



# Осциллографы цифровые фосфорные

Серия: UPO2000CS



## Руководство по эксплуатации

## Содержание

1. Введение .....	4
1.1. О данном руководстве .....	4
1.2. Хранение и транспортировка .....	4
1.3. Утилизация.....	4
2. Меры обеспечения безопасности .....	4
3. Комплектация.....	4
4. Технические характеристики .....	5
5. Описание устройства .....	6
5.1. Внешний вид.....	6
6. Настройки канала.....	6
6.1. Включение/выключение канала .....	6
6.2. Связь по входу .....	7
6.3. Ограничение полосы пропускания .....	7
6.4. Чувствительность по вертикали .....	8
6.5. Коэффициент деления щупа .....	8
6.6. RP (Обратная фаза) .....	8
6.7. Смещение .....	8
7. Триггер.....	9
7.1. Описание системы .....	9
7.2. Срабатывание по фронту (Edge Trigger) .....	10
7.3. Запуск по ширине импульса (Pulse Width Trigger).....	11
7.4. Запуск по видеосигналу (Video Trigger) .....	12
8. Настройка уровня триггера .....	14
8.1. Режим ROLL.....	14
8.2. Масштабирование (Extended Window) .....	14
8.3. Независимая временная развертка (Independent Time Base).....	15
8.4. Пауза перед повторным срабатыванием триггера (Trigger Release) .....	15
9. Математические операции.....	16
9.1. Математические функции .....	16
9.2. FFT (Быстрое преобразование Фурье) .....	17
9.3. Логические операции .....	18
9.4. Цифровой фильтр .....	19
10. Настройка дискретизации .....	20

10.1. Частота дискретизации.....	20
10.2. Режимы сбора данных .....	21
10.3. Глубина хранения .....	22
11. Настройка отображения .....	23
11.1. Отображение ХУ .....	23
11.2. Применение режима ХУ .....	24
12. Автоматические измерения.....	25
12.1. Измерение всех параметров .....	26
12.2. Параметры напряжения .....	27
12.3. Параметры времени .....	28
12.4. Параметры задержки .....	28
12.5. Определенные пользователем параметры.....	29
13. Техническое обслуживание и очистка .....	30



## 1. Введение

### 1.1. О данном руководстве

Данное руководство содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации фосфорных цифровых осциллографов серии UPO2000CS. Пожалуйста, сохраните руководство на весь период эксплуатации устройства.

Производитель не несет ответственности за любые повреждения, возникшие в результате несоблюдения данного руководства.

**Внимание!** Несоблюдение предупреждений и инструкций может привести к поражению электрическим током, возгоранию или серьезной травме, а также к необратимому повреждению устройства.

### 1.2. Хранение и транспортировка

Неправильная транспортировка может привести к повреждению устройства. Во избежание повреждения всегда перевозите устройство в оригинальной упаковке.

Устройство следует хранить в сухом месте, защищенном от пыли и воздействия прямых солнечных лучей.

**Внимание!** Воздействие на устройство масла, воды, газа или других веществ, способных вызвать коррозию, не допускается.

### 1.3. Утилизация

Электронное оборудование не относится к коммунальным отходам и подлежит утилизации в соответствии с применимыми требованиями законодательства.

## 2. Меры обеспечения безопасности

Данное устройство не предназначено для использования людьми с ограниченными физическими возможностями, сенсорными и умственными способностями.

Использовать устройства детьми не допускается.

При работе с устройством следует соблюдать осторожность с целью предотвращения его падения и поражения электрическим током.

Параметры питающей электросети должны соответствовать техническим характеристикам устройства.

## 3. Комплектация

Комплектация устройства:

- Цифровой осциллограф UNI-T UPO2000CS — 1 шт.;
- Подстроечная вилка с кольцами — 1 шт.;
- Кабель USB — 1 шт.;
- Щупы для осциллографа — 2 шт.;
- Кабель питания — 1 шт.;
- Руководство по эксплуатации — 1 шт.



#### 4. Технические характеристики

Параметр	UPO2102CS (2 канала x 100 МГц)	UPO2104CS (4 канала x 100 МГц)
<b>Технические характеристики</b>		
Полоса пропускания	100 МГц	100 МГц
Количество каналов	2	4
Разрешение по вертикали	8 бит	8 бит
Частота дискретизации	1 Гвыб/сек (один канал)	1 Гвыб/сек (один канал)
Глубина памяти	28 Мб	28 Мб
Скорость захвата осциллограмм	30000 осциллограмм в секунду	30000 осциллограмм в секунду
Коэффициент развертки	2 нс/дел - 50 с/дел	2 нс/дел - 50 с/дел
Входное полное сопротивление	(1 МОм ± 1%) / (пФ 13 пФ ± 3)	(1 МОм ± 1%) / (пФ 13 пФ ± 3)
Вертикальная чувствительность	1 мВ/дел - 20 в/дел	1 мВ/дел - 20 в/дел
Погрешность	± 3%	± 3%
Запись	65 000 осциллограмм	65 000 осциллограмм
Режимы входа	AC, DC, GND	AC, DC, GND
Режимы синхронизации	автоматический, ждущий, однократный	автоматический, ждущий, однократный
Условия синхронизации	Edge, Alternate, Runt, Super picture, Nth Edge, Delay, Duration, SetupHold, Pulse Width, Slope, Video, Pattern, RS232/UART,I2C,SPI, USB	Edge, Alternate, Runt, Super picture, Nth Edge, Delay, Duration, SetupHold, Pulse Width, Slope, Video, Pattern, RS232/UART,I2C,SPI, USB
Режим выборки	прямая, регистрация пиков, усреднение	прямая, регистрация пиков, усреднение
Алгоритм восстановления сигнала	$\sin(x)/x$	$\sin(x)/x$
Отображение	5 измерений одновременно	5 измерений одновременно
Статистика	среднее, максимальное, минимальное, девиация, количество измерений	среднее, максимальное, минимальное, девиация, количество измерений
Частотомер	встроенный, 6 разрядов	встроенный, 6 разрядов
Декодирование	Parallel (стандартно), RS232/UART,I2C,SPI, USB (опция)	Parallel (стандартно), RS232/UART,I2C,SPI, USB (опция)
<b>Общие характеристики</b>		
Дисплей	диагональ 8", TFT LCD, WVGA 800× 480	диагональ 8", TFT LCD, WVGA 800× 480
Экранный интерфейс	английский	английский
Интерфейс	USB Host, USB Device, LAN Pass / Fail, Play USB	USB Host, USB Device, LAN Pass / Fail, Play USB
Питание	100 - 240 В, 45 - 400 Гц	100 - 240 В, 45 - 400 Гц
Габаритные размеры	336 × 146 × 105 мм	336 × 146 × 105 мм
Масса	3500 г	3500 г

## 5. Описание устройства

### 5.1. Внешний вид

Внешний вид устройства показан на следующем рисунке.



## 6. Настройки канала

Осциллографы серии UPO2000CS имеют 4 или 2 входных аналоговых канала: CH1-CH4 или CH1-CH2 соответственно. Настройки для всех каналов являются идентичными.

В настоящем разделе приведен пример настройки 4-канального осциллографа UPO2XX4CS.

### 6.1. Включение/выключение канала

Каналы CH1-CH4 могут находиться в одном из 3 состояний: включен, настройка, выключен.

- **Open (включен):** на экране отображается осциллограмма с соответствующего канала.
- **Activation (настройка):** может быть активировано только включение. В данном состоянии, меню и кнопки настроек (POSITION, SCALE) активны для изменения настроек соответствующего канала. Любые из включенных каналов могут быть переведены в данный режим.
- **Off (выключен):** осциллограмма не отображается.

В таблице ниже описаны пункты меню настройки канала.

Функция	Опции	Описание
Coupling (Связь по входу)	DC	Открытый вход. Отображаются и постоянная (DC) и переменная (AC) составляющие сигнала
	AC	Закрытый вход. Отображается только переменная (AC) составляющая сигнала
	Ground	Отображается «земля» входного сигнала

Функция	Опции	Описание
Bandwidth Limitation (Полоса)	Off	Ограничение полосы отключено.
	Open	Полоса пропускания равна 20 МГц (используется для фильтрации шумов).
Vertical Sensitivity (чувствительность по вертикали)	Coarse Adjustment	Грубая регулировка. Коэффициенты 1, 2 и 5.
	Fine Adjustment	Точная регулировка. Шаг 1% от текущей чувствительности.
Probe (коэффициент деления щупа)		Значение автоматически выставляется в соответствии с коэффициентом деления щупа для обеспечения правильности отображения осциллограммы по вертикали.
Next page		Переход к следующей странице меню
Reverse Phase (реверс фазы)	Off	Нормальное отображение осциллограммы
	On	Обратное отображение осциллограммы
Bias (смещение)	Off	Выключено
	On	Включено
Bias Voltage (напряжение смещения)		Регулируется многофункциональным регулятором. Используется для смещения постоянной составляющей сигнала (DC).
Return to zero (сброс смещения)		Сброс смещения к 0 В
Return		Возврат к первой странице меню

## 6.2. Связь по входу

Предположим, входной сигнал подключен к активному каналу CH1. Нажмите кнопку «F1» и выберите режим связи по входу многофункциональным регулятором. Также можно переключать режимы, зажав кнопку «F1». Нажмите на многофункциональный регулятор для подтверждения выбора.

