходимости повторите этот пункт. На следующем рисунке изображен способ регулировки.



1.3.4 Настройки коэффициента деления щупа

Щупы имеют разные коэффициенты деления, которые влияют на вертикальное масштабирование сигнала. Функция проверки щупов используется для проверки того, соответствует ли настройка коэффициента деления действительному коэффициенту щупа.

В качестве альтернативы проверки щупов вы можете нажать кнопку вертикального меню (к примеру, кнопку CH 1 MENU) и выбрать опцию, которая соответствует коэффициенту вашего щупа.

Убедитесь, что переключатель деления на щупе соответствует выбранной опции в осциллографе. Настройки переключателя - 1X и 10X.

Если переключатель деления задан на 1X, то щуп ограничивает полосу пропускания осциллографа до 6 МГц. Чтобы использовать полную полосу пропускания осциллографа, задайте переключатель на 10X.



1.4 Самокалибровка

Самокалибровка позволяет оптимизировать путь прохождения сигнала осциллографа для достижения максимальной точности измерения. Вы можете выполнить данную процедуру в любое время, однако ее следует выполнять каждый раз при изменении окружающей температуры на значение, превышающее 5 градусов Цельсия. Для более точной калибровки включите осциллограф и подождите 20 минут для его достаточного прогрева.

Для компенсации пути прохождения сигнала отсоедините щупы или кабели от входных разъемов передней панели. Затем нажмите кнопку **UTILITY**, выберите опцию Do Self Cal и выполните инструкции на экране.

Глава 2 Описание основных особенностей

В этой главе содержится общая информация, которую требуется знать перед использованием осциллографа. Она включает:

- [Меню и клавиши управления](#)
- [Многофункциональные регуляторы и кнопки](#)
- [Сигнальные коннекторы](#)
- [Настройка осциллографа](#)
- [Настройка по умолчанию](#)
- [Настройка по умолчанию](#)
- [Горизонтальная система](#)
- [Вертикальная система](#)
- [Система синхронизации](#)
- [Сохранение и вызов из памяти](#)
- [Система отображения](#)
- [Система измерения](#)
- [Система приема](#)
- [Система Utility](#)
- [Система помощи](#)
- [Кнопки быстрого действия](#)
- [Генератор осциллограммы и усилитель мощности](#)

2.1 Меню и клавиши управления

Показаны на рисунке ниже:

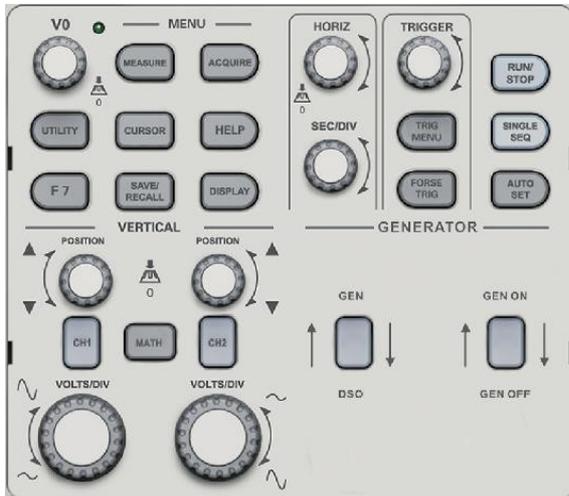


Рисунок 2-1 Клавиши управления

Все клавиши описаны ниже:

- **[CH1], [CH2]:** открыть меню настройки канала 1 и канала 2
- **[MATH]:** открыть меню “ARITHMETICAL OPERATION” и “REFERENCE WAVEFORM”
- **[HORIZ]:** открыть горизонтальное меню.
- **[TRIG]:** открыть меню управления “TRIGGER”.
- **[FORCE TRIG]:** Используется для завершения приема текущей осциллограммы независимо от того, обнаруживает ли осциллограф триггер; главным образом, применяется к “NORMAL” и “SINGLE” в режиме синхронизации.
- **[SAVE/RECALL]:** открыть меню “SAVE/RECALL” для настроек и сигналов.
- **[MEASURE]:** открыть меню “MEASURE”.
- **[ACQUIRE]:** открыть меню “ACQUIRE”.
- **[UTILITY]:** открыть меню “UTILITY FUNCTION”.
- **[CURSOR]:** открыть меню “CURSOR”. Регулятор [V0] может использоваться для регулировки положения курсора, когда отображается меню “CURSOR” и курсор синхронизирован.
- **[DISPLAY]:** Показать меню “DISPLAY”.
- **[HELP]:** открыть систему помощи.
- **[AUTOSET]:** автоматически настроить состояние управления осциллографа, чтобы отобразить соответствующую осциллограмму.
- **[RUN/STOP]:** непрерывно принимать сигналы или остановить прием данных.
- **[SINGLE SEQ]:** Принять один триггер, закончить прием и затем остановиться.
- **[GEN DSO]:** Кнопка выхода генератора осциллограммы.
- **[GEN ON/GEN OFF]:** Кнопка усилителя мощности.

2.2 Многофункциональные регуляторы и кнопки



V0: Многофункциональный регулятор. В разных меню данный регулятор используется для выбора пунктов меню (MEASURE), перемещения курсоров и уровней (Slope Trigger).

Нажмите на этот регулятор, чтобы сбросить данные (удержание триггер, дополнительное время одноименного триггера и триггера наклона), выбрать опции меню и так далее. Регулятор отличается удобством использования.

F7: Нажмите на эту кнопку в режиме одного окна, чтобы переключаться между отображением пунктирным и перекрестным отображением. Нажмите на нее в режиме двух окон, чтобы выполнить автоматическое перемещение.



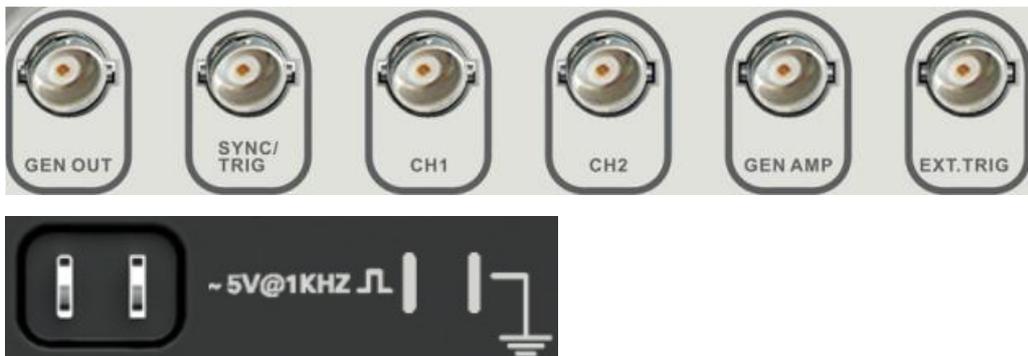
F0: Кнопка **Показать/скрыть**. Нажмите на эту кнопку, чтобы скрыть опции меню на правой стороне экрана и полностью показать сигналы. Нажмите на нее еще раз, чтобы показать опции меню.

F1-F5: Эти пять кнопок являются многофункциональными. При помощи них можно выбрать соответствующие опции меню на экране в разных режимах меню. К примеру, в меню UTILITY F1-F5 соответствуют опциям 'System Info' – 'Advance'.

F6: Данная функциональная кнопка используется для смены страницы и подтверждения выбора, к примеру, 'next page', 'previous page', и 'press F6 to confirm', которые появляются при выборе опции Self Calibration.

2.3 Сигнальные коннекторы

На следующем рисунке изображены четыре сигнальных разъема и пара металлических электродов внизу панели осциллографа.



1. GEN OUT: Выход сигнала осциллограммы

2. SYNC/TRIG: Выдать сигнал Sync или входной сигнал триггера в интерфейсе DDS.
3. CH1, CH2: Входные разъемы для отображения сигнала, через которые осуществляется подключение и вход сигнала для измерения.
4. GEN AMP: Выход усилителя мощности.
5. EXT.TRIG: Входной разъем для внешнего источника триггера, через который осуществляется подключение и вход внешнего источника триггера.
6. Probe Compensation: Выход и земля компенсации щупа, используемые для электрического соответствия щупа и водной цепи осциллографа. Экраны заземления и BNC компенсации щупа считаются выводами заземления. Во избежание повреждений запрещается подключать источник напряжения в эти выводы заземления.

2.4 Настройка осциллографа

Во время работы осциллографа вы можете использовать следующие три функции: Автоматическая настройка, сохранение настройки и вызов настройки из памяти (Autoset, saving a setup и recalling a setup). Ниже описаны все три функции.

Autoset: Эта функция может использоваться для регулировки горизонтального и вертикального масштабирования осциллографа и настройки входа, типа, положения, наклона, уровня и режима щупа и т.д. для стабильного отображения сигнала.

Saving a Setup: По умолчанию осциллограф сохраняет настройки перед каждым выходом и автоматически вызывает их из памяти при каждом включении. *(Примечание: Если вы измените настройки, то следует подождать 5 секунд перед включением осциллографа, чтобы убедиться в том, что они сохранены).* Можно сохранить до 10 настроек в осциллографе, а также удалить их.

Recalling a Setup: Осциллограф может вызвать из памяти сохраненные настройки, либо загрузить настройки по умолчанию.

Default Setup: После доставки прибора программа осциллографа имеет стандартные настройки, установленные на заводе. Это и есть заводские настройки. Вы можете загрузить их в любой момент.

2.5 Настройка по умолчанию

Настройки по умолчанию представляют некоторые дополнительные параметры, которые задаются до того, как осциллограф отправляется с завода.

При нажатии кнопки UTILITY->DEFAULT SETUP осциллограф показывает сигнал канала 1 и убирает все остальные сигналы. В следующей таблице описаны опции, кнопки и средства управления, при помощи которых можно изменить настройки по умолчанию.

Меню или система	Опция, кнопка или регулятор	Настройки по умолчанию
Acquire	(Три режима)	Normal
	Averages	16
	Run/Stop	Run

Cursor	Type	Off
	Source	CH1
	Horizontal (amplitude)	$\pm 3.2\text{div}$
	Vertical (time)	$\pm 4\text{div}$
Display	Type	Vectors
	Persist	Off
	Format	YT
Horizontal	Window Mode	Single-window
	Trigger Knob	Level
	Position	0.00s
	SEC/DIV	200 μ s
Math	Operation	—
	Source	CH1-CH2
	Position	0div
FFT	Vertical Scale	20dB
	FFT Operation	
	Source	CH1
	Окно	Hanning
	FFT Zoom	X1
Measure	Source	CH1
	Type	None
Trigger (Edge)	Type	Edge
	Source	CH1
	Slope	Rising
	Mode	Auto
	Coupling	DC
	Level	0.00v
Trigger (Video)	Polarity	Normal
	Sync	All lines
	Standard	NTSC
Trigger (Pulse)	When	=
	Set Pulse Width	1.00ms
	Polarity	Positive
	Mode	Auto
	Coupling	DC
Trigger (Slope)	Slope	Rising
	Mode	Auto
	Coupling	DC
	When	=
Trigger (Swap)	CH1	
	Type	Edge
	Slope	Rising
	Mode	Auto

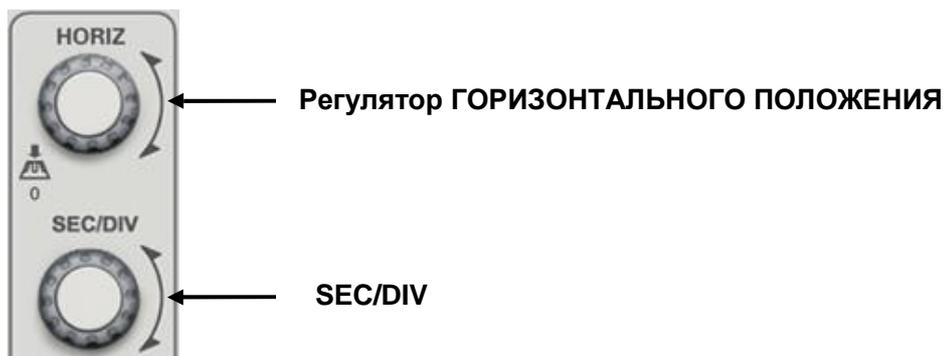
	Coupling	DC
	Level	0.00v
	CH2	
	Type	Edge
	Slope	Rising
	Mode	Auto
	Coupling	DC
	Level	0.00v
Trigger (OT)	Source	CH1
	Polarity	Positive
	Mode	Auto
	Time	20ns
Vertical System, All Channels	Coupling	DC
	Bandwidth Limit	Unlimited
	VOLTS/DIV	Coarse
	Probe	Voltage
	Voltage Probe Attenuation	10X
	Invert	OFF
	Position	0.00div (0.00V)
	VOLTS/DIV	1.00V

Следующие настройки не изменяются при нажатии кнопки DEFAULT SETUP.

- Язык
- Сохраненные настройки
- Сохраненные исходные сигналы
- Контраст дисплея
- Данные калибровки

2.6 Горизонтальная система

Горизонтальные средства управления используются для измерения горизонтального масштабирования и положения сигналов. Показания горизонтального положения содержат время, представленное центром экрана при помощи времени триггера, равного нулю. При изменении горизонтального масштабирования сигнал расширяется или сжимается к центру экрана. Показания справа сверху экрана показывают текущее горизонтальное положение в секунду. W обозначает окно развертки по времени. Также осциллограф имеет стрелку наверху сетки для указания горизонтального положения.



2.6.1 Регулятор горизонтального управления

Горизонтальный регулятор [SEC/DIV] изменяет горизонтальную шкалу (развертка по времени), а регулятор [POSITION] изменяет горизонтальное положение (перемещение по триггеру), синхронизируемое во внутренней памяти. В центре экрана в горизонтальном направлении указана точка отсчета времени осциллограммы. Изменение горизонтальной шкалы приводит к расширению или сужению осциллограммы относительно центра экрана, в то время как измерение горизонтального положения происходит относительно точки синхронизации.

Регулятор ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

1. Позволяет отрегулировать горизонтальное положение (синхронизация положения относительно центра крана) осциллограммы (включая MATH). Шаг регулятора управления меняется в зависимости от развертки по времени.
2. Поверните регулятор вниз, чтобы обнулить горизонтальное смещение, т.е., вернуть в центр экрана.

Регулятор [SEC/DIV]

1. Регулятор используется для измерения горизонтальной шкалы времени, чтобы можно было удобно наблюдать за осциллограммой.
2. Регулятор используется для регулировки основной развертки по времени. В случае использования режима расширения окна регулятор используется для изменения ширины окна развертки по времени.

Каждый пункт в меню **HORIZ MENU** описан ниже.

Нажмите клавишу [SEC/DIV], чтобы отобразить горизонтальное меню "HORI MENU", и в этом меню можно увеличить окно.

Опции	Настройки	Комментарии
Window Control	Major Window Minor Window	Выбор основного или второстепенного окна в режиме двух окон. После выбор окно подсвечивается. Нажмите на эту кнопку в режиме одного окна, чтобы войти в режим двух окон.
Mark	Right arrow Left arrow Set/Clear Clear All	Эта функция используется только в режиме двух окон. Она ставит отметки в местах регистрации сигнала, которые интересны пользователям, и ищет эти отметки при помощи стрелок вправо и влево. Затем она располагает окно над отметкой для подробного изучения.

Стр. 2/2

Holdoff	None	Выберите это меню и поверните многофункциональный регулятор, чтобы отрегулировать время удержания триггера в пределах 100 нс - 10 с. Выберите это меню и нажмите на многофункциональный регулятор, чтобы
Autoplay	None	Эта функция используется в режиме двух окон. Нажмите на кнопку меню, чтобы автоматически переместить ее слева направо с заданной скоростью. В расширенном окне будут отображаться соответствующие сигнала до остановки при достижении правого края главного окна сканирования.
Time/Div	Coarse Fine	
Horiz Position	Coarse Fine	

Расширение окна

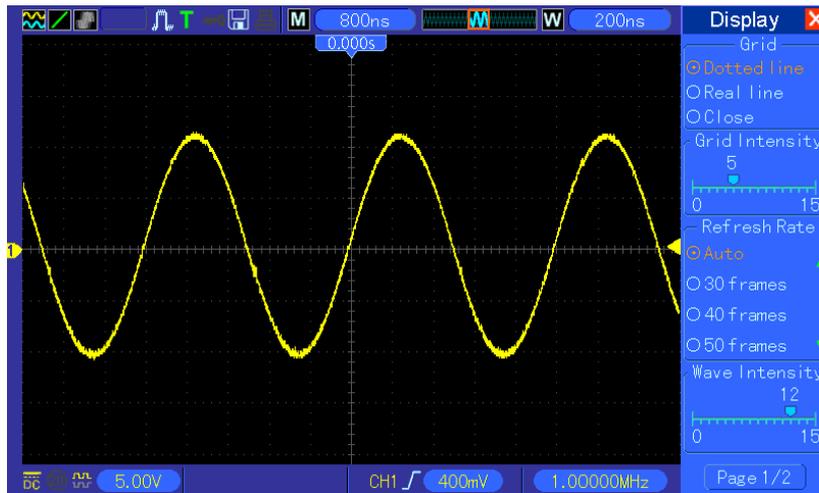
Расширение окна используется для увеличения участка осциллограммы с целью более подробного изучения. Настройка развертки по времени расширения окна может быть медленней, чем настройка главной развертки по времени. На участке увеличенного окна выбранный регион можно переместить влево или право при помощи горизонтального регулятора [POSITION], либо увеличить или уменьшить поворотом регулятора [SEC/DIV]. Развертка по времени расширения окна имеет большее расширение, чем основная развертка по времени. Чем меньше развертка по времени расширения окна, тем выше будет кратность горизонтального расширения осциллограммы.

Для подробного изучения локальной осциллограммы выполните следующие действия:

1. Нажмите [HORI MENU], чтобы открыть меню "HORIZON".
2. Выберите меню "Window Ctr".
3. Поверните [SEC/DIV] (чтобы отрегулировать размер окна) и горизонтальный регулятор [POSITION] (чтобы отрегулировать положение окна), чтобы выбрать окно осциллограммы для изучения. Развертка по времени расширения окна может быть медленней, чем главная развертка по времени.

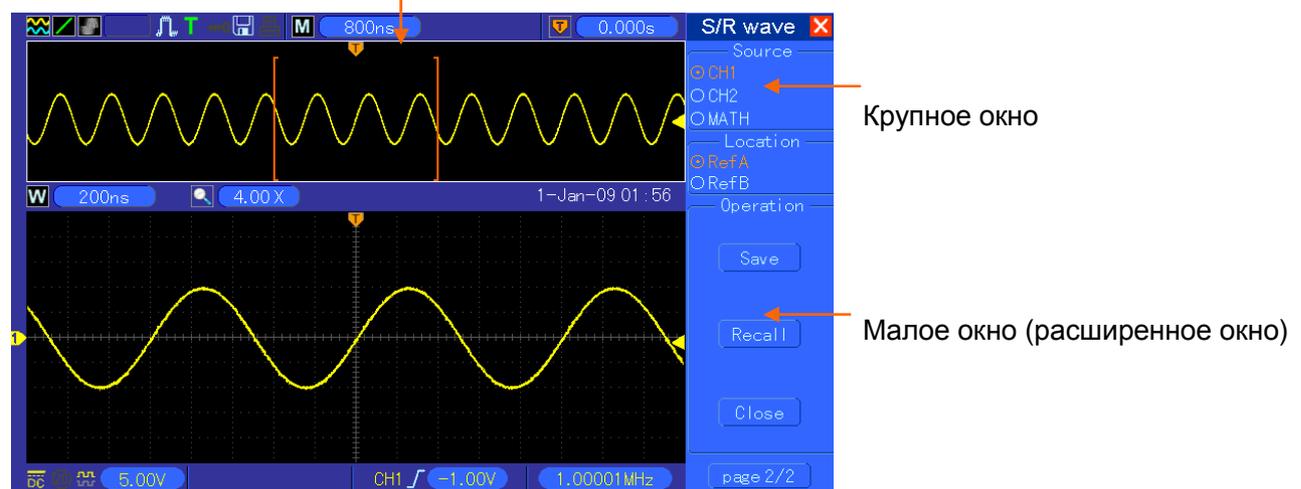
Нажмите кнопку "Minor Window" после настройки окна.

