

# Осциллографы Agilent серии 5000

## Руководство пользователя



Agilent Technologies

# Предупреждения

© Agilent Technologies, Inc., 2005–2007 г.

В соответствии с действующим в США и международным законодательством по охране авторских прав никакая часть этого документа не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами (в том числе электронными средствами накопления и обработки информации), а также переведена на другой язык без предварительного письменного разрешения Agilent Technologies, Inc.

## Обозначение документа

54574-97017

## Издание

Издание 1–е, апрель 2007 г.

Отпечатано в Малайзии.

Agilent Technologies, Inc.  
395 Page Mill Road  
Palo Alto, CA 94303 USA

**Новая версия данного руководства может быть доступна по адресу:**

[www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000)

## Версия программного обеспечения

Это руководство было составлено для программного обеспечения Agilent серии 5000 версии 04.00.

## Информация о товарных знаках

Java — используемый в США товарный знак Sun Microsystems, Inc.

Sun, Sun Microsystems и логотип Sun являются товарными знаками или зарегистрированными в США и других странах товарными знаками Sun Microsystems, Inc.

Windows и MS Windows являются зарегистрированными в США товарными знаками Microsoft Corporation.

## Гарантия

**Приведенная в этом документе информация предоставляется на условии «как есть» и может быть изменена без уведомления в следующих редакциях. В дальнейшем, в максимальных пределах, разрешенных применимыми правовыми нормами, компания Agilent отказывается от всех явных и подразумеваемых гарантий относительно данного руководства и любой приведенной в нем информации, включая, но не ограничиваясь, подразумеваемую гарантию высоких коммерческих качеств и пригодности конкретным целям. Компания Agilent не несет ответственности за ошибки, а также за побочный или косвенный ущерб, полученный в связи с предоставлением или использованием данного документа и любой содержащейся в нем информации. Если компания Agilent и пользователь имеют отдельное письменное соглашение с условиями гарантии, распространяющимся на данный документ, которое противоречит данным условиям, приоритет имеют условия гарантии в отдельном соглашении.**

## Лицензии

Описанные в данном документе программные и аппаратные средства предоставляются по лицензии и могут использоваться и копироваться только в соответствии с условиями такой лицензии.

## Ограничение прав

Если программное обеспечение используется правительством США в соответствии с основным контрактом или субконтрактом, ПО предоставляется и лицензируется как «Коммерческое программное обеспечение» согласно DFAR 252.227–7014 (июнь 1995 г.), как «коммерческий продукт» согласно FAR 2.101(a), как «Программное обеспечение ограниченного использования» согласно FAR 52.227–19 (июнь 1987 г.) или согласно другим соответствующим эквивалентным нормативным актам и положениям договоров. Использование, копирование и распространение

программного обеспечения разрешается при соблюдении условий стандартного лицензионного соглашения на коммерческое программное обеспечение Agilent Technologies, а департаменты (кроме министерства обороны) и агентства правительства США получают ограниченные права в соответствии с положениями FAR 52.227–19(c)(1–2) (июнь 1987 г.). Пользователи в правительстве США получают ограниченные права в соответствии с положениями FAR 52.227–14 (июнь 1987 г.) или DFAR 252.227–7015 (b)(2) (ноябрь 1995 г.).

## Правила безопасности

### ВНИМАНИЕ

Надпись **ВНИМАНИЕ** предупреждает об опасности. Это сообщение привлекает внимание к процедурам и приемам работы, несоблюдение или неправильное выполнение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Выполнение инструкций, следующих за предупреждением **ВНИМАНИЕ**, допустимо только при полном понимании и соблюдении указанных требований.

### ОСТОРОЖНО

Надпись **ОСТОРОЖНО** предупреждает об опасности. Это сообщение привлекает внимание к процедурам и приемам работы, несоблюдение или неправильное выполнение которых может привести к серьезным травмам или представлять угрозу для жизни. Выполнение инструкций, следующих за предупреждением **ОСТОРОЖНО**, допустимо только при полном понимании и соблюдении всех указанных требований.