CH1  500.00mV 

Постоянный ток

CH1  500.00mV 

Переменный ток

CH1  500.00mV 

Земля

## 6.3. Ограничение полосы пропускания

Полоса пропускания может быть ограничена значением 20 МГц, то есть все составляющие сигнала с частотой выше 20 МГц будут отфильтрованы. Данная функция обычно используется для фильтрации высокочастотного шума. При активной функции на поле соответствующего канала отображается символ «BW»:

CH1  500.00mV 

Символ «BW»

## 6.4. Чувствительность по вертикали

Доступна грубая и точная регулировка чувствительности по вертикали.

При грубой регулировке чувствительность регулируется в диапазоне от 1 мВ/дел до 20 В/дел с шагом 1 – 2 – 5. Например, 10 мВ → 20 мВ → 50 мВ → 100 мВ.

При точной регулировке чувствительность регулируется с шагом 1% от текущей чувствительности. Например, 10.00 мВ → 10.10 мВ → 10.20 мВ → 10.30 мВ.

**Примечание:** дел — один квадрат сетки на экране.

## 6.5. Коэффициент деления щупа

Коэффициент деления должен соответствовать реальному коэффициенту деления щупа. Например, при активном на щупе режиме 10:1, коэффициент должен быть равен 10X.

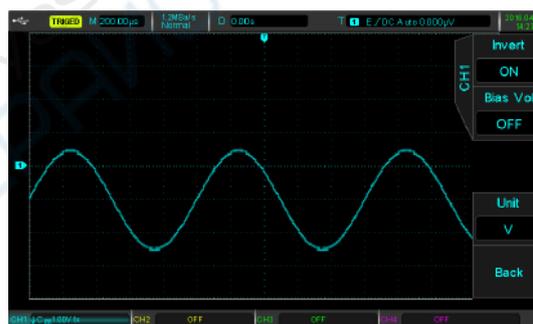
Доступные значения: 0.001X, 0.01X, 0.1X, 1X, 10X, 100X и 1000X.

## 6.6. RP (Обратная фаза)

При активном режиме осциллограмма разворачивается на 180 градусов. При активном режиме отображается символ .



Нормальное отображение



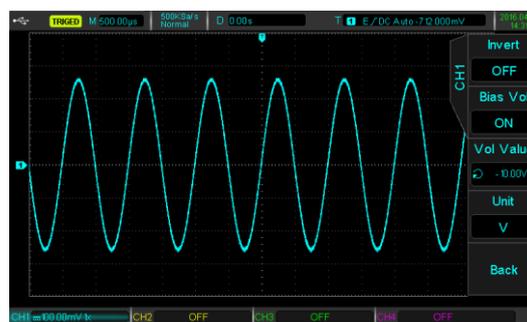
Обратное отображение

## 6.7. Смещение

При относительно большом значении постоянной составляющей сигнала (DC) отображение сигнала может быть неудобным для анализа. Для получения более удобной осциллограммы можно использовать функцию смещения постоянной составляющей.



Без смещения



Смещение включено

## 7. Триггер

Настройка триггера определяет момент запуска регистрации данных и отображения осциллограммы. Правильность настройки триггера влияет на корректность отображения осциллограммы. Данные начинают собираться с левой точки осциллограммы до выполнения условий срабатывания триггера.

**Примечание:** в настоящем разделе приведен пример для осциллографа UPO2XX4CS.

### 7.1. Описание системы

#### 1. Источник триггера (Trigger Source)

Источником сигнала для триггера могут быть входные каналы (CH1, CH2, CH3, CH4), либо внешние источники (EXT, EXT/5), Line AC, и пр.

- **Входные каналы (Input channel):** выберите один из аналоговых каналов CH1-CH4 в качестве источника триггера.
- **Внешний источник (External trigger):** используется вход Trig EXT на задней панели осциллографа. Например, в качестве источника триггера можно использовать внешний генератор сигналов. Диапазон внешнего сигнала равен от -1,8 В до +1,8 В. В режиме «EXT/5» триггерный сигнал ослабляется в 5 раз, то есть амплитуда входного сигнала может быть от -9 В до +9 В.
- **Питающая линия (AC Line):** сигнал питающей линии для определения взаимосвязи между силовыми сигналами и приборами для обеспечения стабильной синхронизации.

#### 2. Режим триггера (Trigger Mode)

Определяет режим срабатывания триггера при появлении сигнала: автоматический режим, нормальный режим, однократное срабатывание.

- **Auto trigger (автоматический режим):** при отсутствии сигнала триггера, система автоматически запускается и отображает данные. При появлении сигнала триггера, система автоматически переключается на сканирование триггера и синхронизацию сигнала.  
**Примечание:** режим позволяет использовать масштабы 50 мсек/дел и медленнее без триггера в режиме «ROLL».
- **Normal trigger (нормальный режим):** данные регистрируются только при срабатывании триггера, то есть осциллограф будет ждать появления сигнала триггера.
- **Single shot (однократное срабатывание):** осциллограф ожидает триггерного сигнала после нажатия кнопки «RUN». После срабатывания триггера регистрируются данные, отображается осциллограмма и осциллограф переходит в режим останова (STOP). Для быстрой активации режима нажмите кнопку «SINGLE» на передней панели осциллографа.

#### 3. Связь по входу для триггера (Trigger coupling)

Связь по входу определяет, какая часть сигнала будет передаваться в цепь триггера. Доступны следующие режимы: DC, AC, Low frequency, High frequency suppression и Noise suppression.

- **DC:** передаются все составляющие сигнала.

- **AC:** отфильтровывается постоянная составляющая сигнала DC, а также составляющие с частотой ниже 10 Гц.
- **High frequency suppression:** отфильтровываются составляющие с частотой выше 50 кГц.
- **Low frequency suppression:** отфильтровывается постоянная составляющая (DC) и составляющие с частотой ниже 5 кГц.
- **Noise suppression:** отфильтровывается высокочастотный шум для снижения возможности появления ошибочных данных.

#### 4. Чувствительность триггера (Trigger Sensitivity)

Минимальная амплитуда триггерного сигнала. Например, для каналов CH1-CH4 чувствительность по умолчанию равна 1 дел, то есть для срабатывания триггера необходимо, чтобы амплитуда сигнала была не менее 1 дел.

#### 5. Данные до/после срабатывания триггера (Pre-trigger / Delayed Trigger)

Сбор данных до/после события.

Положение триггера обычно отображается в начале экрана. Осциллограф позволяет просмотреть 7 делений до и после срабатывания триггера. С помощью регулятора горизонтального смещения можно отрегулировать горизонтальное положение осциллограммы для максимально удобного отображения осциллограммы.

#### 6. Принудительный триггер (Forced Trigger)

Нажмите кнопку «FORCE» для принудительного срабатывания триггера.

Если осциллограмма не отображается в нормальном режиме или режиме однократного срабатывания, можно нажать кнопку «FORCE» для проверки наличия измеряемого сигнала на входе.

#### 7.2. Срабатывание по фронту (Edge Trigger)

Можно настроить срабатывание триггера по переднему/заднему фронту триггерного сигнала.

Нажмите кнопку «TRIG MENU» для активации меню настройки триггера. Нажмите кнопку «F1» для выбора типа триггера и выберите нужный тип многофункциональной кнопкой.

Доступны следующие пункты настройки:

Функция	Опции	Описание
Type (тип)	Edge	Срабатывание по фронту
Sources (источник)	CH1, CH2, CH3, CH4	Источник триггерного сигнала CH1-CH4
	EXT, EXT/5	Внешний источник триггера «External» или «External trigger/5»
	AC Line	Источник триггера «AC line»
Slope (фронт)	Rise	Передний фронт
	Fall	Задний фронт
	Rise/fall	Передний или задний фронт
Trigger Setting (настройки)		Меню настройки триггера (см. ниже)

Меню настройки триггера:

Функция	Опции	Описание
Trigger Mode (режим)	Auto	Автоматический режим. При отсутствии триггера система собирает данные и отображает их на экране. При срабатывании триггера система переходит в режим сканирования триггерных сигналов.
	Normal	Нормальный режим. Данные не собираются, пока не сработает триггер.
	Single	Однократное срабатывание. Данные регистрируются однократно, после чего регистрация данных прекращается.
Trigger Coupling (связь по входу)	DC	Передаются все составляющие сигнала
	AC	Отфильтровывается постоянная составляющая сигнала
	High frequency suppression	Отфильтровываются составляющие с частотой выше 50 кГц.
	Low frequency suppression	Отфильтровываются составляющие с частотой ниже 5 КГц
	Noise suppression	Подавляются шумы, чувствительность триггера уменьшается вдвое.
Return		Возврат в первое меню

### 7.3. Запуск по ширине импульса (Pulse Width Trigger)

Нажмите кнопку «TRIG MENU» для входа в меню настройки триггера. Нажмите кнопку «F1» для активации режима выбора типа триггера и выберите пункт «Pulse width» многофункциональным регулятором.