Режим одного окна



Режим двух окон (полный экран)

Расположение данных расширенного окна в памяти



Примечания:

1. **Более подробная информация об удержании триггера приводится в разделе [Средства управления триггера](#).**
2. **В режиме одного окна нажмите F0, чтобы убрать или показать меню на правой стороне. В режиме двух окон функция скрытия меню не поддерживается.**

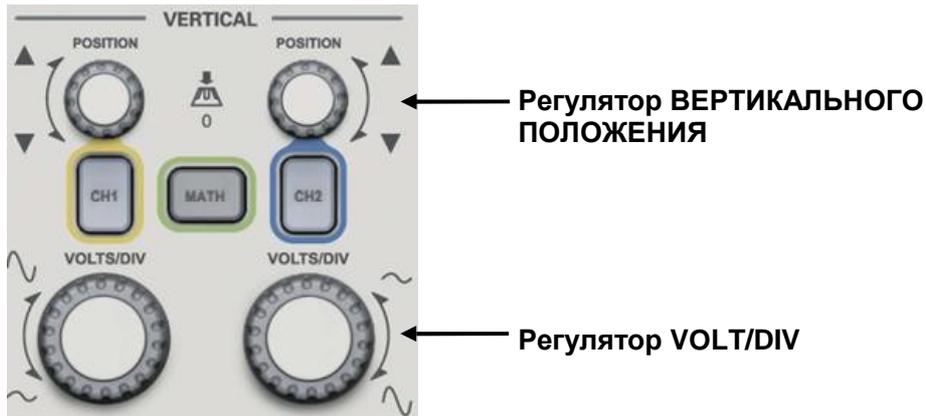
2.6.2 Режим сканирования отображения

Если развертка по времени задана на 80 мс/дел. или меньше, и включен автоматический режим триггера, осциллограф работает в режиме сканирования. В этом режиме отображение осциллограммы обновляется слева направо. В этом режиме синхронизация осциллограммы или контроль горизонтального положения отсутствуют. Вход канала следует задать на открытый вход, когда в режиме сканирования наблюдается низкочастотный сигнал.

2.7 Вертикальная система

2.7.1 Вертикальные средства управления

Вертикальные средства управления могут использоваться для отображения и удаления сигналов, настройки вертикального масштабирования и позиции, задания входных параметров и выполнения математических вычислений. Каждый канал имеет отдельное вертикальное меню для настройки. Ниже приводится описание меню.



1. Регулятор ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Перемещение сигнала канала вверх и вниз на экране. В режиме двух окон переместите сигналы в обоих окнах одновременно и в одном направлении. Нажмите на этот регулятор, чтобы вернуть сигналы в вертикальное центральное положение на экране. Два канала соответствуют двум регуляторам.

2. Регулятор VOLT/DIV

Контроль осциллографа для увеличения или ослабления сигнала источника сигнала канала. Вертикальный размер отображения на экране изменится (увеличится или уменьшится) до исходного уровня. Также вы можете использовать этот регулятор, чтобы переключаться между Coarse и Fine.

3. **Меню (CH1, CH2)** Показать пункты вертикального меню; включить или отключить отображение сигналов каналов.

Опции	Настройки	Комментарии
Coupling	DC AC GND	Открытый вход пропускает составляющие DC и AC входного сигнала. Закрытый вход блокирует составляющие DC постоянного тока входного сигнала и ослабляет сигналы ниже 10 Гц.
20MHz Bandwidth Limit	Unlimited Limited	Ограничивает полосу пропускания, чтобы сократить помехи отображения; фильтрует сигнал для устранения шумов и других лишних ВЧ-компонентов.
VOLTS/DIV	Coarse Fine	Выбор разрешения регулятора VOLTS/DIV. Coarse задает последовательность 1-2-5. Fine изменяет разрешения с малым шагом между настройками Coarse

Probe Attenuation	1X 10X 100X 1000X	Выбор значения в соответствии с коэффициентом затухания щупа, чтобы обеспечить правильные вертикальные показания. При использовании щупа 1X уменьшите ширину пропускания 60 МГц.
Invert	Off On	Инвертировать сигнал относительно исходного уровня.

Coupling

- Если канал находится в режиме открытого входа (DC), то вы можете быстро измерить составляющую DC постоянного тока сигнала путем соблюдения разницы между осциллограммой и землей сигнала.
- Если канал находится в режиме закрытого входа (AC), то составляющая DC постоянного тока фильтруется. В этом режиме составляющая AC переменного тока сигнала отображается при более высокой чувствительности.
- Если канал находится в режиме входа GND (земля), следует отключить входной сигнал. Внутри канала вход канала подключен к исходному уровню напряжения 0 В.

Точное разрешение

При настройке точного разрешения показания вертикального масштабирования отображают действительные настройки VOLTS/DIV. Вертикальная шкала меняется только после настройки VOLTS/DIV и задания значения Coarse.

Удаление отображения сигнала

Чтобы удалить сигнал с экрана, сначала нажмите кнопку меню, чтобы показать вертикальное меню, затем нажмите еще раз, чтобы удалить сигнал. Сигнал канала, который необязательно отображать, может использоваться в качестве источника триггера или для математических операций.

4. **Меню MATH:** Отобразить математические операции сигнала. Подробности указаны в следующей таблице. Меню MATH содержит опции источника для всех математических операций.

Операции	Опции	Комментарии
+	CH1+CH2	Сложить канал 1 и канал 2
-	CH1-CH2	Вычесть сигнал канала 2 из сигнала канала 1.
	CH2-CH1	Вычесть сигнал канала 1 из сигнала канала 2.
X	CH1xCH2	Умножить канал 1 на канал 2
/	CH1/CH2	Разделить канал 1 на канал 2
	CH2/CH1	Разделить канал 2 на канал 1
FFT	Канал 1 или канал 2	Для выбора доступно три типа окон: Hanning, Flattop, Rectangular. Zoom: Используйте кнопку FFT Zoom, чтобы настроить размер окна

Примечание: Все выбранные меню подсвечены оранжевым цветом.

2.7.2 Математическое БПФ

В этой главе описано использование математического БПФ (быстрое преобразование Фурье). Вы можете использовать режим БПФ (FFT),

чтобы разложить сигнал временного интервала на его частотные компоненты (спектр), а также чтобы наблюдать за сигналами следующих типов:

- Анализировать гармоники в силовых шнурах;
- Измерять содержание гармоник и искажение в системах;
- Характеризовать помехи в источниках питания постоянного тока;
- Испытывать импульсные характеристики фильтров и систем;
- Анализировать вибрацию.

Чтобы использовать режим Math FFT, выполните следующие действия:

- Задайте сигнал источника (временного интервала);
- Отобразите спектр БПФ;
- Выберите тип окна БПФ;
- Настройте частоту дискретизации, чтобы отобразить фундаментальную частоту и гармоники без побочных составляющих;
- Используйте средства увеличения, чтобы увеличить спектр;
- Используйте курсоры, чтобы измерить спектр.

2.7.2.1 Настройка сигнала временного интервала

До применения режима БПФ необходимо задать сигнал временного интервала (YТ). Выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы показать сигнал YТ.
2. Поверните регулятор VERTICAL POSITION, чтобы вертикально переместить сигнал YТ к центру (нулевое деление) для обеспечения того, что БПФ будет показывать правильное значение постоянного тока.
3. Поверните регулятор HORIZONTAL POSITION, чтобы расположить часть сигнала YТ, подлежащую анализу, в восьми центральных делениях экрана. В осциллографе используется 2048 центральных точек сигнала временного интервала для вычисления спектра БПФ.
4. Поверните регулятор VOLTS/DIV, чтобы весь сигнал находился на экране. Если всего сигнала не видно, то осциллограф может отобразить неверные результаты БПФ путем добавления высокочастотных компонентов.
5. Поверните регулятор TIME/DIV, чтобы обеспечить разрешение, которое требуется в спектре БПФ.
6. По возможности задайте осциллограф на отображение нескольких циклов сигнала.

Если вы повернете регулятор SEC/DIV, чтобы выбрать быструю настройку (меньше циклов), то на спектре БПФ будет отображаться больший диапазон частота и уменьшится вероятность помех БПФ.

Для настройки отображения БПФ выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку MATH MENU;
2. Задайте FFT в опции Operation;
3. Выберите канал Math FFT Source.

В большинстве случаев осциллограф может также создать полезный спектр БПФ, несмотря на то,

что сигнал УТ не запущен. Именно это происходит, если сигнал является периодическим или случайным (к примеру, шум).

Примечание: Переходные или пакетные сигналы должны синхронизироваться и располагаться как можно ближе к центру экрана.

Частота Найквиста

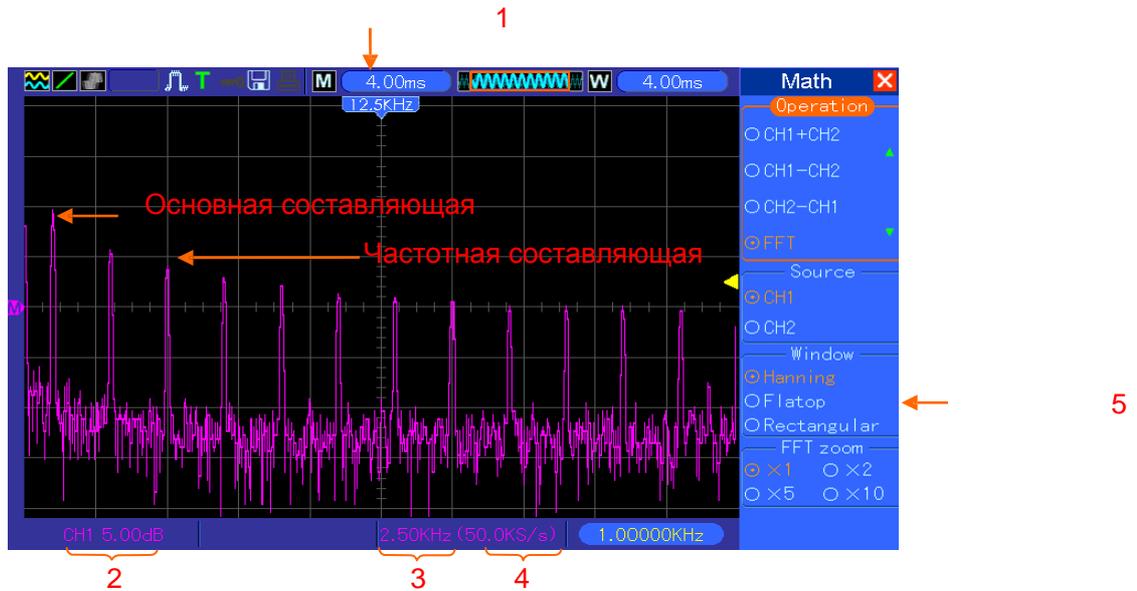
Самая высокая частота, которую может измерить любой осциллограф в реальном времени без ошибок - это половина частоты дискретизации, и она называется частота Найквиста. Частотная информация за пределами частоты Найквиста имеет недостаточный шаг дискретизации, что вызывает побочные составляющие БПФ. Математическая функция может преобразовать 2048 центральных точек сигнала временного интервала в спектр БПФ. Получившийся спектр БПФ содержит 1014 точки от открытого входа (0 Гц) до частоты Найквиста. Обычно экран сжимает спектр БПФ горизонтально до 250 точек, однако вы можете использовать функцию FFT Zoom для расширения спектра БПФ, чтобы можно было четко видеть частотные компоненты в каждой из 1-24 точек данных в спектре БПФ.

Примечание: Вертикальный отклик осциллографа немного превышает его полосу пропускания (70 МГц, 150 МГц или 200 МГц в зависимости от модели; или 200 МГц, если опция Bandwidth Limit задана на Limited). Поэтому спектр БПФ может отображать действительную частотную информацию над полосой пропускания осциллографа. Однако амплитудная информация рядом с полосой пропускания или выше нее не будет точной.

2.7.2.2 Отображение спектра БПФ

Нажмите кнопку MATH MENU, чтобы открыть меню Math. Используйте опции, чтобы выбрать канала источника, алгоритм окна и коэффициент увеличения БПФ. Одновременно можно отображать только один спектр БПФ,

Математическое	Настройки	Комментарии
Source	CH1, CH2	Выбор канала в качестве источника БПФ.
Window	Hanning, Flattop, Rectangular	Выбор типа окна БПФ. Для получения подробной информации см. Раздел 2.3 .
FFT Zoom	X1, X2, X5, X10	Изменение горизонтального увеличения отображения БПФ. Для получения подробной информации см. Раздел 5.3.1.6 .

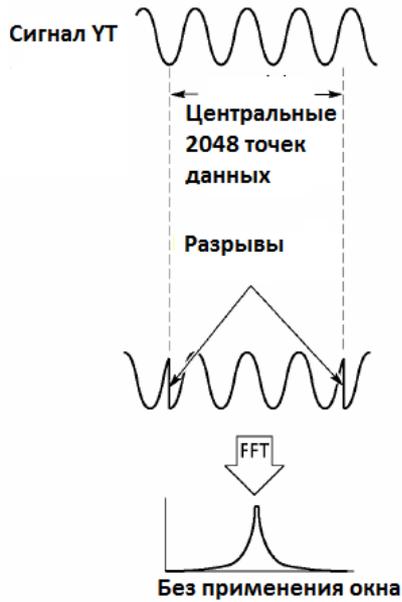


1. Частота в центральной линии сетки
2. Вертикальная шкала в дБ на деление (0 дБ = 1 $V_{\text{среднеkv.}}$)
3. Горизонтальная шкала в виде частоты на деление
4. Частота дискретизации в виде количества выборок в секунду
5. Тип окна БПФ

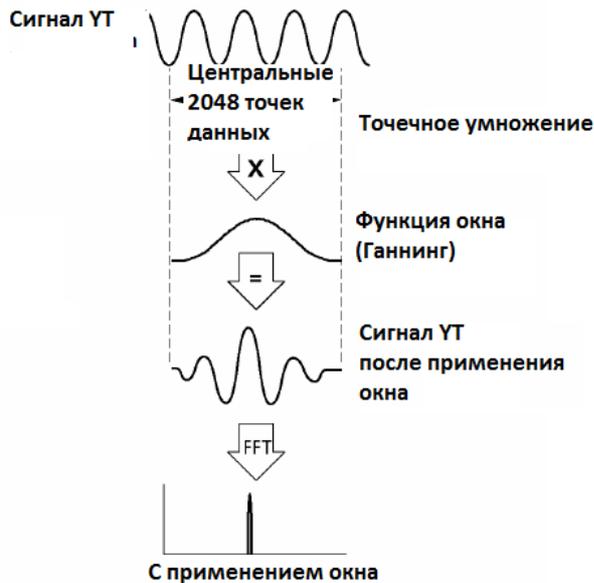
2.7.2.3 Выбор окна БПФ

Окна уменьшают просачивание спектральных составляющих в спектре БПФ. Алгоритм БПФ предполагает, что сигнал УТ является постоянно повторяющимся. Если число циклов является целым (1, 2, 3 ...), то сигнал УТ начинается и заканчивается на одной амплитуде и в форме сигнала отсутствуют разрывы.

Если число циклов не является целым, то сигнал УТ начинается и заканчивается на разных амплитудах и переходы между точками начала и окончания вызывают разрывы в сигнале, что приводит к высокочастотным переходам.



Применение окна к сигналу УТ позволяет изменить сигнал таким образом, чтобы значения начала и остановки были рядом друг с другом, что приводит к уменьшению разрывов.



Функция Math FFT имеет три опции FFT Window. Имеется выбор между разрешением по частоте и амплитудной точностью для каждого типа окон. Тип определяется в соответствии с объектом, который вы хотите измерить, а также характеристиками сигнала источника.

Окно	Измерение	Характеристики
Ганнинг	Периодический сигнал	Лучше частота, хуже амплитуда, точнее, чем Плоское перекрытие
Плоское перекрытие	Периодический сигнал	Лучше амплитуда, хуже частота, точнее, чем Ганнирование
Прямоугольн ик	Импульсный или переходный сигнал	Окно специального предназначения, применяемое для непостоянных сигналов То же самое, что и отсутствие окон

2.7.2.4 Побочные составляющие БПФ

Если сигнал временного интервала, полученный осциллографом, имеет частотные составляющие выше частоты Найквиста, то возникают проблемы. Частотные составляющие выше частоты Найквиста, будут иметь недостаточный шаг дискретизации и будут отображаться в виде низкочастотных составляющих, которые "выходят" из частоты Найквиста. Такие ошибочные составляющие называются помехи (побочные составляющие).

2.7.2.5 Устранение побочных составляющих

Для устранения побочных составляющих используются следующие методы:

- Поверните регулятор SEC/DIV, чтобы задать более высокую частоту дискретизации. Так как частота Найквиста увеличивается вместе с повышением частоты дискретизации, то побочные составляющие частоты будут отображаться правильно. Если на экране появляется слишком много частотных составляющих, то вы можете использовать опцию FFT Zoom, чтобы увеличить спектр БПФ.
- Если требуется просмотреть частотные составляющие выше 20 МГц, следует задать опцию Bandwidth Limit на значение Limited.
- Отфильтруйте вход сигнала снаружи и ограничьте полосу пропускания сигнала источника, чтобы она была меньше частоты Найквиста.
- Выявите и отбросьте все побочные составляющие.
- Используйте средства увеличения и курсоры, чтобы увеличить и измерить спектр БПФ.

2.7.2.6 Увеличение и позиционирование спектра БПФ

Вы можете масштабировать спектр БПФ и использовать курсоры для его измерения при помощи опции FFT Zoom, которая позволяет выполнить горизонтальное увеличение. Для вертикального увеличения спектра используются вертикальные средства управления.

Горизонтальное увеличение и положение

Вы можете использовать опцию FFT Zoom, чтобы увеличить спектр по горизонтали без изменения частоты дискретизации. Доступны следующие коэффициенты увеличения - X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Если задан коэффициент увеличения X1 и сигнал расположен в центре сетки, то левая линия сетки находится на 0 Гц, а правая - на частоте Найквиста.

При изменении коэффициента увеличения вы сдвигаете спектр БПФ к центральной линии сетки. Таким образом, осью для горизонтального увеличения является центральная линия сетки. Поверните регулятор Horizontal Position, чтобы передвинуть спектр БПФ вправо. Нажмите кнопку SET TO ZERO, чтобы поместить центр спектра в центре сетки.

Вертикальное увеличение и положение

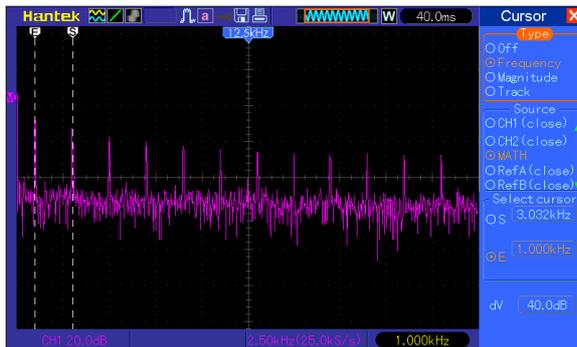
Во время отображения спектра БПФ вертикальные регуляторы канала становятся средствами управления увеличением и позиционированием для соответствующих каналов. Регулятор VOLTS/DIV позволяет выбрать следующие коэффициенты увеличения: X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Спектр БПФ увеличивает по вертикали до маркера M (математическая исходная точка сигнала слева экрана). Поверните регулятор VERTICAL POSITION, чтобы передвинуть спектр вверх.

2.7.2.7 Использование курсоров для измерения спектра БПФ

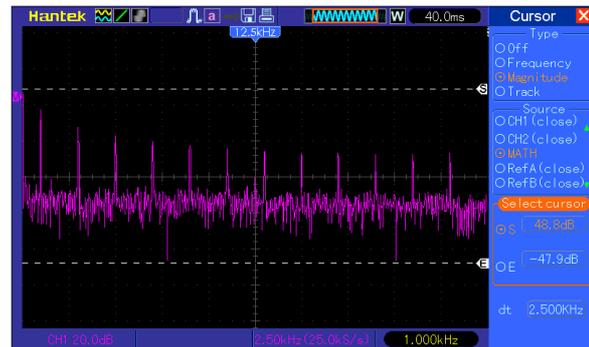
Вы можете использовать курсоры для выполнения двух измерений на спектре БПФ: амплитуда (в дБ) и частота (в Гц). Амплитуда начинается с 0 дБ, что равно 1 Всреднекв. Вы можете использовать курсоры для измерения при любом коэффициенте увеличения.

Нажмите кнопку CURSOR, выберите опцию Source, а затем выберите Math. Нажмите кнопку опции Type, чтобы выбрать тип - Amplitude или Frequency. Нажмите на опцию SELECT CURSOR, чтобы выбрать курсор. Затем переместите курсор S и курсор E при помощи регулятора V0. Используйте горизонтальный курсор для измерения амплитуды, а вертикальный курсор - для измерения частоты. Теперь в меню DELTA отображается измеренное значение, значения в курсоре S и E.

Дельта - это абсолютное значение курсора S и курсор E.



Курсоры частоты



Курсоры амплитуды

2.8 Система синхронизации

Триггер обозначает тот момент, когда осциллограф запускается для получения данных и отображения сигнала. Если триггер настроен правильно, он может преобразовывать нестабильные изображения или пустой экран в отчетливый сигнал. Ниже приводятся базовые сведения о триггере.

Источник синхронизации: Триггер может иметь несколько источников. Самым распространенным является входной канал (CH1 и CH2). Независимо от того, отображается ли входной сигнал, он может запускать стандартные операции. Кроме того, источником триггера может быть любой сигнал, подключенный к каналу внешнего триггера или линии питания переменного тока (только для триггеров по фронту Edge). Источник с линией переменного тока показывает отношения частоты между сигналом и питанием сети переменного тока.