## Содержимое руководства

В данном руководстве приведена информация об использовании осциллографа серии 5000А. В руководстве содержатся следующие главы и разделы.

- 1 Начало работы**  
Распаковка и установка осциллографа, использование краткой справки.
- 2 Органы управления на лицевой панели**  
Краткий обзор органов управления на лицевой панели.
- 3 Запуск осциллографа**  
Режимы запуска, связь, подавление шума, задержка, внешний запуск. Перепад, длительность импульса, кодовое слово, продолжительность и запуск по ТВ–/видеосигналу.
- 4 Выполнение измерений**  
Режим XY, функции FFT (БПФ), математические функции, использование курсоров, автоматические измерения.
- 5 Отображение данных**  
Использование прокрутки и масштабирования; нормальный, средний режим, обнаружение пиков и режимы высокого разрешения (сглаживания); режимы подавления шума, запись выброса и т.д.
- 6 Сохранение и печать данных**  
Печать сигналов, сохранение параметров и данных, использование проводника.
- 7 Справочная информация**  
Обновление программного обеспечения, ввод–вывод, гарантия и т.д.
- 8 Характеристики и спецификации**  
Спецификации и технические характеристики осциллографа.

Осциллографы Agilent серии 5000A предоставляют мощные функции и обеспечивают высокую производительность.

- Модели с полосами пропускания 100 МГц, 300 МГц и 500 МГц.
- 2 и 4–канальные модели цифровых запоминающих осциллографов (DSO).
- Частота выборки до 4 Гвыб/с.
- Мощные возможности запуска.
- Печать, сохранение и удобный обмен данными через порты USB, ЛВС и GPIB.
- Цветной экран XGA.
- Режим безопасной среды.

Осциллограф серии 5000A имеет функцию MegaZoom III.

- Быстродействующая память большого объема.
- Цветной экран с высокой четкостью.
- Непревзойденная высокая скорость обновления сигнала.

**Таблица 1** Номера моделей и частота дискретизации осциллографов серии 5000A

Полоса пропускания	100 МГц	300 МГц	500 МГц
Максимальная частота дискретизации	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с
2-канальные DSO	DSO5012A	DSO5032A	DSO5052A
4-канальные DSO	DSO5014A	DSO5034A	DSO5054A

#### **Встроенная справка**

Осциллограф имеет встроенную справку. Дополнительную информацию по использованию справки см. на [стр. 40](#).

#### **Краткие сведения о комбинациях кнопок**

Для описания комбинаций кнопок используются сокращения. Указания нажать кнопку 1, кнопку 2, а затем кнопку 3 сокращены следующим образом.

Нажмите **Кнопка 1** → **Кнопка 2** → **Кнопка 3**.

Этими кнопками могут быть кнопки на лицевой панели или программные кнопки, которые расположены ниже экрана осциллографа.

Перейдите в Web-обозревателе по адресу [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000), чтобы:

- получить обновления программного обеспечения;
- загрузить более новую версию этого руководства (если доступна);
- просмотреть или напечатать перечень характеристик осциллографа;
- получить дополнительную информацию об осциллографах серии 5000A.



# Содержание

<b>1</b>	<b>Начало работы</b>	<b>15</b>
	Проверка содержимого упаковки	16
	Регулировка ручки	19
	Наклон осциллографа для удобного просмотра	20
	Монтаж осциллографа в стойке	20
	Включение осциллографа	21
	Требования к вентиляции	21
	Интерфейс дистанционного управления	23
	Подключение к ЛВС	24
	Одноранговое соединение с ЛВС	26
	Использование Web-интерфейса	27
	Управление осциллографом с помощью Web-обозревателя	28
	Установка пароля	31
	Подсоединение пробников осциллографа	34
	Базовая проверка работоспособности осциллографа	36
	Компенсация пробников осциллографа	37
	Калибровка пробников	38
	Поддерживаемые пассивные пробники	38
	Поддерживаемые активные пробники	39
	Использование справки	40
	Языки справки	41
	Обновление справки	41