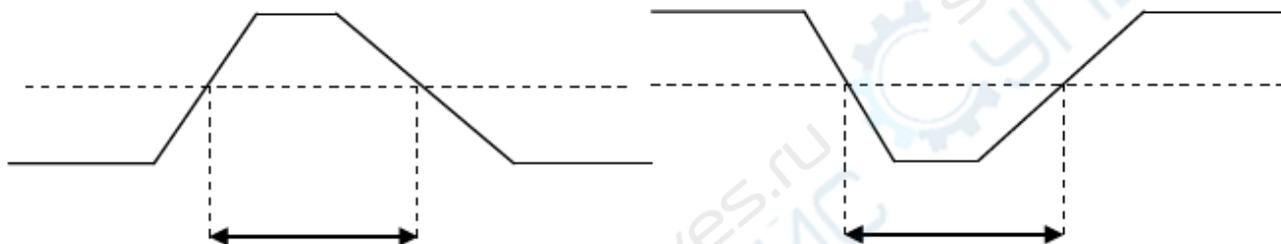
Описание меню настройки запуска по ширине импульса:

Функция	Опции	Описание
Type (тип)	Pulse Width	Запуск по ширине импульса
Sources (источник)	CH1, CH2, CH3, CH4	Источник триггерного сигнала CH1-CH4
	EXT, EXT/5	Внешний источник триггера «External» или «External trigger/5»
	AC Line	Источник триггера AC line
Condition	>	Триггер срабатывает при регистрации импульса с длительностью, превышающей установленное значение
	<	Триггер срабатывает при регистрации импульса с длительностью ниже установленного значения
	=	Триггер срабатывает при регистрации импульса с длительностью равной установленному значению
Pulse Width Setting (ширина импульса)	4.0 ns - 10.0 s	Регулируется в диапазоне от 4,0 нс до 10,0 сек с помощью многофункционального регулятора
Next Page		Переход в меню настройки триггера (2)

Меню настройки триггера «Trigger Setting Menu (2)»:

Функция	Опции	Описание
Type (тип)	Pulse Width	Запуск по ширине импульса
Pulse Width Polarity (полярность)	Positive	Положительный импульс
	Negative	Отрицательный импульс
Trigger Setting (настройка триггера)		Вход в меню настройки триггера
— —		— —
Return		Возврат в предыдущее меню

Ширина импульса (Pulse Width) — время между прохождением импульсом установленного уровня. Примеры для отрицательного и положительного импульса приведены на рисунке ниже.



#### 7.4. Запуск по видеосигналу (Video Trigger)

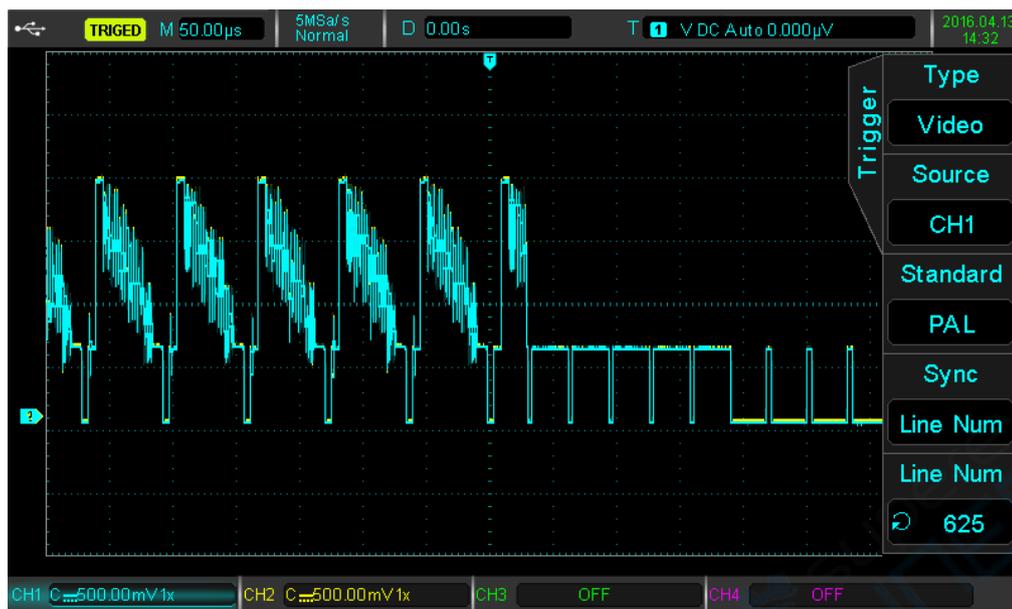
Видеосигнал содержит в себе сигнал изображения и сигнал временной последовательности, и для каждого вида сигнала используются разные стандарты и форматы. Осциллограф UPO2000CS предоставляет оснащен функцией измерения основных видеосигналов в форматах NTSC, SECAM, PAL и пр.

Нажмите кнопку «TRIG MENU», после чего нажмите кнопку «F1» для выбора типа сигнала и выберите нужный тип сигнала многофункциональным регулятором.

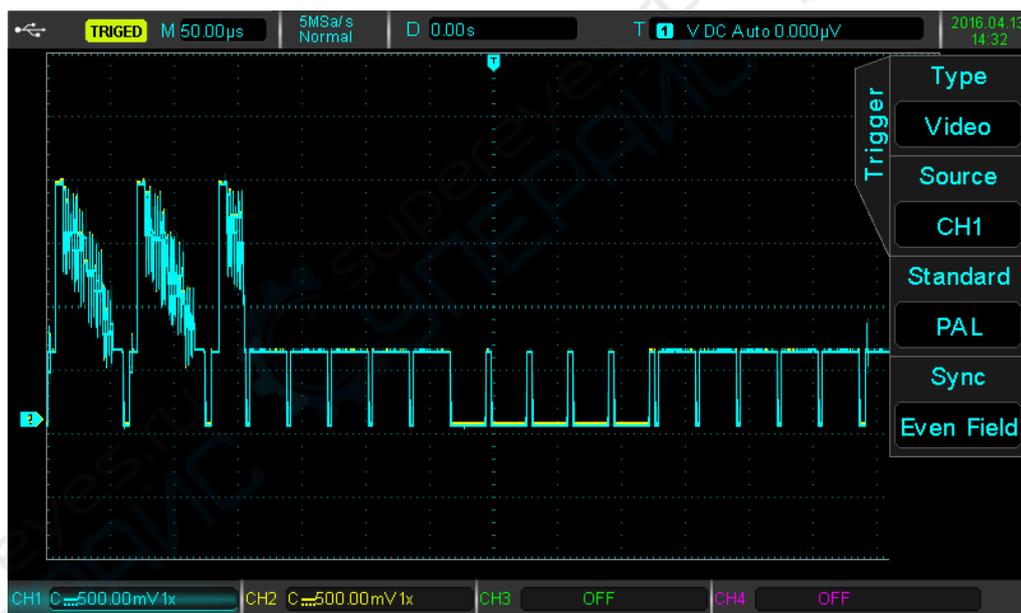
Доступные настройки приведены в следующей таблице:

Функции	Опции	Описание
Type (тип)	Video	Запуск по видеосигналу
Source (источник)	CH1, CH2, CH3, CH4	Источник триггерного сигнала CH1-CH4
	EXT, EXT/5	Внешний источник триггера external или external trigger/5
	AC Line	Источник триггера AC line
Format (формат видеосигнала)	PAL	Формат PAL
	NTSC	Формат NTSC
	SECAM	Формат SECAM
Video Sync (синхронизация)	Even field	Четное поле
	Odd field	Нечетное поле
	All lines	Все строки
	Specific lines	Определенные строки
Specific Lines (определенные)		При активном режиме синхронизации specific lines многофункциональным регулятором можно выбрать номер

поля) строки: для PAL/SECAM: 1-625; для NTSC: 1-525.