Тип триггера: Осциллограф имеет шесть типов триггеров: Фронт, видео, ширина импульса, наклон, дополнительный и альтернативный

- **Фронт** - использует аналоговый или цифровые испытательные цепи для синхронизации. Это происходит, когда источник входного триггера пересекает заданный уровень в заданном направлении.
- **Видео-триггер** выполняет полевую или линейную синхронизацию через стандартные видео-сигналы.
- **Триггер по длительности импульса** может запускать нормальные и нестандартные импульсы, которые соответствуют условиям триггера.

- **Наклон** использует время падения и нарастания на фронте сигнала для синхронизации.
- **Дополнительный триггер** имеет место после того, как фронт сигнала достигает заданного времени.
- **Альтернативный триггер**, являющийся особенностью аналоговых осциллографов, выдает стабильное изображение сигналов с двумя разными частотами. Главным образом, он использует заданную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2, чтобы каналы создавали сигналы триггера через цепь триггера.

Режим синхронизации: Вы можете выбрать ручной или автоматический режим, чтобы определить способ приема данных осциллографом, когда он не обнаруживает условие запуска. В **автоматическом режиме** прием осуществляется в отсутствии действующего триггера. Он позволяет создать сигналы без триггера с разверткой по времени 80 мс/дел. или менее. В **нормальном режиме** отображаемые сигналы обновляются, только когда осциллограф обнаруживает действительное условие запуска. Перед таким обновлением осциллограф все еще отображает старые сигналы. Этот режим следует использовать, только если вы хотите просмотреть эффективно синхронизированные сигналы. В этом режиме осциллограф отображает сигналы только после первого триггера. Для выполнения одиночного цикла приема нажмите кнопку SINGLE SEQ.

Вход триггера: Вход триггера определяет, какая часть сигнала будет подана в цепь триггера. Это может помочь в получении стабильного отображения сигнала. Для запуска входа триггера нажмите кнопку TRIG MENU, выберите триггера Edge или Edge, затем выберите пункт Coupling.

Положение триггера: Контроль горизонтального положения задает время между положением триггера и центром экрана.

Наклон и уровень: Средства контроля наклона и уровня (Slope и Level) помогают определить триггер. Опция Slope определяет, где находится точка триггера - на нарастающем или спадающем фронте сигнала. Для контроля наклона триггера нажмите кнопку TRIG MENU, выберите триггер Edge (фронт) и используйте кнопку Slope, чтобы выбрать нарастающий или спадающий фронт. Регулятор TRIGGER LEVEL контролирует положение на фронте, в котором находится точка триггера.

Уровень триггера можно настроить вертикально.



Наклон триггера может быть нарастающим или спадающим.

2.8.1 Средства управления триггером

Триггер можно задать через меню Trigger и средства управления на передней панели. Имеется шесть видов триггера: Edge (фронт), Video (видео), Pulse Width (ширина пропускания), Alter (альтернативный), Slope (наклон) и Overtime (дополнительный). В следующих таблицах указан разный набор опций для каждого типа триггера.



1. Level

Задаёт уровень амплитуды, который должен пересечь сигнал, чтобы началось получение данных при использовании триггеров Edge или Pulse Width.

2. Задан на 50%

Уровень триггера задан на вертикальную центральную точку между пиками сигнала триггера.

3. Force Trigger

Используется для получения независимо от достаточности сигнала триггера. Эта кнопка становится бесполезной, если получение уже остановлено.

4. МЕНЮ TRIG

Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню триггера. Обычно используется триггер "фронт". Подробности указаны в следующей таблице.

Опции	Настройки	Комментарии
Тип триггера по видеосигналу		
Edge Video Pulse Slope Swap Overtime		По умолчанию осциллограф использует триггер по фронту, который запускает осциллограф на спадающем или нарастающем
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5 AC Line	Выбор входной источник в качестве сигнала триггера. CH1, CH2: Независимо от того, отображается ли сигнал или нет, будет запущен определенный сигнал. EXT: Не отображает сигнал триггера и обеспечивает уровень триггера от +1,6В до -1,6В. EXT/5: Аналогично опции EXT, однако сигнал подавляется коэффициентом 5 и обеспечивается уровень триггера от +8В до -8В. AC Line: Использует сигнал, полученный от силового шнура, в качестве источника триггера.
Mode	Auto Normal	Выбор режима триггера. По умолчанию осциллограф использует автоматический режим. В этом режиме осциллограф вынужден запускать триггер, когда он

		<p>не обнаруживает триггер в пределах заданного времени, которое основано на настройках SEC/DIV. Осциллограф входит в режим сканирования при развертке по времени 80 мс/дел. или менее.</p> <p>В режиме Normal осциллограф обновляет дисплей только при обнаружении действующего условия запуска. Новые сигналы отображаются только после того, как заменят старые. Используйте этот режим, чтобы просмотреть имеющиеся запущенные сигналы. Отображение появляется только после первого триггера.</p>
Coupling	<p>AC DC</p> <p>HF Reject</p> <p>LF Reject</p>	<p>Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.</p> <p>AC: Блокирует составляющие DC и заглушает сигналы ниже 10 Гц.</p> <p>DC: Пропускает все составляющие сигнала.</p> <p>HF Reject: Заглушает высокочастотные составляющие выше 80 кГц.</p> <p>LF Reject: Блокирует составляющие DC и заглушает низкочастотные составляющие ниже 8 кГц.</p>

ПРИМЕЧАНИЕ: Вход триггера влияет только на сигнал, который проходит через систему триггера. Он не влияет на ширину пропуска или вход сигнала, отображаемого на экране.

Video Trigger (запуск по видеосигналу)

Опции	Настройки	Комментарии
Video		При выборе Video запускается стандартный видеосигнал NTSC, PAL или SECAM. Вход триггера задан на закрытый.
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера. Ext и Ext/5 использовать сигнал, применяемый для разъема EXT TRIG, в качестве источника.
Polarity	Normal Inverted	Normal: Триггеры на отрицательном фронте синхроимпульса. Inverted: Триггеры на положительном фронте
Sync	All Lines Line Number Odd Field Even Field All Fields	Выбрать правильную синхронизацию видео. При выборе Line Number в настройке Sync вы можете использовать регулятор User Select для задания номера строки.
Standard	NTSC PAL/SECAM	Выберите видеостандарт для синхронизации и вычисления количества строк.

Примечание: При выборе Normal Polarity триггер всегда возникает на спадающих идущих синхроимпульсах. Если видеосигнал содержит нарастающие синхроимпульсы, то следует использовать опцию Inverted Polarity.

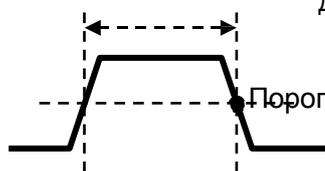
Pulse Width Trigger (триггер по длительности импульса)

Этот триггер можно использовать для запуска на искаженных импульсах.

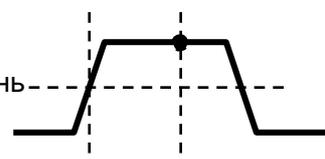
Опции	Настройки	Комментарии
Pulse		Если импульс выделен, то триггер возникает на импульсах, которые соответствуют условию запуска (определяется настройками Source, When и Set Pulse Width).
Source	CH1 CH2 EXT EXT5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Set Pulse Width	от 20 нс до 10,0 сек	При помощи опции Set Pulse Width (Настройка длительности импульса), включаемой при помощи кнопки F4, поверните многофункциональный регулятор, чтобы настроить ширину импульса.
Polarity	Positive Negative	Выбрать триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode	Авто Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
More		Переключение между страницами подменю.

Trigger When: Длительность импульса источника должна быть ≥ 5 нс, чтобы осциллограф мог обнаружить импульс.

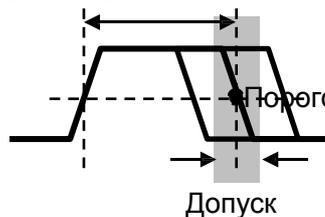
Триггеры, когда импульс меньше настроек длительности



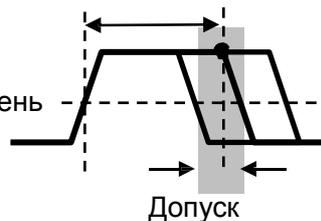
Триггеры, когда импульс больше настроек длительности



Триггеры, когда импульс не равен настройкам длительности $\pm 5\%$



Триггеры, когда импульс равен настройкам длительности $\pm 5\%$



= Точка триггера ●

=, ≠: В пределах допуска $\pm 5\%$ запускает осциллограф, когда длительность импульса сигнала равна или не равна заданной длительности импульса.

<, >: Запускает осциллограф, длительность импульса исходного сигнала меньше или больше заданной длительности импульса.

Slope Trigger: Оценивает триггер в соответствии со временем нарастания и падения, более гибкая и точная оценка, чем триггер Edge.

Опции	Настройки	Комментарии
Slope		
Source	CH1 CH2 EXT EXT5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.
Slope	Rising Falling	Выбрать тип наклона сигнала.
Mode	Авто Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC D C Noise Reject HF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Следующая		
Vertical	V1 V2	Отрегулировать вертикальное окно путем настройки двух уровней триггера. Выбрать эту опцию и нажать F3 для выбора V1 или V2.
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Time (время):	от 20 нас до 10 сек	При помощи этой опции, включаемой при помощи кнопки F4, поверните многофункциональный регулятор, чтобы задать промежуток времени.

Swap Trigger: Аналоговые осциллографы способны выдавать стабильное изображение сигналов с двумя разными частотами. Главным образом, они используют заданную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2, чтобы каналы создавали сигналы триггера через цепь триггера.

Опции	Настройки	Комментарии
Swap Trigger		
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера.
Channel	CH1 CH2	Нажмите на опцию, к примеру, канал 1, выберите тип триггера канала

Ниже представлен перечень настроек в подменю. Swap Trigger позволяет CH1 и CH2 выбрать разные режимы триггера и отобразить сигналы на одном экране. Это значит, что для обоих каналов можно выбрать следующие четыре режима триггера.

Type	Edge	
Slope	Rising Falling	

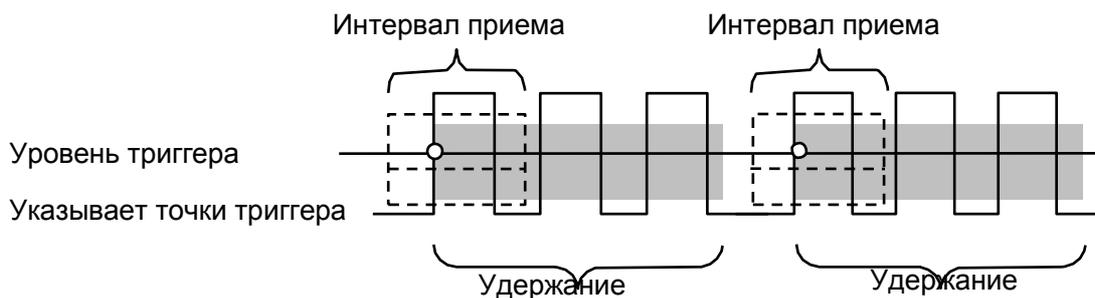
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Нажмите F3 или F4, чтобы выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Type	Video	
Polarity	Normal Inverted	
Standard	NTSC PAL/SECAM	
Sync	All Lines Line Number Odd Field Even Field All Fields	Выбор при помощи F4, F5.
Type	Pulse	
Polarity	Positive Negative	
When	= ≠ < >	Выбор при помощи F3.
Set Pulse Width	(Pulse Width)	Нажмите F4 для выбора. Отрегулируйте при помощи многофункционального регулятора V0, чтобы выбрать длительность импульса.
Coupling	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбор при помощи F5.
Type	Slope	
Slope	Rising Falling	Выбрать тип наклона сигнала.
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Vertical	V1 V2	Отрегулировать вертикальное окно путем настройки двух уровней триггера.
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Time (время):	от 20 нас до 10 сек	Нажмите F4, чтобы выбрать эту опцию. Поверните многофункциональный регулятор.

		чтобы задать промежуток времени.
--	--	----------------------------------

Overtime Trigger: В триггере Pulse Width у вас могут возникнуть трудности с длинным временем триггера, так как вам не нужна полная длительность импульса для запуска осциллографа, однако вам нужно, чтобы триггер произошел в точке дополнительного времени. Это называется триггер дополнительного времени (Overtime Trigger).

Опции	Настройки	Комментарии
Type	OT	
Source	CH1 CH2	Выбрать источник триггера.
Polarity	Positive Negative	Выбрать триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode	Auto Normal	
Overtime	<input type="checkbox"/>	Нажмите F5, чтобы выбрать опцию Overtime, и отрегулируйте V0, чтобы настроить время.
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.

Holdoff: Чтобы использовать удержание триггера (Trigger Holdoff), нажмите кнопку меню HORIZONTAL и задайте настройку Holdoff Time при помощи F4. Функция Trigger Holdoff может использоваться для создания стабильного отображения сложных сигналов (к примеру, серии импульсов). Удержание - это время между обнаружением осциллографом одного триггера и его готовностью обнаружить другой. В течение времени удержания осциллограф не запускается. Для серии импульсов время удержания можно отрегулировать, чтобы осциллограф запускался только на первом импульсе в серии.



2.9 Save/Recall

Нажмите кнопку SAVE/RECALL, чтобы сохранить или вызвать настройки осциллографа или сигналы. На первой странице имеется следующее меню.

Опции	Настройки	Комментари
REF		
Source	CH1 CH2	Выбрать источник осциллограммы для сохранения.

	MATH	
Location	RefA RefB	Выбрать исходное место для сохранения или вызова сигналов.
Operation	Save	Сохранить сигнал источника для выбранного исходного места.
	Recall	Вызвать сохраненный сигнал источника для выбранного исходного места.
	Close	Закрыть канала Ref.

Стр. 2/2

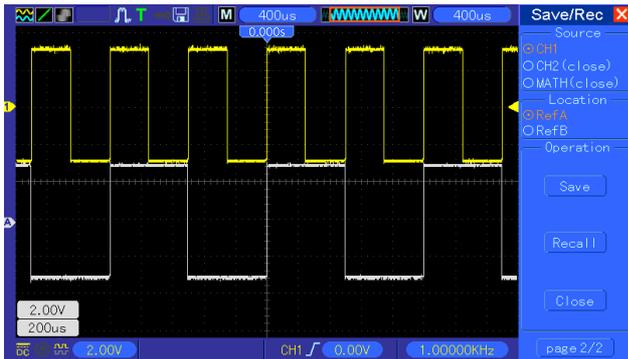
Media	Flash	Сохранить осциллограмму источника на флэш-карту.
	USB	Сохранить сигнал источника на USB-устройство.
	SD	Сохранить сигнал источника на SD-устройство.
Back	Возврат в главное меню.	

Опции	Настройки	Комментарии
Setup		
Storage	Local Memory USB	Сохранить текущие настройки на USB-диске или в памяти осциллографа.
Location	от 0 до 9	Выбрать место в памяти, где будут храниться текущие осциллограммы или откуда будут вызываться настройки осциллограммы.
Operation	Save	Выполнить сохранение.
	Recall	Вызвать настройки осциллографа, которые хранятся в месте, выбранном в поле Setup. Нажмите кнопку Default Setup для установки заданных настроек в осциллографе.
Back	Возврат в главное меню.	

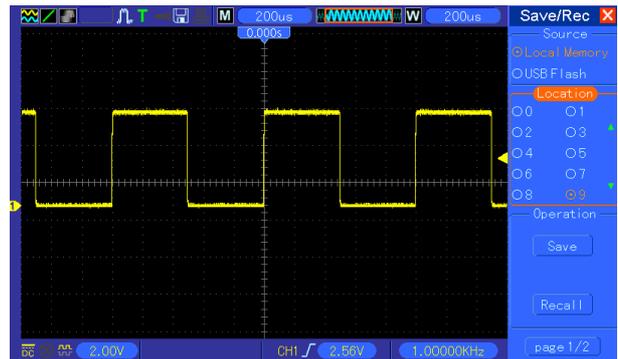
Опции	Настройки	Комментарии
CSV		
Source	CH1 CH2	Сохранить текущие настройки на USB-диске или в памяти осциллографа.
Operation	Save	Сохранить данные осциллографа в виде файла .CSV на внешний источник.
	Recall	Вызвать сохраненный файл .csv.
	Delete	Удалить файл .csv.
File List	Close	Закрыть список файлов.
	Open	Открыть список файлов.
Back	Возврат в главное меню.	

Опции	Настройки	Комментарии
Default		Нажмите кнопку Default Setup, чтобы запустить осциллограф с известной настройкой. См. раздел Настройки по умолчанию .

Ниже приводятся меню сигналов.



Белый сигнал в меню - это сигнал RefA, вызванный из памяти.



Можно сохранить не более 9 групп.

Примечание: Осциллограф сохранит текущие настройки, если вы подождете 5 секунд после последнего изменения, и вызовете эти настройки при следующем включении осциллографа.

2.10 Система отображения

[DISPLAY] - это функциональная клавиша системы отображения. Стр. 1 меню системы отображения:

Опция	Настройка	Описание
Type	Vector Dots	Точки отбора проб отображаются в виде соединительной линии. Между точками отбора соединительная линия интерполяции не отображается. Напрямую показать точки отбора проб.
Persist	Auto, 0.2s 0.4s, 0.8s 1.0s, 2.0s 4.0s, 8.0s ∞	Задать поддерживаемую длительность времени отображения каждой отображаемой точки отбора проб.
Format	YT XY	Формат YT показывает вертикальное напряжение по отношению ко времени (горизонтальная шкала); формат XY каждый раз отображает точку между каналом 1 и 2
Contrast		Регулируется в диапазоне 0-15 16; отображается при помощи строки; нажмите F5, чтобы
Стр. 1/2		Перейти на следующую страницу.

Стр. 2 меню системы отображения:

Опция	Setup	Описание
Grid	Dotted line Real line Off	После отключения сетки в центре экрана будет отображаться только горизонтальная и вертикальная координата.
Grid Intensity		Регулируется в диапазоне 0-15 16; отображается при помощи строки.

Refresh Rate		Auto, 30 frame, 40 frame, 50frame
Wave Intensity		Регулируется в диапазоне 0-15 16; отображается при помощи строки

2.10.1 Формат XY

Формат XY используется для анализа фазовых разниц, которые представлены фигурами Лиссажу. Формат помещает напряжение на CH1 и напряжение на CH2 на график, где CH1 - это горизонтальная ось, а CH2 - это вертикальная ось. Осциллограф использует режим приема Normal без триггера и отображает данные в виде точек. Частота дискретизации фиксирована на 1 МС/с.

Осциллограф может получать сигналы в формате YT с любой частотой дискретизации. Вы можете просматривать тот же сигнал в формате XY. Для выполнения этой операции следует остановить прием и изменить формат дисплея на XY.

В следующей таблице показана работа средств управления в формате XY.

Средства управления	Используется или нет в формате XY
CH1 VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION	Задать горизонтальное масштабирование и положение
CH2 VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION	Постоянная настройка вертикального масштабирования и положения
Reference или Math	Не используется
Курсоры	Не используется
Autoset (сброс формата отображения до YT)	Не используется
Средства управления разверткой по времени	Не используется
Средства управления триггером	Не используется

2.11 Система измерения

Осциллограф может использовать шкалу и курсор для измерения или автоматического измерения, чтобы пользователи могли точно изучить измеряемый сигнал.

2.11.1 Измерение шкалы

При помощи этого метода можно быстро и интуитивно выполнить оценку. К примеру, можно наблюдать амплитуда сигнала, и вероятный результат измерения оценивается по вертикальной шкале. Метод реализует простое измерение путем умножения номера вертикальной шкалы сигнала и вертикальное средство вольт/дел.

2.11.2 Измерение курсора

[CURSORS] - это функциональная клавиша для измерения курсора.

Измерение курсора включает два режима: Ручной режим и режим отслеживания.

1. Ручной режим:

Горизонтальные курсоры или вертикальные курсоры появляются попарно для измерения времени или напряжения, а расстояние между курсорами можно регулировать вручную. Источник сигнала следует задать в виде сигнала, который измеряется до использования курсоров.

2. Режим отслеживания:

Горизонтальный курсор пересекается с вертикальным курсором и образует курсор в виде крестика. Курсор в виде крестика автоматически располагается на осциллограмме, и горизонтальное положение на осциллограмме регулируется выбором "Cur A" или "Cur B" и вращением регулятора [UNIVERSAL]. Координаты точки курсора будут отображаться внизу экрана осциллографа.

Ручной режим измерения курсора

Функциональное меню ручного измерения курсора:

Опция	Настройка	Описание
Cursor mode	Manual	Настроить ручное измерение курсора
Types	Voltage Time	Вручную использовать курсор для измерения параметров напряжения. Вручную использовать курсор для измерения параметров времени.
Signal sources	CH1 CH2 MATH REF A REF B	Выбрать входной канал измеряемого сигнала.
Cursor select	S E	Выбрать опцию при помощи регулятора [UNIVERSAL] для настройки положения "S". Выбрать опцию при помощи регулятора [UNIVERSAL] для настройки положения "E".

Ручной режим измерения курсора используется для измерения значений координат и шага одной пары горизонтальных и вертикальных курсоров. Убедитесь, что источник сигнала задан правильно при использовании курсоров, как показано на рисунке 2-38.