<b>2</b>	<b>Органы управления на лицевой панели</b>	<b>43</b>
	Органы управления на лицевой панели	44
	Условные обозначения	45
	Графические символы в меню программных кнопок	45
	Лицевая панель 4–канального осциллографа серии 5000A	46
	Органы управления на лицевой панели	47
	Лицевая панель 2–канального осциллографа серии 5000A (только отличия)	52
	Описание экрана	53



Использование лицевой панели	54
Настройка яркости сигнала	54
Отображение яркости сетки	54
Запуск и остановка сбора данных	54
Сбор данных при однократном запуске	56
Прокрутка и масштабирование	57
Выбор режима автоматического или нормального запуска	58
Использование функции AutoScale	59
Пример использования	60
Установка коэффициента деления на пробнике	61
Использование каналов	62
Установка горизонтальной временной развертки	67
Измерение с помощью курсоров	75
Автоматические измерения	76
Использование меток	77
Печать изображения экрана	81
Установка часов	81
Установка заставки экрана	82
Установка точки отсчета расширения сигнала	83
Выполнение функций обслуживания	84
Пользовательская калибровка	84
Самотестирование	88
Информация об осциллографе	89
Восстановление стандартной конфигурации осциллографа	90
<b>3 Запуск осциллографа</b>	<b>91</b>
Выбор режимов и условий запуска	93
Выбор меню режима и связи	93
Режимы запуска: нормальный и автоматический	94
Выбор связи запуска	96
Выбор подавления шума при запуске и подавления ВЧ	96
Установка режима Holdoff	97

Вход для внешнего запуска	99
Вход для внешнего запуска 2–канального осциллографа	99
Вход для внешнего запуска 4–канального осциллографа	101
Типы запусков	102
Использование запуска по перепаду	103
Настройка уровня запуска	104
Использование запуска по длительности импульса	105
Программная кнопка установки времени квалификатора <	107
Программная кнопка установки времени квалификатора >	107
Использование запуска по кодовому слову	108
Использование запуска по длительности	110
Программная кнопка установки времени квалификатора <	112
Программная кнопка установки времени квалификатора >	112
Использование запуска по ТВ–сигналу	113
Упражнения	117
Запуск по определенной строке видео	118
Запуск на всех импульсах синхронизации	120
Запуск на определенном поле видеосигнала	121
Запуск на всех полях видеосигнала	122
Запуск на нечетном или четном поле	123
Разъем Trigger Out	126
<b>4    Выполнение измерений</b>	<b>127</b>
Использование горизонтального режима XY	128

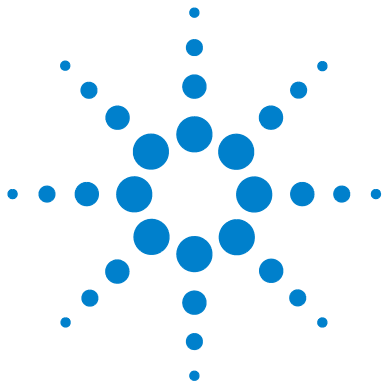
Математические функции	133
Масштаб и смещение математической функции	134
Умножение	135
Вычитание	137
Дифференцирование	139
Интегрирование	142
Измерение БПФ	145
Использование функции FFT	147
Измерения с помощью курсоров	153
Измерение с помощью курсоров	153
Примеры курсоров	157
Автоматические измерения	160
Выполнение автоматического измерения	161
Установка порогов измерения	162
Измерение временных параметров	164
Измерения задержки и фазы	169
Измерение параметров по напряжению	172
Измерение выброса на заднем и переднем фронте	177
<b>5 Отображение данных</b>	<b>179</b>
Прокрутка и масштабирование	180
Прокрутка и масштабирование	181
Установка точки отсчета расширения сигнала	181
Защита от наложения сигналов	182
Использование выхода видеосигнала XGA	182
Параметры экрана	183
Постоянное послесвечение	183
Яркость сетки	184
Векторы (соединение точек)	184
Изменение яркости для просмотра сведений о сигнале	186

