

**Цифровой запоминающий осциллограф  
смешанных сигналов  
MSO-5054F(G)**

**Руководство пользователя**

(Версия 1.1)

ООО «Линдар Нова»

[www.hantek.ru](http://www.hantek.ru)

[www.lindar.ru](http://www.lindar.ru)

Hantek Electronic co.,Ltd.

No.177 zhuzhou road(huite industry city),

QingDao,China

(C)2016 ООО «Линдар Нова»

Все имущественные права на данный текст принадлежат ООО «Линдар Нова».

Использование данного руководство разрешено только при приобретении описанного устройства импортированного ООО «Линдар Нова». Перепечатка, тиражирование, распространение, внесение изменений без письменного разрешения запрещено.

---

# Содержание

<b>Содержание .....</b>	<b>1</b>
<b>Глава 1 Техника безопасности.....</b>	<b>4</b>
1.1 Техника безопасности .....	4
1.2 Термины и символы безопасности.....	5
1.3 Обозначения на изделии .....	5
1.4 Символы на изделии .....	5
1.5 Утилизация изделия .....	5
<b>Глава 2 Обзор.....</b>	<b>7</b>
2.1 Краткое описание серии MSO5054F(G).....	7
<b>Глава 3 Начало работы.....</b>	<b>8</b>
3.1 Установка .....	8
3.1.1 Источник питания .....	8
3.1.2 Кабель питания .....	8
3.2 Функциональная проверка.....	8
3.2.1 Включение осциллографа.....	8
3.2.2 Подключение осциллографа .....	9
3.2.3 Наблюдение за сигналом .....	9
3.3 Проверка щупов.....	10
3.3.1 Техника безопасности.....	10
3.3.2 Использование мастера проверки щупов.....	10
3.4 Ручная компенсация щупов.....	11
3.5 Настройки коэффициента деления щупа.....	11
3.6 Самокалибровка.....	12
3.7 Плоский входной кабель логического анализатора .....	12
<b>Глава 4 Описание основных особенностей .....</b>	<b>14</b>
4.1 Настройка осциллографа .....	14
4.2 Синхронизация (триггер).....	14
4.3 Получение данных.....	16
4.4 Масштабирование и позиционирование сигнала .....	17
4.5 Измерение сигнала .....	17
<b>Глава 5 Базовые принципы работы .....</b>	<b>20</b>
5.1 Область отображения .....	20
5.1.1 Формат XY.....	22
5.2 Горизонтальные средства управления.....	23
5.2.1 Режим сканирования (Roll).....	25
5.3 Вертикальные средства управления .....	25
5.3.1 БПФ .....	27
5.4 Средства управления триггером .....	32

5.5	Кнопки меню и опций.....	38
5.5.1	MEASURE .....	39
5.5.2	ACQUIRE .....	41
5.5.3	UTILITY.....	43
5.5.4	CURSOR .....	44
5.5.5	HELP .....	45
5.5.6	SAVE/RECALL .....	45
5.5.7	CURSOR.....	47
5.5.8	F7.....	48
5.6	Кнопки быстрого действия .....	48
5.6.1	AUTOSET .....	48
5.6.2	Help (Помощь) .....	50
5.6.3	Настройка по умолчанию .....	50
5.7	Многofункциональные регуляторы и кнопки.....	52
5.8	Сигнальные коннекторы .....	52
5.9	Настройка каналов логического анализатора .....	53
5.10	Генератор СПФ .....	55
<b>Глава 6</b>	<b>Примеры применения.....</b>	<b>58</b>
6.1	Пример 1: Выполнение простых измерений .....	58
6.2	Пример 2: Измерения с помощью курсора .....	60
6.3	Пример 3: Анализ входных сигналов для устранения случайных помех.....	63
6.4	Пример 4: Захват одиночного сигнала .....	65
6.5	Пример 5: Использование режима X-Y.....	65
6.6	Пример 6: Запуск триггера по длительности импульса .....	67
6.7	Пример 7: Триггер по видео-сигналу .....	68
6.8	Пример 8: Использование триггера по наклону для захвата конкретного сигнала наклона .....	70
6.9	Пример 9: Использование триггера дополнительного времени для измерения сигнала с длинным импульсом .....	70
6.10	Пример 10: Использование математических функций для анализа сигналов .....	71
6.11	Пример 11: Измерение задержки распространения данных .....	73
6.12	Пример 12: Использование триггера для измерения цифрового сигнала .....	74
<b>Глава 7</b>	<b>Устранение неисправностей.....</b>	<b>79</b>
7.1	Устранение сбоев .....	79
<b>Глава 8</b>	<b>Технические характеристики .....</b>	<b>81</b>
8.1	Технические характеристики .....	81
8.2	Аксессуары.....	89
<b>Глава 9</b>	<b>Услуги и поддержка.....</b>	<b>90</b>
<b>Глава 10</b>	<b>Общие правила ухода и чистки.....</b>	<b>91</b>
10.1	Общий уход .....	91
10.2	Очистка.....	91

---

<b>Приложение А Опасные или ядовитые вещества или элементы .....</b>	<b>92</b>
--	-----------

---

# Глава 1 Техника безопасности

## 1.1 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.

## 1.2 Термины и символы безопасности

В настоящем руководстве используются следующие символы:

 **ВНИМАНИЕ.** Указывает на условия или действия, которые могут стать причиной травмы или смерти.

 **ОСТОРОЖНО.** Указывают на условия или действия, которые могут стать причиной повреждения изделия или другого имущества.

## 1.3 Обозначения на изделии

Следующие символы используются на приборе:

**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.

## 1.4 Символы на изделии

Следующие символы используются на приборе:

			
Зажим защитного заземления	Контакт заземления измерения	ОСТОРОЖНО См.	Входной зажим измерения

		
Питание отключено	Питание включено	Высокое напряжение

## 1.5 Утилизация изделия

### Утилизация прибора

Для создания данного прибор нам требуется извлекать и использовать природные ресурсы. В случае неправильной утилизации прибор 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.

---

# Глава 2 Обзор

## 2.1 Краткое описание серии MSO5054F(G)

Модель	Канал	Полоса пропускания	Частота дискретизации	Ж/К-дисплей	Генератор осциллограммы	Логический анализатор
<b>MSO5054F</b>	4	40 МГц	1 ГС/с	7-дюймовый цветной	Нет	Да
<b>MSO5054FG</b>	4	40 МГц	1 ГС/с	7-дюймовый цветной	Да	Да

Таблица 0-1 Список моделей серии MSO5054F(G)

Осциллографы серии DSOMSO5054F(G) обеспечивают частоту дискретизации (эквивалентную и в реальном времени) до 1 ГГц и 25 ГГц. Кроме того, они имеют 7-дюймовый цветной TFT-дисплей, в 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 клавиши быстрого действия позволяют сэкономить много времени во время работы; функция Autoset позволяет автоматически определить вид сигнала; мастер настройки щупов позволит отрегулировать компенсацию щупа и задать дополнительный коэффициент деления щупа. При помощи этих методов, которые предоставляет осциллограф, вы можете быстро выполнять любые операции на приборе для улучшения эффективности вашего производственного процесса.

---

# Глава 3 Начало работы

## 3.1 Установка

Для поддержания правильной вентиляции осциллографа во время работы сверху и с двух сторон прибора следует оставить зазор не менее 5 см.

### 3.1.1 Источник питания

Следует использовать источник питания, который обеспечивает напряжение от 90 до 240 В<sub>среднекв</sub> и частоту от 45 до 440 Гц.

### 3.1.2 Кабель питания

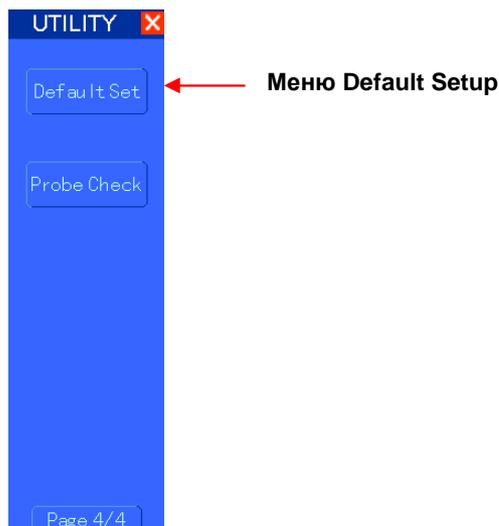
Следует использовать кабель, который предназначен для данного изделия.

## 3.2 Функциональная проверка

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

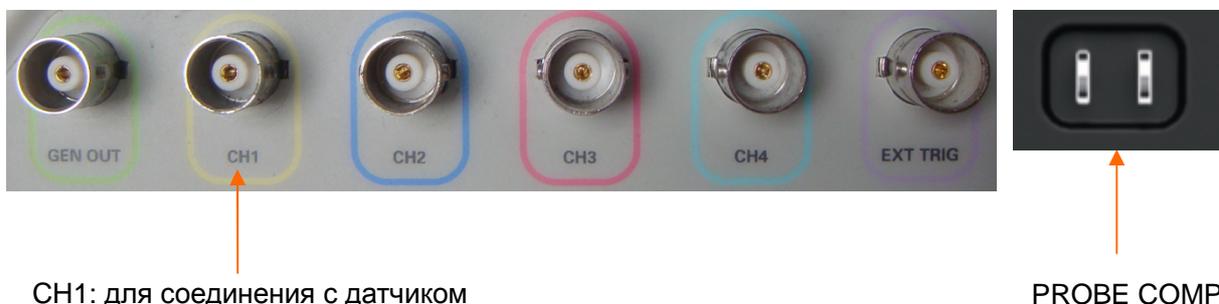
### 3.2.1 Включение осциллографа

Включите осциллограф в сеть и нажмите кнопку ON/OFF. Затем нажмите "Utility->F6->F6->F6", чтобы перейти к странице 4/4, и нажмите F1, чтобы выбрать Default set. Настройки коэффициента деления щупа по умолчанию - 10X.



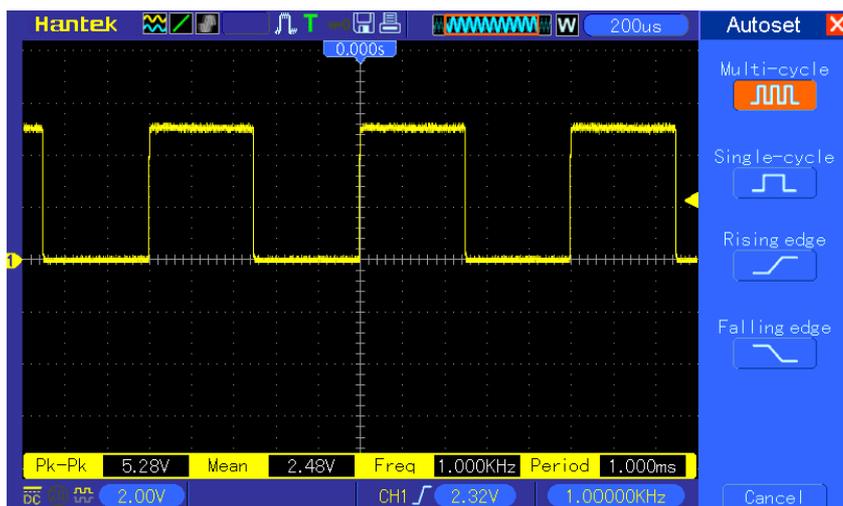
### 3.2.2 Подключение осциллографа

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.



### 3.2.3 Наблюдение за сигналом

Нажмите кнопку AUTOSET и через несколько секунд на дисплее вы увидите меандр межпиковым напряжением 5В при частоте 1 кГц. Нажмите кнопку CH1 MENU два раза и снимите канал 1. Нажмите кнопку CH2 MENU, чтобы просмотреть канал 2.



## 3.3 Проверка щупов

### 3.3.1 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.



### 3.3.2 Использование мастера проверки щупов

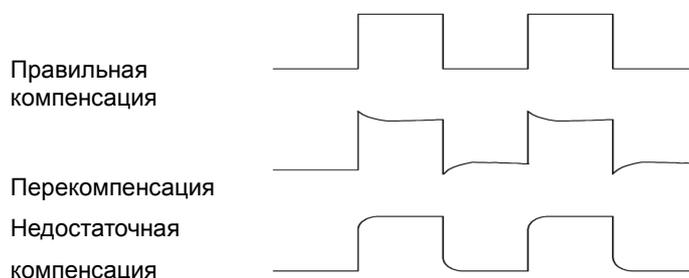
При каждом подключении щупа к входному каналу следует использовать мастер проверки щупов, чтобы проверить правильность работы щупа. Для этого имеется два способа:

- 1) Используйте вертикальное меню (к примеру, нажмите кнопку CH1 MENU), чтобы настроить коэффициент деления щупа.
- 2) Нажмите кнопку PROBE CHECK, чтобы использовать мастер проверки щупа и настроить дополнительный коэффициент деления щупа при помощи подсказок меню.

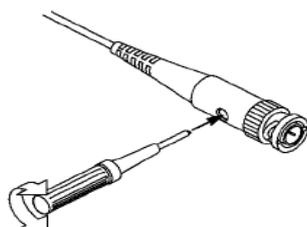
## 3.4 Ручная компенсация щупов

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. Установите наконечник щупа на разъем PROBE COMP ~5V@1KHz, а зажим заземления - на разъем заземления PROBE COMP. Отобразите канал и нажмите кнопку AUTOSET.
2. Проверьте форму отображаемого сигнала.



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.



## 3.5 Настройки коэффициента деления щупа

Щупы имеют разные коэффициенты деления, которые влияют на вертикальное масштабирование сигнала. Функция проверки щупов используется для проверки того, соответствует ли настройки 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.



### 3.6 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.

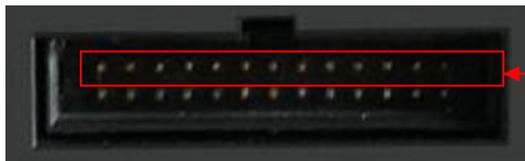
Для компенсации пути прохождения сигнала отсоедините щупы или кабели от входных разъемов передней панели. Затем нажмите кнопку UTILITY, выберите опцию Self Calibration и выполните инструкции на экране.

### 3.7 Плоский входной кабель логического анализатора

Осциллографы MSO5054F(G) имеют функцию логического анализатора с контактами GND, D0-D7, GND, GND, GND - всего 13 контактов.

Плоский соединительный кабель изображен ниже.





GND, D0-D7, GND, GND, GND, GND

1. Цифровой входной зажим

2. Плоская кабельная вилка

Вставьте плоский кабель во входной порт логического сигнала в соответствии с последовательностью входного порта.

# Глава 4 Описание основных возможностей

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

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

## 4.1 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 выключением 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. Чтобы просмотреть настройки по умолчанию, см. [Раздел 5.6.3](#).

## 4.2 Синхронизация (триггер)

Синхронизация (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

- **Триггер по фронту** использует аналоговые 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, CH2, CH3, CH4, чтобы каналы создавали сигналы альтернативного триггера через цепь триггера.

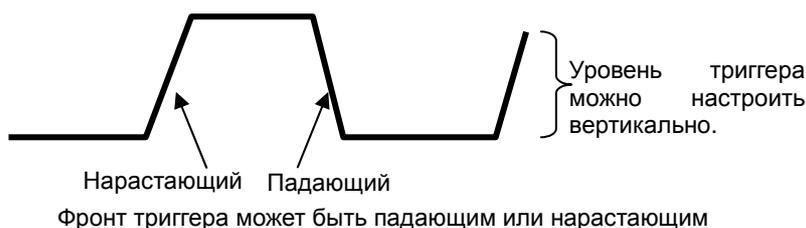
**Режим синхронизации:** Вы можете выбрать ручной или автоматический режим, чтобы определить способ приема данных осциллографом, когда он не обнаруживает условие запуска. В **автоматическом режиме** прием осуществляется в отсутствие действующего триггера. Он позволяет создать сигналы без триггера с разверткой 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.



### 4.3 Получение данных

При получении аналогового сигнала осциллограф преобразует его в цифровой. Имеется два способа приема: Прием в реальном времени и эквивалентный прием. Прием в реальном времени имеет три режима: Normal, Peak Detect и Average (нормальный, обнаружение пиков и средний). На скорость приема данных влияет настройка развертки по времени.

**Normal:** В данном режиме получения осциллограф принимает сигнал через одинаковые временные интервалы для построения осциллограммы. Этот режим позволяет точно отобразить сигналы. Однако при помощи него нельзя получить быстрые изменения аналогового сигнала, которые могут иметь место между двумя приемами, что может привести к помехам и пропуску узких импульсов. В таких случаях следует использовать режим Peak Detect для приема данных.