Синхронизация по строкам

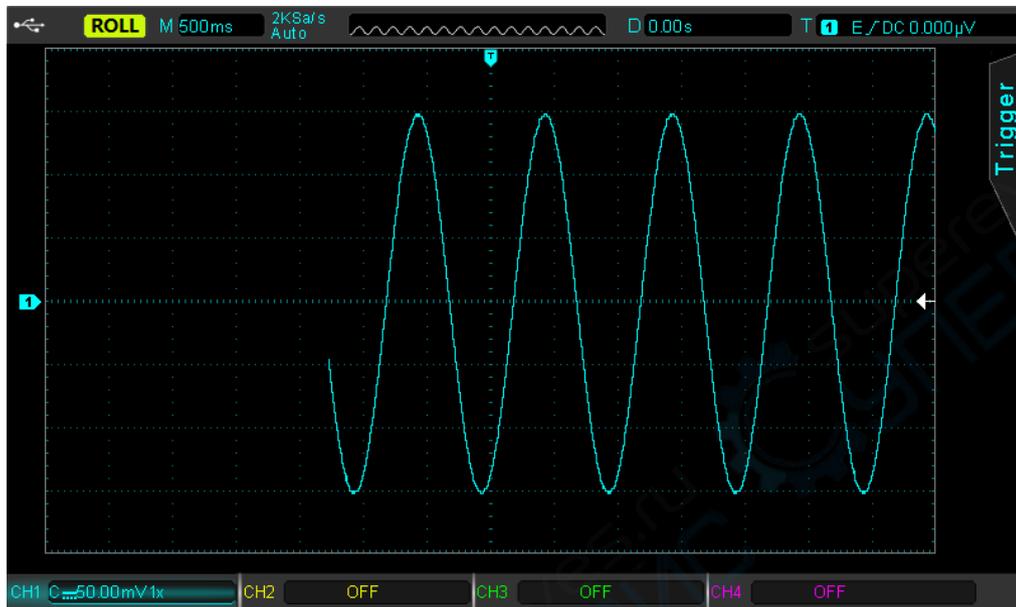


Синхронизация по полям

## 8. Настройка уровня триггера

### 8.1. Режим ROLL

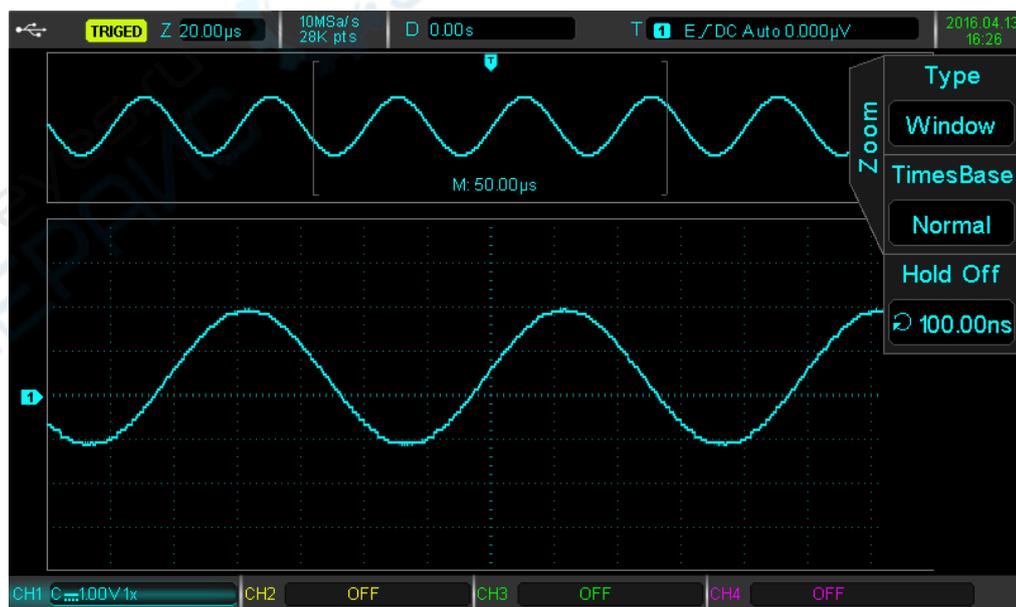
Если в автоматическом режиме срабатывания триггера ручкой «SCALE» отрегулировать горизонтальный уровень до масштаба 50 мс/дел и менее, осциллограф переключится в режим «ROLL». В данном режиме триггер не работает, а на экране осциллографа будет непрерывно отображаться текущая форма сигнала.



Осциллограмма в режиме «ROLL»

### 8.2. Масштабирование (Extended Window)

Увеличенная осциллограмма не может быть меньше исходной осциллограммы.



Нажмите кнопку «HORI MENU» на панели управления. Нажмите «F1» для выбора масштаба.

В режиме масштабирования экран разделен на две части, как показано на рисунке выше. В верхней части отображается исходная осциллограмма, которую можно перемещать

вправо/влево кнопкой «POSITIONAL», либо можно увеличивать/уменьшать кнопкой «SCALE». В нижней части отображается осциллограмма в горизонтальном масштабе. Обратите внимание, что при увеличении улучшается разрешение (см. рис. выше). Поскольку положение нижней осциллограммы соответствует положению верхней осциллограммы, при повороте ручки «SCALE» для увеличения выбранных областей может улучшаться разрешение по горизонтали.

**Примечание:** максимально возможный масштаб 200 нс/дел.

### 8.3. Независимая временная развертка (Independent Time Base)

В данном режиме на одном экране могут быть скомпонованы сигналы различных частот с каналов CH1-CH4.

На рисунке ниже приведен пример, когда на канал CH1 приходит синусоидальный сигнал 100 КГц, на канал CH2 прямоугольный импульс 10 Гц, на канал CH3 треугольный импульс 10 kHz, на канал CH4 прямоугольный импульс 1 КГц. Режим независимой временной развертки позволяет отобразить одновременно все 4 сигнала.

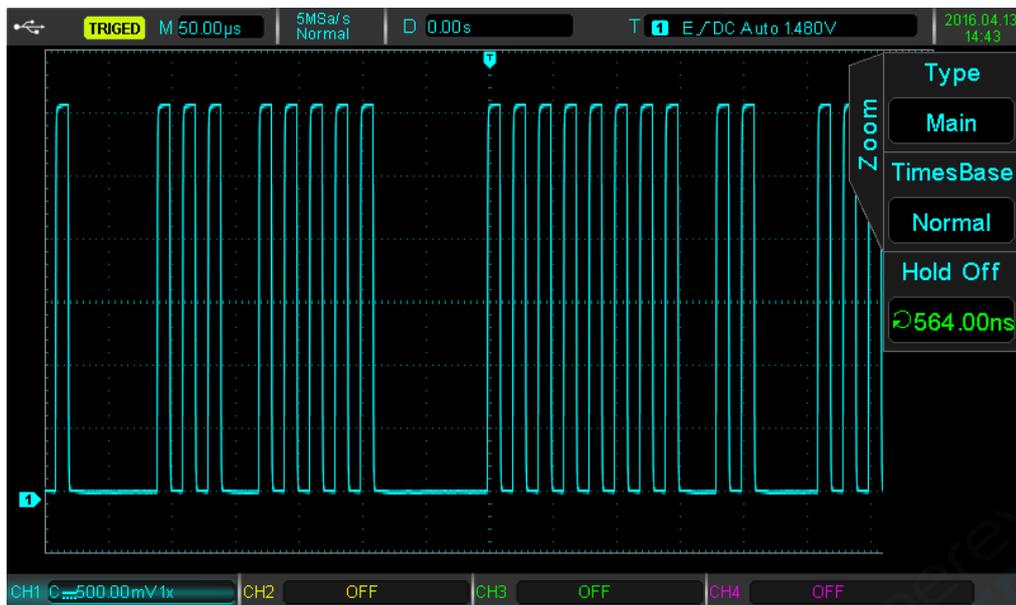


Отображение различных сигналов при независимой временной развертке

### 8.4. Пауза перед повторным срабатыванием триггера (Trigger Release)

Данный режим позволяет просматривать сигналы сложной формы (например, серию импульсов). Время паузы – пауза перед повторным срабатыванием триггера. Во время паузы осциллограф не реагирует на триггерные сигналы. Например, для серии импульсов и при срабатывании по первому импульсу, можно установить время паузы, равное ширине импульса.

Нажмите кнопку «HORI MENU» для входа в меню настройки и выберите trigger release многофункциональным регулятором.



## 9. Математические операции

Осциллограф UPO2000CS может выполнять следующие математические операции:

- Операции сложения, вычитания, умножения и деления
- FFT: быстрое преобразование Фурье
- Логические операции: AND, OR, NOT и XOR
- Дополнительные операции
- Цифровая фильтрация

Нажмите кнопку «MATH» для входа в меню математических операций. Выбор операций осуществляется кнопками «POSITION» и «SCALE». В режиме математических операций горизонтальное положение не может независимо регулироваться, оно автоматически изменяется в соответствии со входным сигналом.