- **Курсор напряжения:** Курсор напряжения появляется на дисплее в виде горизонтальной линии, и он может использоваться для измерения вертикальных параметров.
- **Курсор времени:** Курсор времени появляется на дисплее в виде вертикальной линии, и он может использоваться для измерения горизонтальных параметров.
- **Движение курсора:** Сначала выберите курсоры, затем используйте регулятор [UNIVERSAL], чтобы переместить курсор A и курсор B, при этом значения курсоров будут появляться в правом верхнем углу экрана во время движения.

Последовательность действий:

1. Нажмите [CURSORS], чтобы пропустить меню "CURSOR".
2. Нажмите "Type", чтобы выбрать "Voltage" или "Time".

3. Нажмите “**Signal source**”, чтобы выбрать CH1, CH2, MATH, RefA или RefB.
4. Выберите “S” и поверните регулятор [**UNIVERSAL**] для настройки положения “S”.
5. Выберите “E” и поверните регулятор [**UNIVERSAL**] для настройки положения “E”.
6. Список значений измерения доступен при нажатии кнопки “F5”.

Режим отслеживания измерения курсора

Меню функции отслеживания курсора:

Опция	Настройка	Описание
Режим курсора	Tracking	Настроить отслеживание измерения курсора.
Source	CH1 CH2 MATH RefA RefB	Выбрать источник сигнал для проведения курсорного измерения.
Select Cursor	“S”	Выбрать опцию при помощи регулятора [UNIVERSAL] для настройки положения “S”.
	“E”	Выбрать опцию при помощи регулятора [UNIVERSAL] для настройки положения “E”.

В режиме отслеживания измерения курсора курсоры-крестики отображаются на измеренной осциллограмме, и курсоры автоматически располагаются на осциллограмме путем перемещения горизонтального положения между курсорами, и одновременно с этим отображаются горизонтальные и вертикальные координаты текущей точки и горизонтальные и вертикальные шаги между двумя курсорами. Горизонтальная координата отображается в виде значения времени, а вертикальная координата отображается в виде значения напряжения, как показано на рисунке 2-39.

Последовательность действий:

1. Нажмите [**CURSORS**], чтобы пропустить меню “**CURSOR**”.
2. Выберите “**Tracking**” в качестве типа курсора “**Cursor type**”.
3. Нажмите “S”, выберите входной канал 1 или 2 отслеживаемого сигнала.
4. Нажмите “E”, выберите входной канал 1 или 2 отслеживаемого сигнала.
5. Нажмите “S”, поверните регулятор [UNIVERSAL], чтобы переместить “S” по горизонтали.
6. Нажмите “E”, поверните регулятор [UNIVERSAL], чтобы переместить “E” по горизонтали.
7. Список значений измерения доступен при нажатии кнопки “F5”.

S→T: Положение (а именно время в горизонтальном центральном положении) “S” в горизонтальном направлении.

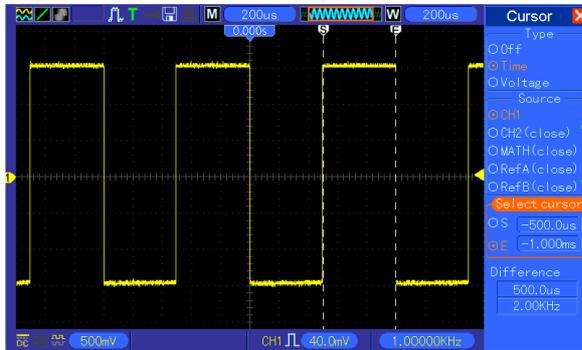
S→V: Положение (а именно напряжение в заземленной точке канала) “S” в вертикальном направлении.

E→T: Положение (а именно время в горизонтальном центральном положении) “E” в горизонтальном направлении.

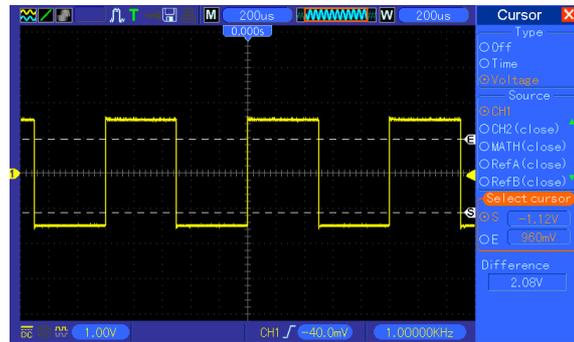
E→V: Положение (а именно напряжение в заземленной точке канала) “E” в вертикальном направлении.

dt: Горизонтальное расстояние (а именно, значение времени между двумя курсорами) “S” и “E”. 1/dt: Частота “S” и “E”.

dV: Вертикальное расстояние (а именно, значение напряжения между двумя курсорами) “S” и “E”.



Курсор времени



Курсор напряжения

2.11.3 Измерение

Нажмите кнопку MEASURE, чтобы выполнить автоматические измерения. Имеется 32 типа измерения, и на экране можно показать до 8 типов одновременно.

Поверните регулятор V0, чтобы выбрать опцию. Нажмите V0 или F6, когда на них остановится красная стрелка. Затем появится следующее меню.

Используйте регулятор V0 или функциональные клавиши, чтобы выбрать тип измерения.

Настройки измерения описаны в таблице:

Опции	Настройки	Комментарии
Source	CH1 CH2	Выбрать источник измерения.

Тип измерения

1	Frequency	Вычислить частоту сигнала путем измерения первого цикла.
2	Period	Вычислить время первого цикла.
3	Mean	Вычислить среднее арифметическое напряжение на всей
4	Pk-Pk	Вычислить абсолютную разницу между самыми большим и малыми пиками на всей осциллограмме.
5	CRMS	Вычислить среднеквадратичное напряжение по всему сигналу.
6	PRMS	Вычислить среднеквадратичное измерение первого полного цикла в сигнале.
7	Min	Самое высокое отрицательное пиковое напряжение на всем сигнале.
8	Max	Самое высокое положительное пиковое напряжение на всем сигнале.
9	Rising	Измерить время между 10% и 90% первого нарастающего фронта сигнала.
10	Falling	Измерить время между 90% и 10% первого нарастающего фронта сигнала.

11	+ Width	Измерить время между первым нарастающим фронтом и следующим спадающим фронтом на уровне сигнала 50%.
12	- Width	Измерить время между первым спадающим фронтом и следующим нарастающим фронтом на уровне сигнала 50%.
13	+ Duty	Измерить сигнал первого цикла. Положительный коэффициент заполнения - это соотношение между положительной длительностью импульс и периодом.
14	- Duty	Измерить сигнал первого цикла. Отрицательный коэффициент заполнения - это соотношение между положительной длительностью импульса и периодом.
15	Base	Измерить самое высокое напряжение на всей осциллограмме.
16	Top	Измерить самое низкое напряжение на всей осциллограмме.
17	Middle	Измерить напряжение на уровне 50% между Base и Top.
18	Amplitude	Напряжение между Vtop и Vbase сигнала.
19	Overshoot	Задается в виде $(Base - Min)/Amp \times 100 \%$, измеряется по всей осциллограмме.
20	Preshoot	Задается в виде $(Max - Top)/Amp \times 100 \%$, измеряется по всей осциллограмме.
21	PMean	Вычислить среднее арифметическое первого цикла на осциллограмме.
22	FOVShoot	Задается в виде $(Vmin - Vlow)/Vamp$ после падения сигнала.
23	RPRESoot	Задается в виде $(Vmin - Vlow)/Vamp$ перед падением сигнала.
24	BWidth	Длительность пакета, измеренного на всей осциллограмме.
25	Delay 1-2 ↑	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2.
26	Delay 1-2 ↓	Время между первым ниспадающим фронтом источника 1 и первым ниспадающим фронтом источника 2.
27	LFF	Время между первым ниспадающим фронтом источника 1 и последним ниспадающим фронтом источника 2.
28	LFR	Время между первым ниспадающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2.
29	LRF	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и последним ниспадающим фронтом источника 2.
30	LRR	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2.
31	FFR	Время между первым ниспадающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2.
32	FRF	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и первым ниспадающим фронтом источника 2.
	Откл.	Не проводить измерения.

Используйте регулятор V0 или функциональные клавиши F3, F4, чтобы выбрать тип измерения.



Показания крупным шрифтом в меню - это результаты соответствующих измерений.

Выполнение измерений: Для одиночного сигнала (или сигнала, разделенного на несколько сигналов) одновременно можно отобразить до 8 автоматических измерений. Канал сигнала должен оставаться в состоянии 'ON' (отображается) для упрощения измерения. Автоматическое измерение невозможно выполнить по исходным или математическим сигналам, либо в режиме XY или Scan.

2.12 Система приема

Нажмите ACQUIRE MEAS, чтобы настроить параметры приема.

Опции	Настройки	Комментарии
Type	Real Time Equ-Time	Принимать сигнал по цифровому методу в реальном времени.
Mode (Real Time)	Normal Peak Detect Average	Принять и точно отобразить самые крупные сигналы. Найти помех и устранить вероятность побочных составляющих. Уменьшить случайные или некоррелированные помехи в отображении сигнала.
Averages (Real Time)	4, 8, 16, 32 64, 128	Выберите количество средних значений при помощи F3 или F4.
Memory depth (Real Time)	4K, 20K, 40K	Выбрать глубину памяти для разных моделей плат.

Normal: Для модели осциллографа с полосой пропускания 100 МГц максимальная частота дискретизации составляет 1 ГС/с. Для развертки по времени с недостаточной частотой дискретизации можно использовать алгоритм синусной интерполяции для интерполяции точек между отобранными точками с целью получения полной записи сигнала (по умолчанию 4K).



В режиме Normal одна точка выборки принимается в каждом интервале

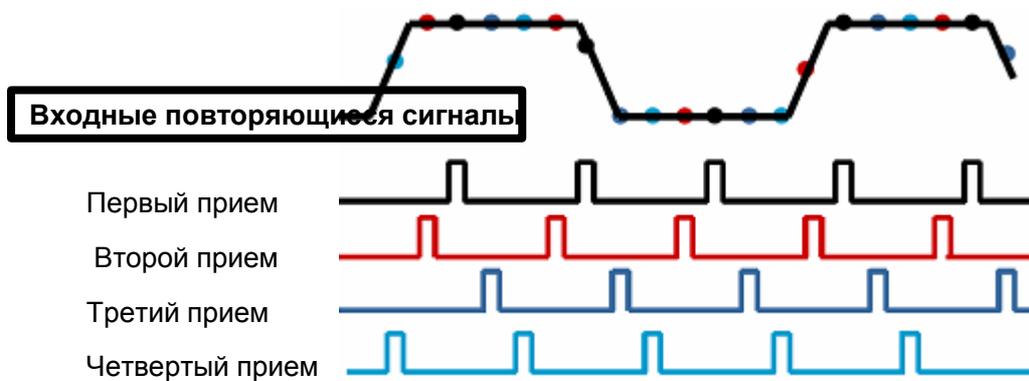
Peak Detect: Этот режим используется для обнаружения помех в пределах 10 мс и ограничения побочных составляющих. Этот режим действует при настройке SEC/DIV 4 мкс/дел. или медленнее. После настройки SEC/DIV на 4 мкс/дел. или быстрее режим приема становится Normal, так как частота дискретизации является достаточно быстрой, и для нее не требуется режим Peak Detect. Осциллограф не отображает сообщение о том, что режим был изменен на Normal.

Average: Этот режим используется для уменьшения случайных и некоррелированных помех в отображаемом сигнале. Примите данные в режиме Normal, а затем усредните большое количество сигналов. Выберите количество приемов (4, 16, 64 или 128) для усреднения сигнала.

Прекращение приема данных: Во время приема отображение осциллограммы меняется. Чтобы зафиксировать отображение, остановите прием (нажмите кнопку RUN/STOP). В любом режиме отображение можно масштабировать или расположить при помощи вертикальных и горизонтальных средств управления.

Эквивалентный прием: Повторение приема в режиме Normal. Этот режим используется для особых наблюдений повторно отображаемых периодических сигналов. Можно выбрать разрешение 40ps, т.е., частота дискретизации 25 ГГц/с, что гораздо выше, чем полученное при приеме в реальном времени.

Принцип приема данных описан ниже.



Как показано выше, примите входные сигналы (повторяемые циклы) более одного раза на низкой частоте дискретизации, выстройте точки выборки по времени их появления, затем восстановите сигналы.

2.13 Система UTILITY

Нажмите кнопку UTILITY, чтобы открыть меню Utility.

Опции	Комментарии
System Info	Показать версию ПО и прошивки, серийный номер и некоторую другую информацию об осциллографе.
Update Program	Вставьте USB-диск с обновлением программы, после чего появится иконка диска в левом верхнем углу. Нажмите кнопку Update Program, и откроется диалог Software
Save Waveform	Вставьте USB-диск, после чего появится иконка диска в левом верхнем углу. Нажмите на эту иконку, и вы увидите, как осциллограмма сохраняется. Сохраненные осциллограммы можно найти в папке pic_x на диске USB. X указывает, сколько раз вы нажали на кнопку. При каждом нажатии создается соответствующая папка. К примеру, нажмите один раз, и появится папка Hantek_1; нажмите два раза, и появятся две папки - Hantek_1 и Hantek_2.
Self Calibration	Выберите эту опцию, и появится диалог Self Calibration. Нажмите F6, чтобы выполнить самокалибровку. Нажмите F4 для отмены.
Keypad Beep	Включить или отключить звуковой сигнал.
GUI Language	Настроить язык.
GUI color	Настроить цвет интерфейса - синий, черный, зеленый, розовый, желтый.
Time	Настройка времени.
Sys Status	Отображается статус системы.
Pass/Fail	Функция определения соответствия
Регистратор	Включить функцию записи.
Filter	Настройка фильтра.
Print Cfg	Настроить конфигурацию печати
Опция	<p>Mode Assiant:</p> <p>Wave: Сохранить осциллограмму в виде файла .hws на устройство Flash, SD или USB. DDS: Включить функцию генератора осциллограммы.</p>

Совет: чтобы убрать отображение статуса и войти в соответствующее меню нажмите кнопку меню на передней панели.

2.13.1 Обновление прошивки

В осциллографе этой серии можно обновить прошивку при помощи USB-диска; обновление занимает 5 минут.

Прошивка обновляется следующим образом:

1. Вставьте USB-диск, на котором сохранена прошивка, в порт USB на передней панели осциллографа.
2. Нажмите [UTILITY], чтобы пропустить меню "UTILITY".
3. Нажмите "Firmware Update".

4. Откроется диалог Upgrade; нажмите F6 для обновления.

Перезагрузите устройство после завершения обновления, после чего прошивка обновится.

После обновления осциллограф должен настроиться самостоятельно.

2.13.2 Самокалибровка

Самокалибровка позволяет оптимизировать путь прохождения сигнала осциллографа для достижения максимальной точности измерения. Вы можете выполнить данную процедуру в любое время, однако ее следует выполнять каждый раз при изменении окружающей температуры на значение, превышающее 5 градусов Цельсия. Для более точной калибровки включите осциллограф и подождите 20 минут для его достаточного прогрева.

Для компенсации пути прохождения сигнала отсоедините щупы или кабели от входных разъемов передней панели. Затем нажмите кнопку **UTILITY**, выберите опцию Do Self Cal и выполните инструкции на экране.

2.13.3 Контроль клавиатуры

Нажмите Utility->F6", чтобы перейти на стр. 2 меню Utility и выбрать "Keypad Beep". Нажмите "F1", чтобы включить или отключить ее.

2.13.4 Язык

Осциллограф этой серии имеет поддержку нескольких языков. Пользователь может выбрать язык.

Для выбора языка нажмите кнопку "UTILITY", затем нажмите "F6", чтобы войти в меню Utility. Нажмите "F2", чтобы переключить язык.

2.13.5 Настройка цвета ГПИ

Осциллограф этой серии имеет поддержку нескольких стилей ГПИ. Пользователь может выбрать стиль.

Нажмите кнопку Utility и F6, чтобы перейти на стр. 2 меню Utility. Затем нажмите кнопку F2, чтобы изменить цветовой стиль ГПИ.

2.13.6 Настройка времени

Нажмите Utility->F6", чтобы перейти на стр. 2 меню Utility и выбрать "Time". Нажмите F4, чтобы задать время системы.

2.13.7 Статус системы

Нажмите Utility->F6", чтобы перейти на стр. 2 меню Utility и выбрать "Sys Status".

Пользователи могут узнать статус системы на экране.

2.13.8 Pass/fail

"Pass/fail" используется для определения того, находится ли входной сигнал во встроенном диапазоне и выдается ли пригодный или непригодный сигнал для обнаружения изменения в его состоянии.

Стр. 1 меню функции pass/fail:

Опция	Настройка	Описание
Enable Test	Run Stop	Запустить функцию pass/fail. Остановить функцию pass/fail.

Source	CH1 CH2	Выбрать входной канал сигнала.
Operation	Run Stop	Запустить pass/fail Остановить pass/fail
Display information	Off On	Закрыть информацию о времени пригодности/непригодности сигнала. Открыть информацию о времени пригодности/непригодности сигнала.
Стр. 1/2		Перейти на стр. 2 в меню pass/fail.

Стр. 2 меню функции pass/fail:

Опция	Настройка	Описание
Output	Pass Fail Pass Ring Fail Ring	Выдать цепочку отрицательных импульсов в случае прохождения испытания. Выдать цепочку отрицательных импульсов в случае непрохождения испытания. Выдать цепочку отрицательных импульсов в случае прохождения испытания и звеньев. Выдать цепочку отрицательных импульсов в случае непрохождения испытания и звеньев.
Stop on	On	Войти в состояние STOP, если имеется выход.
Output	Off	Продолжить работу, если имеется выход.
Rule setup		Перейти в меню настройки правил.
Стр. 2/2		Перейти на стр. 1 в меню pass/fail.

Меню Rule setup:

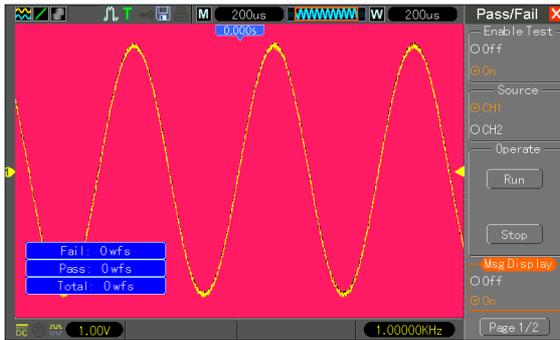
Опция	Настройки	Описание
Vertical		Используйте регулятор [UNIVERSAL], чтобы задать диапазон горизонтального допуска:
Horizontal		Используйте регулятор [UNIVERSAL], чтобы задать диапазон вертикального допуска:
Operation	Create Save	Создать шаблон правила в соответствии с указанными выше настройками. Выбрать сохраненное положение для правила.
Back		Перейти на стр. 2 в меню pass/fail.

Меню Rule save:

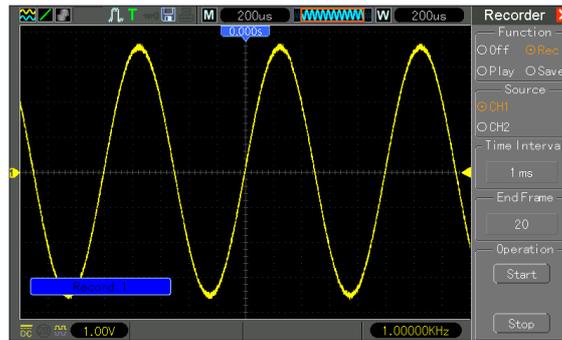
Опция	Настройка	Описание
Storage	Local Memory USB Flash	Выбрать место расположение сохраненного правила
Location	0-9	
Operation	Save Recall	Сохранить настройки правил. Вызвать сохраненные настройки правил.
Back		Перейти на в меню rule setup.

Функция Pass/Fail

Функция Pass/Fail может использоваться для выдачи цепочки отрицательных импульсов через BNC-интерфейс Pass/Fail на задней панели осциллографа.



Результат испытания



Запись осциллограммы

2.13.9 Регистратор

Функция записи осциллограммы может использоваться для записи входа сигналов каналом 1 и каналом 2. Пользователь может настроить интервал времени в кадрах в пределах 1 мс - 999 с. Можно записать не более 1000 кадров. Осциллограммы можно повторно воспроизвести после записи.

Запись сигнала: запишите сигналы через заданные интервалы до достижения заданного конечного количества кадров.

Меню функций записи сигнала:

Опция	Настройка	Описание
Функция	Off Record Play Save	Задать меню функции записи. Задать меню функции воспроизведения.
Source	CH1 CH2	Задать источник сигнала записи.
Time interval	1ms-999s	Задать временной интервал для записи сигнала.
End Frame	1-1000	Задать макс. количество кадров записи
Operation	Start Stop	Начать запись сигналов. Завершить запись сигналов.