**Peak Detect:** В данном режиме получения осциллограф находит максимум и минимум на каждом интервале и использует эти значения для построения осциллограммы. Таким образом, осциллограф может принимать и отображать эти узкие импульсы, которые пропускаются в режиме **Normal**. Однако в этом режиме имеются более высокие помехи.

**Average:** В данном режиме получения осциллограф принимает сигналы, усредняет их и отображает в виде осциллограммы. Этот режим может использоваться для снижения уровня случайного шума.

**Эквивалентный прием:** Этот тип приема может использоваться для периодических сигналов. В случае очень низкой скорости приема данных при использовании приема в реальном времени осциллограф использует фиксированную скорость для приема данных с постоянной небольшой задержкой после каждого приема кадра данных. После повторения

такого приема в течение N раз осциллограф выстраивает полученные N кадров по времени, чтобы составить новый кадр данных. Затем можно восстановить сигнал. Количество раз N связано со скоростью эквивалентного приема.

**Развертка по времени:** Осциллограф оцифровывает сигналы путем получения значения входного сигнала в дискретных точках. Развертка по времени позволяет контролировать частоту оцифровки сигналов. Используйте регулятор SEC/DIV, чтобы отрегулировать развертку по времени на горизонтальной шкале, которая соответствует вашим целям.

## 4.4 Масштабирование и позиционирование сигнала

Отображение сигналов на экране можно изменить путем регулировки их масштаба и положения. При изменении масштаба изображение сигнала увеличивается или уменьшается. При изменении положения сигнал двигается вверх, вниз, влево или вправо.

Индикатор канала (расположенный слева от сетки) указывает каждый сигнал на экране. Индикатор указывает исходный уровень расположения сигнала.

**Вертикальная шкала и положение:** Вертикальное положение сигнала можно изменить, перемещая его вверх и вниз по экрану. Для сравнения данных вы можете выстроить сигналы друг над другом. При нажатии кнопки VOLTS/DIV для изменения вертикальной шкалы сигнала отображение сигнала сжимается или расширяется вертикально до исходного уровня.

### Горизонтальная шкала и положение: Данные до синхронизации

Вы можете отрегулировать настройку HORIZONTAL POSITION, чтобы просматривать данные по сигналу до синхронизации или после нее. При изменении горизонтального положения сигнала вы меняете время между положением триггера и центром экрана.

К примеру, если вы хотите обнаружить причину помехи в испытательной цепи, то вам следует запустить триггер во время помехи и выставить достаточно длинный период перед синхронизацией, чтобы получить данные до помехи. Затем можно анализировать данные до синхронизации и выявить возможную причину. Вы можете изменить горизонтальное масштабирование сигналов при помощи регулятора SEC/DIV. К примеру, вы можете просмотреть только один цикл сигнала, чтобы измерить выброс на нарастающем фронте. Осциллограф показывает горизонтальную шкалу в виде времени на деление в данных о шкале. Так как для всех активных сигналов используется одна и та же развертка по времени, то осциллограф отображает только одно значение для всех активных каналов.

## 4.5 Измерение сигнала

Осциллограф отображает графики напряжения и времени и может помочь в измерении отображаемого сигнала. Имеется несколько способов измерения: при помощи сетки, курсоров или автоматического измерения.

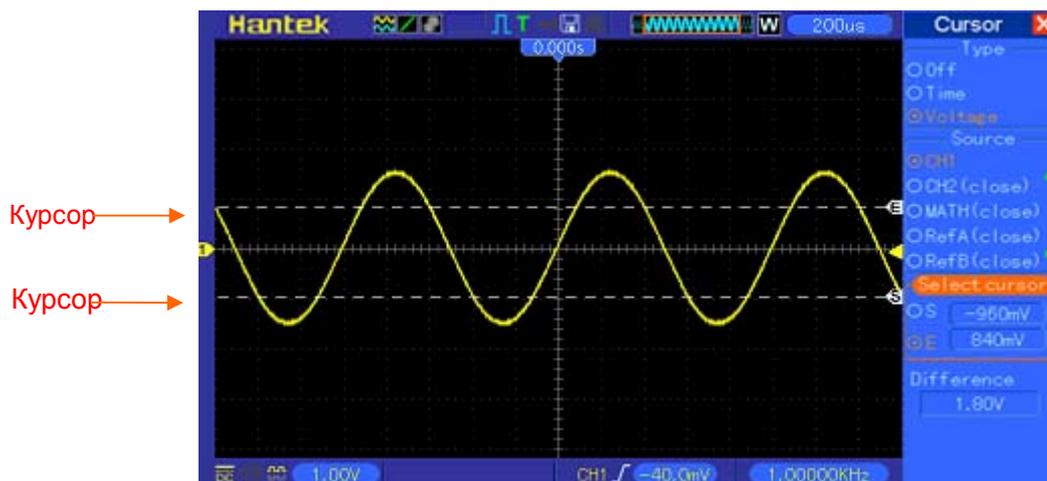
**Сетка:** Этот метод позволяет совершить быструю визуальную оценку и выполнить простое измерение при помощи делений сетки и коэффициента масштабирования.

К примеру, вы можете выполнить простые измерения, посчитав крупные и мелкие деления сетки и умножив их на коэффициент масштабирования. Если между минимальным и максимальным значением сигнала найдено 6 крупных вертикальных делений сетки и имеется коэффициент масштабирования 50 мВ/деление, то можно легко вычислить межпиковое напряжение:

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

**Курсор:** Этот метод позволяет вам выполнять измерение путем перемещения курсора. Курсоры всегда появляются в паре, и отображаемые результаты - это всего лишь измеренные значения. Имеется два вида курсоров: Амплитудный курсор и курсор времени. Амплитудный курсор появляется в виде горизонтальной прерывистой линии для измерения вертикальных параметров. Курсор времени появляется в виде вертикальной прерывистой линии для измерения горизонтальных параметров.

При использовании курсоров убедитесь, что источник задан на сигнал, который вы можете измерить на экране. Для использования курсоров нажмите кнопку CURSOR.

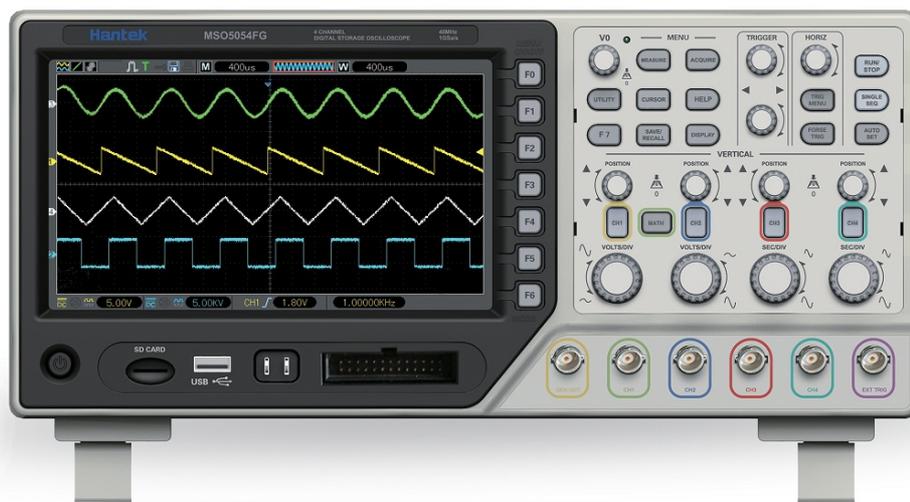


**Автоматическое измерение:** В этом режиме осциллограф выполняет все измерения автоматически. Так как в измерении используются точки сигнала, то оно является более точным, чем измерения при помощи сетки или курсоров. Автоматические измерения показывают результаты измерения по показаниям, которые периодически заменяются

новыми данными, получаемыми осциллографом.

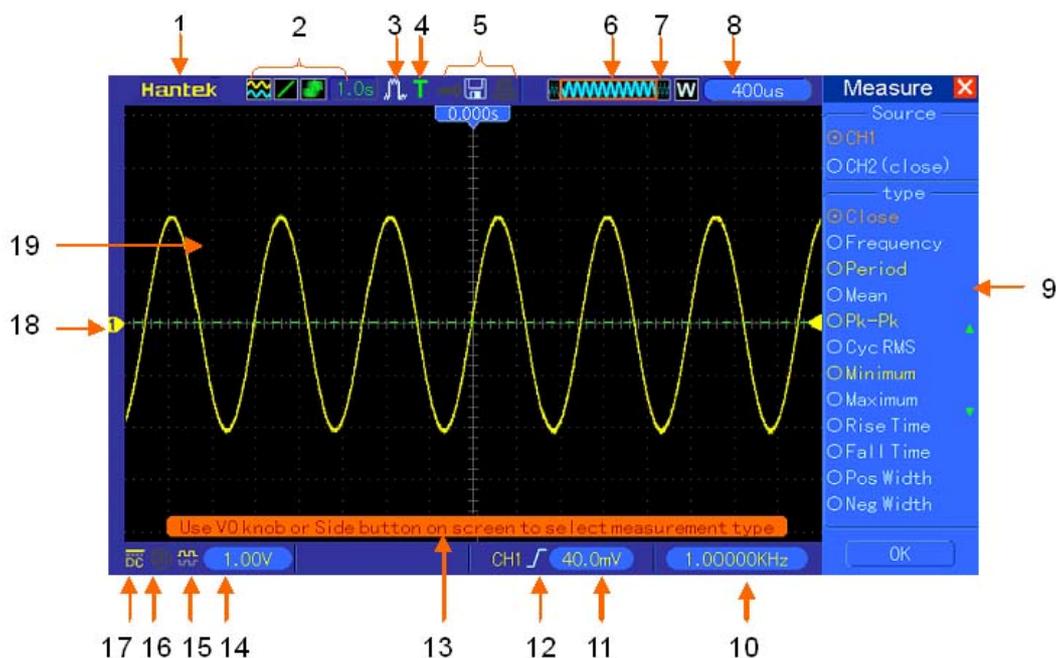
# Глава 5 Базовые принципы работы

Передняя панель осциллографа разделена на несколько функциональных областей. В этой главе мы дадим краткий обзор всех кнопок управления и регуляторов на передней панели, а также информации, отображаемой на экране, и проведения испытаний. На следующем рисунке изображена передняя панель осциллографа смешанных сигналов серии MSO5054F(G).



Передняя панель осциллографа смешанных сигналов серии MSO5054F(G)

## 5.1 Область отображения



1. Знак Hantek

2. Формат отображения:



: YТ



: XY



: Векторы



: 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.

● Осциллограф закончил цикл одиночного приема.

5. Иконка инструмента:



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



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



: 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 содержат 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.

### 5.1.1 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
Средства управления CH1 VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION	Задать горизонтальное масштабирование и положение
Средства управления CH2 VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION	Постоянная настройка вертикального масштабирования и положения
Средства управления CH3 VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION	Задать горизонтальное масштабирование и положение
Средства управления CH3 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

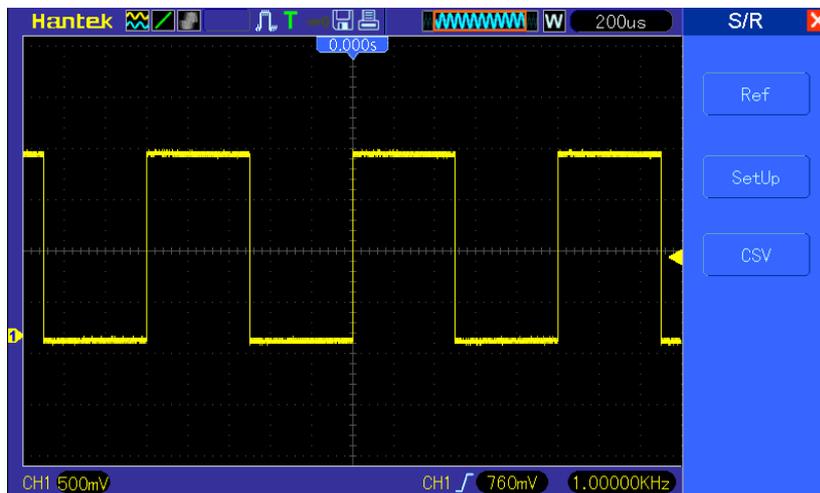
## 5.2 Горизонтальные средства управления

Горизонтальные средства управления используются для измерения горизонтального масштабирования и положения сигналов. Показания горизонтального положения содержат время, представленной 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. М обозначает "главную развертку по времени", а W - "развертку по времени окна". Также осциллограф имеет стрелку наверху сетки для указания горизонтального положения.



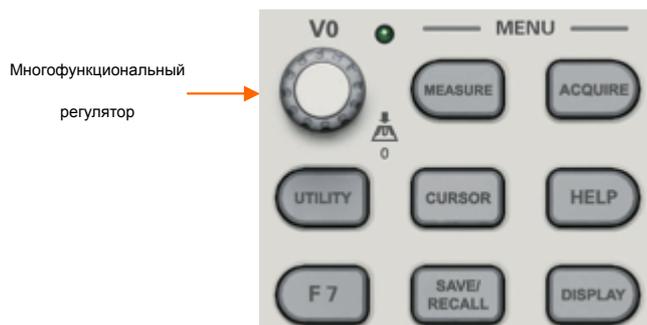
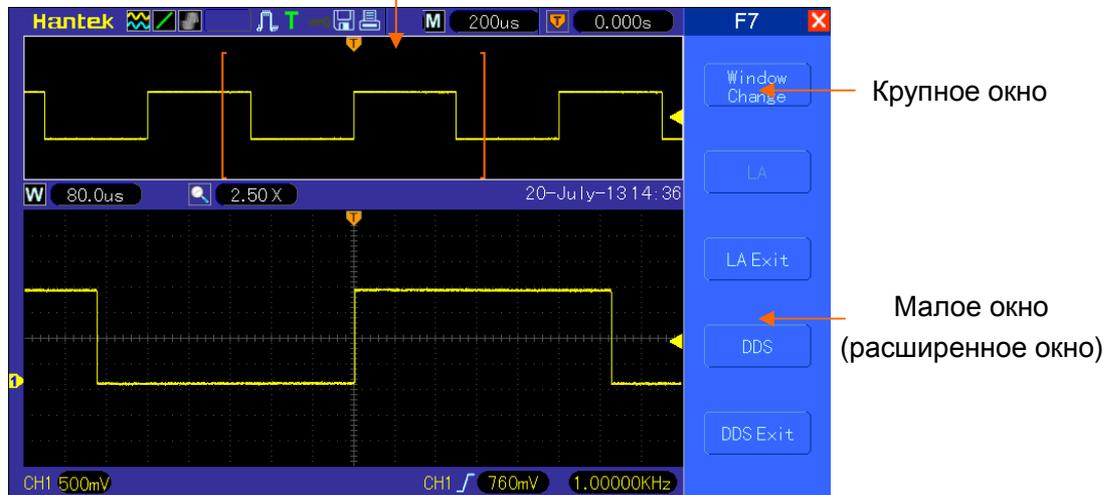
1. **Регулятор HORIZONTAL POSITION:** Используется для управления положением триггера в центре экрана. Нажмите на эту кнопку, чтобы переместить точку триггера в центр экрана.
2. Нажмите кнопку F7, чтобы войти в режим двух окон

### Режим одного окна



## Режим двух окон (полный экран)

Расположение данных расширенного окна в памяти



**3. Регулятор SEC/DIV:** Используется для изменения горизонтальной шкалы времени для увеличения или уменьшения сигнала по горизонтали. Если получение сигнала прекращено (при помощи кнопки RUN/STOP или SINGLE SEQ), то регулятор SEC/DIV сожмет или расширит осциллограмму. В режиме двух окон нажмите на этот регулятор, чтобы выбрать крупное или малое окно. При выборе крупного окна этот регулятор имеет те же функции, что и в режиме одного окна. При выборе малого окна поверните этот регулятор, чтобы масштабировать сигнал, чье увеличение достигает 1000.

### Примечания:

1. Для получения подробной информации см. [Раздел Средства управления триггером](#).
2. В режиме одного окна нажмите F0, чтобы убрать или показать меню на правой стороне. В режиме двух окон функция скрытия меню не поддерживается.