### 9.1. Математические функции

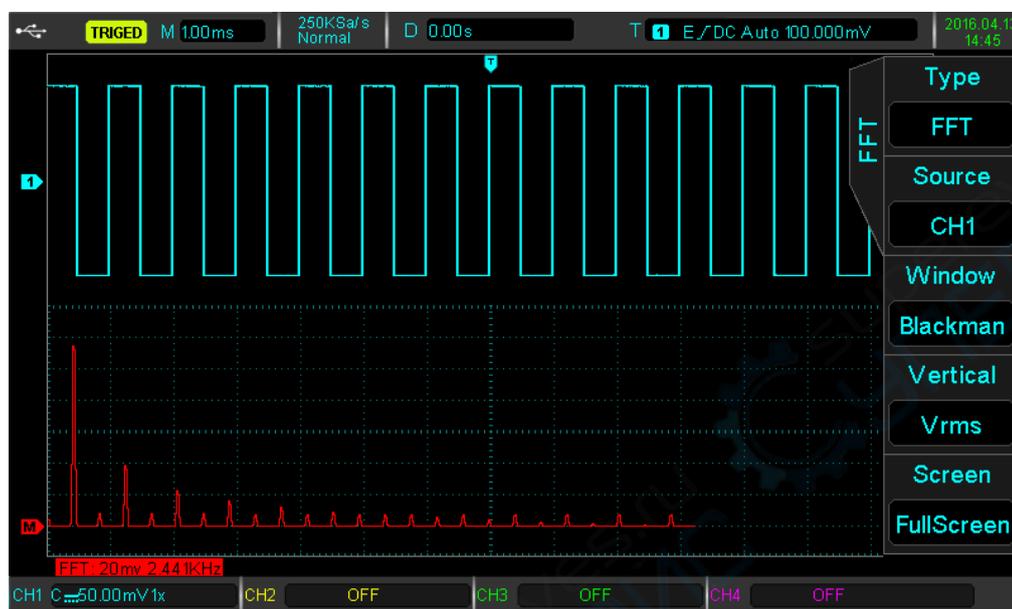
Нажмите кнопку «MATH», после чего нажмите кнопку «F1» для выбора типа операции. Список математических функций приведен в таблице ниже.

Функция	Опции	Описание
Тип (тип)	Math	Математические операции
Source 1 (источник 1)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4 в качестве источника 1 для математических операций
Operator (оператор)	+	Источник 1 + Источник 2
	-	Источник 1 – Источник 2
	*	Источник 1 * Источник 2
	/	Источник 1 / Источник 2
Источник 2	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4 в качестве источника 2 для математических операций

## 9.2. FFT (Быстрое преобразование Фурье)

Быстрое преобразование Фурье позволяет преобразовать сигнал из временной области (УТ) в частотную область. Режим «FFT» позволяет выполнять следующие операции:

- Анализ гармоник и искажений в системе измерений
- Анализ шумов источника постоянного тока DC
- Анализ сигналов



Нажмите кнопку «MATH», затем кнопкой «F1» выберите режим «FFT».

Функции	Опции	Описание
Type	FFT	Быстрое преобразование Фурье
Source (источник)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите источник сигнала для быстрого преобразования Фурье CH1-CH4
Window (окно)	Hamming (Хэмминг)	Окно Хэмминга
	Blackman (Блэкмен)	Окно Блэкмена
	Rectangle (Прямоугольник)	Прямоугольное окно
	Hanning (Хэннинг)	Окно Хэннинга
Vertical Unit (шкала по вертикали)	Vrms, dBVrms	Линейная (linear) или логарифмическая (log) dB-шкала

### Советы по работе в режиме FFT:

- Сигналы с постоянной составляющей (DC) могут вносить ошибки и неточности при расчете FFT. Рекомендуется использовать режим закрытого входа AC.
- Для снижения помех и искажений от отдельных событий, рекомендуется использовать усреднение (для параметра «Capture mode» установить «Average»).

## 1. Выбор окна

В осциллографе UPO2000CS можно использовать 4 типа окна:

- **Rectangle (прямоугольник):** лучшее разрешение по частоте в сравнении с режимом без окна. Лучше всего подходит для переходных или коротких импульсов.
- **Hanning (Хэннинг):** лучшее разрешение по частоте в сравнении с прямоугольником, но меньший диапазон. Подходит для измерения синусоиды, периодических сигналов или случайных сигналов с узким диапазоном.
- **Hamming (Хэмминг):** немного лучше разрешение по частоте в сравнении с Хэннингом. Подходит для измерения переходных или коротких импульсов, сильных выбросов до и после сигнала.
- **Blackman (Блэкмен):** наилучшее разрешение по диапазону, наихудшее разрешение по частоте. Подходит для измерения одночастотных сигналов и поиска высших гармоник.

## 2. Шкала по вертикали

Может использоваться линейная (Vrms) или логарифмическая (dBVrms) шкала. Выбор осуществляется кнопкой «F4». Для отображения спектра FFT в большем динамическом диапазоне рекомендуется использовать dBVrms.

### 9.3. Логические операции

Нажмите кнопку «MATH», затем выберите нужную логическую операцию кнопкой «F1».

Меню логических операций:

Функции	Опции	Описание
Type	Logic	Логические операции
Operator (оператор)	AND	Источник 1 AND Источник 2
	OR	Источник 1 OR Источник 2
	NOT	Источник 1 NOT Источник 2
	XOR	Источник 1 XOR Источник 2
Source 1 (Источник 1)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4 в качестве Источника 1 для логических операций
Source 2 (Источник 2)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4 в качестве Источника 2 для логических операций
Reverse	Open, Close	Инвертированная осциллограмма

Во время работы, когда значение напряжения канала источника больше, чем значение триггера соответствующего канала, логическим результатом будет 1, в противном случае — 0. Преобразование осциллограммы будет двоичной операцией. В таблице ниже приведены четыре примера логических операций.

Логические операции:

<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>AND</b>	<b>OR</b>	<b>XOR</b>		<b>S1</b>	<b>NOT</b>
0	0	0	0	0		0	1
0	1	0	1	1		1	0
1	0	0	1	1			
1	1	1	1	0			

## 9.4. Цифровой фильтр

Нажмите кнопку «MATH», затем выберите режим цифрового фильтра (Digital filter) кнопкой «F1».

Меню режима:

Функция	Опции	Описание
Type	Digital Filter	Цифровой фильтр
Source (источник)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4 в качестве источника для цифрового фильтра
Filter Type (тип фильтра)	Low Pass	Низкочастотный
	High Pass	Высокочастотный
	Band Pass	Полосовой
Frequency Lower Limit (нижняя граничная частота)		Используется для высокочастотного или полосового фильтра. Значение регулируется многофункциональным регулятором
Frequency Upper Limit (верхняя граничная частота)		Используется для низкочастотного или полосового фильтра. Значение регулируется многофункциональным регулятором



Цифровой фильтр

## 10. Настройка дискретизации

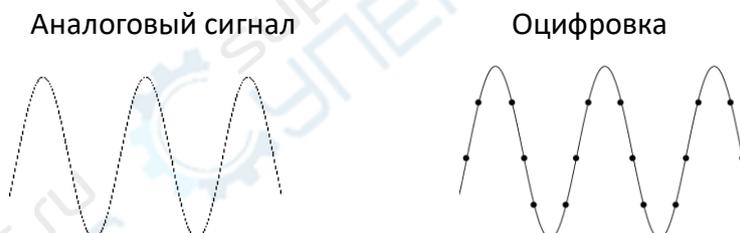
Дискретизация — это процесс оцифровки аналогового сигнала с помощью АЦП. Нажмите кнопку «ACQUIRE» для настройки параметров дискретизации.

Функция	Опции	Описание
Sampling Mode (режим дискретизации)	Normal	Нормальный
	Peak	Пиковый
	High Res	Высокое разрешение
	Envelope	Огибающая
	Average	Усреднение
— —		— —
Average (усреднение)	2-8192	При усреднении многофункциональный регулятор используется для настройки периода усреднения $2n$ , где $n$ равно 1-13
Storage Depth (глубина)	Auto	Автоматическая
	28k	28 тыс.
	280k	280 тыс.
	2.8M	2.8 млн.
	28M	28 млн.

### 10.1. Частота дискретизации

#### 1. Частота дискретизации

Оцифровка аналогового сигнала позволяет хранить осциллограмму в памяти устройства.



Частота дискретизации — это интервал между двумя точками при оцифровке. Минимальная частота дискретизации для осциллографа UPO2000CS равная 1 ГГц.

Частота дискретизации зависит от временного масштаба и глубины дискретизации. Фактическая частота дискретизации отображается в режиме реального времени в строке состояния в верхней части экрана. Регулятор «SCALE» используется для изменения масштаба по времени или изменения глубины дискретизации.

#### 2. При недостаточной частоте дискретизации наблюдаются следующие результаты:

- **Искажение сигнала:** из-за недостаточной частоты дискретизации могут наблюдаться потери части сигнала, что в свою очередь приведет к искажению сигнала.
- **Смешивание волн:** если частота дискретизации ниже, чем удвоенная частота сигнала (частота Найквиста), частота оцифрованного сигнала будет ниже частоты исходного сигнала.
- **Потеря сигнала:** при недостаточной частоте дискретизации оцифрованная осциллограмма может не соответствовать исходному сигналу.