Как показано на рисунке 2-57, запись осуществляется следующим образом:

1. Нажмите [UTILITY], чтобы перейти к меню "UTILITY".
2. Нажмите "F6", чтобы перейти к стр. 3 меню "UTILITY".
3. Нажмите "Recorder", чтобы перейти к меню "RECORD".
4. Нажмите клавишу "Function", чтобы выбрать "Record".
5. Нажмите клавишу "Source", чтобы выбрать канал для записи сигнала.
6. Выберите опцию "Time interval" и используйте регулятор [V0], чтобы задать временной интервал в кадрах для записи сигнала.
7. Выберите опцию "End frame" и используйте регулятор [V0], чтобы задать максимальное количество кадров для записи сигнала.
8. Нажмите опцию "Operation" "Start", чтобы начать запись сигнала.

Воспроизведение записи: Воспроизведение записанных сигналов. Стр. 1 меню функции воспроизведения сигнала:

Опция	Настройка	Описание
Функция	Play	Задать меню функции воспроизведения.
Mode	Repeat	Повторно воспроизвести записанный сигнал.
	Single	Воспроизвести записанный сигнал за один проход.
Time interval		Задать временной интервал воспроизводимых кадров.
Start frame		Задать начальный кадр для воспроизведения.
End frame		Задать последний кадр для воспроизведения.
Стр. 1/2		Перейти к стр. 2 меню воспроизведения

Стр. 2 меню функции воспроизведения сигнала:

Опция	Настройка	Описание
Current Frame		
Operation	Start	Начать воспроизведение
	Stop	Остановить воспроизведение
Стр. 2/2		Перейти на стр. 1 в меню воспроизведения.

2.13.10 Filter

Нажмите Utility->F6", чтобы перейти на стр. 3 меню Utility и выбрать "Filter". Нажмите "F3", чтобы выбрать тип фильтра - Low Pass, High Pass, Band Pass or Band Stop.

2.13.11 Wave

Нажмите Utility->F6", чтобы перейти на стр. 3 меню Utility и выбрать "Wave".

Опции	Настройки	Комментарии
Source	CH1	Выбрать источник осциллограммы для сохранения.
	CH2	
Media	Flash	Сохранить осциллограмму источника на флэш-карту.
	USB	Сохранить сигнал источника на USB-устройство.
	SD	Сохранить сигнал источника на SD-устройство.
Location	0~99	Выбрать место для сохранения сигнала на флэш-носителе.

Стр. 2/2

Operation	Save	Сохранить сигнал источника для выбранного исходного места.
	Recall	Вызвать сохраненный сигнал источника для выбранного исходного места.
	Delete	Удалить сохраненный сигнал.
	SD to USB	Скопировать файлы сигнала на USB-устройство.

2.13.12 DDS

Нажмите "Utility->F6->F6" на стр. 3 и выберите "Option->DDS" меню utility, чтобы включить генератор осциллограммы.

2.13.13 DVM

Нажмите "Utility->F6->F6" на стр. 3 и выберите "Option->DVM" меню utility, чтобы вычислить среднеквадратичное напряжение на всей осциллограмме (CRMS).

2.14 Система помощи

Осциллограф имеет систему помощи с темами, которые описывают все особенности. Вы можете использовать систему помощи для отображения информации разного рода:

- ◆ Общие сведения об использовании осциллографа, к примеру использование системы меню.
- ◆ Информация об особых меню и средствах управления, к примеру, контроль вертикального положения.
- ◆ Советы по сбоям, которые могут вам встретиться при использовании осциллографа, к примеру, сокращение помех.

Система помощи представляет три метода поиска информации: контекст, гиперссылки и оглавление.

◆ Контекст

Нажмите кнопку HELP на передней панели, и осциллограф покажет данные о последнем меню, показанном на экране. Лампочка HELP SCROLL за регулятором HORIZONTAL POSITION указывает на альтернативную функцию регулятора. Если в теме имеется более одной страницы, поверните регулятор HELP SCROLL, чтобы перейти к следующей странице.

◆ Гиперссылки

Большинство тем содержат фразы, заключенные в угловые скобки, к примеру <Autoset>. Это ссылки на соответствующие темы. Поверните регулятор HELP SCROLL, чтобы перемещаться по ссылкам. Нажмите кнопку Show Topic, чтобы показать тему, соответствующую выделенной ссылке. Нажмите кнопку Back, чтобы вернуться к предыдущей теме.

◆ Оглавление

Нажмите кнопку HELP на передней панели и выберите кнопку Index. Нажимайте кнопки Page Up или Page Down, чтобы найти страницу оглавления, которая содержит интересующую вас тему. Поверните регулятор HORIZONTAL POSITION, чтобы выбрать тему. Нажмите кнопку Show Topic, чтобы открыть тему.

ПРИМЕЧАНИЕ: Нажмите кнопку Exit или любую кнопку меню, чтобы убрать текст помощи с экрана и вернуться к режиму отображения осциллограмм.

2.15 Кнопки быстрого действия



RUN/STOP: Непрерывно принимать сигналы или остановить прием данных.

SINGLE SEQ: Принять одиночный сигнал, а затем прекратить прием.

AUTOSET: Автоматически задать средства управления осциллографом на создание изображения входных сигналов. См. следующую таблицу.

2.15.1 Автонастройка

Autoset - это одно из преимуществ, которыми обладаем цифровой осциллограф. При нажатии кнопки AUTO осциллограф определяет тип сигнала (синусоидальный или квадратный сигнал) и регулирует средства управления согласно входным сигналам, чтобы можно было точно отобразить осциллограмму входного сигнала).

Функции	Настройки
Режим приема	Выбор режима приема - Normal или Peak Detect
Cursor	Откл.
Формат отображения	Задан на YT
Тип дисплея	Задан на Vectors для спектра БПФ; в противном случае, не подлежит изменению
Горизонтальное	Регулируется
SEC/DIV	Регулируется
Вход триггера	Настраивается на DC, Noise Reject или HF Reject
Удержание триггера	Минимальное
Уровень триггера	Задан на 50%
Режим синхронизации	Авто
Источник синхронизации	Регулируется; Autoset не применяется для сигнала EXT TRIG
Наклон триггера	Регулируется
Тип триггера по видео-сигналу	Edge
Видео-синхронизация	Регулируется
Видео-стандарт	Регулируется
Вертикальная пропускная способность	Полная

Вертикальный вход	DC (если до этого был выбран GND); AC для видеосигналов; в противном случае без изменений
VOLTS/DIV	Регулируется

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

- Если несколько каналов получают сигналы, то осциллограф будет использовать канал с сигналом наименьшей частотой в качестве источника триггера.
- Если сигналы не обнаружены, то осциллограф будет использовать канала с наименьшим номером в Autoset в качестве источника триггера.
- Если сигналы не обнаружены и каналы не отображаются, то осциллограф будет показывать и использовать канал 1 в качестве источника триггера.

Синусный сигнал (Sine):

Когда при использовании функции Autoset осциллограф определяет, что сигнал аналогичен синусному сигналу, он отображает следующие опции.

Опции сигнала Sine	Описание
Multi-cycle Sine	Показать множественные циклы, которые имеют соответствующие вертикальные и горизонтальные
Single-cycle Sine	Задать горизонтальную шкалу для отображения одного цикла сигнала.
FFT	Разложить входной сигнал на его частотные компоненты и отобразить результат в виде графика частоты и амплитуды (спектр). Так как вычисление является математическим, см. Раздел 5.3.1 Математическое БПФ
Undo Setup	Открыть предыдущий этап настройки.

Квадратный сигнал или импульс:

Когда при использовании функции Autoset осциллограф определяет, что сигнал аналогичен квадратному сигналу, он отображает следующие опции.

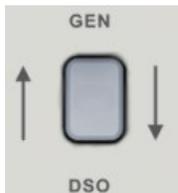
Опции квадратного сигнала	Описание
Multi-cycle Square	Показать множественные циклы, которые имеют соответствующие вертикальные и горизонтальные
Single-cycle Square	Задать горизонтальную шкалу для отображения одного цикла сигнала. Осциллограф отображает автоматические измерения Min, Mean и Positive Width.
Rising Edge	Показать возрастающий фронт.
Falling Edge	Показать спадающий фронт.
Undo Setup	Открыть предыдущий этап настройки.

2.16 Генератор осциллограммы и усилитель мощности

2.16.1 Генератор осциллограммы

Осциллограф серии DSO4000 оснащен функцией генератора осциллограммы, в которой один канал имеет выходной сигнал произвольной формы. Пользователь может редактировать осциллограмму при помощи мыши и выбирать стандартные типы, такие как Sine, Ramp, Square, Trapezia, DC, Exponent, AM/FM.

Нажмите кнопку GEN, чтобы открыть меню DDS.



Создание сигнала Sine

Для получения сигнала Sine выполните следующее:

1. Нажмите F1, чтобы выбрать "Sine".
2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить внешний триггер, нарастающий или падающий фронт.

Создание сигнала Ramp

Для получения сигнала Ramp выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Ramp".
2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала.

Wave Param: Duty (скважность): Настройка скважности сигнала.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить выход сигнала, выбрать нарастающий или падающий фронт.

Создание сигнала Square

Для получения сигнала Square выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Square".

2. **Задайте параметры сигнала:**

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала.

Wave Param: Duty (скважность): Настройка скважности сигнала.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить внешний триггер, нарастающий или падающий фронт.

Создание сигнала Trapezia

Для получения сигнала Trapezia выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Trapezia".

2. **Задайте параметры сигнала:**

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала.

Wave Param: Rise Duty (скважность нарастания): Настройка скважности нарастания сигнала.

High Duty (высокая скважность) : Настройка высокой скважности сигнала.

Fall Duty (скважность падения): Настройка скважности падения сигнала.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить внешний триггер, нарастающий или падающий фронт.

Создание сигнала Exponent

Для получения сигнала Exponent выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать сигнал "Exponent".

2. **Задайте параметры сигнала:**

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить внешний триггер, нарастающий или падающий фронт. Wave Param:

Time (время): Настройка параметра Тао сигнала.

Ext Type: Настройка нарастающий или ниспадающий фронт выходного сигнала.

Создание сигнала AM/FM

Для получения сигнала AM/FM выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "AM/FM".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала модуляции выхода.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала модуляции выхода.

Y Offset (коррекция по оси Y): Настройка вертикальной коррекции сигнала модуляции выхода.

Output (вывод): Выберите тип выхода - непрерывный или однократный.

Ext Trig (выходная синхр.): Включить или отключить внешний триггер, нарастающий или падающий фронт.

Wave Param: Type (тип): Выбор "AM" или "FM".

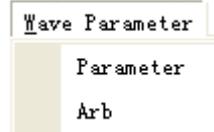
Fo: Настройка несущей частоты сигнала.

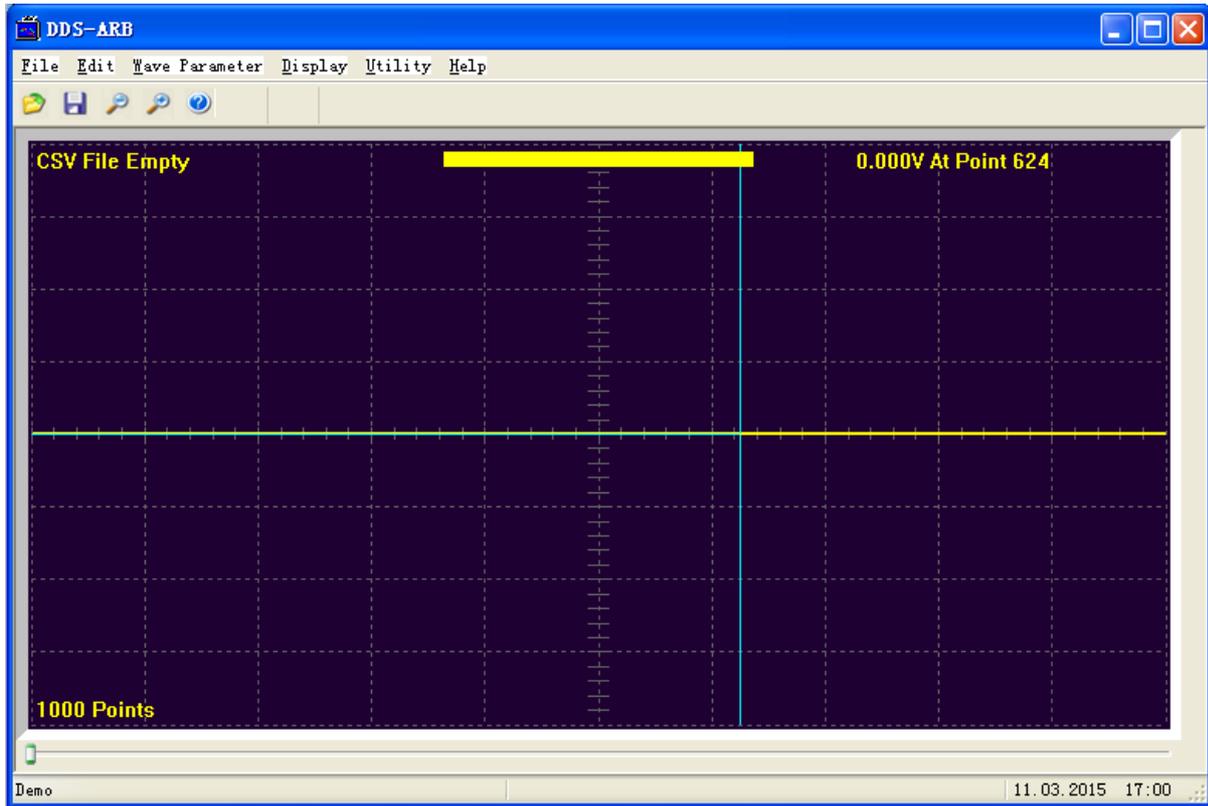
Depth (глубина): Настройка глубины сигнала.

Max Freq: Настройка макс. отклонения частоты сигнала.

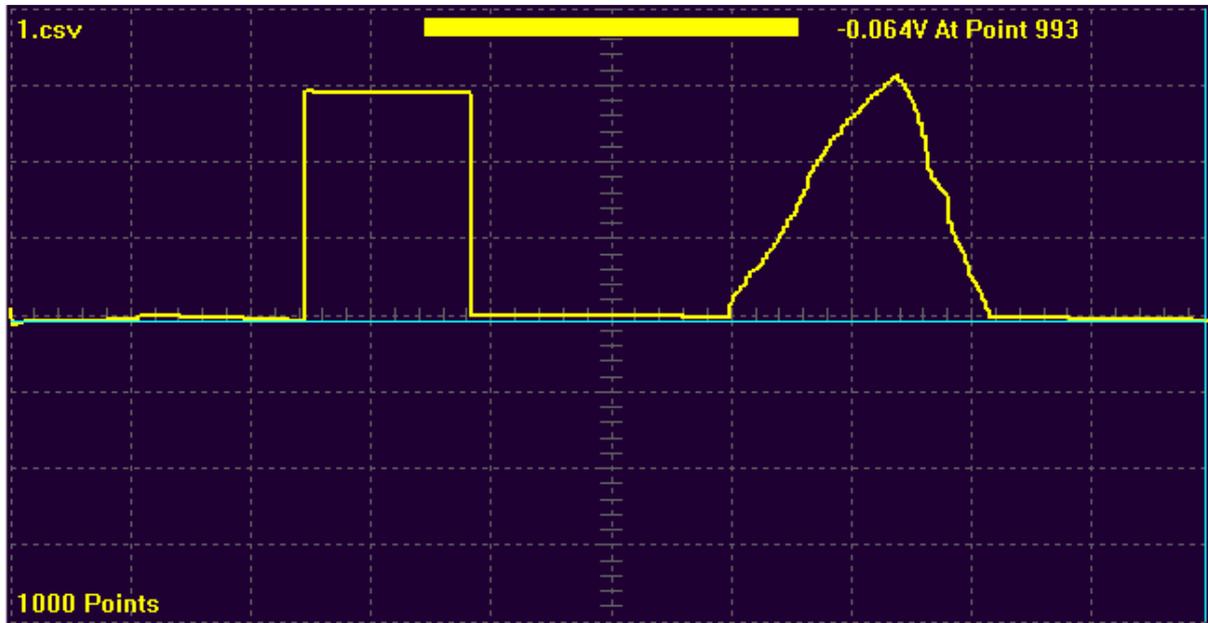
Редактирование сигнала произвольной формы

Пользователь не может отредактировать сигнал произвольной формы напрямую через интерфейс DDS устройства. Сначала дважды щелкните "Setup.exe" в папке Tools и установите программу DDS-ARB, следуя указаниям мастера установки. После успешной установки DDS-ARB иконка программы появится на рабочем столе. Дважды щелкните по иконке, чтобы выбрать "waveform parameters - > Arb" для редактирования сигнала произвольной формы.





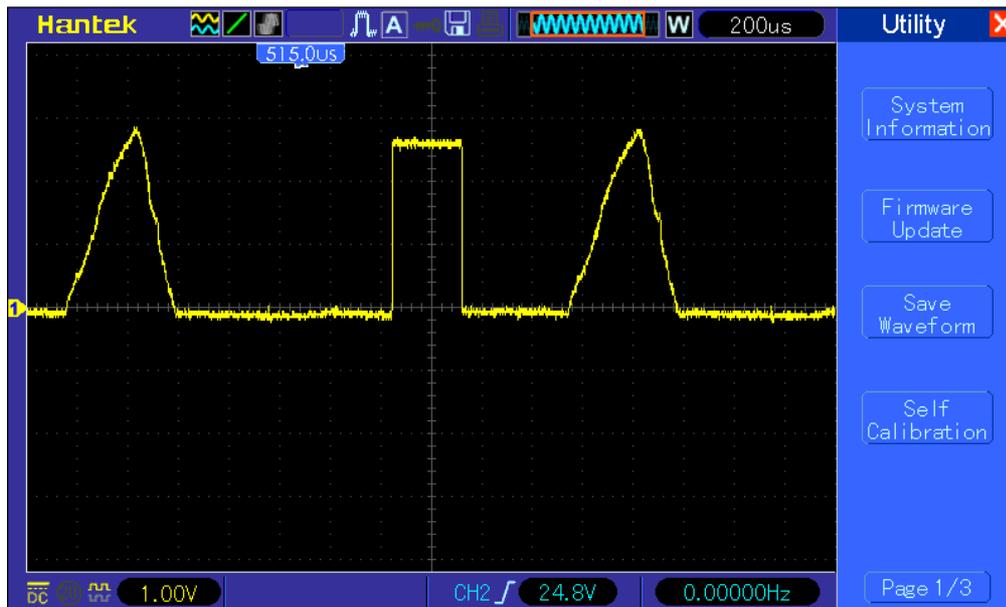
- 1) Нажмите "Wave Parameter->Parameter", чтобы задать частоту сигнала и количество точек. Максимальное количество точек - 4096.
- 2) Нажмите "Edit->Points Edit", чтобы задать индекс точек и напряжение. Пользователь также перетащить точки левой кнопкой мыши, чтобы редактировать их.



- 3) Нажмите "File->Save CSV" и сохраните файл CSV на USB-диск или в другое место.



- 4) Вставьте USB-диск в USB-порт устройства, выберите волну в качестве "Arb ". Затем войдите в меню "Recall", чтобы вызвать сохраненный файл. Используйте испытательный кабель, чтобы подключить сигнал к клемме выхода сигнала; соблюдайте выходную осциллограмму, как показано на рисунке:



2.16.2 Усилитель мощности (опция)

Если включают опцию Power Amplifier Out, то в приборе включится плата усилителя мощности. При использовании усилителя мощности возьмите соединительный кабель для подачи сигнала на входную клемму "GEN OUT"; на выходной клемме "2 time power amplifier output" будет присутствовать сигнал, усиленный в два раза. Входной сигнал должен быть сигналом GEN OUT, а не внешним сигналом.

Диапазон частоты

Диапазон частоты усилителя мощности - от 10 Гц до 150 кГц. Равномерность амплитудной характеристики на диапазоне частот составляет выше 3, а синусоидальное искажение превышает 1%. Максимальная испытательная частота - 200 кГц.

Выходная мощность

Уравнение выходной мощности усилителя мощности:

$$P=V^2/R$$

P - выходная мощность в ваттах.

V - это среднеквадратичное значение выходной амплитуды в Vrms R - нагрузка сопротивления в Омах

Максимальная выходная амплитуда - 22 Vpp (7,8 Vrms). Минимальное сопротивление нагрузки - 2 Ом. С увеличением температуры окружающей среды также возрастает частота выходного сигнала. Чем меньше требуется искажение выходного сигнала, тем меньше будет выходная мощность. В целом максимальная выходная мощность может достигать 7 Вт (8 Ом) или 1 Вт (50 Ом).

Защита выхода

Усилитель мощности имеет защиту от короткого замыкания и перегрева. Прибор не может сгореть в ходе нормальной работы. Однако, чтобы предотвратить ухудшение рабочих характеристик усилителя, следует избегать

длительного короткого замыкания. Следует избегать частого использования максимальной частоты, амплитуды и нагрузки.

Power Amp Out

Power Out: Включить или отключить выход усилителя мощности.