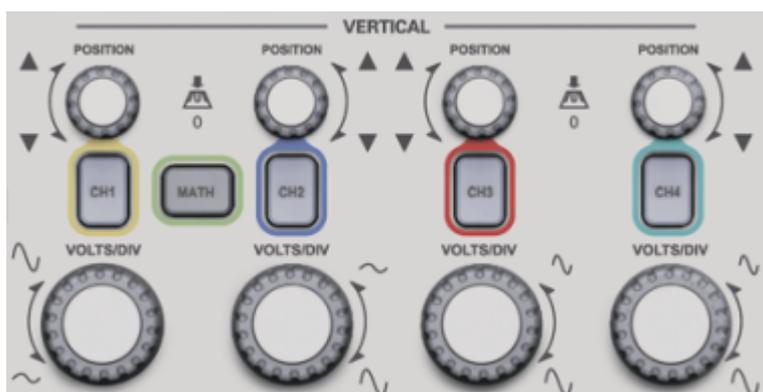
## 5.2.1 Режим сканирования (Roll)

Если SEC/DIV задан на 80 мс/дел. или меньше, и включен автоматический режим триггера, осциллограф работает в режиме приема сканирования. В этом режиме отображение сигнала обновляется слева направо без триггера или контроля горизонтального положения.

## 5.3 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 VERTICAL POSITION:** 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. Четыре канала соответствуют четырем регуляторам.



2. **Меню (CH1, CH2, CH3 и CH4):** 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. Земля разъединяет входной сигнал.
20MHz Bandwidth Limit	Limit Off Limit On	Ограничение ширины пропускания для уменьшения помех отображения; фильтры и сигнал для устранения помех и других ненужных ВЧ
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 factor	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.

### Режим входа заземления

Используется для отображения сигнала 0 В. Вход канала подключен к исходному уровню 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.

### 3. Регулятор VOLTS/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.

4. **Меню MATH:** Отобразить математические операции сигнала. Подробности указаны в следующей таблице.

Меню MATH содержит опции источника для всех математических операций.

Операции	Опции источника	Комментарии
+	CH1+CH2	Сложить канал 1 и канал 2
	CH3+CH4	Сложить канал 3 и канал 4
-	CH1-CH2	Вычесть сигнал канала 2 из сигнала канала 1.
	CH2-CH1	Вычесть сигнал канала 1 из сигнала канала 2.
	CH3-CH4	Вычесть сигнал канала 4 из сигнала канала 3.
	CH4-CH3	Вычесть сигнал канала 3 из сигнала канала 4.
X	CH1XCH2	Умножить CH1 на CH2.
	CH3XCH4	Умножить CH3 на CH4.
/	CH1/CH2	Разделить CH1 на CH2
	CH2/CH1	Разделить CH2 на CH1
	CH3/CH4	Разделить CH3 на CH4
	CH4/CH3	Разделить CH4 на CH3
FFT	CH1, CH2, CH3 или CH4	Для выбора доступно пять типов окон: Hanning, Flattop, Rectangular, Bartletta и Blackman

		Zoom: Используйте кнопку FFT Zoom, чтобы настроить размер окна Масштаб: x1, x2, x5, x10.
--	--	---

**Примечание:** Все выбранные меню подсвечены оранжевым цветом.

## 5.3.1 БПФ

В этой главе описано использование БПФ (быстрое преобразование Фурье). Вы можете использовать режим БПФ, чтобы разложить сигнал на его частотные компоненты (спектр), а также:

- 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.

### 5.3.1.1 Настройка

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

1. Нажмите кнопку AUTOSET, чтобы показать сигнал YT.
2. Поверните регулятор VERTICAL POSITION, чтобы вертикально переместить сигнал YT к центру (нулевое деление) для обеспечения того, что БПФ будет показывать правильное значение постоянного тока.
3. Поверните регулятор HORIZONTAL POSITION, чтобы расположить часть сигнала YT, 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 частоты 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 YТ 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.

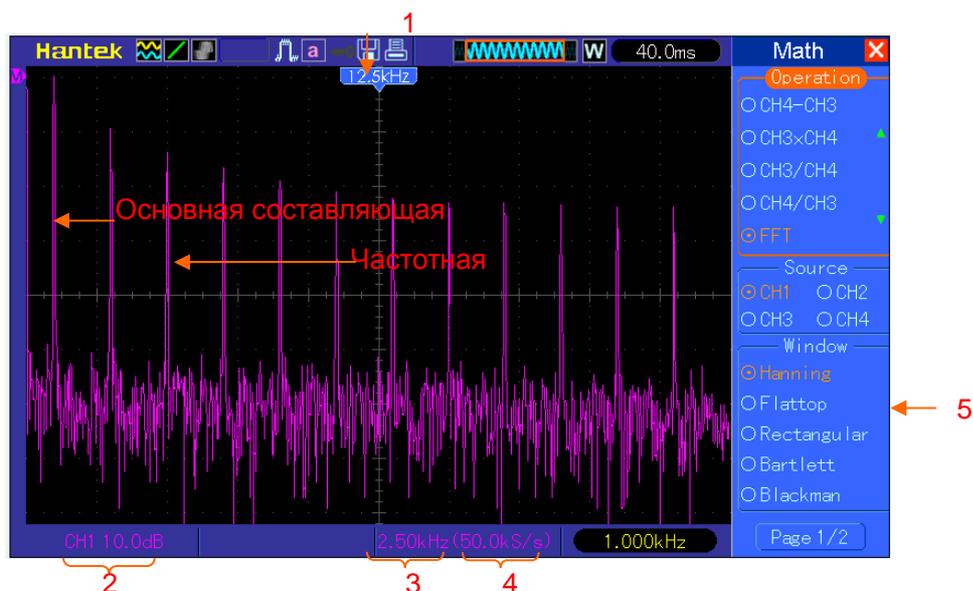
**Примечание: Вертикальный отклик осциллографа немного превышает его полосу пропускания (40 МГц в зависимости от модели; или 20 МГц, если опция Bandwidth Limit задана на Limited). Поэтому спектр БПФ может отображать действительную частотную информацию над полосой пропускания осциллографа. Однако амплитудная информация рядом с полосой пропускания или выше нее не будет точной.**

### 5.3.1.2 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
----------------	-----------	-------------

БПФ		
Source	CH1, CH2, CH3, CH4	Выбор канала в качестве источника БПФ.
Window	Hanning, Flattop, Rectangular, Bartletta и Blackman	Выбор типа окна БПФ.
FFT Zoom	X1, X2, X5, X10	Изменение горизонтального увеличения отображения БПФ.
Vertical Base	Vrms dBrms	Настройка вертикальной развертки в режиме.

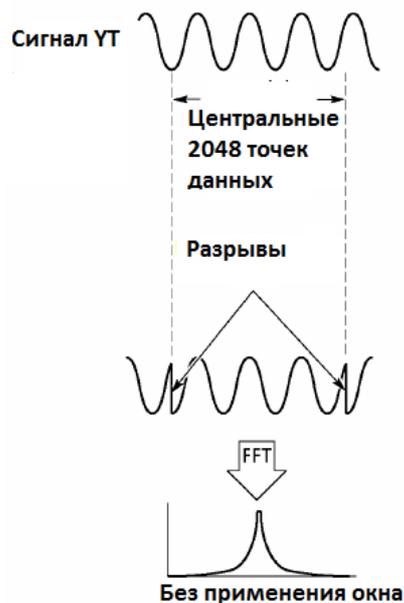


1. Частота в центральной линии сетки
2. Вертикальная шкала в дБ на деление (0 дБ = 1 Всреднеkv.)
3. Горизонтальная шкала в виде частоты на деление
4. Частота дискретизации в виде количества выборок в секунду
5. Тип окна БПФ

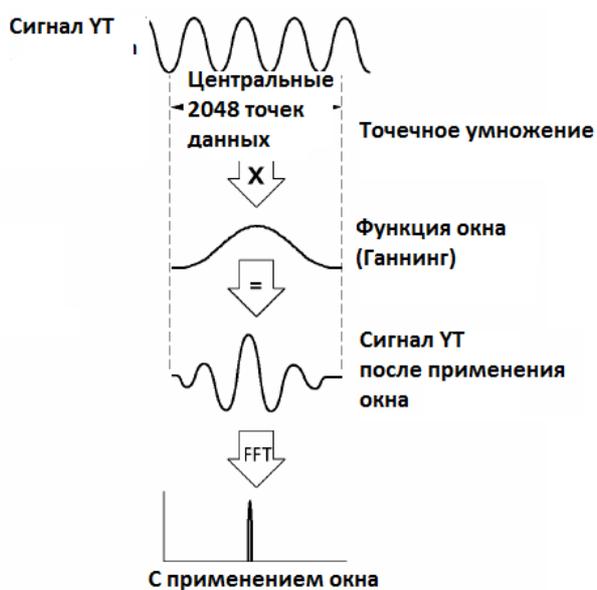
### 5.3.1.3 Выбор окна БПФ

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 токами 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
Ганнирование	Периодический сигнал	Лучше частота, хуже амплитуда, точнее, чем Плоское перекрытие
Плоское перекрытие	Периодический сигнал	Лучше амплитуда, хуже частота, точнее, чем Ганнирование
Прямоугольник	Импульсный или переходный сигнал	Окно специального предназначения, применяемое для непостоянных сигналов. То же самое, что и отсутствие окон
Бартлетт		
Блэкман	Лучше увеличение, хуже частотное	Одиночные частотные сигналы для обнаружения гармоник высокого порядка.

### 5.3.1.4 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).

### 5.3.1.5 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.

### 5.3.1.6 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

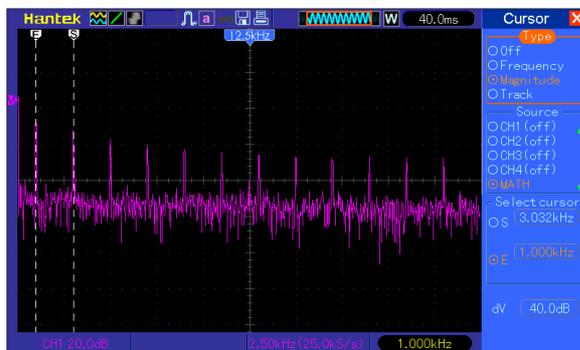
Во время отображения спектра БПФ вертикальные регуляторы канала становятся средствами управления увеличением и позиционированием для соответствующих каналов. Регулятор VOLTS/DIV позволяет выбрать следующие коэффициенты увеличения: X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Спектр БПФ увеличивается по вертикали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

### 5.3.1.7 Использование курсоров для измерения спектра БПФ

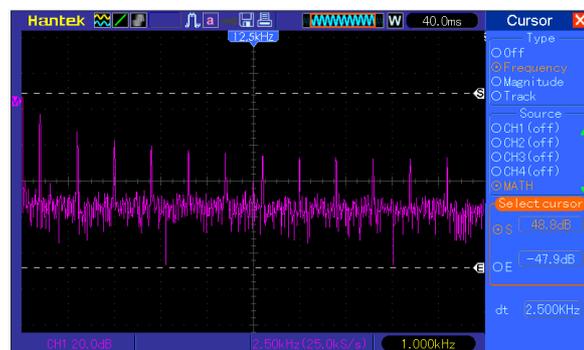
Вы можете использовать курсоры для выполнения двух измерений на спектре БПФ: амплитуда (в дБ) и частота (в Гц). Амплитуда начинается с 0 дБ, что равно 1 Всреднекв. Вы можете использовать курсоры для измерения при любом коэффициенте увеличения.

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

## 5.4 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. Уровень

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

### 2. Force Trigger

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

### 3. МЕНЮ TRIG

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

Опции	Настройки	Комментарии
<b>Тип триггера по видео-сигналу</b>		
Edge		По умолчанию осциллограф используется триггер по фронту, который запускает осциллограф на спадающем или нарастающем фронте входного сигнала, когда он пересекает уровень триггера (порог).
Source	CH1 CH2 CH3 CH4 EXT EXT/5 AC 50	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.
Slope	Rising Falling	Выбор типа наклона сигнала.
Режим	Auto Normal	Выбор режима триггера. По умолчанию осциллограф использует автоматический режим. В этом режиме осциллограф вынужден запускать триггер, когда он 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. В режиме Normal осциллограф обновляет дисплей только при обнаружении действующего условия запуска. Новые сигналы отображаются только после того, как заменятся старые. Используйте этот режим, чтобы просмотреть имеющиеся запущенные сигналы. Отображение появляется только после первого триггера.
Вход	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера. AC: Блокирует составляющие DC и заглушает сигналы ниже 10 Гц. DC: Пропускает все составляющие сигнала. HF Reject: Заглушает высокочастотные составляющие выше 80 кГц. LF Reject: Блокирует составляющие DC и заглушает низкочастотные составляющие ниже 8 кГц.

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

#### Video Trigger (запуск по видео-сигналу)

Опции	Настройки	Комментарии
Video		При выборе Video запускается стандартный видео-сигнал NTSC, PAL или SECAM. Вход триггера задан на закрытый.
Source	CH1, CH2 CH3, CH4 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 синхроимпульса.
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 видео-стандарт для синхронизации и вычисления количества строк.

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

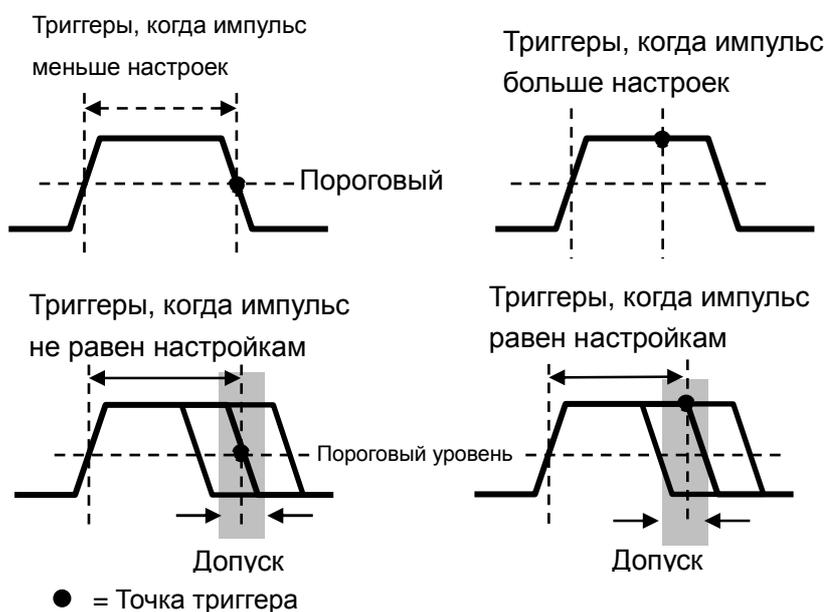
#### Pulse Width Trigger (триггер по длительности импульса)

Этот триггер можно использовать для запуска на искаженных импульсах.

Опции	Настройки	Комментарии
Pulse		При выборе Pulse триггер возникает на импульсах, которые соответствуют условию триггера (задаются при помощи настроек Source, When и Set Pulse Width).
Source	Канал 1 Канал 2	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.

	CH3 CH4 EXT EXT5	
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Настройка длительности импульса	от 20 нс до 10 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.
Режим	Auto Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal более всего подходит для большинства видов применения триггера по длительности импульса.
Вход	AC DC HF Reject Noise Reject LF Reject	Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
(Pulse Width)		Настройка длительности импульса.

**Trigger When:** Длительность импульса источника должна быть  $\geq 5$  нс, чтобы осциллограф мог обнаружить импульс.



=, ≠: В пределах допуски  $\pm 5\%$  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 CH3, CH4 EXT, EXT/5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.
Slope	Rising Falling	Выбрать тип наклона сигнала.
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal более всего подходит для большинства видов применения триггера по длительности импульса.
Coupling	AC, DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Следующая страница		
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 опции, включаемой кнопкой F4, поверните многофункциональный регулятор, чтобы настроить временной промежуток.

**Alter Trigger:** Аналоговые осциллографы способны выдавать стабильное изображение сигналов с двумя разными частотами. Главным образом, он использует заданную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1, CH2, CH3, CH4, чтобы каналы создавали сигналы альтернативного триггера через цепь триггера.

Опции	Настройки	Комментарии
Альтернативный триггер:		
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера.
Channel	Канал 1 Канал 2 CH3 CH4	Нажать на настройку, к примеру CH1, выбрать тип триггера канала и задать интерфейс меню.
Ниже представлен перечень настроек в подменю. Alter Trigger позволяет CH1, CH2, CH3 и CH4 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	Нажмите F3 или F4, чтобы выбрать

	DC HF Reject LF Reject	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	O.T.	
Polarity	Positive Negative	
Overtime		Нажмите F5, чтобы выбрать опцию Overtime, и отрегулируйте V0, чтобы настроить время.
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 более всего подходит для большинства видов применения триггера по длительности импульса.
Coupling	AC DC	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.

	Noise Reject HF Reject LF Reject	
Следующая страница		
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 нс до 10 сек	Нажмите F4, чтобы выбрать эту опцию. Отрегулируйте при помощи многофункционального регулятора, чтобы выбрать временной промежуток.