Режимы сбора данных	188
При более низких скоростях развертки	188
Выбор режима сбора данных	188
Нормальный режим	189
Режим обнаружения пиков	189
Режим высокого разрешения	189
Режим усреднения	190
Параметр выборки в реальном времени	193
Уменьшение случайного шума сигнала	195
Подавление ВЧ	195
Подавление НЧ	196
Подавление шума	196
Захват импульсных помех или коротких импульсов с обнаружением пиков и постоянного послесвечения	197
Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех	199
Работа функции автомасштабирования	200
Отмена автомасштабирования	200
Определение каналов, отображаемых после автомасштабирования	201
Сохранение режима сбора данных во время автомасштабирования	201
<b>6 Сохранение и печать данных</b>	<b>203</b>
Настройка печати	204
Выбор формата файла для печати	204
Выбор параметров печати	207
Палитра печати	207
Печать изображения экрана в файл	208
Печать изображения экрана на принтере USB	209

Поддерживаемые принтеры	210
Принтеры	210
Режим безопасной среды	212
Сохранение и повторное отображение осциллограмм и параметров настройки	213
Автоматическое сохранение осциллограмм и параметров настройки	214
Сохранение осциллограмм и параметров настройки во внутренней памяти и перезапись существующего файла на USB-накопителе	215
Сохранение осциллограмм и параметров настройки в новый файл на USB-накопителе	216
Восстановление осциллограмм и параметров настройки	218
Использование проводника	219
<b>7 Справочная информация</b>	<b>221</b>
Обновления программного и микропрограммного обеспечения	222
Настройка порта ввода-вывода	223
Гарантия и расширенное обслуживание	223
Возврат прибора	224
Очистка осциллографа	224
Двоичные данные (.bin)	225
Двоичные данные в MATLAB	225
Формат двоичного заголовка	225
Пример программы для чтения двоичных данных	229
Образцы двоичных файлов	230

## Содержание

<b>8</b>	<b>Характеристики и спецификации</b>	<b>231</b>
	Условия окружающей среды	232
	Категория перенапряжения	232
	Степень загрязнения	232
	Описание степеней загрязнения	232
	Категория измерения	233
	Категория измерения	233
	Определения категорий измерения	233
	Способность оборудования выдерживать переходный процесс	234
	Спецификации	235
	Характеристики	236
	<b>Предметный указатель</b>	<b>245</b>



# 1

## Начало работы

Проверка содержимого упаковки	16
Регулировка ручки	19
Монтаж осциллографа в стойке	20
Включение осциллографа	21
Требования к вентиляции	21
Интерфейс дистанционного управления	23
Подключение к ЛВС	24
Одноранговое соединение с ЛВС	26
Использование Web-интерфейса	27
Установка пароля	31
Подсоединение пробников осциллографа	34
Базовая проверка работоспособности осциллографа	36
Компенсация пробников осциллографа	37
Калибровка пробников	38
Поддерживаемые пассивные пробники	38
Поддерживаемые активные пробники	39
Использование справки	40



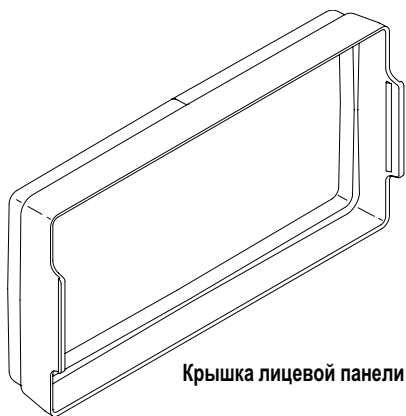
Для начала работы с осциллографом:

- ✓ Распакуйте осциллограф и проверьте содержимое.
- ✓ Настройте положение ручки осциллографа.
- ✓ Если потребуется, наклоните осциллограф для наилучшего отображения.
- ✓ Включите питание осциллографа.
- ✓ Подключите пробники к осциллографу.
- ✓ Проверьте основные операции осциллографа и компенсируйте пробники.