## 10.2. Режимы сбора данных

Для оцифровки осциллограммы нажмите кнопку «ACQUIRE», затем кнопкой «F1» выберите режим сбора данных.

### 1. Нормальный режим

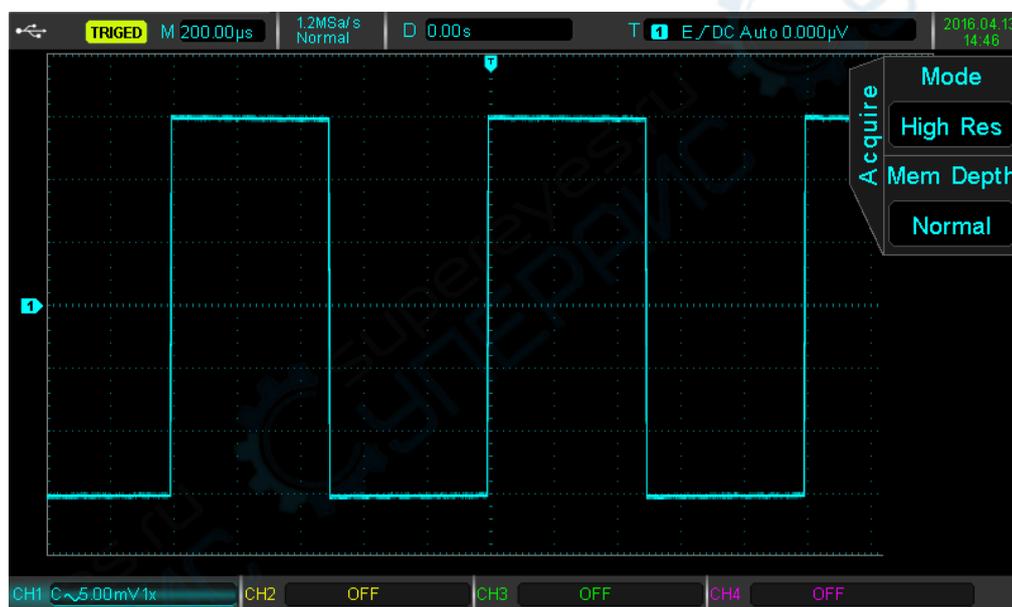
Сигнал оцифровывается и восстанавливается через равные временные интервалы. Данный режим подходит для большинства осциллограмм.

### 2. Режим пикового детектирования

В данном режиме осциллограф обнаруживает минимальные и максимальные значения для каждого интервала, затем эти значения используются для восстановления осциллограммы. Режим позволяет обнаруживать узкие импульсы, которые пропускаются в нормальном режиме. Однако, следует учитывать, что шумы также усиливаются.

### 3. Режим высокого разрешения

В данном режиме осуществляется подавление случайных шумов для получения более гладкой осциллограммы.

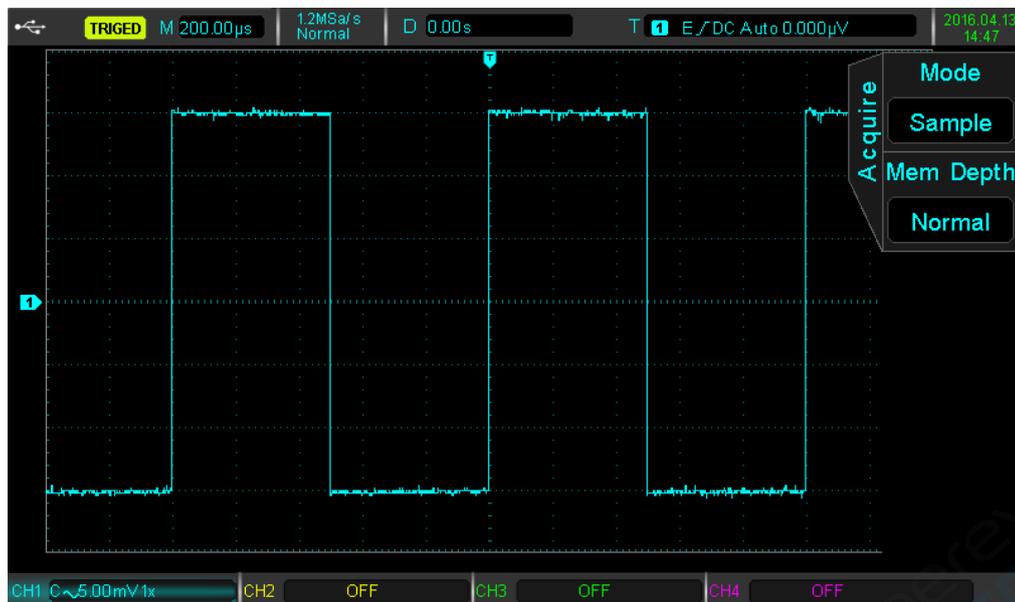


Сглаживание шумов в режиме высокого разрешения

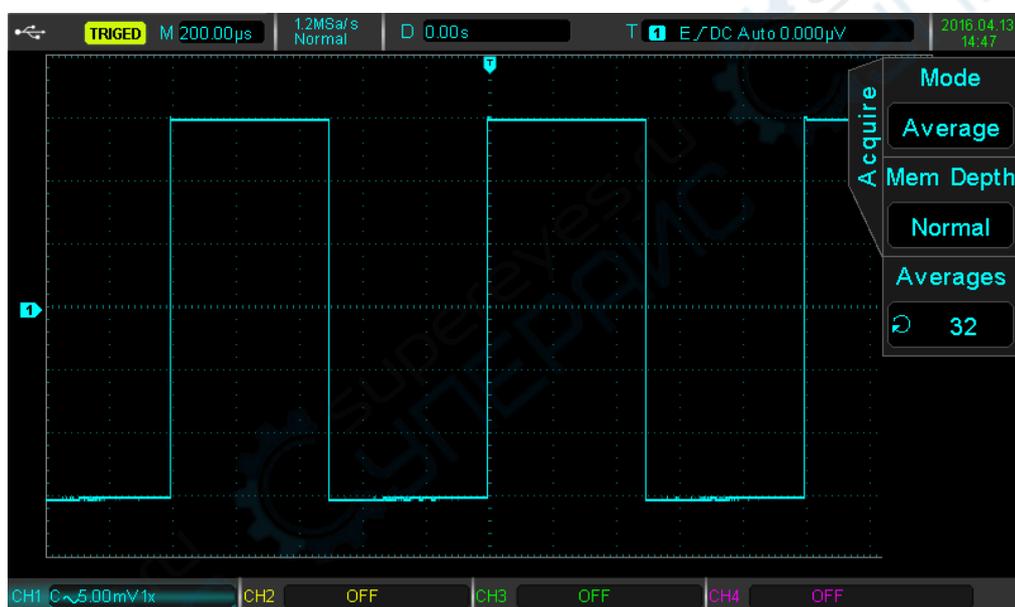
### 4. Режим усреднения

В данном режиме происходит усреднение нескольких осциллограмм, после чего на экране отображается результирующая осциллограмма. Данный режим позволяет отфильтровать случайные шумы.

При различных настройках усреднения получаются разные результаты. На рисунке ниже приведены результаты при отсутствии усреднения и при 32-кратном усреднении.



Отсутствие усреднения



Усреднение 32X

**Примечание:** в режимах усреднения и высокого разрешения используются различные методы усреднения. В первом случае, применяется усреднение для нескольких выборок, а во втором — для однократной выборки.

## 5. Режим огибающей

В данном режиме обнаруживаются максимальные и минимальные точки во множестве циклов регистрации данных. Для каждого цикла используется пиковое детектирование.

## 10.3. Глубина хранения

Глубина хранения – число осциллограмм, которые могут храниться в осциллографе во время сбора данных триггером. Данный параметр отражает объем памяти для хранения данных. В осциллографе UPO2000CS глубина хранения по умолчанию равна 28 млн. точек на канал. Пользователи могут изменить данную настройку и выбрать следующие значения: автоматически, 28K, 280K, 2.8M и 28M.

## 11. Настройка отображения

Пользователь может настроить тип отображения осциллограммы, формат отображения, длительность, яркость сетки, яркость осциллограммы. Нажмите кнопку «DISPLAY» для входа в меню настроек.