**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
O.T.		
Source	Канал 1 Канал 2 CH3 CH4	Выбрать источник триггера.
Polarity	Positive Negative	Выбрать триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode	Auto Normal	
Overtime		Нажмите F5, чтобы выбрать опцию Overtime, и отрегулируйте V0, чтобы настроить время.
Coupling	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.

## 5.5 Кнопки меню и опций

Как показано ниже, четыре кнопки сверху передней панели используются для вызова соответствующих меню настройки.



**MEASURE:** Открыть меню Measure.

**ACQUIRE:** Открыть меню Acquire.

**UTILITY:** Открыть меню Utility.

**CURSOR:** Открыть меню Cursor.

**Help (Помощь):** Открыть файл помощи.

**F7:** Открыть настройку окон, логический анализатор и генератор осциллограмм.

**SAVE/RECALL:** Открыть меню Save/Recall для настроек и сигналов.

**DISPLAY:** Открыть меню Display.

## 5.5.1 MEASURE

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.

Опции	Настройки	Комментарии
<b>Source</b>	Канал 1 Канал 2 CH3 CH4	Выбрать источник измерения.
<b>Тип измерения</b>		
1	Frequency	Вычислить частоту сигнала путем измерения первого цикла.
2	Period	Вычислить время первого цикла.
3	Mean	Вычислить среднее арифметическое напряжение на всей осциллограмме.
4	Pk-Pk	Вычислить абсолютную разницу между наибольшим и наименьшим пиком всего сигнала.
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 импульса и периодом.
14	- Duty	Измерить сигнал первого цикла. Отрицательный коэффициент заполнения - это соотношение между отрицательной 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	Амплитуда	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	RPREShoot	Задается в виде $(Vmin - Vlow)/Vamp$ перед падением сигнала.
24	BWidth	Длительность пакета, измеренного на всей осциллограмме.
25	Delay 1-2 ↑	Время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2.
26	Delay 1-2 ↓	Время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2.
27	LFF	Время между первым спадающим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2.
28	LFR	Время между первым спадающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2.
29	LRF	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2.
30	LRR	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2.
31	FFR	Время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2.
32	FRF	Время между первым нарастающим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2.
	Off	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:** 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.

## 5.5.2 ACQUIRE

Нажмите ACQUIRE MEAS, чтобы настроить параметры приема.

Опции	Настройки	Комментарии
Type	Real Time Equ-Time	Принимать сигнал по цифровому методу в реальном времени. Перестроить сигнал по методу эквивалентной выборки.
Real Time		
Mode	Normal Peak Detect Average	Принять и точно отобразить самые крупные сигналы. Найти помехи и устранить вероятность побочных составляющих. Уменьшить случайные или некоррелированные помехи в отображении сигнала. Можно выбрать количество средних значений.
Averages	4 16 32 64 128	Выберите количество средних значений при помощи F3 или F4.
Memory depth	4K, 20K, 40K, 256K, 512K, 1M	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 4К).



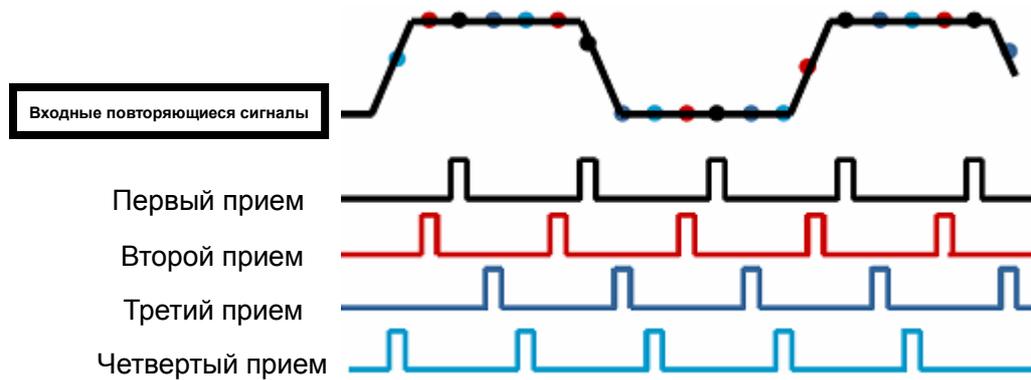
**Peak Detect:** Этот режим используется для обнаружения помех в пределах 10 мс и ограничения побочных составляющих. Этот режим действует при настройке SEC/DIV 4 мкс/дел. или медленнее. После настройки SEC/DIV на 4 мкс/дел. или быстрее режим приема становится Normal, так как частота дискретизации является 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, 32K, 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 ГС/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.

### 5.5.3 UTILITY

Нажмите кнопку UTILITY, чтобы открыть меню Utility.

Опции	Комментарии
System Status	Показать версию ПО и прошивки, серийный номер и некоторую другую информацию об осциллографе.
Update Firmware	Вставьте USB-диск с обновлением программы, после чего появится иконка диска в левом верхнем углу. Нажмите кнопку Firmware Program, и откроется диалог Software Upgrade. Нажмите кнопку F5, чтобы подтвердить обновление, либо нажмите F2 для отмены.
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 pic_1; нажмите два раза, и появятся две папки - pic_1 и pic_2.
Do 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.
Language	Настроить язык.
Interface	Настроить цвет интерфейса - синий, черный, зеленый, розовый, желтый.
Time	Настройка времени.
Sys RunParam	Отображается статус системы.
Pass/Fail	Функция определения соответствия
Регистратор	Включить функцию записи.
Filter	Выбрать тип фильтра
Save to USB	Открыть или закрыть

Default Set	Настройки по умолчанию.
Probe Check	Мастер проверки щупов

**Самокалибровка:** При помощи самокалибровки можно оптимизировать точность осциллографа, чтобы он соответствовал температуре окружающей среды. Для увеличения точности следует выполнить самокалибровку в случае изменения температуры окружающей среды на 5°C и более. Следуйте инструкциям на экране.

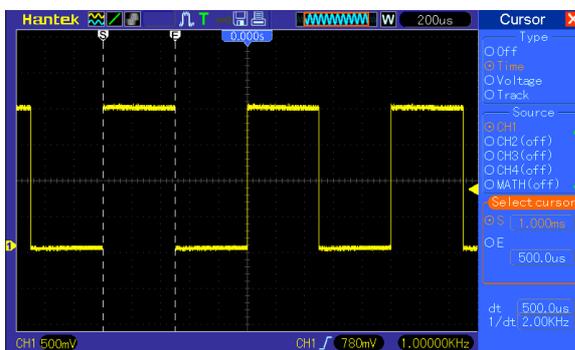
**Совет:** чтобы убрать отображение статуса и войти в соответствующее меню, нажмите кнопку меню на передней панели.

## 5.5.4 CURSOR

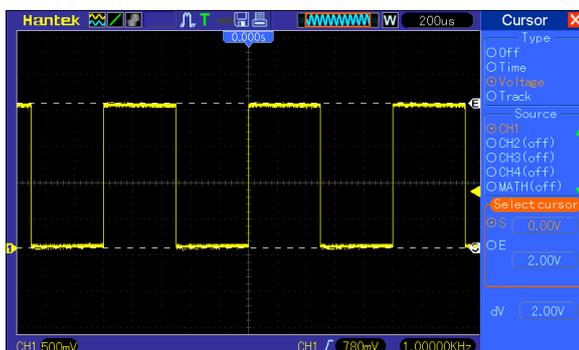
Нажмите кнопку CURSOR, чтобы открыть меню Cursor.

Опции	Настройки	Комментарии
Type	Off Voltage Time Track	Выбрать курсор измерения и показать его. Voltage предназначено для измерения амплитуды, а Time - для времени и частоты.
Source	CH1, CH2 CH3, CH4 MATH REFA REFB LA	Выбрать сигнал для проведения курсорного измерения. Использовать показания для отображения результатов измерения.
Select Cursor	S E	S обозначает курсор 1. E обозначает курсор 2. Выбранный курсор подсвечивается, и его можно свободно перемещать. Оба курсора можно выбрать и перемещать одновременно. Окно за курсором указывает его местоположение.

**Перемещение курсоров:** Нажмите на кнопку рядом с Select Cursor, чтобы выбрать курсор, и поверните V0 для перемещения. Курсоры можно перемещать, только когда отображается меню Cursor.



Курсор времени



Курсор напряжения

## 5.5.5 HELP

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 указатель.

### ◆ Контекст

Нажмите кнопку HELP на передней панели, и осциллограф покажет данные о последнем меню, показанном на экране. Если в теме имеется более одной страницы, поверните регулятор V0, чтобы перейти к следующей странице.

### ◆ Гиперссылки

Большинство тем содержат фразы, заключенные в угловые скобки, к примеру <Autoset>. Эти ссылки на соответствующие темы. Поверните регулятор V0, чтобы перемещаться по ссылкам. Нажмите кнопку Show Topic, чтобы показать тему, соответствующую выделенной ссылке. Нажмите кнопку Back, чтобы вернуться к предыдущей теме.

### ◆ Указатель

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 V0, 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.

## 5.5.6 SAVE/RECALL

Нажмите кнопку SAVE/RECALL, чтобы сохранить или вызвать настройки осциллографа или сигналы.

На первой странице имеется следующее меню.

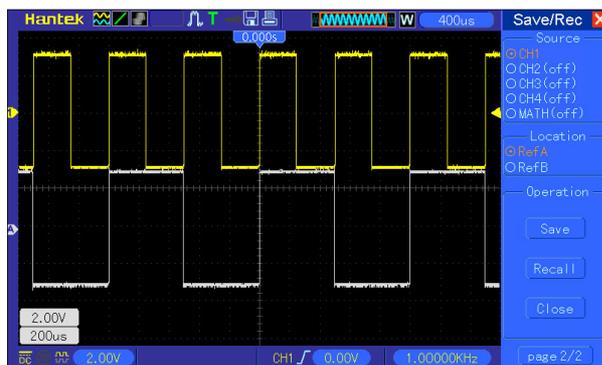
Опции	Настройки	Комментарии
Ref		

Source	CH1 CH2 CH3 CH4 MATH LA	Выбрать канал сигнала для сохранения.
Location	RefA RefB	Выбрать исходное место для сохранения или вызова сигналов.
Operation	Save	Сохранить сигнал источника для выбранного исходного места.
	Recall	Вызывать сигнал REF из места хранения.
	Close	

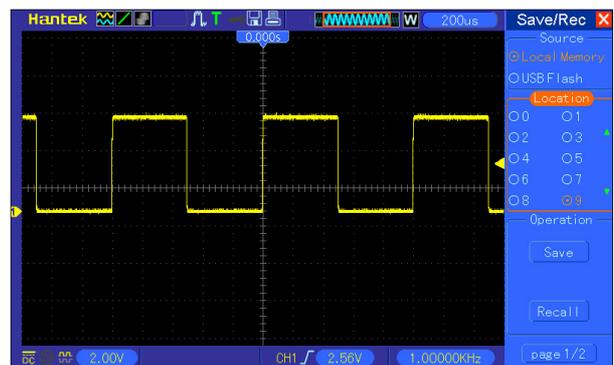
Нажмите 'back', чтобы открыть следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
<b>Setup</b>		
Storage	Local Memory USB Flash	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. Для выбора используйте кнопку, расположенную рядом.
Operation	Save	Выполнить сохранение.
	Recall	Вызвать настройки осциллографа, которые хранятся в месте, выбранном в поле Setup. Нажмите кнопку Default Setup, чтобы запустить осциллограф с известной настройкой.

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 вызовет эти настройки при следующем включении осциллографа.

Нажмите 'back', чтобы открыть следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
-------	-----------	-------------

<b>CSV</b>		
Source	CH1 CH2 CH3 CH4	Выбрать отображение сигнала
Operation Source	Save	Выполнить сохранение.
	Recall	Вызвать настройки осциллографа, которые хранятся в месте, выбранном в поле Setup. Нажмите кнопку Default Setup, чтобы запустить осциллограф с известной настройкой.
	Delete	Удалить сохраненный файл .csv.
File List	Close	Закрыть список файлов.
	Open	Открыть список файлов.

## 5.5.7 Cursor

Настройки осциллографа влияют на отображение сигнала. Сигнал можно измерить во время его захвата. Разные стили отображения сигнала на экране дают важную информацию о нем.

Для отображения сигнала имеется два режим - с одним и с двумя окнами. См. раздел [Горизонтальные средства управления](#) для получения подробной информации.

Нажмите кнопку DISPLAY, и появится следующее меню.

Опции	Настройки	Комментарии
Тип	Vector Points	Векторы заполняют пространство между прилегающими точками выборки на дисплее; точки обозначают только точки выборки.
Persist	Auto Select 0.2S-8S Infinity ∞	Задаёт время для отображения каждой точки выборки.
DSO Mode	YT XY	Формат YT показывает вертикальное напряжение по отношению к времени (горизонтальная шкала); формат XY отображает точку между каналом 1 и 2 при получении выборки, в которой напряжение или ток канала 1 определяют координату X точки (горизонтально), а напряжение или ток канала 2 определяют координату Y (вертикаль). Для получения подробной информации см. описание формата XY далее.
Contrast		Регулируется в диапазоне 0-15 16; нажмите F5, чтобы выбрать эту опцию. Поверните многофункциональный регулятор для настройки.
Grid	Dotted line Real line OFF	При выборе OFF отображаются горизонтальные и вертикальные координаты в центре сетки на экране.
Grid Intensity		Регулируется в диапазоне 0-15 16; отображается при помощи строки.
Refresh Rate	Auto, 30 frames, 40 frames, 50 frames,	
Wave Intensity		Регулируется в диапазоне 0-15 16;

	отображается при помощи строки.
--	---------------------------------

## 5.5.8 F7

Изменение окна: нажмите F2, чтобы открыть два окна. Нажмите F1, чтобы открыть одно окно.

**LA:** Открыть канала LA D0~D7.

**DDS:** Генератор открытых сигналов.

Нажмите F7, затем F1 или F2, чтобы вернуться к интерфейсу осциллографа.

## 5.6 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.

### 5.6.1 AUTOSET

Autoset - это одно из преимуществ, которыми обладает 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
Курсор	Откл.
Формат отображения	Задан на YТ
Тип дисплея	Задан на Vectors для спектра БПФ; в противном случае, не подлежит изменению
Горизонтальное положение	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	Фронт
Видео-синхронизация	Регулируется
Видео-стандарт	Регулируется
Вертикальная пропускная способность	Полная
Вертикальный вход	DC (если до этого был выбран GND); AC для видео-сигналов; в противном случае не подлежит изменению
ВОЛЬТ/ДЕЛ	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 Wave	Описание
Multi-cycle Sine	Показать множественные циклы, которые имеют соответствующие вертикальные и горизонтальные шкалы.
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. <a href="#">Раздел 5.3.1 Математическое БПФ</a> для получения подробной информации.
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 шкалы.
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.

## 5.6.2 Help (Помощь)

Нажмите кнопку HELP, чтобы открыть меню Help, в котором имеются темы, описывающие все опции меню и средства управления осциллографом. Для получения подробной информации о системе помощи, см. раздел [5.5.5](#)

## 5.6.3 Настройка по умолчанию

При нажатии кнопки UTILITY->DEFAULT SETUP осциллограф показывает сигнал канала 1 и убирает все остальные сигналы. При настройках по умолчанию нажмите F1, чтобы включить **Undo Preset**. Затем осциллограф вернется к состоянию, которое имело место до включения настроек по умолчанию. 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)	±3.2div
	Vertical (time)	±4div
Display	Type	Vectors
	Persist	Off
	Format	YT
Horizontal	Window Mode	Single-window
	Trigger Knob	Level
	Position	0.00s
	SEC/DIV	200µs
Math	Operation	—
	Source	CH1-CH2
	Position	0div
FFT	Vertical Scale	20dB
	FFT Operation	
	Source	CH1
	Window	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 (Alter)	Канал 1	
	Тип	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

## 5.7 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 триггера, 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.



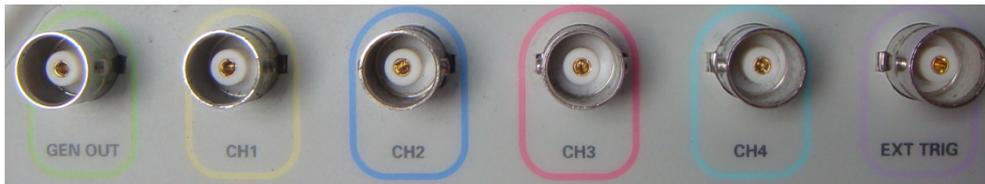
F0: Кнопка **Показать/скрыть**. Нажмите на эту кнопку, чтобы скрыть опции меню на правой стороне экрана и полностью показать сигналы. Нажмите на нее еще раз, чтобы показать опции меню.