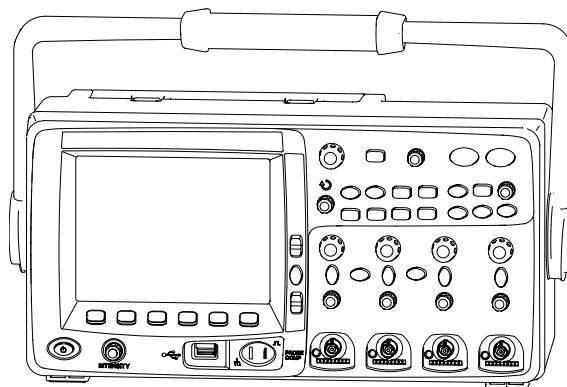
## Проверка содержимого упаковки

- ✓ Проверьте упаковку на наличие повреждений.  
В случае повреждения упаковки сохраните поврежденную упаковку или упаковочный материал до завершения проверки комплектности, отсутствия механических повреждений и работоспособности осциллографа.
- ✓ Убедитесь, что в комплект поставки входят следующие компоненты и все заказанные дополнительные аксессуары:
  - Осциллограф серии 5000A
  - Крышка лицевой панели
  - Кабель питания (Таблица 3 на стр. 22)
  - Пробники осциллографа
    - Два пробника для двухканальных моделей
    - Четыре пробника для 4-канальных моделей
    - Пробники N2863A для моделей с полосами пропускания 100 МГц и 300 МГц
    - Пробники 10073C для моделей с полосой пропускания 500 МГц
  - Руководство пользователя
  - Диск CD-ROM содержащий Руководство по быстрой подготовке осциллографа к работе Programmer's Quick Start Guide, справочное руководство Programmer's Reference Guide и руководство по обслуживанию Service Guide
  - Диск с программным обеспечением для автоматизации

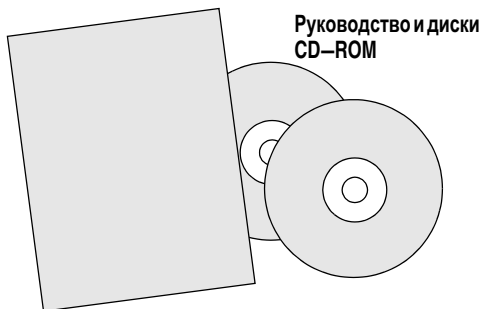




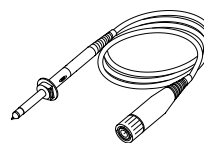
Крышка лицевой панели



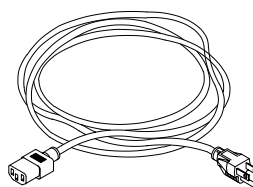
Осциллограф серии 5000A



Руководство и диски  
CD-ROM



Пробники  
осциллографа  
N2863A или 10073C  
(2 или 4)



Кабель питания  
(обозначения  
элементов см.  
на [стр. 22](#))