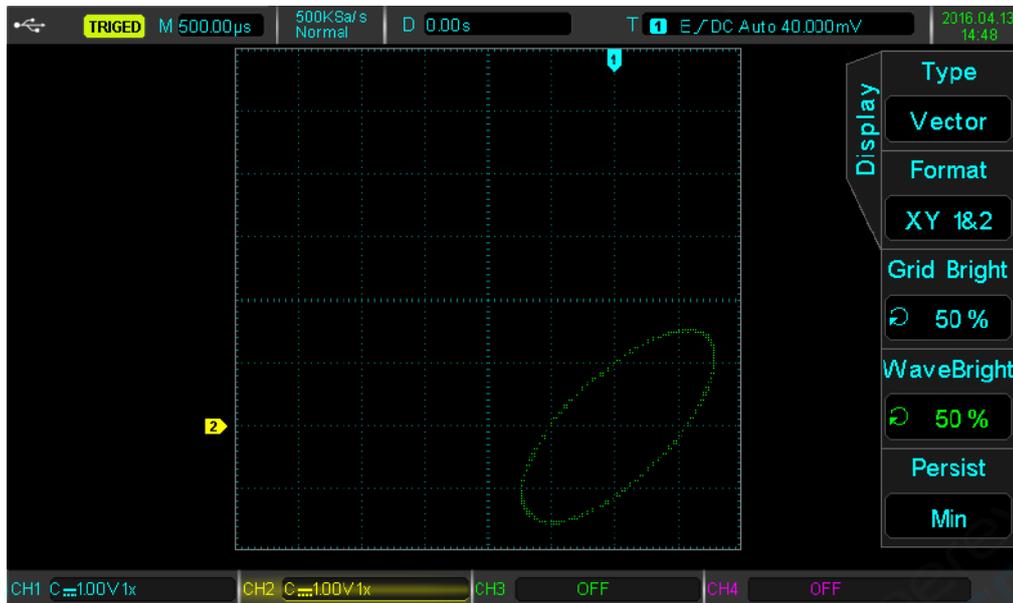
Функция	Опции	Описание
Type (тип)	Vector	Между точками проводится линия
	Point	Отображаются точки, точки не соединяются
Format (формат)	YT	Уровень на временной шкале
	XY 1&2	Фигуры Лиссажу по каналам CH1-CH2
	XY 3&4	Фигуры Лиссажу по каналам CH3-CH4 (только UPO2XX4CS)
Duration Time (частота обновления)	Close	Осциллограмма обновляется с нормальной частотой
	100ms / 200ms / 500ms / 1s / 2s / 5s / 10s	Осциллограмма обновляется с установленным периодом
	Continuous	Осциллограмма обновляется непрерывно
Grid Brightness (яркость сетки)	1%-100%	Яркость сетки регулируется многофункциональным регулятором
Waveform Brightness (яркость осциллограммы)	1%-100%	Яркость осциллограммы регулируется многофункциональным регулятором

### 11.1. Отображение XY

Данный режим используется для отображения так называемых фигур Лиссажу.

- Если выбран режим «XY 1&2», канал CH1 отображается по горизонтальной оси (X), а канал CH2 — по вертикальной оси (Y).
- Если выбран режим «XY 3&4», канал CH3 отображается по горизонтальной оси (X), а канал CH4 — по вертикальной оси (Y). Режим доступен только в осциллографе UPO2XX4CS.
- В режиме X-Y при активном канале CH1 или CH3 регулятором POSITION регулируется положение графика по горизонтали. При активном канале CH2 или CH4 регулятором «POSITION» регулируется положение графика по вертикали.

Регулятором «SCALE» по вертикали регулируется амплитуда каждого канала. Регулятор «SCALE» по горизонтали регулирует положение по времени для получения нужного графика Лиссажу.



Режим XY

## 11.2. Применение режима XY

Фигуры Лиссажу позволяют оценить разницу фаз для сигналов одинаковой частоты. Пример приведен ниже на рисунке.



Фигуры Лиссажу

Угол разницы фаз рассчитывается по формуле:  $\sin\theta = A/B$  or  $C/D$ , где  $(\theta)$  — угол между двумя сигналами, а значения  $A$ ,  $B$  и  $C$ ,  $D$  определяются по графику. Таким образом, можно вычислить угол разницы фаз следующим образом:  $\theta = \pm \arcsin(A/B)$  или  $\theta = \pm \arcsin(C/D)$ . Если главная ось эллипса находится в квадрантах I и III, угол должен быть в квадрантах I, IV, то есть в диапазоне  $0 \dots (\pi / 2)$  или  $(3 \pi / 2) \dots 2 \pi$ . Если главная ось эллипса находится в квадрантах II, IV, угол находится в диапазоне  $(\pi / 2) \dots \pi$  или  $\pi \dots (3 \pi / 2)$ .

Кроме того, если разность частот или фаз двух обнаруженных сигналов является целым числом, частота и соотношение фаз между двумя сигналами могут быть вычислены в соответствии с таблицей:

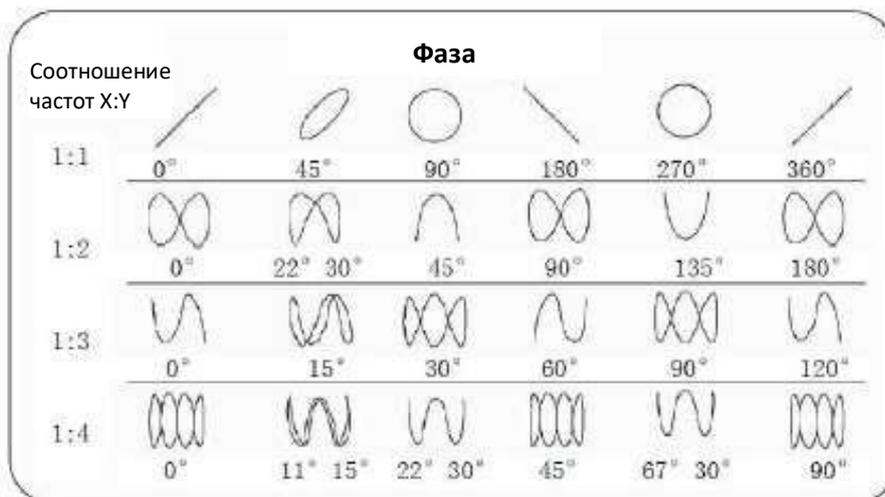


Таблица разницы фаз

## 12. Автоматические измерения

Цифровой флуоресцентный осциллограф серии UPO2000CS может автоматически измерять до 34 параметров. Нажмите кнопку «MEASURE», чтобы войти в меню автоматических измерений.

Меню автоматических измерений:

Функция	Опции	Описание
Signal Source (источник сигнала)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4
All Parameters (все параметры)	Off	Выключено
	On	Отображается всплывающее окно с параметрами
User Defined	On/Off	Открыть/закрыть установленные пользователем параметры. Пользователь может выбрать до 5 параметров многофункциональным регулятором.
Measurement Statistical Analysis (Статистический анализ измерений)	Off	Выключено
	Peak	Автоматический расчет среднего, максимального и минимального значения установленных пользователем параметров. Применимо только при наличии параметров, определенных пользователем.
	Difference	Автоматический расчет среднего, максимального и минимального значения установленных пользователем параметров. Применимо только при наличии параметров, определенных пользователем.
Next Page		Открыть следующую страницу

Меню автоматических измерений (2):

Функция	Опции	Описание
Signal Source (источник сигнала)	CH1, CH2, CH3, CH4	Выберите канал CH1-CH4
Indicator Selection (выбор индикатора)		Многофункциональным регулятором можно выбрать до 34 параметров.
Indicator (индикатор)	Off	Заккрыть индикатор
	On	Открыть индикатор
Clear		Очистить параметры
Return		Вернуться в главное меню автоматических измерений

### 12.1. Измерение всех параметров

Нажмите кнопку «MEASURE» для входа в меню автоматических измерений, нажмите кнопку «F1» для выбора источника сигнала, затем нажмите кнопку «F2» для выбора всех 34 параметров.



Цвет измеренных параметров совпадает с цветом канала.

Если отображается символ "----", на источник не подается сигнал, либо измеренное значение выходит за допустимые пределы.