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', and 'press F6 to confirm', которые появляются при выборе опции Self Calibration.

## 5.8 Сигнальные коннекторы

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



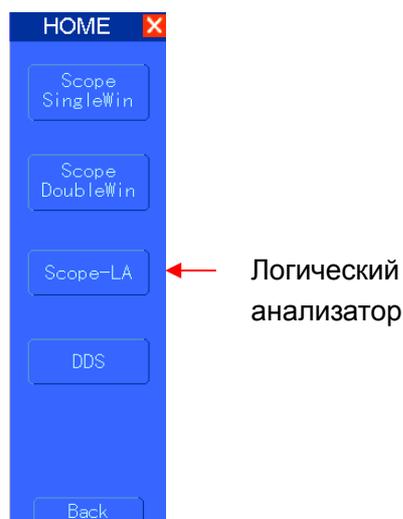
1. GEN OUT: Выход сигнала осциллограммы
2. CH1, CH2, CH3, CH4: Входные разъемы для отображения сигнала, через которые осуществляется подключение и вход сигнала для измерения.
3. EXT TRIG: Входной разъем для внешнего источника триггера, через который осуществляется подключение и вход внешнего источника триггера.
4. Probe Compensation: Выход и земля компенсации щупа, используемые для электрического соответствия щупа и входной цепи осциллографа. Экраны заземления и BNC компенсации щупа считаются выводами заземления. Во избежание повреждений запрещается подключать источник напряжения в эти выводы заземления.

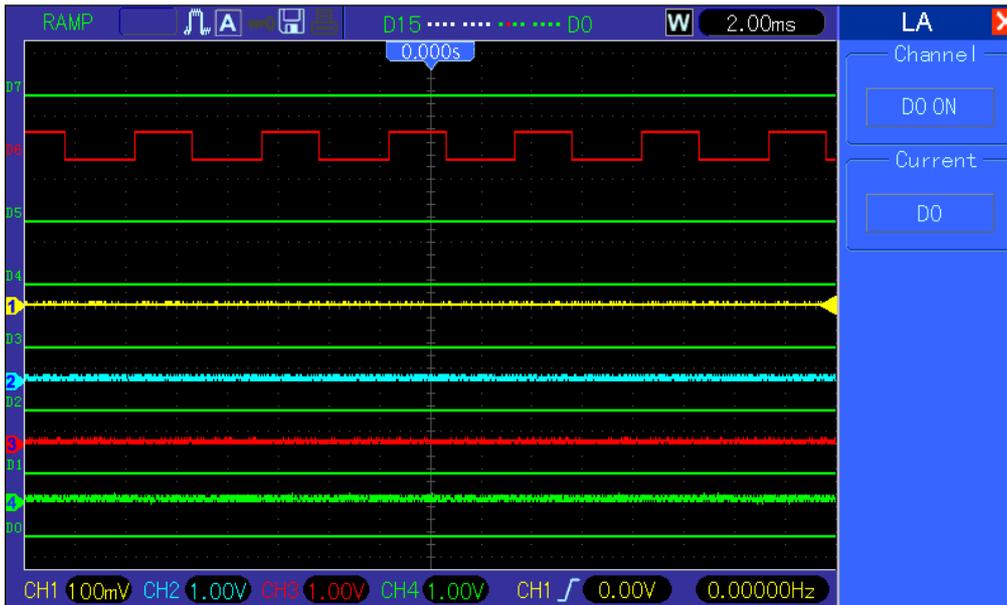
## 5.9 Настройка каналов логического анализатора

Осциллограф серии MSO5054F(G) имеет 8-канальный логический анализатор, который имеет 8 логических каналов, может выполнять измерение смешанных сигналов с 4 каналами аналогового осциллографа. Вы можете открыть (или закрыть) один канала или группу каналов (8 каналов), выбрать размер сигнала, изменить положение отображения цифровых каналов на экране и выбрать тип порога.

Нажмите кнопку F7->F3, и система покажет меню канала логического анализатора.

Описание приводится в следующей таблице.





Интерфейс логического анализатора

Операция меню

Меню функции	Настройки	Описание
Channel		Включить/отключить канал D7-D0
Current	<D7-D0>	Выбрать текущий цифровой канал

Показать и перераспределить цифровые каналы

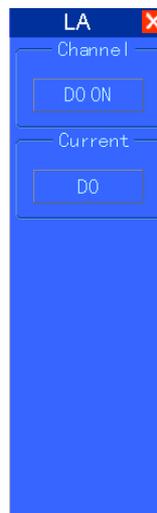
(1) Нажмите F7-> F3, чтобы войти в меню настройки группы каналов и открыть или закрыть отображение цифровых каналов.

(2) Нажмите F7-> F3->Current, чтобы при помощи многофункционального регулятора выбрать цифровые каналы.

Поверните многофункциональный регулятор, чтобы выбрать цифровые каналы, и количество выбранных каналов будет отображаться красным цветом.

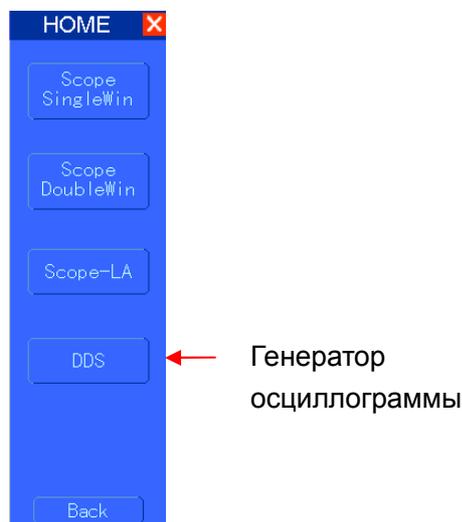
(3) Нажмите на многофункциональный регулятор и поверните его, чтобы переместить выбранный канал на экране.

Меню выглядит следующим образом.



## 5.10 Генератор сигналов произвольной формы

Осциллограф серии MSO5054FG оснащен функцией генератора СПФ с одним каналом выходного сигнала произвольной формы и выходом синхросимпульсов. Пользователь может редактировать сигнал при помощи мыши и выбирать стандартные типы, такие как Sine, Ramp, Square, Trapezia, DC, Exponent, AM/FM, Storage.



### Настройка параметров осциллограммы

Выберите тип сигнала и настройте его параметры в боковой панели, в разделе **"Parameters"**.

### Создание сигнала Sine

Для получения сигнала Sine выполните следующее:

1. Нажмите F1, чтобы выбрать "Sine Wave".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

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

Sync Out: Включить или отключить синхровыход:

Wave Out: Включить или отключить выход сигнала:

Power Out: Включить или отключить выход питания.

Выберите Power Out и текущий сигнал будет сохранен в приборе. Этот сигнал будет создаваться каждый раз при включении питания.

### Создание сигнала Ramp

Для получения сигнала Ramp выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Ramp Wave".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

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

Duty (скважность): Настройка скважности сигнала.

Sync Out: Включить или отключить синхровыход:

Wave Out: Включить или отключить выход сигнала:

Power Out: Включить или отключить выход питания.

Выберите Power Out и текущий сигнал будет сохранен в приборе. Этот сигнал будет создаваться каждый раз при включении питания.

### **Создание сигнала Square**

Для получения сигнала Square выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Square Wave".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

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

Duty (скважность): Настройка скважности сигнала.

Sync Out: Включить или отключить синхровыход:

Wave Out: Включить или отключить выход сигнала:

Power Out: Включить или отключить выход питания.

Выберите Power Out и текущий сигнал будет сохранен в приборе. Этот сигнал будет создаваться каждый раз при включении питания.

### **Создание сигнала Trapezia**

Для получения сигнала Trapezia выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "Trapezia Wave".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

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

Duty (скважность): Настройка скважности сигнала.

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

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

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

Sync Out: Включить или отключить синхровыход:

Wave Out: Включить или отключить выход сигнала:

Power Out: Включить или отключить выход питания.

Выберите Power Out и текущий сигнал будет сохранен в приборе. Этот сигнал будет создаваться каждый раз при включении питания.

### **Создание сигнала AM/FM**

Для получения сигнала AM/FM выполните следующее:

1. Нажмите F2, чтобы выбрать "AM/FM Wave".

2. Задайте параметры сигнала:

Frequency (частота): Настройка частоты сигнала.

Amplitude (амплитуда): Настройка амплитуды сигнала.

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

Depth (глубина): Настройка глубины сигнала.

FM: Смена сигнала AM на FM.

Max Freq: Настройка макс. частоты сигнала.

FM: Смена выходного сигнала AM на FM.

Sync Out: Включить или отключить синхровыход:

Wave Out: Включить или отключить выход сигнала:

Power Out: Включить или отключить выход питания.

Выберите Power Out и текущий сигнал будет сохранен в приборе. Этот сигнал будет создаваться каждый раз при включении питания.

### **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.

Phase (фаза): Настройка фазы сигнала.

Time (время): Настройка параметра Тао сигнала.

Rise (нарастание): Настройка наклона сигнала.

---

# Глава 6 Примеры применения

В этой главе приводится подробное описание основных особенностей осциллографа при помощи 12 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 шумом  
Устранение случайных помех
4. Захват однократного сигнала
5. Использование режима X-Y
6. Триггер по длительности импульса
7. Триггер по видео-сигналу  
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
12. Использование триггера для измерения цифрового сигнала

## 6.1 Пример 1: Выполнение простых измерений

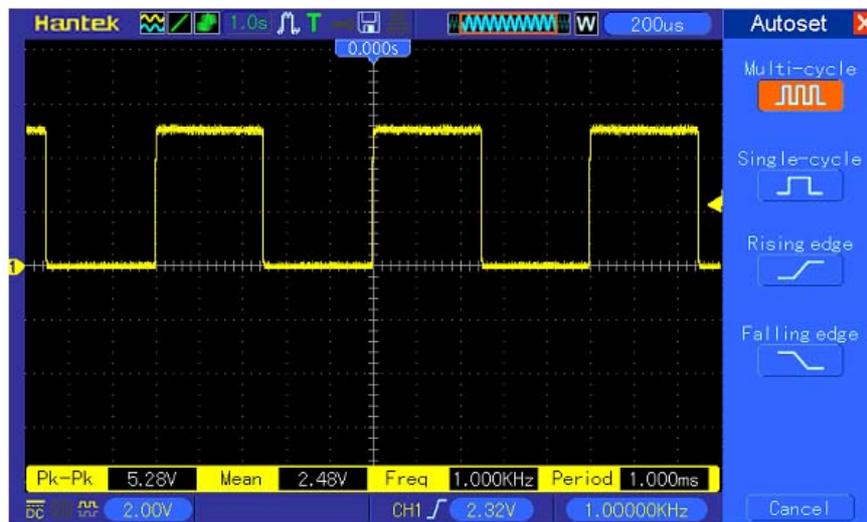
Если вы хотите наблюдать неизвестный сигнал в конкретной цепи, но у вас нет его амплитуды и частоты, то можно использовать эту функцию для выполнения быстрого измерения по частоте, периоду и межпиковой амплитуде сигнала.

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.



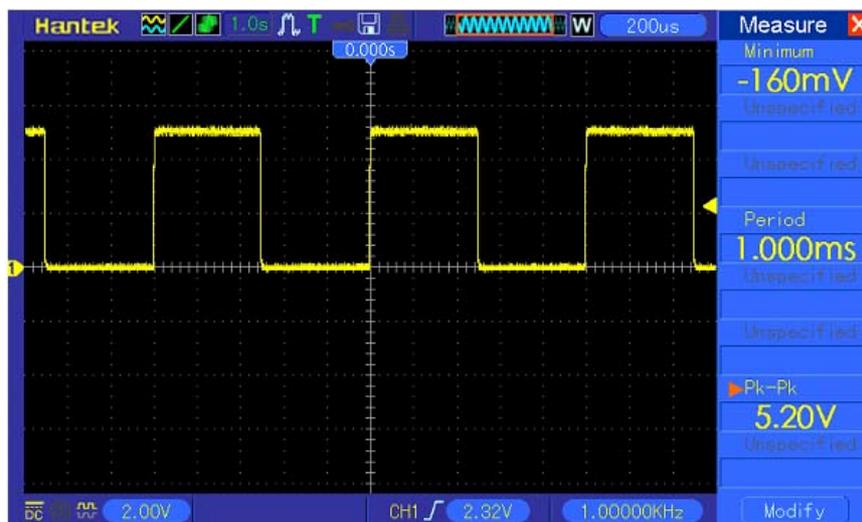
### Выполнение автоматических измерений

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 восемь элементов измерения в качестве примера. Окна под ними отображают измерения крупным шрифтом.



## 6.2 Пример 2: Измерения с помощью курсора

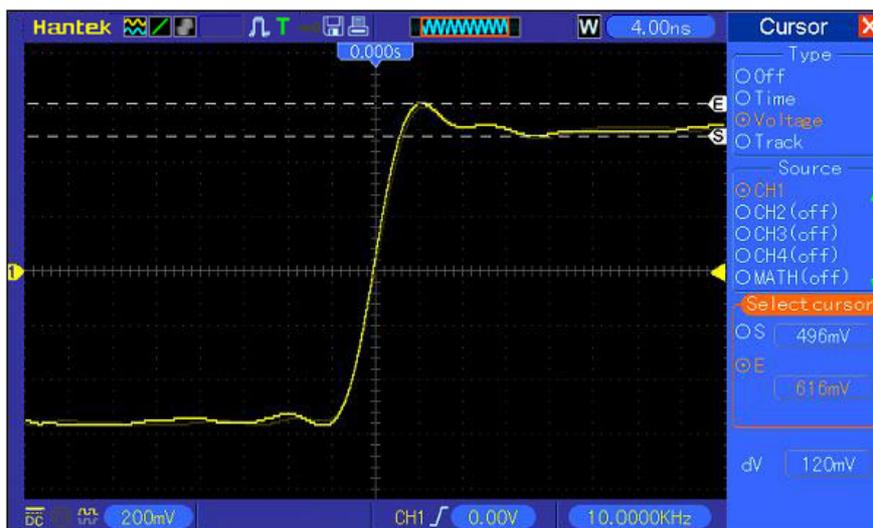
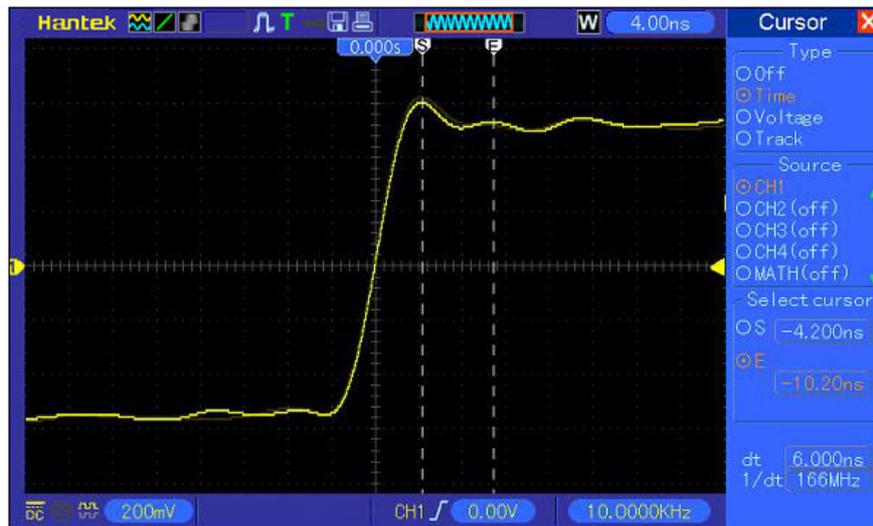
Вы можете использовать курсор для быстрого измерения времени и амплитуды сигнала.