Глава 3 Примеры использования

В этой главе приводится подробное описание основных особенностей осциллографа при помощи 11 упрощенных примеров, которые помогут вам решить проблемы с тестированием.

1. [Выполнение простых измерений](#) Использование AUTOSET
Использование меню Measure для выполнения автоматических измерений
2. [Измерения с помощью курсора](#)
Измерение кольцевой частоты и амплитуды Измерение длительности импульса
Измерение времени нарастания
3. [Анализ входных сигналов для устранения случайных помех](#) Наблюдение за сигналом с помехами
Устранение случайных помех
4. [Захват однократного сигнала](#)
5. [Использование режима X-Y](#)
6. [Триггер по длительности импульса](#)
7. [Триггер по видеосигналу](#)
Наблюдение за триггерами по видео-полям и видео-строкам
8. [Использование триггера по наклону для захвата конкретного сигнала наклона](#)
9. [Использование дополнительного триггера для измерения сигнала с длинным импульсом](#)
10. [Использование математических функций для анализа сигналов](#)
11. [Измерение задержки распространения данных](#)

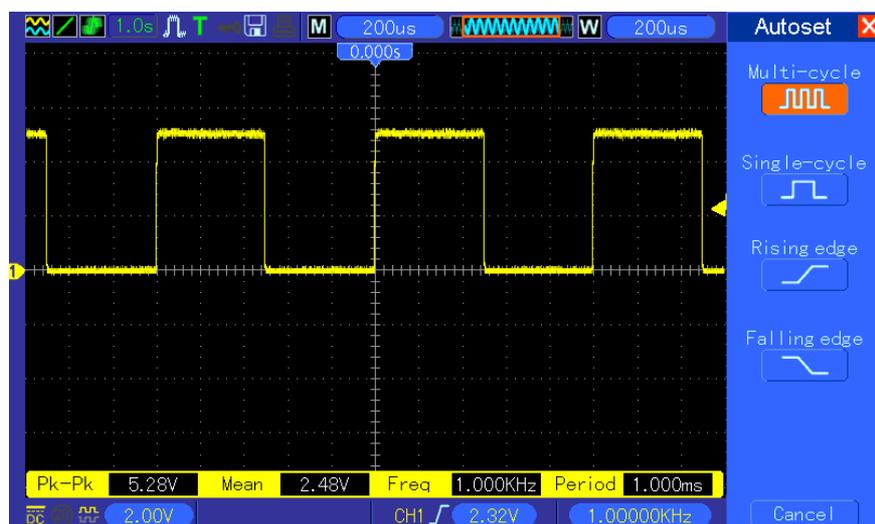
3.1 Пример 1: Выполнение простых измерений

Если вы хотите наблюдать неизвестный сигнал в конкретной цепи, но у вас нет его амплитуды и частоты, то можно использовать эту функцию для выполнения быстрого измерения по частоте, периоду и межпиковой амплитуде сигнала.

Выполните следующие действия

1. Задайте 10X на переключателе щупа осциллографа;
2. Нажмите кнопку CH1 MENU и задайте коэффициент деления щупа на 10X;
3. Подключите щуп CH1 к испытательной точке цепи.
4. Нажмите кнопку AUTOSET.

Осциллограф автоматически настроит наилучшее отображение сигнала. Если вы хотите дополнительно оптимизировать отображение сигнала, то можно вручную отрегулировать вертикальные и горизонтальные средства управления, чтобы сигнал соответствовал вашим нуждам.



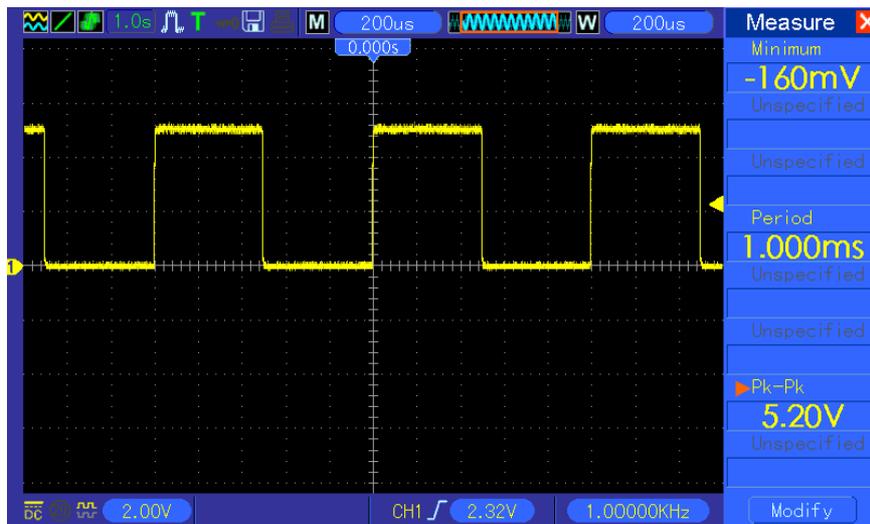
Выполнение автоматических измерений

Осциллограф может отображать большинство сигналов путем автоматических измерений. Для измерения таких параметров, как частота сигнала, период, межпиковая амплитуда, время нарастания и положительная длительность выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку MEASURE, чтобы открыть меню Measure.
2. Поверните регулятор V0, чтобы выбрать первую незаданную опцию (отмечена красной стрелкой), нажмите V0 или F6, чтобы войти в подменю.
3. Выберите CH1 в опции Source. Затем несколько раз F3 или F4, чтобы выбрать элементы измерения в меню Type. Нажмите кнопку для возврата в интерфейс измерения. Либо поверните и нажмите на V0, чтобы выбрать элемент измерения и вернуться к интерфейсу измерения. Соответствующее окно под элементом измерения показывает измерения.
4. Повторите пункты 2 и 3. Затем выберите другие элементы измерения. Обычно можно отобразить 8 элемента измерения.

Примечание: Все показания изменяются вместе с измеренными сигналами.

На следующем рисунке изображено три элемента измерения в качестве примера. Окна под ними отображают измерения крупным шрифтом.



3.2 Пример 2: Измерения с помощью курсора

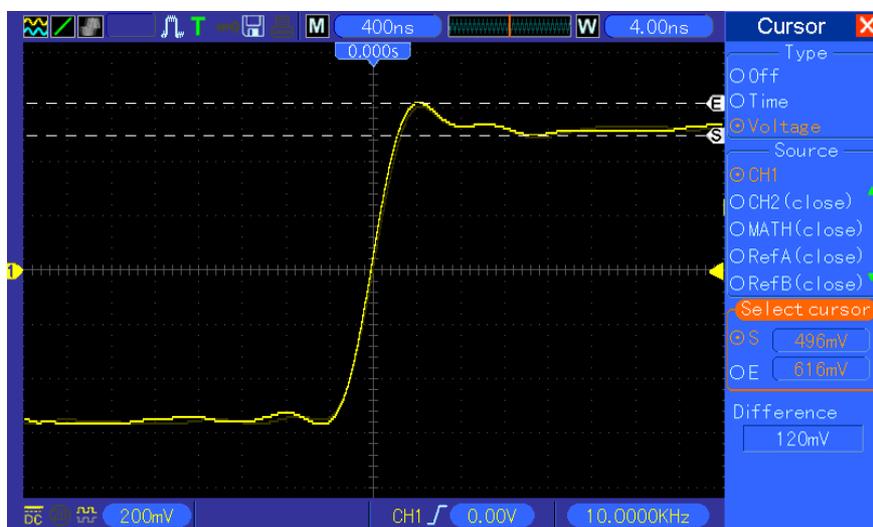
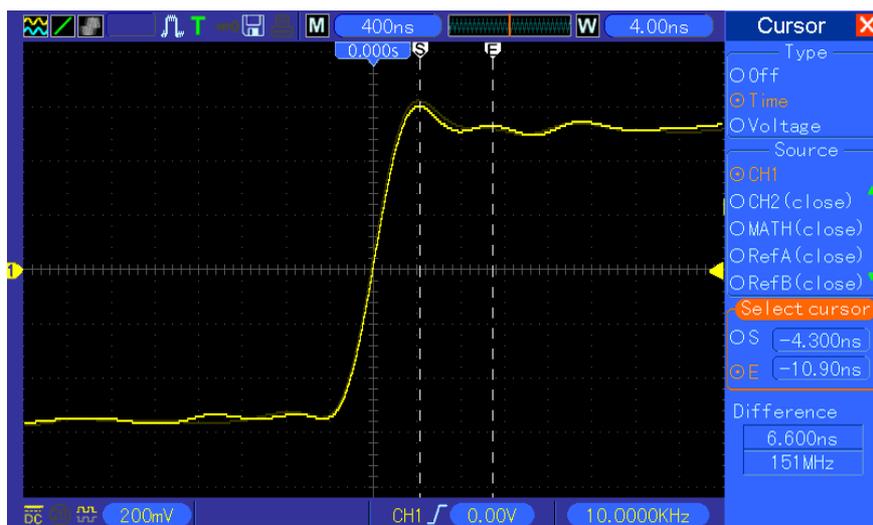
Вы можете использовать курсор для быстрого измерения времени и амплитуды сигнала.

Измерение длительности вынужденных колебаний (преобразуется в частоту) и амплитуды по нарастающему фронту импульса

Для измерения длительности вынужденных колебаний по нарастающему фронту импульса выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы открыть меню Cursor.
2. Нажмите кнопку F1 в опции Type и выберите Time.
3. Нажмите кнопку F2 или F3 в опции Source и выберите CH1.
4. Нажмите F4 для выбора курсора. Если выбрано S, поверните V0, чтобы переместить курсор S на экране; если выбрано E, поверните V0, чтобы переместить курсор E; если выбраны оба курсора, поверните V0, чтобы двигать их одновременно.
5. Поместите курсор S на первый пик кольца.
6. Поместите курсор E на второй пик кольца.
7. В точке дельта отображается измеренное время, а курсоры S и E показывают положения этих двух курсоров.
8. Нажмите кнопку опции Type и выберите Voltage.
9. Поместите курсор S на самый высокий пик кольца.
10. Поместите курсор E на самый низкий пик кольца. В точке дельта отображается амплитуда кольца.

Для большей ясности см. рисунки ниже.

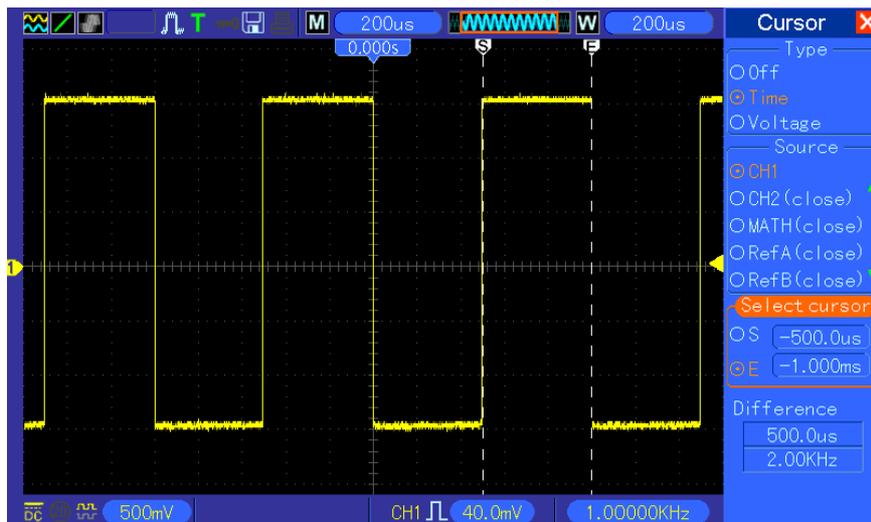


Измерение длительности импульса

Для анализа сигнала импульса и измерения его длительности выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы открыть меню Cursor.
2. Нажмите кнопку F1 в опции Type и выберите Time.
3. Нажмите кнопку F2 или F3 в опции Source и выберите CH1.
4. Нажмите F4 для выбора курсора. Если выбрано S, поверните V0, чтобы переместить курсор S на экране; если выбрано E, поверните V0, чтобы переместить курсор E; если выбраны оба курсора, поверните V0, чтобы двигать их одновременно.
5. Поместите курсор S на экран; если выбрано E, переместите курсор E; если выбраны оба курсора, их можно двигать одновременно.
6. В точке дельта отображается измеренное время, а курсоры S и E показывают время относительно триггера.

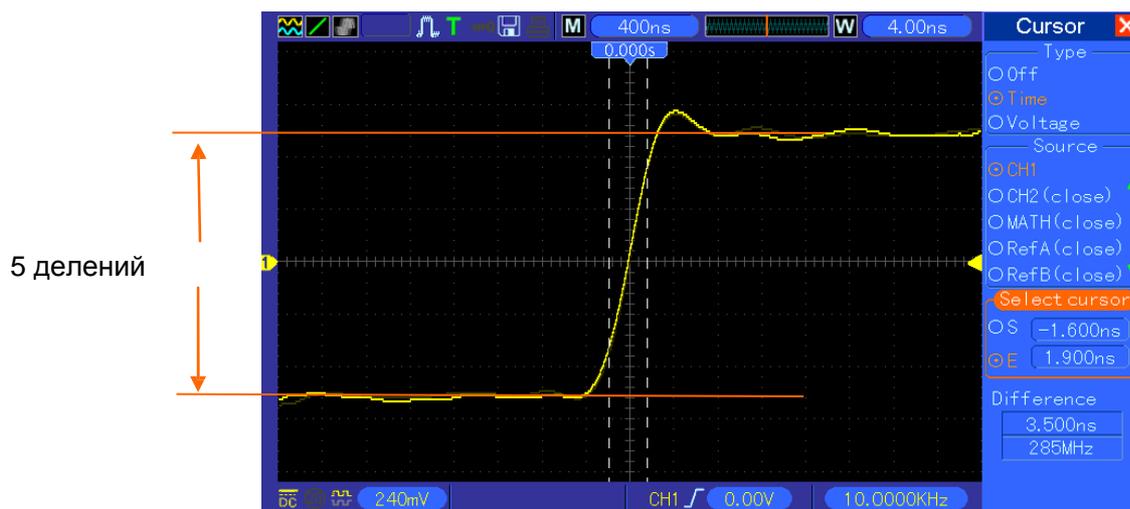
Для большей ясности см. рисунок ниже.



Измерение времени нарастания импульса

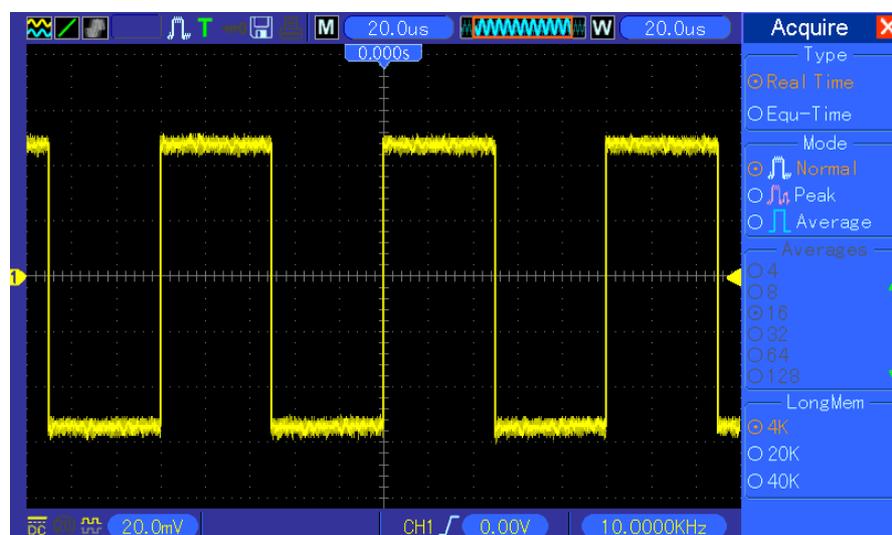
Вам может потребоваться измерение времени нарастания импульса в большинстве случаев для измерения времени нарастания между 10% и 90% уровня сигнала. Выполните следующие действия.

1. Поверните регулятор SEC/DIV, чтобы показать нарастающий фронт сигнала.
2. Поверните регуляторы VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION, чтобы задать амплитуду сигнала примерно на 5 делений.
3. Нажмите кнопку CH1 MENU.
4. Нажмите кнопку опции VOLTS/DIV и выберите Fine. Поверните регулятор VERTICAL POSITION для точного разделения сигнала на 5 делений.
5. Поверните регулятор VERTICAL POSITION, чтобы поместить сигнал по центру. Поместите базовую линию сигнала на 2,5 деления ниже центра сетки.
6. Нажмите кнопку CURSOR.
7. Нажмите кнопку опции Type и выберите Time. Нажмите кнопку опции Source и выберите CH1.
8. Выберите курсор S и поверните V0, чтобы поместить его на уровне 10% сигнала.
9. Выберите курсор E и поверните V0, чтобы поместить его на уровне 90% сигнала.
10. Показания дельты в меню Cursor - это время нарастания импульса. Для большей ясности см. рисунок ниже.



3.3 Пример 3: Анализ входных сигналов для устранения случайных помех

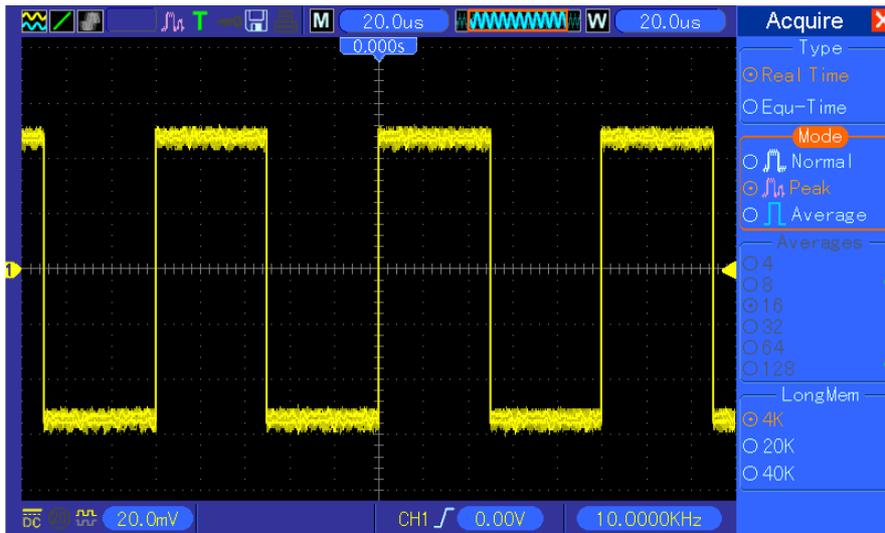
В некоторых обстоятельствах для отображения сигнала с помехами на осциллографе и получения информации о нем можно выполнить следующие действия для анализа сигнала.



Наблюдение за сигналом с шумом

1. Нажмите кнопку ACQUIRE, чтобы открыть меню Acquire.
2. Нажмите кнопку опции Type и выберите Real Time.
3. Нажмите кнопку опции Peak Detect.
4. При необходимости войдите в меню DISPLAY и настройте опцию Contrast для более четкого просмотра помех.

Для большей ясности см. рисунок ниже.

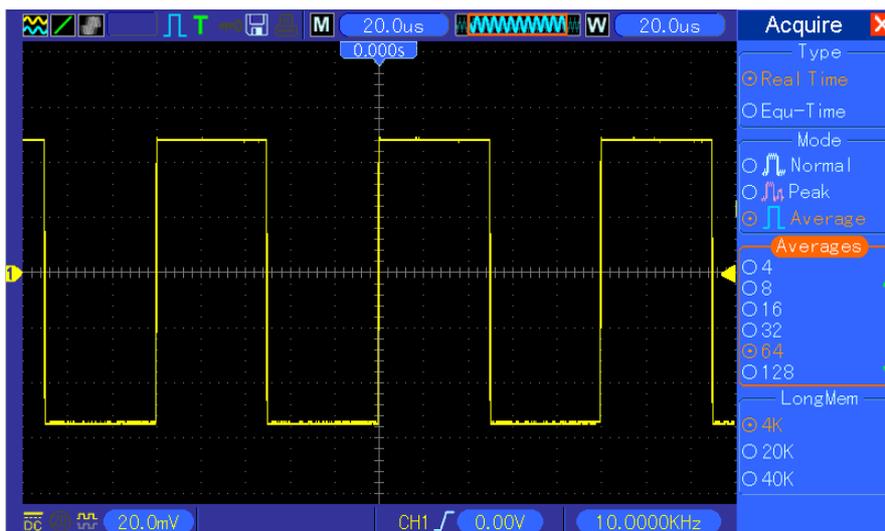


Устранение случайных помех

1. Нажмите кнопку ACQUIRE, чтобы открыть меню Acquire.
2. Нажмите кнопку опции Type и выберите Real Time.
3. Нажмите кнопку опции Average.
4. Нажмите кнопку Average и настройте количество усреднений для просмотра изменений в осциллограмме.

Примечание: Усреднение сокращает случайные помехи и позволяет более просто изучить сигнал.

Для большей ясности см. рисунок ниже.