## 12.2. Параметры напряжения

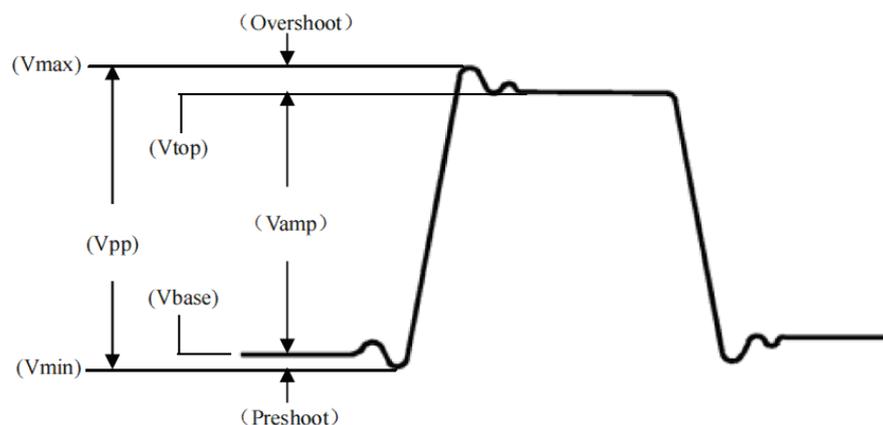
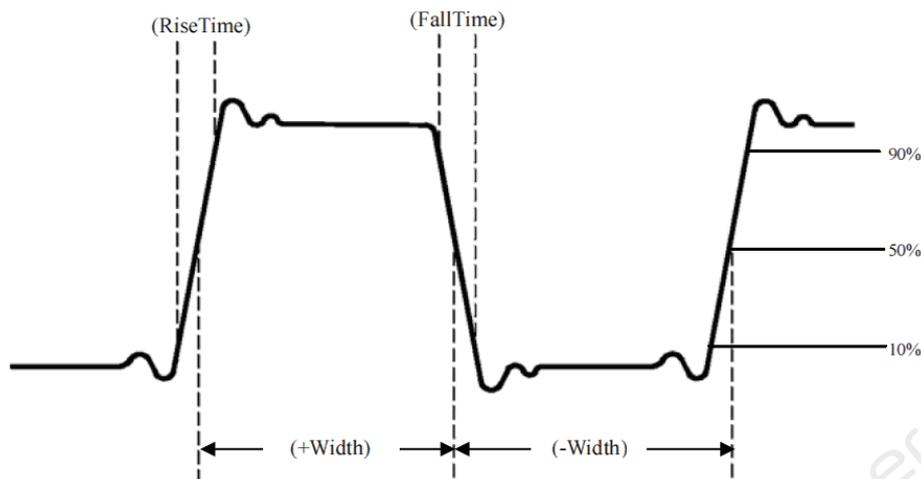


Диаграмма параметров напряжения

Осциллограф серии UPO2000CS может автоматически измерять следующие параметры:

- **Vmax:** максимальное напряжение относительно GND
- **Vmin:** минимальное напряжение относительно GND
- **Vtop:** максимальное стабильное напряжение
- **Vbase:** минимальное стабильное напряжение
- **Middle:** средняя точка между минимальным и максимальным стабильным напряжением
- **Vpp:**  $V_{max} - V_{min}$
- **Vamp:**  $V_{top} - V_{base}$
- **Mean:** средняя амплитуда всей отображаемой осциллограммы
- **CycMean:** средняя амплитуда одного периода осциллограммы
- **RMS:** эффективное значение — величина, эквивалентная значению постоянного тока, при котором производилось бы такое же количество энергии при фиксированной нагрузке.
- **CycRMS:** RMS для одного периода
- **Overshoot:** разница между  $V_{max}$  и  $V_{top}$
- **Preshoot:** разница между  $V_{min}$  и  $V_{base}$
- **Area:** произведение времени и напряжения для всех точек на экране.
- **CycArea:** произведение времени и напряжения для всех точек за один период.

### 12.3. Параметры времени



Параметры времени

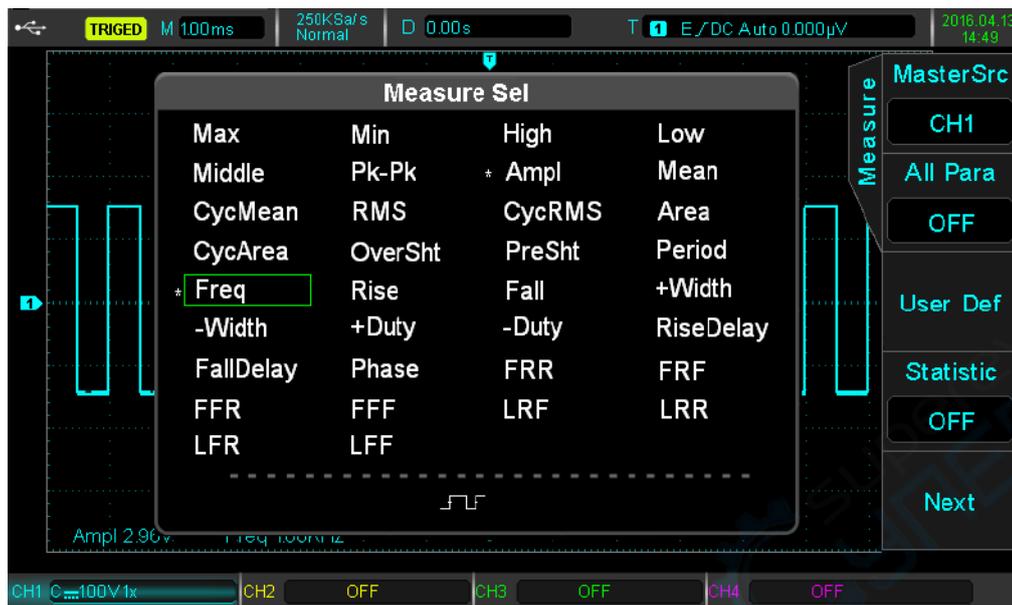
- **Period:** период, т.е. продолжительность одного цикла повторяющейся формы волны
- **Frequency:** частота повторения одного периода
- **Rise time:** время нарастания — время роста амплитуды с 10% до 90%
- **Fall time:** время затухания — время падения амплитуды с 90% до 10%
- **+Width:** ширина положительного импульса на уровне 50% от амплитуды
- **-Width:** ширина отрицательного импульса на уровне 50% от амплитуды
- **+Duty:** отношение длительности положительного импульса к периоду
- **-Duty:** отношение длительности отрицательного импульса к периоду

### 12.4. Параметры задержки

- **FRR:** время между первым нарастающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2
- **FRF:** время между первым нарастающим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2
- **FFR:** время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым нарастающим фронтом источника 2
- **FFF:** время между первым спадающим фронтом источника 1 и первым спадающим фронтом источника 2
- **LRF:** время между последним нарастающим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2
- **LRR:** время между последним нарастающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2
- **LFR:** время между последним спадающим фронтом источника 1 и последним нарастающим фронтом источника 2
- **FFF:** время между последним спадающим фронтом источника 1 и последним спадающим фронтом источника 2

## 12.5. Определенные пользователем параметры

Нажмите кнопку «MEASURE» для входа в меню автоматических измерений, затем нажмите кнопку «F1» для выбора источника сигнала, после чего выберите параметры кнопкой «F4».

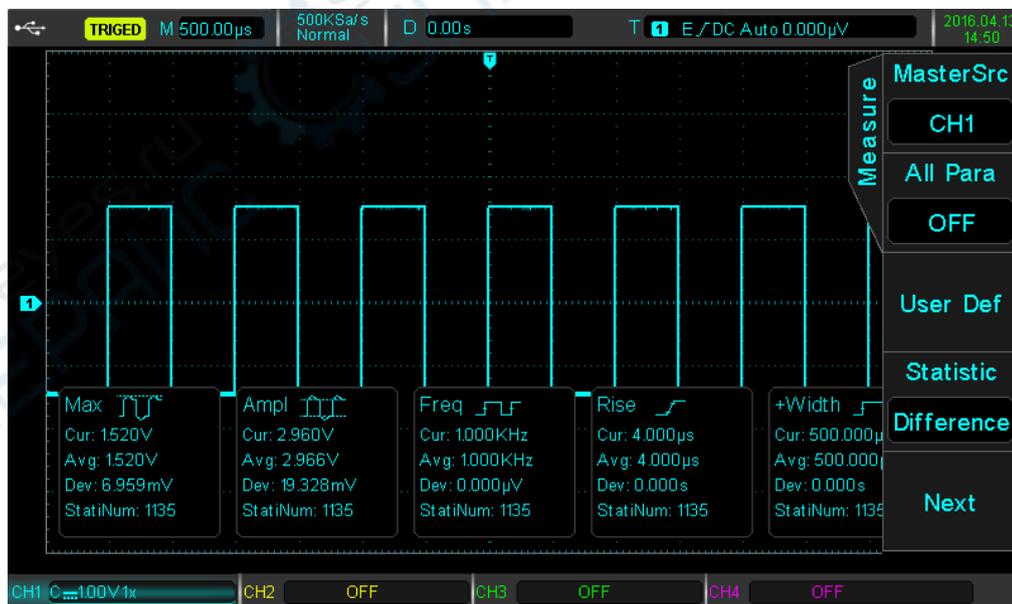


Выбор параметров

Выберите параметры многофункциональным регулятором, нажмите на регулятор для подтверждения выбора. Каждый выбранный параметр помечается символом «\*».

Нажмите кнопку «F3» для выхода из меню выбора параметров, при этом параметры будут отображаться в нижней части экрана. Одновременно отображается до 5 параметров.

Меню статистических измерений можно также открыть кнопкой «F4».



Статистика по выбранным параметрам

### 13. Техническое обслуживание и очистка

- При нормальной эксплуатации устройство безопасно для пользователя и не требует специального технического обслуживания.
- Устройство не предназначено для применения в неблагоприятных атмосферных условиях. Оно не является водонепроницаемым и не должно подвергаться воздействию высоких температур. Условия эксплуатации устройства аналогичны условиям эксплуатации общего электронного оборудования.
- Устройство не является водонепроницаемым, поэтому его следует очищать сухой и мягкой тканью.