### 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

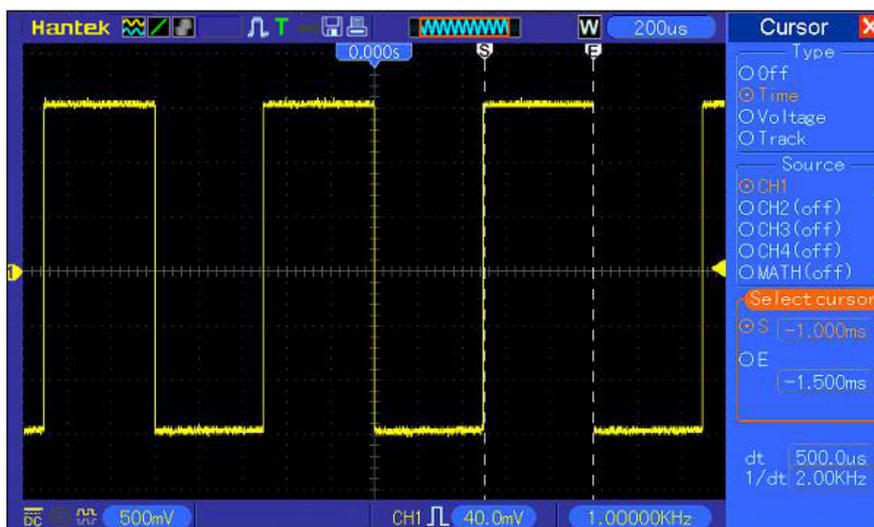
Для анализа сигнала импульса и измерения его длительности выполните следующие действия.

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 экран; если выбрано E, поверните V0, чтобы переместить курсор E; если выбраны оба курсора, поверните V0, чтобы их двигать 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.

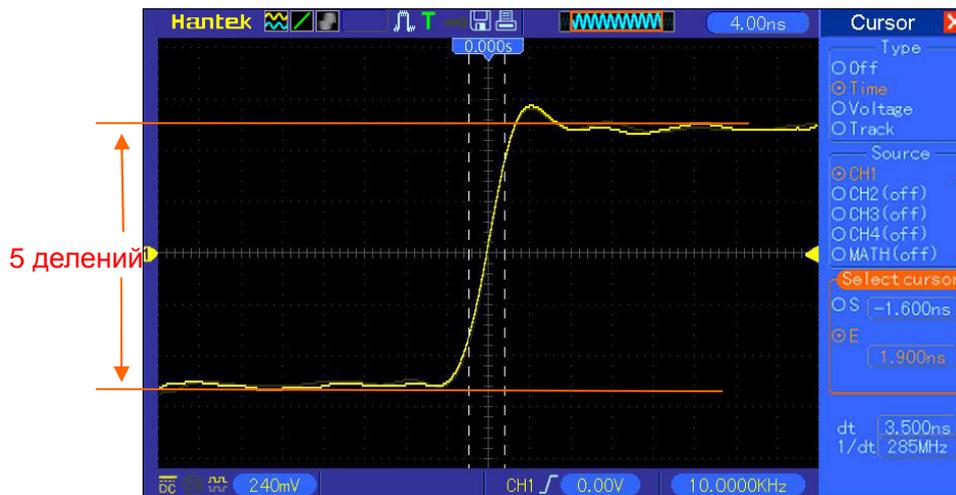


### Измерение времени нарастания импульса

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

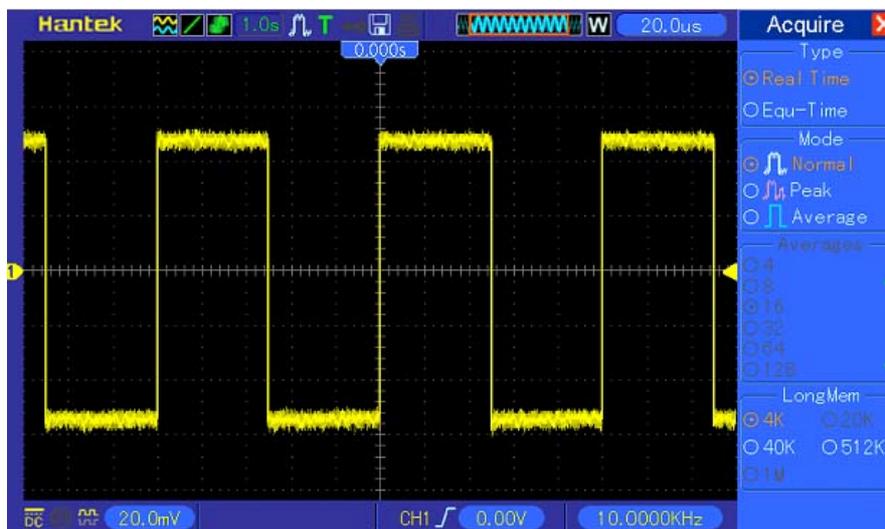
1. Поверните регулятор SEC/DIV, чтобы показать нарастающий фронт сигнала.
2. Поверните регуляторы VOLTS/DIV и VERTICAL POSITION, чтобы задать амплитуду сигнала примерно на 5 делений.
3. Нажмите кнопку CH1 MENU.
4. Нажмите кнопку опции VOLTS/DIV и выберите Fine. Поверните регулятор VERTICAL POSITION для 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.



### 6.3 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.

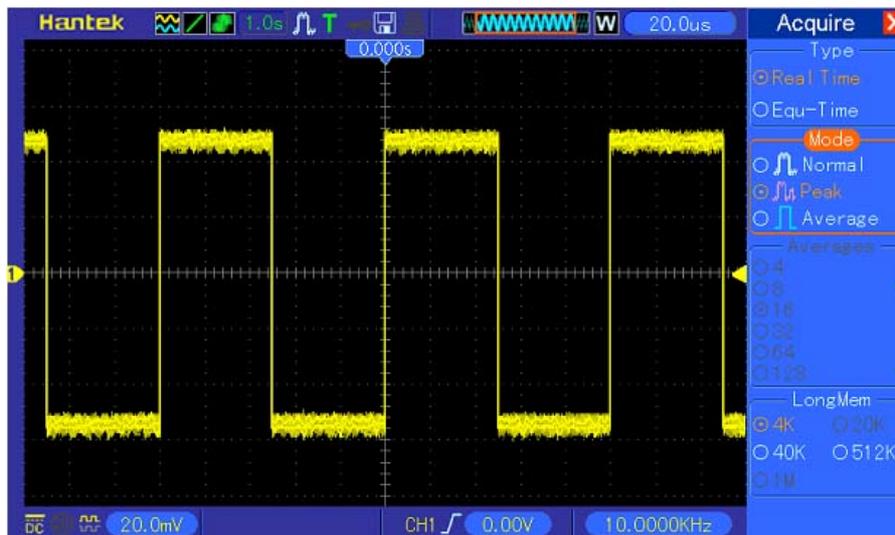


#### Наблюдение за сигналом с шумом

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.

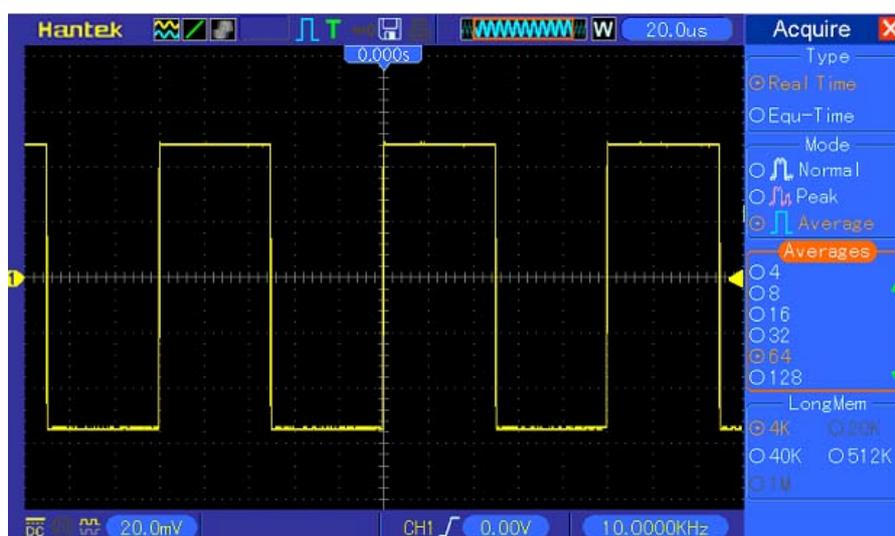


### Устранение случайных помех

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.



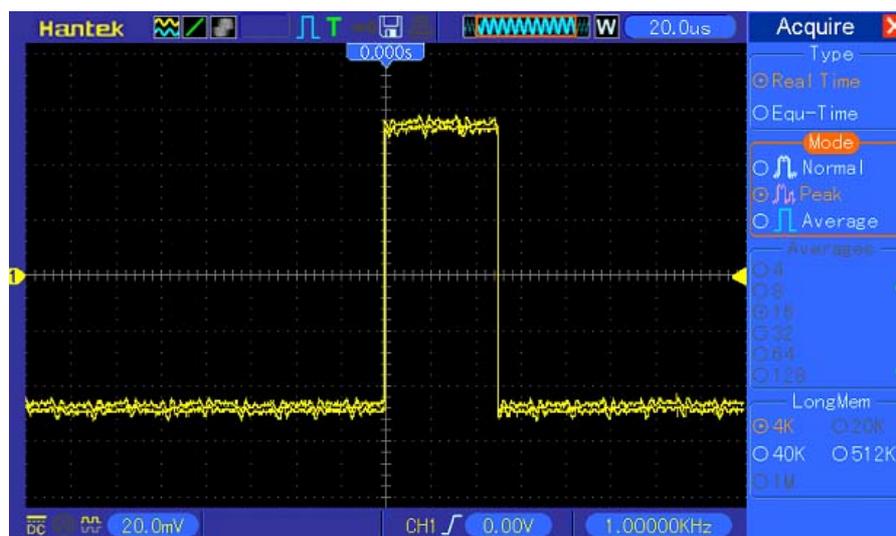
## 6.4 Пример 4: Захват одиночного сигнала

Вы можете обратиться к следующему примеру, чтобы просто захватить некоторые апериодические 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 осциллографа смешанных сигналов.



## 6.5 Пример 5: Использование режима X-Y

### Просмотр фазовых разниц между двумя сигналами канала

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

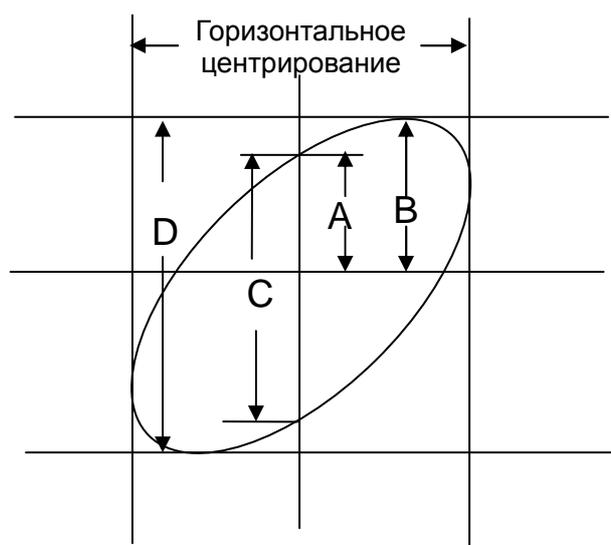
Подключите осциллограф к цепи и наблюдайте за входом и выходом цепи в режиме XY. Выполните следующие действия

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  $\theta$  - 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:  $\theta = \pm \arcsin(A/B)$  or  $\pm \arcsin(C/D)$ .

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.



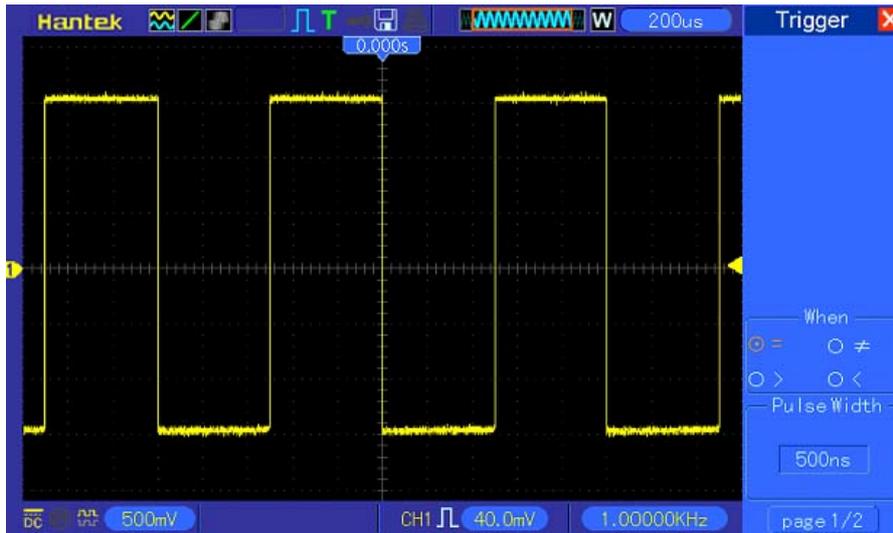
---

## 6.6 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, что 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.

## 6.7 Пример 7: Триггер по видео-сигналу

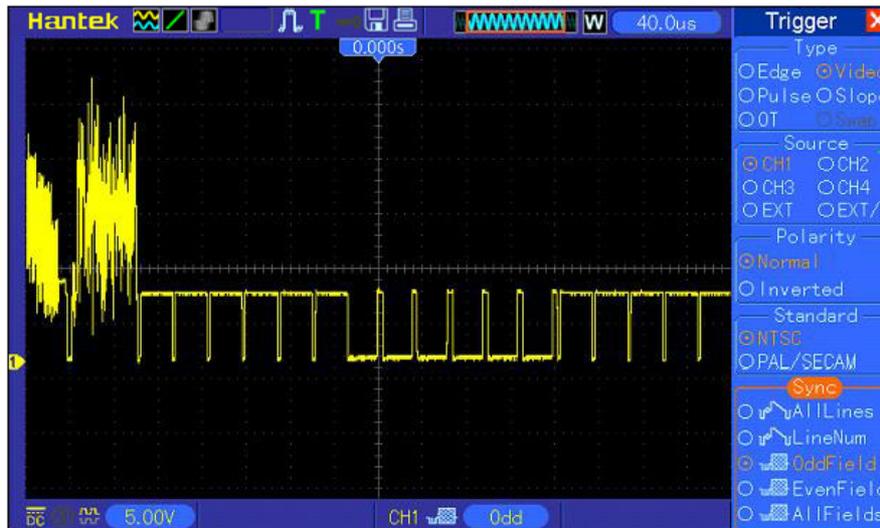
Предположим, что вы проверяете видео-сигналы телевизора, чтобы убедиться в их нормальном входе, и видео-сигнал предназначен для системы NTSC. Вы можете получить стабильное отображение при помощи триггера по видео-сигналу.

### 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 видео-сигналы.
6. Поверните горизонтальные регуляторы TIME/DIV и Vertical Position, чтобы отобразить на экране полный видео-сигнал, 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.

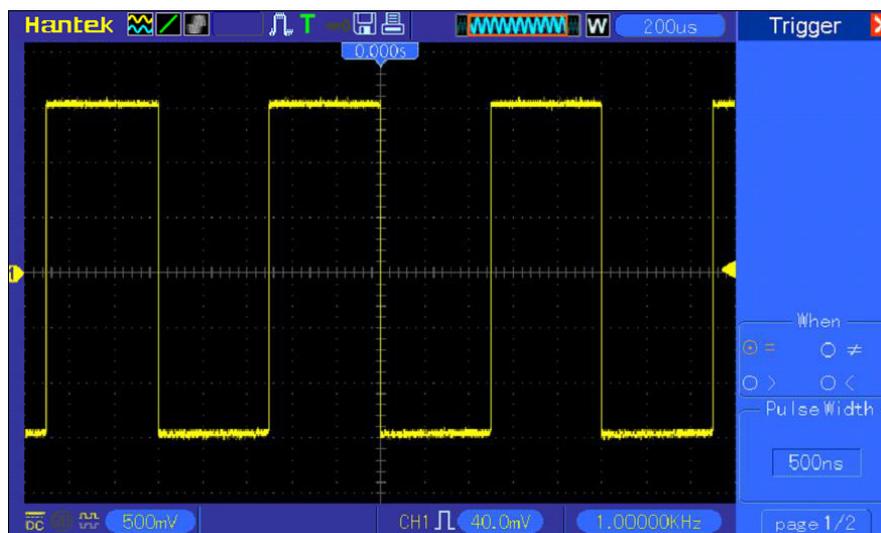
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Video в опции Type.
3. Нажмите кнопку Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку Polarity, чтобы выбрать Normal; нажмите кнопку Standard, чтобы выбрать NTSC; нажмите кнопку Sync, чтобы выбрать Line Number.
4. Поверните регулятор Trigger Level, чтобы отрегулировать уровень триггера и стабилизировать видео-сигналы.
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 видео-сигнал, запускающийся по видео-полю. См. рисунок ниже.