### Содержимое упаковки осциллографа серии 5000A

**Таблица 2** Доступные аксессуары

<b>Обозначение</b>	<b>Описание</b>
N2760A	Мягкая сумка для переноски
N2917B	Футляр для транспортировки
N2917B	Комплект для закрепления в стойке
54684–44101	Крышка лицевой панели
N2605A–097	Кабель USB
10833A	Кабель GPIB, длина 1 м
5061–0701	Кабель разделителя ЛВС
10074C	Пассивный пробник, 10:1, 150 МГц, 1,5 м
N2863A	Пассивный пробник, 10:1, 300 МГц, 1,2 м
10074C	Пассивный пробник, 10:1, 500 МГц, 1,5 м
1130A	Усилитель пробника InfiniiMax (требуется одна или более разделительная головка)
1141A	Дифференциальный пробник 200 МГц (с блоком питания 1142A)
1144A	Активный пробник 800 МГц (с блоком питания 1142A)
1145A	2–канальный активный пробник 750 МГц (с блоком питания 1142A)
1 156A	Активный пробник 1,5 ГГц
1146A	Пробник 100 КГц, переменный ток/постоянный ток
10074C	Пассивный пробник 1:1
10072A	Набор пробников с малым шагом
10075A	Набор зажимов IC 0,5 мм
10076A	Пробник 100:1, 4 кВ 250 МГц
E2613B	Клинообразный адаптер пробника 0,5 мм , 3–сигнальный, кол–во 2
E2614A	Клинообразный адаптер пробника 0,5 мм , 8–сигнальный, кол–во 1
E2613B	Клинообразный адаптер пробника 0,65 мм , 3–сигнальный, кол–во 2
E2616A	Клинообразный адаптер пробника 0,65 мм , 8–сигнальный, кол–во 1
E2643A	Клинообразный адаптер пробника 0,5 мм , 16–сигнальный, кол–во 1
E2644A	Клинообразный адаптер пробника 0,65 мм , 8–сигнальный, кол–во 1
N2772A	Дифференциальный пробник 20 МГц
N2773A	Блок питания для N2772A
N2774A	Пробник 50 МГц, переменный ток/постоянный ток
N2775A	Блок питания для N2774A

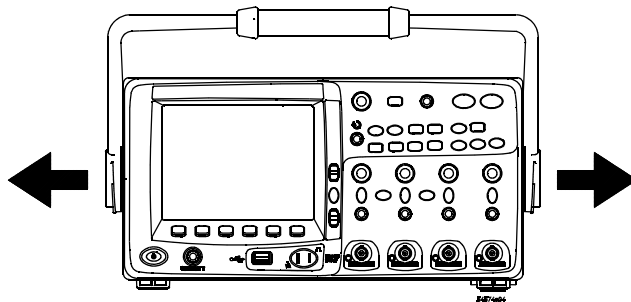
Поиск данных элементов можно осуществить на Web–сайте [www.agilent.com](http://www.agilent.com) или [www.parts.agilent.com](http://www.parts.agilent.com).

## Регулировка ручки

Ручка осциллографа может быть зафиксирована в одной из трех позиций:

- сверху, для переноски;
- сзади, чтобы ручка была отдалена;
- снизу, чтобы осциллограф мог быть наклонен назад для удобного просмотра, когда пользователь находится выше прибора.

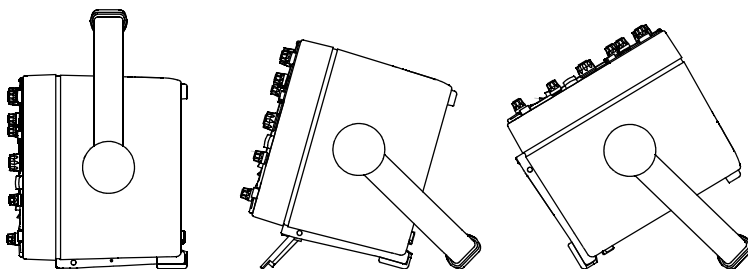
- 1 Для поворота ручки зажмите основания ручки на каждой из сторон инструмента и вытяните их до упора.



- 2 Не отпуская основания ручки, переведите ручку в необходимое положение. Затем отпустите основания ручки. Поверните ручку до тех пор, пока она не зафиксируется.

## Наклон осциллографа для удобного просмотра

Лапки наклона (снизу осциллографа) могут быть расположены так, как показано снизу на центральном рисунке. Ручка может использоваться как подставка при установке осциллографа на пол так, как показано снизу на рисунке справа.