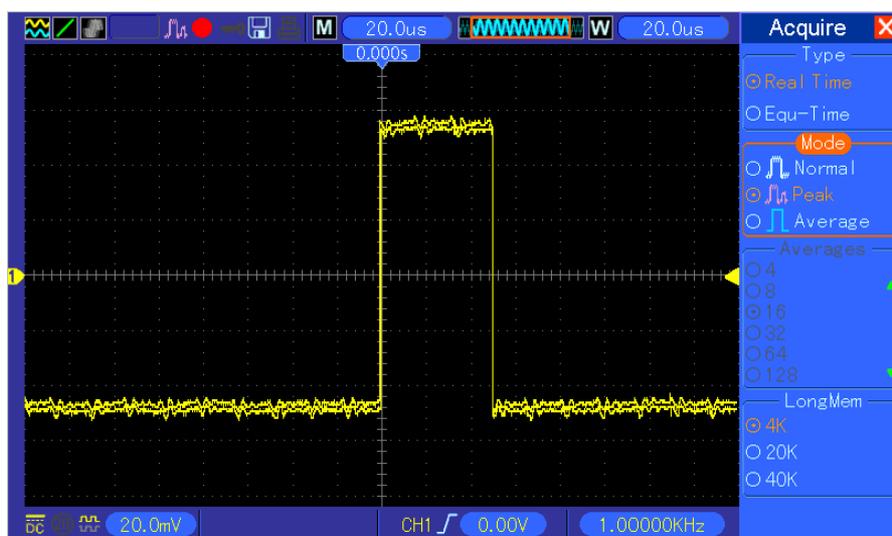
3.4 Пример 4: Захват одиночного сигнала

Вы можете обратиться к следующему примеру, чтобы просто захватить некоторые аperiodические сигналы, такие как импульсы и кратковременные помехи.

Для настройки приема одного сигнала выполните следующие действия.

1. Сначала настройте щуп осциллографа и коэффициент деления CH1.
2. Нажмите вертикальную кнопку VOLTS/DIV и горизонтальный регулятор SEC/DIV для лучшего рассмотрения сигнала.
3. Нажмите кнопку ACQUIRE, чтобы открыть меню Acquire.
4. Нажмите кнопку опции Peak Detect.
5. Нажмите кнопку TRIG MENU и выберите Rising в опции Slope. Затем правильно настройте уровень триггера.
6. Нажмите кнопку SINGLE SEQ, чтобы начать прием.

При помощи этой функции можно легко захватить отдельные события. Это является преимуществом цифрового осциллографа



3.5 Пример 5: Использование режима X-Y

Просмотр фазовых разниц между двумя сигналами канала

К примеру, вам нужно измерить изменение в фазе в сети каналов.

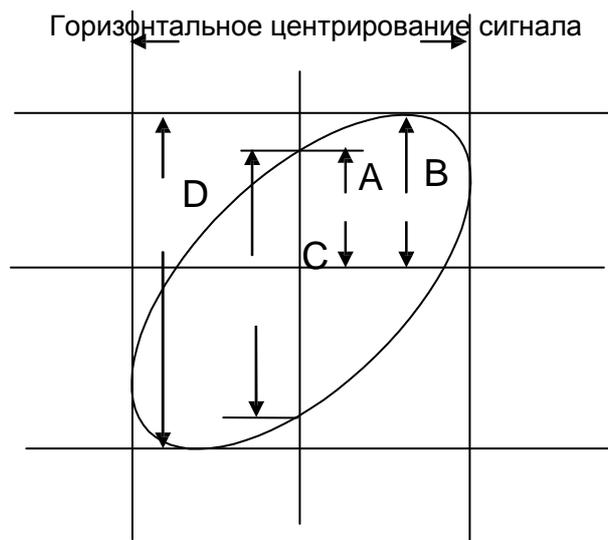
Подключите осциллограф к цепи и наблюдайте за входом и выходом цепи в режиме XY. Выполните следующие действия

1. Сначала подготовьте щупы осциллографа и переведите переключатели на обоих щупах на значение 10X.

2. Нажмите кнопку CH1 MENU и задайте коэффициент деления щупа на 10X; нажмите кнопку CH2 MENU задайте коэффициент деления щупа на 10X.
3. Подсоедините щуп канала 1 ко входу сети, а щуп канала 2 к выходу сети.
4. Нажмите кнопку AUTOSET.
5. Поверните регулятор VOLTS/DIV, чтобы отобразить приблизительно одинаковые амплитуды сигналов по обоим каналам.
6. Нажмите кнопку DISPLAY, чтобы открыть меню Display.
7. Нажмите кнопку опции Format и выберите XY.
8. Теперь осциллограф показывает фигуру Лиссажу для описания входа и выхода цепи.
9. Поверните регуляторы VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION для правильного масштабирования сигнала.
10. Используйте осциллографический метод Лиссажу для наблюдения и вычисления фазовых разниц согласно следующей формуле.

Так как $\sin\theta = A/B$ or C/D , где θ - это угол фазовой разниц между каналами, а A, B, C, D представляют то, что изображено на следующем рисунке, вы можете получить значение угла фазовой разницы при помощи следующей формулы: $\theta = \pm \arcsin(A/B)$ или $\pm \arcsin(C/D)$.

Если главные оси эллипса находятся в первом и третьем квадранте, то угол фазовой разницы должен быть в первом и четвертом квадранте, т.е. в пределах $(0 \sim \pi/2)$ или $(3\pi/2 \sim 2\pi)$. Если главные оси эллипса находятся во втором и четвертом квадранте, то угол фазовой разницы должен быть в втором и четвертом квадранте, т.е. в пределах $(\pi/2 \sim \pi)$ или $(\pi \sim 3\pi/2)$. Для большей ясности см. рисунок ниже.

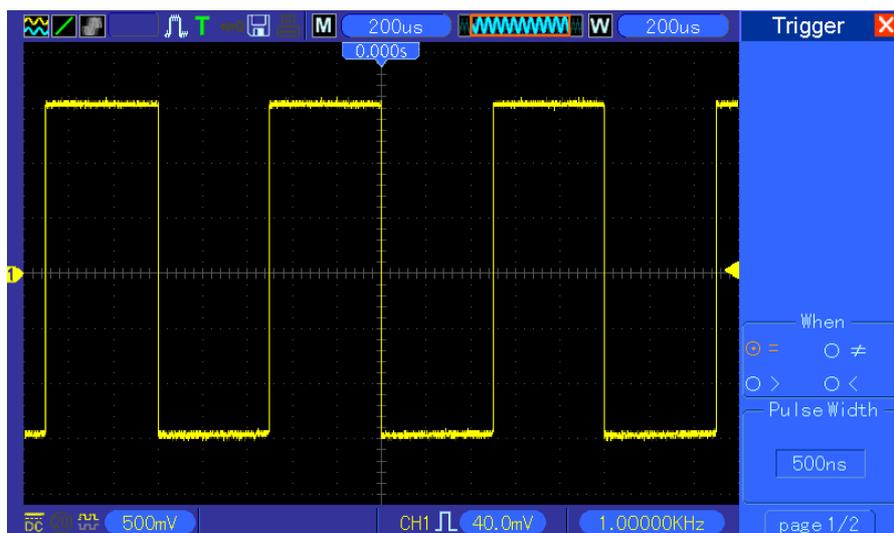


3.6 Пример 6: Запуск триггера по длительности импульса

Триггер по заданной длительности импульса

При тестировании длительности импульса сигнала в цепи вам может потребоваться проверка того, соответствует ли импульс теоретическому значению. Даже если триггер по фронту показывает, что ваш сигнал имеет ту же длительность импульса, то и заданный сигнал, у вас остаются сомнения по поводу результата. Выполните следующие действия.

1. Задайте коэффициент деления щупа 10X.
2. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы запустить стабильное отображение сигнала.
3. Нажмите кнопку опции Single Cycle в меню Autoset и считайте длительность импульса сигнала.
4. Нажмите кнопку TRIG MENU.
5. Нажмите F1, чтобы выбрать Pulse в опции Type; нажмите F2, чтобы выбрать CH1 в опции Source; поверните регулятор TRIGGER LEVEL, чтобы задать уровень триггера внизу сигнала.
6. Нажмите F6, чтобы перейти на следующую страницу. Нажмите кнопку опции When и F4, чтобы выбрать '='.
7. Нажмите кнопку опции Set Pulse Width. Поверните V0, чтобы задать длительность импульса на значение, считанное в п. 3.
8. Поверните регулятор TRIGGER LEVEL, чтобы задать длительность импульса на значение, считанное в п. 3.
9. Нажмите кнопку More и выберите Normal в опции Mode. После триггера по нормальным импульсам осциллограф может выдать стабильное отображение осциллограммы.
10. Если опция задана на >, < или ≠ и имеются искаженные импульсы, которые соответствуют заданному условию, то осциллограф запустится. К примеру, сигнал содержит такие же искаженные импульсы, как показано выше, и вы можете выбрать '≠' или '<' для триггера по импульсу.



Как показано на рисунке выше, вы можете получить стабильное отображение осциллограммы, если введете квадратный сигнал с частотой 1 кГц и длительностью импульса до 500 мкс.

3.7 Пример 7: Триггер по видеосигналу

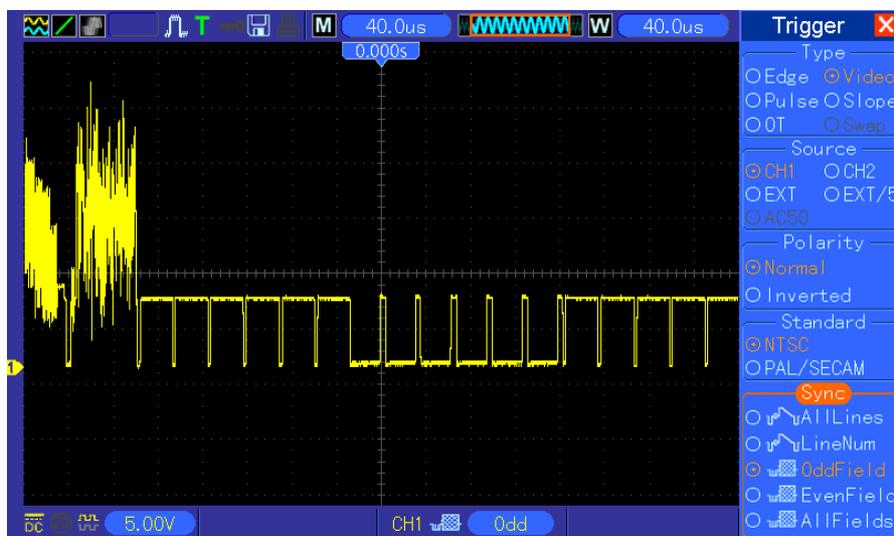
Предположим, что вы проверяете видеосигналы телевизора, чтобы убедиться в их нормальном входе, и видеосигнал предназначен для системы NTSC. Вы можете получить стабильное отображение при помощи триггера по видеосигналу.

Триггер по видео-полям

Для триггера по видео-полям выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Video в опции Type.
3. Нажмите кнопку Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку Standard, чтобы выбрать NTSC.
4. Нажмите кнопку Sync, чтобы выбрать Odd Field, Even Field или All Fields.
5. Поверните регулятор Trigger Level, чтобы отрегулировать уровень триггера и стабилизировать видеосигналы.
6. Поверните горизонтальные регуляторы TIME/DIV и Vertical Position, чтобы отобразить на экране полный видеосигнал, запускающийся по видео-полю.

На следующем рисунке изображен запуск стабильного сигнала по видео-полю.



Триггер по видео-строкам

Для триггера по видео-строкам выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Video в опции Type.
3. Нажмите кнопку Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку Standard, чтобы выбрать NTSC; нажмите кнопку Sync, чтобы выбрать Line Number.
4. Поверните регулятор Trigger Level, чтобы отрегулировать уровень триггера и стабилизировать видеосигналы.

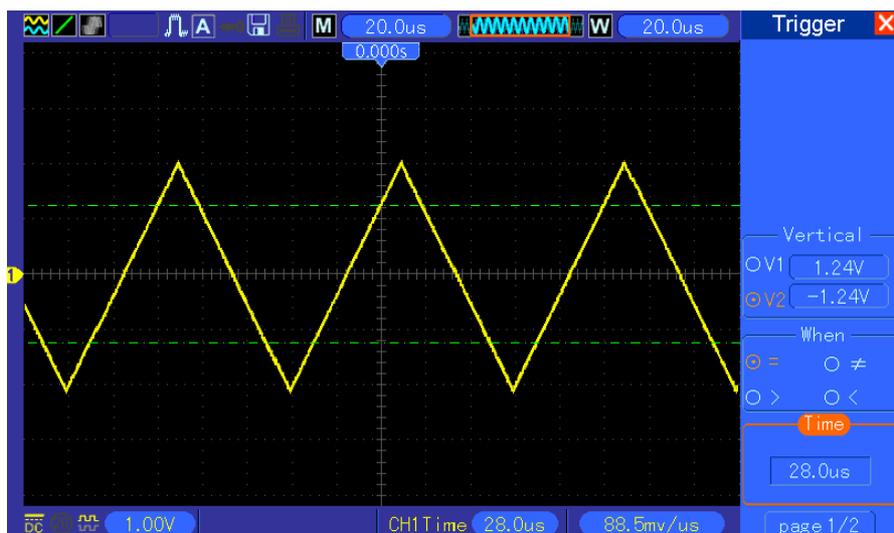
5. Поверните V0, чтобы задать номер строки (NTSC: 0-525 строки).
6. Поверните горизонтальный регулятор SEC/DIV и вертикальный VOLTS/DIV, чтобы отобразить на экране полный видеосигнал, запускающийся по видео-полю. См. рисунок ниже.



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

Во многих случаях нам не только важен фронт сигнала, но мы также хотим знать время спада и нарастания сигнала. Для наблюдения за этими сигналами мы используем триггер по наклону. Выполните следующие действия

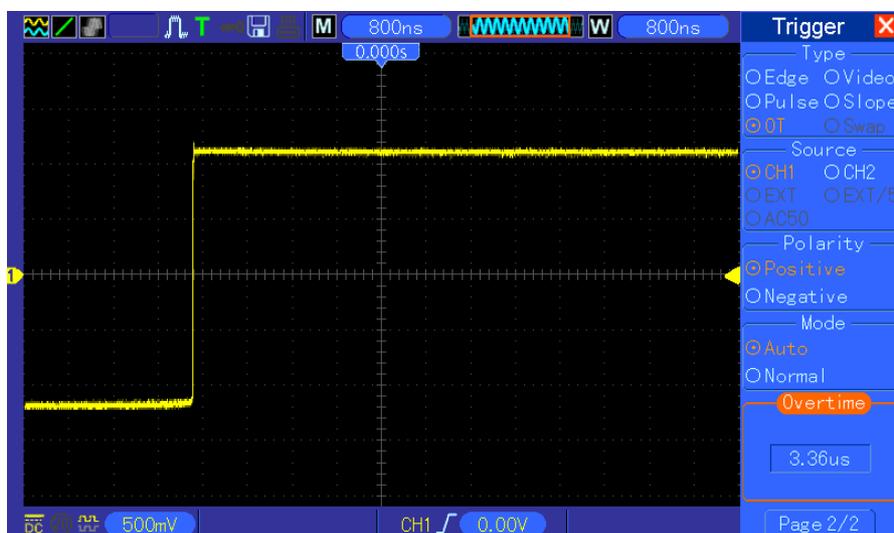
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Slope в опции Type.
3. Нажмите кнопку Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку Slope, чтобы выбрать Rising; нажмите кнопку Mode, чтобы выбрать Auto; нажмите кнопку Coupling, чтобы выбрать DC.
4. Нажмите кнопку Next Page и выберите Vertical. Поверните регулятор V0, чтобы отрегулировать правильное положение V1 и V2. Нажмите кнопку опции When и выберите '='.
5. Выберите Time и поверните V0, чтобы отрегулировать время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



3.9 Пример 9: Использование триггера дополнительного времени для измерения сигнала с длинным импульсом

Зачастую бывает нелегко наблюдать некоторую часть сигнала с длинным импульсом при помощи триггера по фронту или длительности импульса. В таком случае можно использовать триггер дополнительного времени.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать O.T. в опции Type; нажмите кнопку Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку Mode, чтобы выбрать Auto; нажмите кнопку Coupling, чтобы выбрать DC.
3. Поверните регулятор Trigger Level, чтобы отрегулировать уровень триггера и стабилизировать видео-сигналы.
4. Поверните V0, чтобы задать номер строки (NTSC: 0-525 строки).
5. Поверните горизонтальный регулятор SEC/DIV и вертикальный VOLTS/DIV, чтобы отобразить на экране полный видеосигнал, запускающийся по видео-полю. См. рисунок ниже.



Примечание: Разница между триггером дополнительного времени и задержки заключается в том, что первый может обнаруживать импульс, который вам нужен, в соответствии с заданным временем и запускать в любой точке импульса. Другими словами, триггер дополнительного времени возникает на основании опознавания импульса. Он похож на режим > триггера по длительности импульса, но не аналогичен ему.

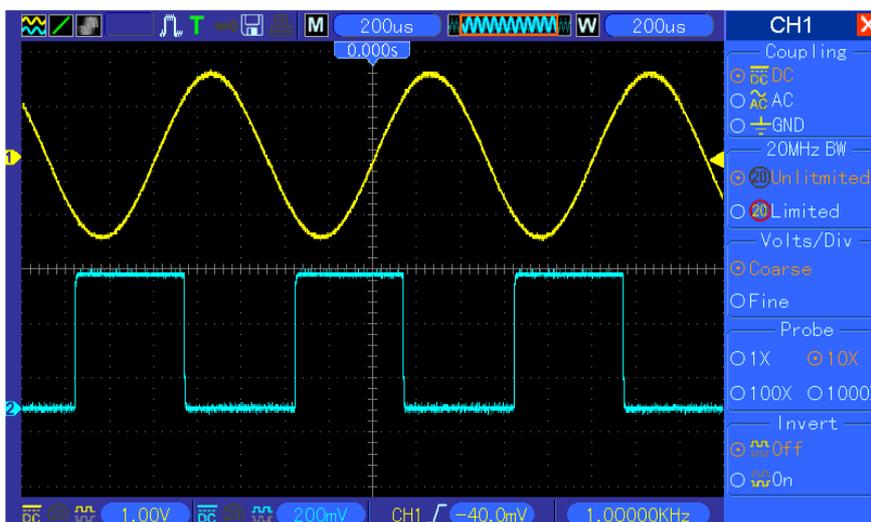
3.10 Пример 10: Использование математических функций для анализа сигналов

Использование математических функций для анализа входных сигналов является еще одним преимуществом цифрового осциллографа. К примеру, вы хотите получать мгновенную разницу между двумя сигналами канала. При помощи математической функции осциллографа вы можете получить лучшее отображение сигнала на экране. Для наблюдения этого сигнала выполните следующие действия.

1. Задайте коэффициент деления щупа 10X.
2. Откройте CH1 и CH2 одновременно с коэффициентом деления 10X.
3. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы запустить стабильное отображение сигнала.
4. Нажмите кнопку MATH MENU, чтобы открыть меню Math.
5. Нажмите кнопку Operation и выберите 'CH1+CH2'.
6. Поверните горизонтальный регулятор SEC/DIV и вертикальный регулятор VOLTS/DIV, чтобы правильно масштабировать сигнал для простой проверки.

Кроме того, осциллограф также поддерживает функции - и БПФ. Для подробного анализа БПФ см главу [5.3.1 Математическое БПФ](#).

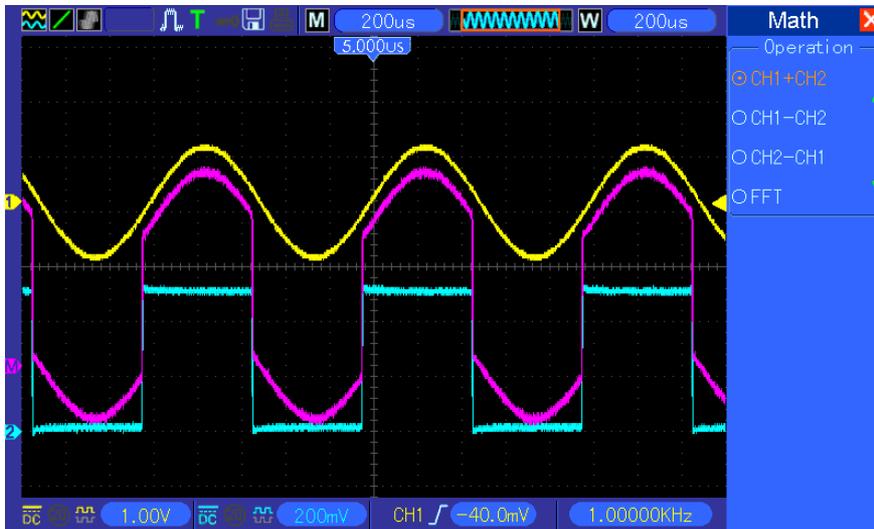
Примечание: Перед выполнением математических операций необходимо компенсировать оба щупа; в противном случае разницы в компенсации щупа появятся в виде ошибок в дифференциальном сигнале.