## 6.8 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

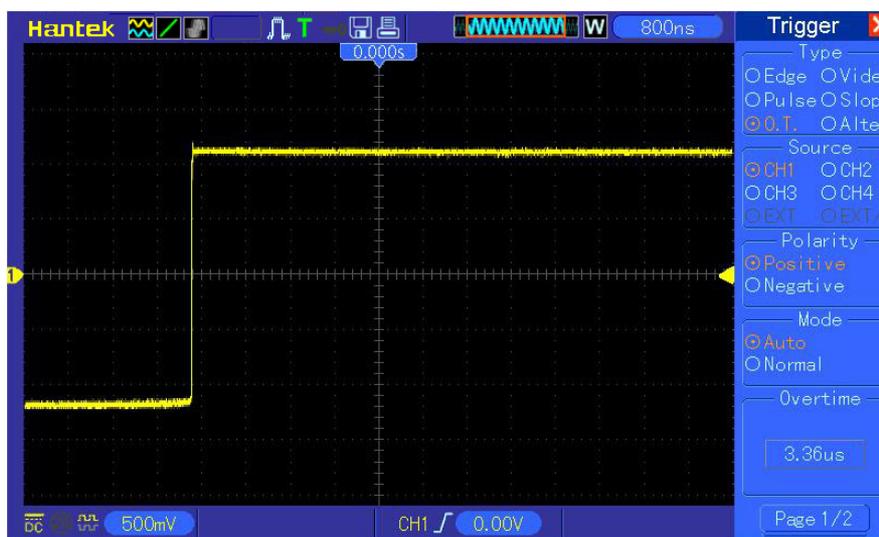
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать Slope в опции Type.
3. Нажмите кнопку Source, чтобы выбрать CH1; нажмите кнопку Slope, чтобы выбрать Rising; нажмите кнопку Mode, чтобы выбрать Auto; нажмите кнопку Coupling, чтобы выбрать DC.
4. Нажмите кнопку Next 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.



## 6.9 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 видео-сигнал, 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.

## 6.10 Пример 10: Использование математических функций для анализа сигналов

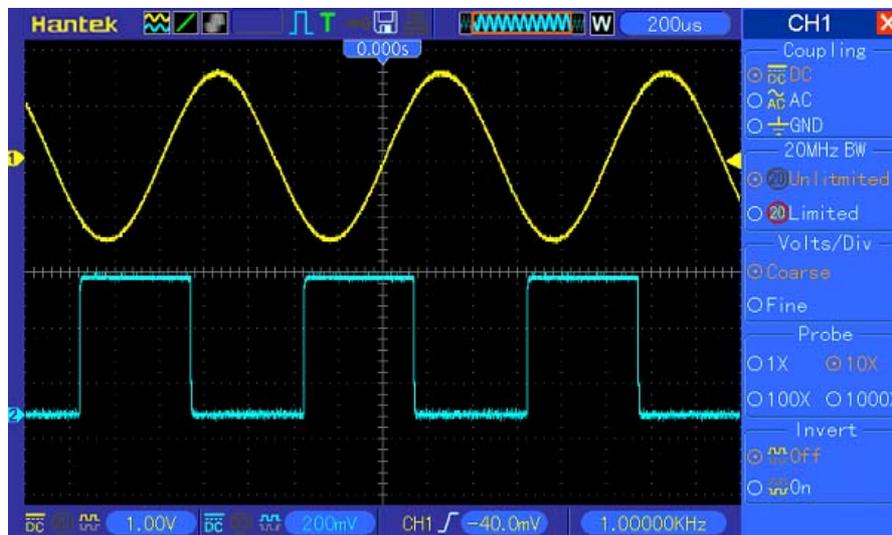
Использование математических функций для анализа входных сигналов является еще одним преимуществом цифрового осциллографа. К примеру, вы хотите получать мгновенную разницу между двумя сигналами канала. При помощи математической функции осциллографа вы можете получить лучшее отображение сигнала на экране.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

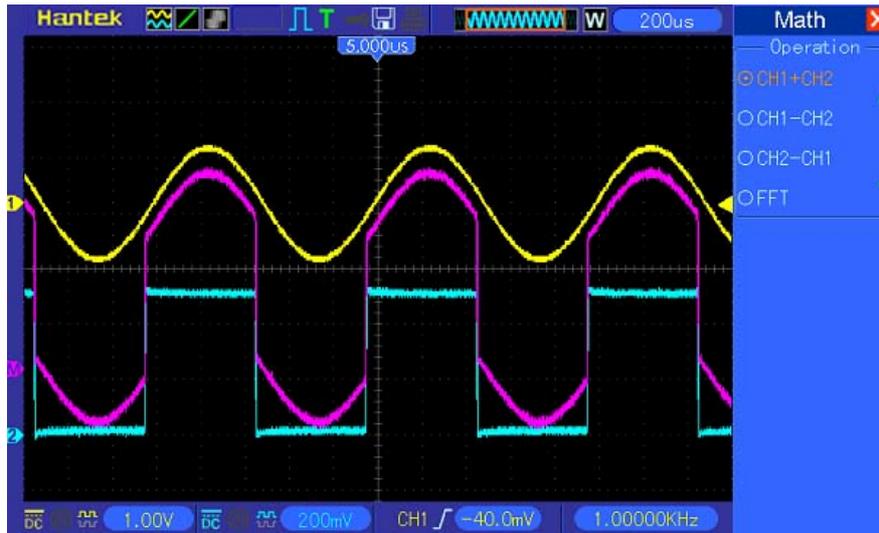
Кроме того, осциллограф также поддерживает функции - и БПФ. Для подробного анализа БПФ см. главу [5.3.1 Математическое БПФ](#).

**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.

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



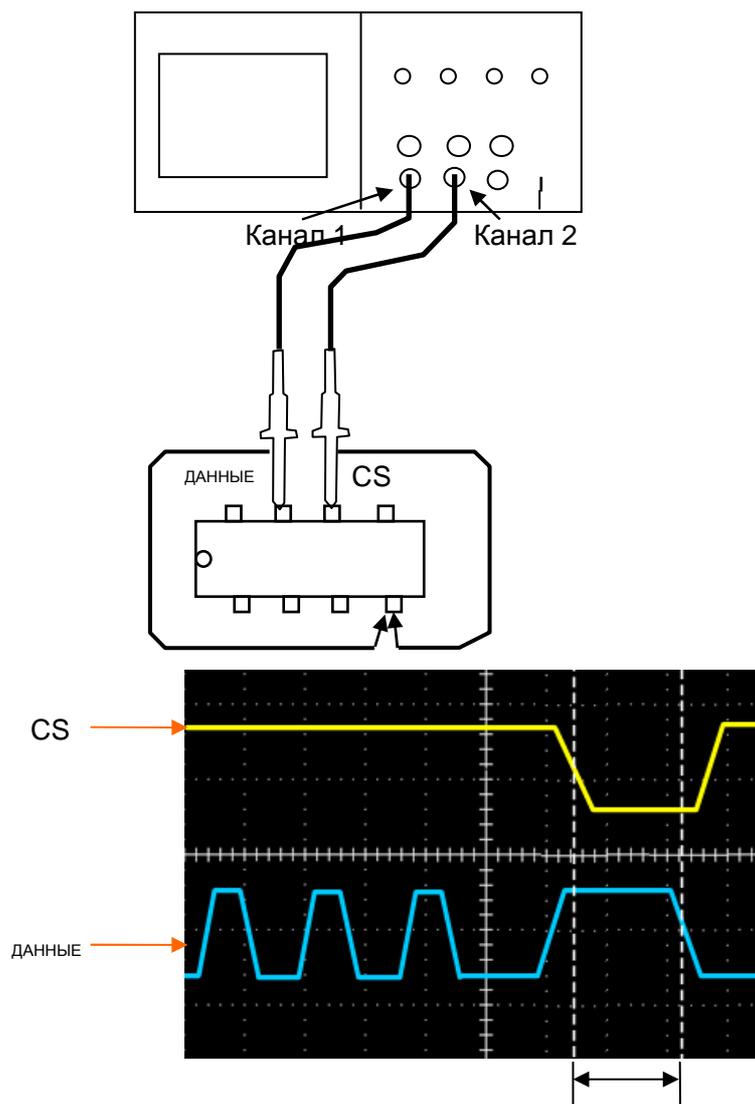
Розовым цветом обозначены добавленные сигналы.

## 6.11 Пример 11: Измерение задержки распространения данных

Если вы полагаете, что в цепи управления 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.



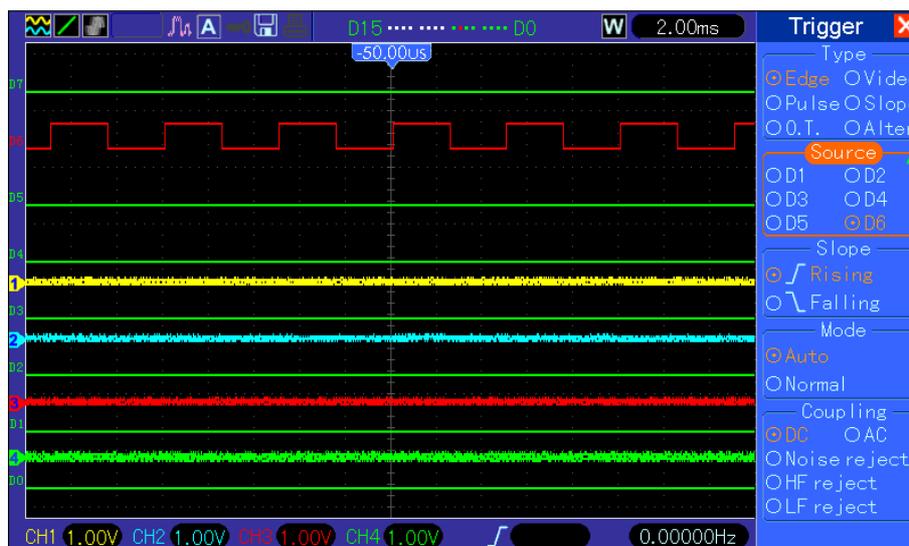
## 6.12 Пример 12: Использование триггера для измерения цифрового сигнала

Запуск по фронту (Edge)

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Edge в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать источник триггера (D0~D7).
4. Нажмите кнопку F3, чтобы выбрать наклон триггера (по спадающему или нарастающему фронту).
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать режим триггера. Auto или Normal
6. Метод входа применяется только к аналоговым сигналам.

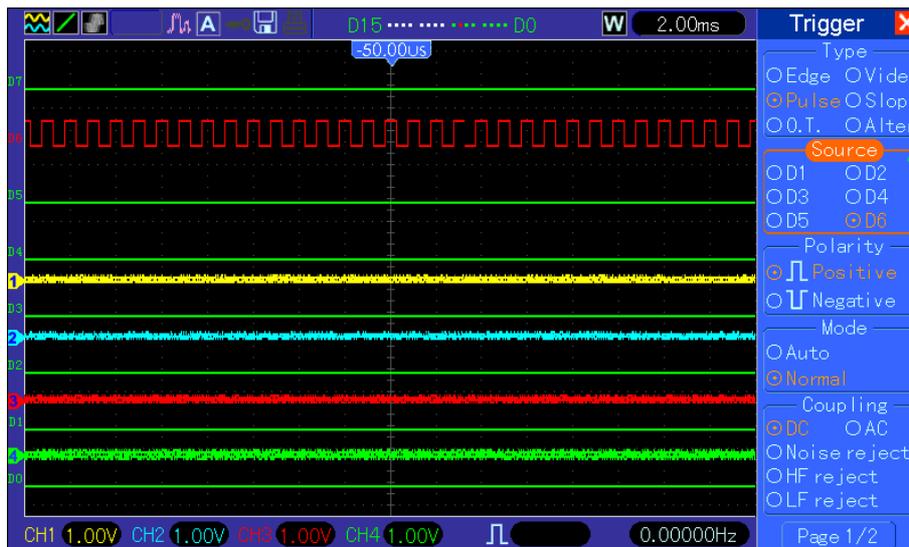
7. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



#### Pulse Width Trigger (триггер по длительности импульса)

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера по длительности импульса, выполните следующие действия.

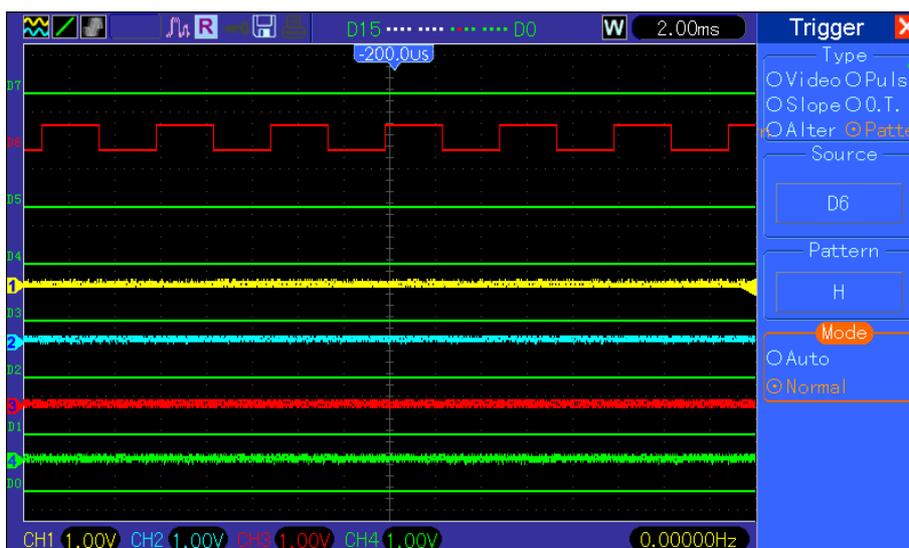
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Pulse в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать источник триггера (D0~D7).
4. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать полярность импульса (положительная или отрицательная)
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать режим - Auto или Normal.
6. Метод входа применяется только к аналоговым сигналам.
7. Нажмите кнопку 'Next Page' и F4, чтобы выбрать событие для триггера (=, ≠, >, <).
8. Нажмите кнопку F5, чтобы выбрать длительность импульса триггера, и поверните регулятор VO. чтобы настроить длительность импульса.
9. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



### Триггер кодового рисунка

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера кодового рисунка, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Pattern в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать источник триггера (D0–D7).
4. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать кодовый рисунок ( H, L или X).
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать режим - Auto или Normal.
6. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.

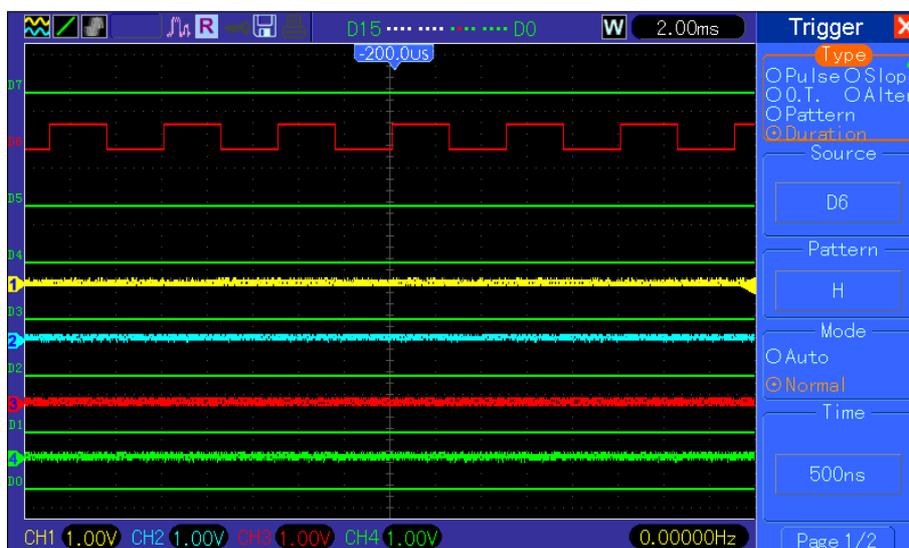


### Триггер по длительности

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера по длительности, выполните

следующие действия.