## Монтаж осциллографа в стойке

Осциллографы серии 5000A могут быть закреплены в стандартной 19" (487 мм) стойке Electronic Industries Association (EIA).

Для закрепления осциллографа в стойке приобретите и установите набор для крепления в стойке N2916B. Инструкции включены в набор.

## Включение осциллографа

- 1 Подсоедините кабель питания сначала к задней части осциллографа, а затем к подходящему источнику переменного тока.

Осциллограф автоматически настраивается на входное напряжение от 100 до 240 В. Убедитесь, что используется правильный кабель питания. Дополнительную информацию содержит [Таблица 3](#) на стр. 22. Предоставляемый кабель питания должен соответствовать стране.

### **ОСТОРОЖНО**

**Всегда используйте заземленный кабель питания. Не избегайте заземления кабеля питания.**

---

- 2 Нажмите на переключатель питания.

выключатель питания или сети расположен в нижнем левом углу лицевой панели. Индикаторы лицевой панели начнут светиться, и осциллограф будет готов к работе в течение нескольких секунд.

## Требования к вентиляции

Зоны входа и выхода воздуха должны быть свободны. Для лучшего охлаждения рекомендуется неограниченный поток воздуха.

### Требования к вентиляции

Вентилятор нагнетает воздух снизу осциллографа и выпускает его с задней части. Всегда проверяйте, что зоны входа и выхода воздуха свободны.

При использовании осциллографа в стендовом положении, обеспечьте свободное пространство не менее 100 мм за и над осциллографом для надлежащего охлаждения.

Таблица 3 Кабели питания

Тип вилки	Обозначение кабеля	Тип вилки	Обозначение кабеля
Opt 900 (Великобритания)	8120-1703	Opt 918 (Япония)	8120-4754
Opt 901 (Австралия)	8120-0696	Opt 919 (Израиль)	8120-6799
Opt 902 (Европа)	8120-1692	Opt 920 (Аргентина)	8120-6871
Opt 903 (США)	8120-1521	Opt 921 (Чили)	8120-6979
Opt 906 (Швейцария)	8120-2296	Opt 922 (Китай)	8120-8377
Opt 912 (Дания)	8120-2957	Opt 927 (Таиланд)	8120-8871
Opt 917 (ЮАР)	8120-4600		

## Интерфейс дистанционного управления

Обмен данными с осциллографом серии 5000A может выполняться с помощью кнопок на лицевой панели либо через ЛВС, USB или GPIB.

*Диск Automation Ready CD-ROM*, предоставляемый с осциллографом, содержит программное обеспечение для обеспечения связи через данные интерфейсы. Для установки программного обеспечения на ПК следуйте инструкциям, приведенным на диске CD-ROM.

Команды дистанционного управления могут передаваться через ЛВС, USB или GPIB. Обычно эти команды используются, когда осциллограф находится под программным контролем для автоматизированного теста и сбора данных. Информация об управлении осциллографом с помощью команд дистанционного управления содержится в документе *Programmer's Quick Start Guide*, который находится на предоставляемом с осциллографом диске CD-ROM. Этот документ также можно получить через Интернет. Перейдите по ссылке [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000) и выберите Technical Support (Техническая поддержка), а затем выберите Manuals (Руководства).

Все осциллографы серии 5000A содержат встроенный Web-сервер (необходимо программное обеспечение версии 4.0 или выше; см. [стр. 222](#) для получения инструкций по обновлению программного обеспечения). С помощью Web-обозревателя можно настраивать измерения, отображаемые волны, создавать снимки экрана и управлять осциллографом дистанционно.

### Подробная информация о соединении

Для получения подробной информации о соединении см. Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Для загрузки электронной копии руководства Connectivity Guide, которую можно напечатать, перейдите на Web-сайт [www.agilent.com](http://www.agilent.com) и выполните поиск по фразе Connectivity Guide.