Как показано на рисунке выше, подайте синусный сигнал 1 кГц с канала 1 и квадратный сигнал 1 кГц

с канала 2.

Выполните вышеописанные действия для настройки меню Math и наблюдайте за вычтенным сигналом, как показано на следующем рисунке.



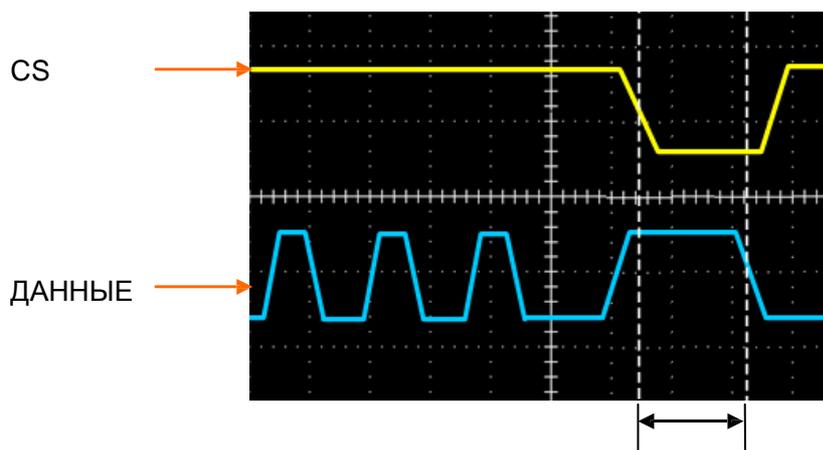
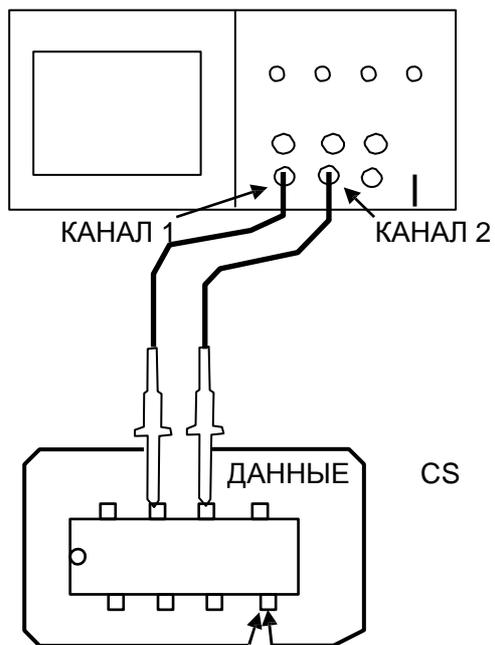
Розовым цветом обозначены добавленные сигналы.

3.11 Пример 11: Измерение задержки распространения данных

Если вы полагаете, что в цепи управления с распространением последовательных данных имеется нестабильность, то вы можете измерить задержку распространения между сигналом разрешения и данными передачи.

Для настройки измерения задержки распространения выполните следующие действия.

1. Подключите два щупа осциллографа к выводу CS (выбор кристалла) и DATA на микросхеме.
2. Задайте коэффициент деления 10X для обоих щупов.
3. Откройте CH1 и CH2 одновременно с коэффициентом деления 10X.
4. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы запустить стабильное отображение сигнала.
5. Отрегулируйте средства горизонтального и вертикального управления для оптимизации отображения осциллограммы.
6. Нажмите кнопку CURSOR, чтобы открыть меню Cursor.
7. Нажмите кнопку опции Type и выберите Time.
8. Выберите курсор S и поверните V0, чтобы поместить его на активный фронт сигнала разрешения.
9. Выберите курсор E и поместите его на переход вывода данных (см. следующий рисунок).
10. Прочтите задержку распространения данных в показаниях Delta.



Глава 4 Устранение неисправностей

4.1 Устранение сбоев

1. Если осциллограф не запускается при включении питания, выполните следующие действия:

1) Проверьте правильность подключения силового шнура; 2) Проверьте нажатие кнопки включения/отключения; 3) Перезапустите осциллограф.

2. Если на экране при включении отсутствует изображение осциллограммы, выполните следующие действия:

1) Проверьте соединение щупа и входного BNC-разъема;
2) Проверьте переключение каналов (кнопки меню CH1, CH2), чтобы убедиться, что они включены;
3) Проверьте входной сигнал, чтобы убедиться в правильном подключении к щупу;
4) Убедитесь, что все измеренные цепи имеют сигналы для выдачи;
5) Включите увеличение для сигналов DC большой величины;
6) Кроме того, вы можете нажать кнопку Auto Measure, чтобы сначала выполнить автоматическое обнаружения сигналов.

3. Если осциллограмма входного сигнала сильно искажена, выполните следующие действия:

1) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он правильно подключен к BNC-разъему канала;
2) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он правильно подключен к тестируемому объекту;
3) Проверьте щуп, чтобы убедиться, что он правильно откалиброван. В противном случае изучите инструкции по калибровке, содержащиеся в настоящем руководстве.

4. Если осциллограмма меняется на экране, но триггер не запускается, выполните следующие действия:

1) Проверьте источник триггера, чтобы убедиться он соответствует входному каналу;
2) Убедитесь, что уровень триггера настроен правильно. Вы можете нажать на регулятор TRIGGER LEVEL или кнопку SET TO 50%, чтобы вернуть уровень триггера в центр сигнала;
3) Проверить режим триггера, чтобы убедиться, что он правильно выбран для входного сигнала. Режим триггера по умолчанию - триггер по фронту. Однако он не подходит для всех видов входных сигналов.

Глава 5 Технические характеристики

5.1 Технические характеристики

Все указанные технические характеристики применяются к осциллографам серии DSO4000. Перед проверкой осциллографа на соответствие этим техническим характеристикам убедитесь, что он соответствует следующим условиям:

- Осциллограф должен работать непрерывно в течение двадцати минут при заданной рабочей температуре.
- Следует выполнить самокалибровку через меню Utility, если рабочая температура изменится более чем на 5°C.
- Осциллограф должен иметь заводской интервал калибровки. Гарантированы все технические характеристик, кроме отмеченных символом "типичный".

Технические характеристики осциллографа

Horizontal

Диапазон частоты	1 ГС/с	
Интерполяция сигнала	(sin x)/x	
Длина записи	Максимум 40 тыс. выборок на один канал; максимум 20 тыс. выборок на два канала (4K, 20K опционально)	
Диапазон ВРЕМЯ/ДЕЛ.	DSO4072 DSO4102	DSO4202
	от 4 нс/дел до 40 с/дел в последовательности 2, 4, 8	от 2 нс/дел до 40 с/дел в последовательности 2, 4, 8
Частота дискретизации и точность задержки по времени	±50ppm на временном интервале ≥1 мс	
Точность измерения изменения времени (полная полоса пропускания)	Режим Single-shot, Normal	
	± (1 интервал выборки +100ppm × показания + 0,6 нс)	
	>16 усреднений	
	± (1 интервал выборки +100ppm × показания + 0,4 нс)	
	Интервал выборки = с/дел ÷ 200	
Диапазон расположения	DSO4072 DSO4102	
	от 20 нс/дел до 80 мкс/дел	(-8 дел × с/дел) до 40 мс
	от 200 мкс/дел до 40 с/дел	(-8 дел × с/дел) до 400 с
	DSO4202	
	от 2 нс/дел до 10 нс/дел	(-4 дел × с/дел) до 20 мс

Vertical

Преобразователь А/Ц	Разрешение 8 бит, каждый канал измеряется одновременно		
Диапазон ВОЛЬТ/ДЕЛ.	от 2 мВ/дел до 5 В/дел на входе BNC		
Диапазон расположения	от 2 мВ/дел до 200 мВ/дел, $\pm 2В$ от 200 мВ/дел до 5 В/дел, $\pm 50В$		
Аналоговая ширина пропускания в режимах Normal и Average с BNC или щупом, вход DC	От 2 мВ/дел до 20 мВ/дел, $\pm 400 мВ$ От 50 мВ/дел до 200 мВ/дел, $\pm 2В$ От 500 мВ/дел до 2 В/дел, $\pm 40В$ 5В/дел, $\pm 50В$		
Выбираемое ограничение полосы пропускания, типичное	20 МГц		
Низкочастотный отклик (-3 дБ)	≤ 10 Гц при BNC		
Время нарастания в BNC, типичное	DSO4072	DSO4102	DSO4202
	$\leq 5,0$ нс	$< 3,5$ нс	$< 1,8$ нс
Точность усиления DC	$\pm 3\%$ для режима приема Normal или Average, от 5 В/дел до 10 мВ/дел		
	$\pm 4\%$ режима приема Normal или Average, от 5 мВ/дел до 2 мВ/дел		
Точность измерения DC, режим приема Average	Тип измерения: Среднее ≥ 16 сигналов с вертикальным положением в нуле Точность: $\pm (3\% \times \text{показание} + 0,1 \text{ дел} + 1 \text{ мВ})$, когда выбрано 10 мВ/дел или больше		
	Тип измерения: Среднее ≥ 16 сигналов с вертикальным положением не в нуле Точность: $\pm [3\% \times (\text{показания} + \text{вертикальное положение}) + 1\% \text{ вертикального положения} + 0,2 \text{ дел}]$ Добавить 2 мВ для настроек от 2 мВ/дел до 200 мВ/дел; добавить 50 мВ для настроек от 200 мВ/дел до 5 мВ/дел;		
Воспроизводимость измерения DC, режим приема Average	Изменение напряжения между двумя усреднениями ≥ 16 сигналов, полученных в одинаковых условиях настройки		

Примечание: При использовании щупа 1X ширину пропускания следует уменьшить 60 МГц.

Триггер

	Вход	Чувствительность		
		Source	DSO4072, DSO4102	DSO4202
Чувствительность триггера (по фронту)	DC	CH1	1 дел от DC до 10 МГц;	1,5 дел от 10 МГц до 100 МГц;
		CH2	1,5 дел от 10 МГц до полного	2 дел от 100 МГц до полного
		EXT	200 мВ от DC до 100 МГц;	200 мВ от DC до 100 МГц; 350 мВ от 100 МГц до 200 МГц

		EXT/5	1В от DC до 100 МГц;	1В от DC до 100 МГц; 1,75 В от от 100 МГц до 200 МГц
	AC	Подавляет сигналы ниже 10 Гц		
	HF Reject	Подавляет сигналы выше 80 Гц		
	LF Reject	Аналогично пределам при входе DC для указанных выше частот выше 150 кГц; подавляет сигналы ниже 150 кГц		
Диапазон уровня триггера	Source	Диапазон		
	CH1, CH2	±8 делений от центра экрана		
	EXT	±1,2V		
	EXT/5	±6V		
Точность уровня триггера, типичная (точность для сигналов, имеющих время нарастания и	Источник	Точность		
	CH1, CH2	0,2 дел x вольт/дел в пределах ±4 делений от центра экрана		
	EXT	± (6% настройки + 40 мВ)		
	EXT/5	± (6% настройки + 200 мВ)		
Задать уровень на 50%,	работает с входными сигналами ≥50 Гц			

Примечание: При использовании щупа 1X ширину пропускания следует уменьшить 60 МГц.

Тип триггера по	Source	Диапазон
	CH1, CH2	Межпиковая амплитуда 2 делений
	EXT	400 мВ
	EXT/5	2 В
Форматы сигналов и поля Тип триггера по видео-сигналу	Поддерживает системы трансляции NTSC, PAL и SECAM для любого поля или строки	
Диапазон удержания	от 100 нс до 10 с	
Триггер по длительности импульса	Запуск, если < (меньше чем), > (больше чем), = (равно) или ≠ (не равно); Положительный или отрицательный импульс	
Точка триггера по длительности импульса	Равно: Осциллограф запускается, когда задний фронт импульса пересекает уровень триггера. Не равно: Если импульс уже, чем заданная ширина, то точка триггера находится в заднем фронте. В противном случае осциллограф запускается, когда импульс длится больше, чем время, заданное в качестве длительности импульса. Меньше чем: Точка триггера находится в заднем фронте. Больше чем (также называется триггер дополнительного времени): Осциллограф запускается, когда импульс длится больше, чем время, заданное в качестве длительности импульса.	
Диапазон	От 20 нс до 10 с	

Триггер по наклону	
Режим триггера по наклону	Запуск, если < (меньше чем), > (больше чем), = (равно) или ≠ (не равно);
Точка триггера по наклону	Равно: Осциллограф запускается, когда наклон сигнала равен заданному наклону. Не равно: Осциллограф запускается, когда наклон сигнала не равен заданному наклону. Меньше чем: Осциллограф запускается, когда наклон сигнала меньше заданного наклона. Больше чем: Осциллограф запускается, когда наклон сигнала больше заданного наклона.
Диапазон времени	От 20 нс до 10 с
Триггер	Передний фронт: Нарастающий или падающий фронт: настройка
Альтернативный	
CH1	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, наклон
CH2	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, наклон
Счетчик частоты триггера	
Разрешение	6 знаков
Точность (типичная)	±30ppm (включая все частотные погрешности и погрешности подсчета ±1)
Диапазон частоты	Вход AC, от 4 Гц до расчетной полосы пропускания
Источник сигнала	Режимы триггера по длительности импульса или фронту: все доступные источники триггера Счетчик частоты измеряет источник триггера, включая паузы приема осциллографа, вызванные изменениями статуса работы, либо завершением однократного приема. Режим триггера по длительности импульса: Осциллограф считает импульс значимой величины внутри окна измерения 1 с, которые квалифицируются как события триггера, к примеру, узкие импульсы в серии импульсов ШИМ, если задан режим <, а длительность задана на очень короткое время. Режим триггера по фронту: Осциллограф считает все фронты достаточной величины и правильной полярности.

Получение

Режимы получения	Normal, Peak Detect и Average	
Скорость приема, типичная	До 2000 сигналов в секунду на канал (режим приема Normal, без измерений)	
Одиночная	Режим получения	Время остановки получения
	Normal, Peak Detect	При одиночном получении на всех каналах одновременно
	Average	После N на всех каналах одновременно, N может быть задано на 4, 8, 16, 32, 64 или 128

Входы

Входы		
Вход	DC, AC или GND	
Входной импеданс, вход DC	1 МОм $\pm 2\%$ параллельно с 20 пФ ± 3 пФ	
Коэффициент	1X, 10X	
Поддерживаемый щуп	1X, 10X, 100X, 1000X	
Максимальное входное напряжение	Категория перенапряжения	Максимальное напряжение
	CAT I и CAT II	300 В _{среднекв} (10x), Категория монтажа
	CAT III	150 В _{среднекв} (1x)
	Категория установки II: Категория установки II: уменьшение при 20 дБ/декаду выше 100 кГц до 13 В пик. пер. тока при 3 МГц* и выше. Для несинусоидных сигналов пиковое значение должно быть менее 450 В. Возрастание выше 300 В должно длиться менее 100 мс. Среднеквадратичный уровень сигнала, включая все составляющие DC, удаленные через вход AC, должны быть ограничены 300 В. Если эти значения превышены, то может произойти повреждение осциллографа.	

Измерения

Курсоры	Разница напряжения между курсорами: ΔV Разница времени между курсорами: ΔT Эквивалентно ΔT в Герцах ($1/\Delta T$)
Автоматические измерения	Частота, период, среднее, межпиковое, цикл седнекв., PRMS, минимум, максимум, время нарастания и падения, + длительность, - длительность, + коэффициент заполнения, - коэффициент заполнения, развертка, верх, середина, амплитуда, перебор, недобор, Pсреднее, FOVShoot, RPRESshoot, BWidth, задержка 1-2 \uparrow , задержка 1-2 \downarrow , LFF, LFR, LRF, LRR, FFR, EFRF

Общие технические характеристики**Дисплей**

Тип дисплея	7-дюймовый TFT-дисплей, 64 тыс. цветов (диагональные жидкие кристаллы)
Разрешение дисплея	800 пикселей по горизонтали на 48 пикселей по вертикали
Контраст дисплея	Регулируется (16 шагов) при помощи ползуна

Выходной сигнал компенсатора щупа

Выходное напряжение,	Около 5 V _{pp} при нагрузке ≥ 1 МОм
Частота, типичная	1 кГц

Источник питания

Напряжение питания	100-120В пер. тока _{среднекв.} ($\pm 10\%$), от 45 Гц до 440 Гц, CAT II 120-120В пер. тока _{среднекв.} ($\pm 10\%$), от 45 Гц до 66 Гц, CAT II
Потребление	<30 Вт
Предохранитель	2А, Т класс, 250 В

Условия окружающей среды

Температура	Рабочая: от 32°F до 122°F (от 0°C до 50°C)	
	Нерабочая: от -40°F до 159,8°F (от -40°C до +71°C)	
Метод охлаждения	Конвекция	
Влажность	+104°F или ниже (+40°C или ниже): относительная влажность ≤90%	
	от 106°F до 122°F (от +41°C до 50°C): относительная влажность ≤60%	
Высота	Рабочая и нерабочая	3000 м
	Случайные вибрации	0,31g <small>среднекв.</small> от 50 Гц до 500 Гц, 10 на каждой оси
Механическое воздействие	Нерабочие	2,46g <small>среднекв.</small> от 50 Гц до 500 Гц, 10 на каждой оси
	Рабочее	50g, 11 с, половина синуса

Физические параметры

Размер	Длина	313 мм
	Высота:	142 мм
	Глубина	108 мм
Вес	без упаковки и принадлежностей	2,08 кг

Режим генератора случайной осциллограммы

Частота сигнала	DC-25 МГц
DAC	2К-200 МГц, программируемый
Разрешение по частоте	0,10%
Канал	1 канал вывода сигнала
Глубина сигнала	4 KSa
Вертикальное разрешение	12 бит
Стабильность частоты	<30ppm
Амплитуда волны	±3,5 В Макс.
Выходной импеданс	50 Ом
Выходной ток	50 мА, пик= 50 мА
Ширина пропускания	25М
Гармонические искажения	-50dBc (1 КГц), -40dBc (10 КГц)

Усилитель мощности (опция)

Максимальная выходная мощность	7 Вт (8 Ом), 1 Вт (50 Ом)
Максимальное выходное напряжение	22 Vpp
Полоска пропускания	1 Гц ~200 кГц

5.2 Аксессуары

В наличии имеются следующие принадлежности.

Стандартные принадлежности

Схема	Описание
	<p>Два пассивных щупа X1, X10 Пассивные щупы имеют ширину пропускания 6 МГц (100 В среднекв. CAT III), когда выключатель находится в положении X1, и максимальную ширину пропускания 6 МГц (300 В среднекв. CAT II), когда выключатель находится в положении X10. Каждый щуп имеет все необходимые крепления.</p>
	<p>Шнур USB A-B, используемый для подключения внешних устройств к интерфейсу USB-B, к примеру, принтера, или для установления связи между ПК и осциллографом.</p>
	<p>Специальный силовой шнур. Помимо силового шнура, поставляемого в комплекте, вы можете заказать еще один шнур, сертифицированный для применения в вашей стране.</p>
	<p>CD-диск для установки ПО Содержит руководство пользователя к DSO4000 с описанием осциллографов данной серии.</p>

Глава 6 Общие правила ухода и чистки

6.1 Общий уход

Не храните и не оставляйте прибор там, где ЖК-дисплей может подвергаться прямым солнечным лучам в течение продолжительных периодов времени

Примечание: Во избежание повреждения прибора или щупов не подвергайте их воздействию спреев, жидкостей или растворителей.

6.2 Очистка

Осмотр осциллографа и щупов производится с частотой, соответствующей рабочим условиям. Для очистки внешней поверхности выполните следующие действия:

1) Используйте безворсовую тряпку, чтобы удалить пыль на внешней стороне осциллографа и щупов.

Постарайтесь не поцарапать гладкий фильтр дисплея.

2) Используйте мягкую увлажненную ткань для чистки прибора. Для более эффективной чистки можно использовать водный раствор 75% изопропилового спирта.

Примечание: Во избежание повреждения поверхностей прибора или щупов не используйте абразивные или химические чистящие средства.

Приложение А Опасные или ядовитые вещества или элементы

Компонент ²	Опасные или ядовитые вещества или элементы ¹					
	Pb	Hg	Cd	Cr(VI)	ПБД	ПБДЭ
Оболочка и шасси	X	0	0	X	0	0
Дисплей	X	X	0	0	0	0
Микросхема	X	0	0	X	0	0
Источник питания	X	0	0	X	0	0
Электропровода и кабели	X	0	0	0	0	0
Разъем	X	0	0	X	0	0
Крепления	X	0	X	X	0	0
Прочие принадлежности (включая щупы)	X	0	0	X	0	0
Прочее	0	0	0	0	0	0

X обозначает, что, по меньшей мере, содержание этого ядовитого и опасного вещества в однородном материале компонента превышает предел, указанный в стандарте SJ/T 11363-2006.

0 обозначает, что содержание этого ядовитого и опасного вещества во всех однородных материалах этого компонента находится ниже предела, указанного в стандарте SJ/T 11363-2006.

Этот перечень содержит компоненты, утвержденные в файле "*Меры по контролю*".