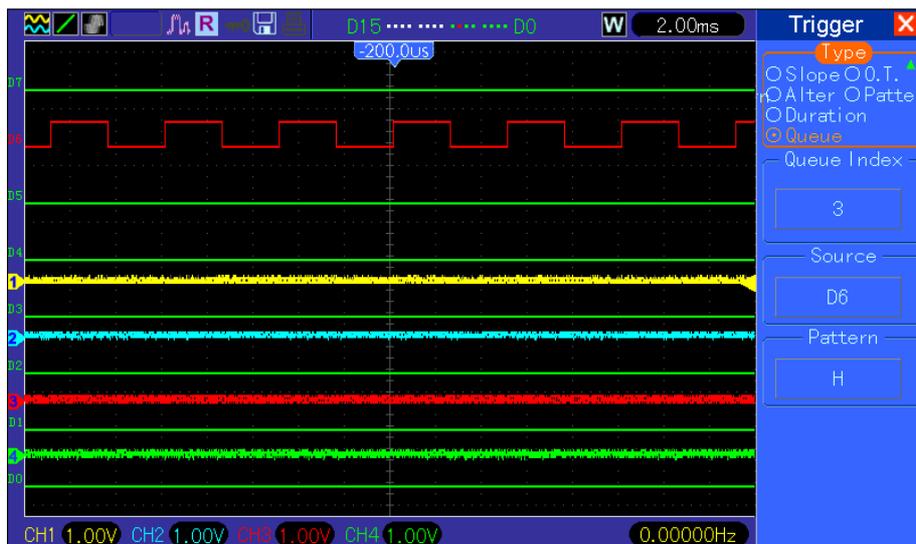
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Duration в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать источник триггера (D0~D7).
4. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать опцию Pattern ( H, L или X).
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать режим - Auto или Normal.
6. Нажмите кнопку F5, чтобы выбрать длительность, и поверните регулятор VO. чтобы настроить длительность.
7. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



### Триггер по очереди

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера по очереди, выполните следующие действия.

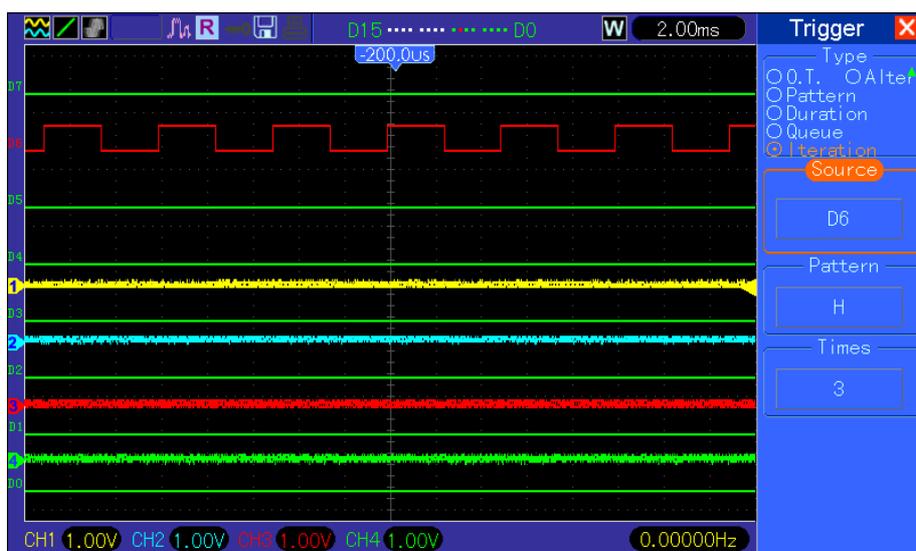
1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Queue в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать номер в очереди (0-3).
4. Нажмите кнопку F3, чтобы выбрать канал источника триггера (D0~D7).
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать кодовый рисунок ( H, L или X).
6. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



### Триггер по итерации

Чтобы наблюдать за цифровым сигналом при помощи триггера по итерации, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку TRIG MENU, чтобы открыть меню Trigger.
2. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать Iteration в качестве типа триггера.
3. Нажмите кнопку F2, чтобы выбрать источник триггера (D0–D7).
4. Нажмите кнопку F3, чтобы выбрать кодовый рисунок ( H, L или X).
5. Нажмите кнопку F4, чтобы выбрать длительность итерации, и поверните регулятор VO, чтобы настроить длительность.
6. Поверните регулятор SEC/DIV и отрегулируйте время, пока не получите стабильное отображение осциллограмм. См. рисунок ниже.



---

# Глава 7 Устранение неисправностей

## 7.1 Устранение сбоев

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

- 1) Проверьте правильное подключение шнура питания;
- 2) Убедитесь, что кнопка включения/отключения питания нажата;
- 3) Затем перезапустите осциллограф.

Свяжитесь с местным дистрибьютором HANTEK или напрямую с нашим отделом поддержки, если после выполненных действий осциллограф все равно не запускается.

### 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, CH3, CH4), 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.

Если осциллограмма все равно не отображается, свяжитесь с нашим отделом технической поддержки.

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

- 1) Проверьте соединение щупа и входного BNC-разъема;
- 2) Проверьте соединение щупа и измеряемого предмета;
- 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) Проверьте режим триггера, чтобы убедиться в правильном выборе для входного сигнала. Режим триггера по умолчанию - это триггер по фронту. Однако он не подходит

---

для всех видов входных сигналов.

# Глава 8 Технические характеристики

## 8.1 Технические характеристики

Все указанные технические характеристики применяются к осциллографам серии MSO5054F(G). Перед проверкой осциллографа на соответствие этим техническим характеристикам убедитесь, что выполнены следующие условия:

- 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

#### Горизонтальные

Макс. частота дискретизации	1 ГГц	
Интерполяция сигнала	$(\sin x)/x$	
Длина записи	Не более 1 млн. выборок на один канал; не более 512 тыс. выборок на два канала (а также опционально 4K,16K,40K)	
Диапазон ВРЕМЯ/ДЕЛ.	от 4 нс/дел до 2000 с/дел в последовательности 2, 4, 8	
Частота дискретизации и точность задержки по времени	$\pm 50\text{ppm}$ на временном интервале $\geq 1$ мс	
Точность измерения изменения времени (полная полоса пропускания)	Режим Single-shot, Normal	
	$\pm (1 \text{ интервал выборки} + 100\text{ppm} \times \text{показания} + 0,6 \text{ нс})$	
	$> 16$ усреднений	
	$\pm (1 \text{ интервал выборки} + 100\text{ppm} \times \text{показания} + 0,4 \text{ нс})$	
	Интервал выборки = с/дел $\div$ 200	
Диапазон расположения	от 20 нс/дел до 80 мкс/дел	(-8 дел $\times$ с/дел) до 40 мс
	от 200 мкс/дел до 40 с/дел	(-8 дел $\times$ с/дел) до 400 с

#### Вертикальные

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, $\pm 2V$ от 200 мВ/дел до 5 В/дел, $\pm 50V$
Аналоговая пропускная способность 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, $\pm 2V$ от 500 мВ/дел до 2 В/дел, $\pm 40V$ 5В/дел, $\pm 50V$
Выбираемое ограничение полосы пропускания, стандартное	20 МГц
Низкочастотный отклик (-3 дБ)	$\leq 10$ Гц при BNC
Время нарастания в BNC, типичное	$< 8,75$ нс
Точность усиления DC	$\pm 3\%$ для режима приема Normal или Average, от 5 В/дел до 10 мВ/дел $\pm 4\%$ для режима приема Normal или Average, от 5 мВ/дел до 2 мВ/дел
Точность измерения DC, Режим приема Average	Тип измерения: Среднее $\geq 16$ сигналов с вертикальным положением в нуле Точность: $\pm (3\% \times \text{показания} + 0,1 \text{ дел} + 1 \text{ мВ})$ , если выбрано 10 мВ/дел или выше
	Тип измерения: Среднее $\geq 16$ 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 В/дел
Воспроизводимость измерения вольт Режим приема Average	Изменение напряжения между двумя усреднениями $\geq 16$ сигналов, полученных в одинаковых условиях настройки

### Триггер

	Вход	Чувствительность	
	Чувствительность триггера (Тип триггера по фронту)	DC	Источник
Канал 1			1 дел от DC до 10 МГц; 1,5 дел от 10 МГц до полного
Канал 2			
CH3 CH4			
EXT		200 мВ от DC до 100 МГц;	
	EXT/5	1В от DC до 100 МГц;	
	AC	Подавляет сигналы ниже 10 Гц	

	HF Reject	Подавляет сигналы выше 80 Гц
	LF Reject	Аналогично пределам для входа DC для частот выше 150 кГц; ослабляет сигналы ниже 150 кГц
Диапазон уровня триггера	Источник	Диапазон
	CH1, CH2 CH3, CH4	±8 делений от центра экрана
	EXT	±1,2V
	EXT/5	±6V
Точность уровня триггера, типичная (точность для сигналов, имеющих время нарастания и спада ≥20 нс)	Источник	Точность
	CH1, CH2 CH3, CH4	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%, типичный	работает с входными сигналами ≥50 Гц	
Тип триггера по видео-сигналу	Источник	Диапазон
	CH1, CH2, CH3, CH4	Межпиковая амплитуда 2 делений
	EXT	400 мВ
	EXT/5	2 В
Форматы сигналов и поля, тип видео-триггера	Поддерживает системы трансляции NTSC, PAL и SECAM для любого поля или строки	
Диапазон удержания	от 100 нс до 10 с	

Триггер по длительности импульса	
Режим триггера по длительности импульса	Запуск, если < (меньше чем), > (больше чем), = (равно) или ≠ (не равно); положительный импульс или отрицательный импульс
Точка триггера по длительности импульса	<p>Равно: Осциллограф запускается, когда задний фронт импульса пересекает уровень триггера.</p> <p>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.</p> <p>Меньше чем: Точка триггера находится в заднем фронте.</p> <p>Больше чем (также называется триггер дополнительного времени): Осциллограф запускается, когда импульс длится больше, чем</p>

	время, заданное в качестве длительности импульса.
Диапазон длительности импульса	От 20 нс до 10 с

Триггер по наклону	
Режим триггера по наклону	Запуск, если < (меньше чем), > (больше чем), = (равно) или ≠ (не равно); положительный наклон или отрицательный наклон
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 дополнительного времени	Передний фронт: Нарастающий или падающий фронт: настройка времени: 20-10 с

Альтернативный триггер:	
Канал 1	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, О.Т.
Канал 2	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, О.Т.
СН3	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, О.Т.
СН4	Внутренний триггер: Фронт, длительность импульса, видео, О.Т.

Счетчик частоты триггера	
Разрешение показаний	6 знаков
Точность (типичная)	±30ppm (включая все частотные погрешности и погрешности подсчета ±1)
Диапазон частоты	Вход АС, 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

	<p>задана на очень короткое время.</p> <p>Режим триггера по фронту: Осциллограф считает все фронты достаточной величины и правильной полярности.</p> <p>Режим триггера по видео: Счетчик частоты не работает.</p>
--	---

### Получение

Режимы получения	Normal, Peak Detect и Average	
Скорость приема, типичная	До 2000 сигналов в секунду на канал (режим приема Normal, без измерений)	
Одиночная последовательность	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	
Входное сопротивление, вход DC	1 МОм $\pm 2\%$ параллельно с 20 пФ $\pm 3$ пФ	
Коэффициент деления щупа	1X, 10X	
Поддерживаемые коэффициенты затухания щупа	1X, 10X, 100X, 1000X	
Максимальное входное напряжение	Категория перенапряжения	Максимальное напряжение
	CAT I и CAT II	300 В <sub>среднекв</sub> (10x), Категория монтажа
	CAT III	150 В <sub>среднекв</sub> (1x)
	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	<p>Разница напряжения между курсорами: <math>\Delta V</math></p> <p>Разница времени между курсорами: <math>\Delta T</math></p>
---------	--

	Обратно $\Delta T$ в Герцах ( $1/\Delta T$ )
Автоматические измерения	Частота, период, среднее, межпиковое, среднекв. цикла, PRMS, минимум, максимум, время нарастания, время спада, + длительность, - длительность, + коэффициент заполнения, - коэффициент заполнения, развертка, верх, середина, амплитуда, превышение, Preshoot, Pсредн., FOVShoot, RPRESshoot, BWidth, задержка 1-2 $\uparrow$ , задержка 1-2 $\downarrow$ , LFF, LFR, LRF, LRR, FFR, EFRF

### Общие технические характеристики

<b>Дисплей</b>		
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, типичное	Около 5 Vpp при нагрузке $\geq 1$ МОм	
Частота, типичная	1 кГц	
Источник питания		
Напряжение питания	100-120В пер. тока <sub>среднекв.</sub> ( $\pm 10\%$ ), от 45 Гц до 440 Гц, CAT $\square$ 120-120В пер. тока <sub>среднекв.</sub> ( $\pm 10\%$ ), от 45 Гц до 66 Гц, CAT $\square$	
Потребление мощности	<30 Вт	
Предохранитель	2А, Т класс, 250 В	
Условия окружающей среды		
Температура	Рабочая: от 32 $\square$ до 122 $\square$ (от 0 $\square$ до 50 $\square$ )	
	Нерабочая: от -40 $\square$ до 159,8 $\square$ (от -40 $\square$ до +71 $\square$ )	
Метод охлаждения	Конвекция	
Влажность	+104 $\square$ F или ниже (+40 $\square$ C или ниже): относительная влажность $\leq 90\%$	
	от 106 $\square$ F до 122 $\square$ F (от +41 $\square$ C до 50 $\square$ C) относительная влажность $\leq 60\%$	
Высота	Рабочая и нерабочая	3000 м
	Случайные вибрации	0,31g <sub>среднекв.</sub> от 50 Гц до 500 Гц, 10 на каждой оси
	Нерабочие	2,46g <sub>среднекв.</sub> от 50 Гц до 500 Гц, 10 на каждой оси
Механическое воздействие	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
Упаковка	Длина	313 мм
	Ширина	108 мм
	Высота:	142 мм
Вес брутто	включая все компоненты	2,5 кг

### Логический анализатор

Высокое входное сопротивление	10 КОм (C<10 пФ)	
Диапазон входного напряжения	0~5 В	
Порог логического значения	1,2В~2,2 В	
Максимальная частота дискретизации	500 миллионов замеров в секунду	
Полоса пропускания	50 МГц	
Совместимые уровни входа	TTL, CMOS	
Глубина хранения	4К-1М	
Триггер	Фронт	D0-D7 нарастающий или падающий фронт
	Импульс	D0-D7 Полярность (положительная или отрицательная), Событие импульса (=, ≠, >, <), длительность импульса
	Тип кода	D0-D7 Тип кода (H,L,X)
	Непрерывный	D0-D7 Непрерывное время и событие триггера (завершение данных, начало данных, задержка данных)
	Массив	D0-D7 Указатель данных (0-3) и тип кода (H, L, X)
	Повторение	D0-D7 Тип кода (H, L, X), количество повторений

### 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)

## 8.2 Аксессуары

Указанные ниже принадлежности можно получить, связавшись с местным дистрибьютором HANTEK.

### Стандартные принадлежности

Схема	Описание
	Четыре 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.
	Специальный силовой шнур. Помимо силового шнура, поставляемого в комплекте, вы можете заказать еще один шнур, сертифицированный для применения в вашей стране.
	Шнур USB A-B, используемый для подключения внешних устройств к интерфейсу USB-B, к примеру, принтера, или для установления связи между ПК и осциллографом.
	Кабель BNC (MSO5054FG)
	Кабель логического анализатора
	Восемь логических анализаторов с высококачественным испытательным крюком.
	CD-диск для установки ПО. Содержит руководство пользователя к MSO5054F(G) с описанием осциллографов данной серии.

---

## Глава 9 Поддержка

Спасибо за выбор компании HANTEK. Свяжитесь с нами, если у вас есть вопросы по нашей продукции. Мы будем рады вам помочь.

1. Свяжитесь с местным дистрибьютором HANTEK;
2. Свяжитесь с местным полевым отделением HANTEK;
3. Свяжитесь со штаб-квартирой HANTEK в Китае;

### **Дистрибутор в Москве**

ООО ЛИНДАР НОВА

<http://www.hantek.ru>

Почта: [hantek@lindar.ru](mailto:hantek@lindar.ru)

109428, г. Москва, 2-я Институтская, дом 6, стр. 2

+7 495 255-0772

### **Штаб-квартира**

Qingdao Hantek Electronic Co., Ltd

<http://www.hantek.com>

Адрес: 5/F, No.177 Zhuzhou Road (Huite Industry City), Qingdao, China  
266101

Тел: +86-532-883687 / 883697

Факс: +86-532-885691

Почта: [service@hantek.com.cn](mailto:service@hantek.com.cn)

### **Техническая поддержка**

Тел: +86-532-883687 (доб.: 607)

Почта: [support@hantek.com.cn](mailto:support@hantek.com.cn)

### **Отдел продаж**

Тел: +86-532-883687 (доб.: 603)

Почта: [david@hantek.com.cn](mailto:david@hantek.com.cn)

---

# Глава 10 Общие правила ухода и чистки

## 10.1 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.

## 10.2 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 <sup>2</sup>	Опасные или ядовитые вещества или элементы <sup>1</sup>					
	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, указанный в стандарте SJ/T 11363-2006.

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