## Подключение к ЛВС

- 1 Если контролирующий ПК еще не подключен к локальной сети (ЛВС), подключите его.
- 2 Получите сетевые параметры осциллографа (имя хоста, домен, IP–адрес, маска подсети, IP шлюза, DNS IP, и т.д.) у сетевого администратора.
- 3 Подключите осциллограф к локальной сети (ЛВС), с помощью включения кабеля ЛВС в ЛВС порт на задней панели осциллографа.
- 4 Убедитесь, что на осциллографе включен контролирующий интерфейс:
  - a Нажмите кнопку **Utility** (Утилиты).
  - b С помощью программных кнопок нажмите **I/O** (Ввод–вывод) и **Control** (Управление).
  - c Поверните ручку для выбора «LAN»; затем нажмите программную кнопку **Control** (Управление) снова.
- 5 Нажмите **Utility** (утилиты) и **I/O** (Ввод/Вывод) и **Configure LAN** (Настройка параметров ЛВС).
  - a Нажимайте программную кнопку **Configure** (Настройка параметров), пока параметр **LAN** (ЛВС) не будет выбран.
  - b Нажмите программную кнопку **LAN Settings** (Параметры ЛВС).
  - c Используйте программную кнопку **Config** (Настройка параметров) и ручку **Entry** для выбора DHCP, AutoIP, или netBIOS и соответствующих опций.
  - d Нажмите программную кнопку **Addresses** (Адреса). Используйте программную кнопку **Modify** (Изменить), а также другие программные кнопки и ручку **Entry** для ввода значений IP–адреса, маски подсети, IP шлюза, и DNS IP. По окончании нажмите программную кнопку возврата (стрелка вверх).
  - e Нажмите программную кнопку **Domain** (Домен). Используйте программную кнопку **Modify** (Изменить) а также другие программные кнопки и ручку **Entry** для ввода имени хоста и доменного имени. По окончании нажмите программную кнопку возврата (стрелка вверх).
  - f Нажмите программную кнопку **Apply** (Применить) для сохранения изменений.



**ПРИМЕЧАНИЕ**

При подключении осциллографа к ЛВС рекомендуется ограничить доступ к осциллографу с помощью установки пароля. По умолчанию осциллограф не защищен паролем. См. [стр. 31](#) для установки пароля.

---

Дополнительную информацию о подключении осциллографа см. в руководстве Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Для загрузки электронной копии руководства Connectivity Guide, которую можно напечатать, перейдите на Web-сайт [www.agilent.com](http://www.agilent.com) и выполните поиск по фразе Connectivity Guide.

## Одноранговое соединение с ЛВС

Далее приведена процедура осуществления прямого (автономного) соединения с осциллографом. Это имеет значение, если управление осциллографом будет осуществляться с помощью ноутбука или автономного компьютера.

- 1 Установите комплект библиотек программ ввода–вывода Agilent, находящийся на CD, который входит в комплект поставки осциллографа. Если компакт–диск отсутствует, можно загрузить комплект библиотек программ ввода/вывода с Web–сайта [www.agilent.com/find/iolib](http://www.agilent.com/find/iolib).
- 2 Подсоедините ПК к осциллографу, используя кабель ЛВС с перекрестными соединениями, аналогичный имеющему обозначение Agilent 5061–0701 (заказывается отдельно).
- 3 Включите питание осциллографа.
- 4 Нажмите **Utility** → **I/O**. Будет показано текущее состояние ввода–вывода. Дождитесь **LAN Status** (Состояния ЛВС), указывающего на то, что осциллограф «**configured**» (сконфигурирован). Процедура может длиться несколько минут.
- 5 Запустите приложение Agilent Connection Expert из программной группы Agilent I/O Libraries Suite.
- 6 Когда появится приложение Agilent Connection Expert, выберите **Refresh All** (Обновить все).
- 7 Щелкните правой кнопкой **LAN** (ЛВС) и выберите **Add Instrument** (Добавить прибор).
- 8 В окне необходимо выделить строку LAN (ЛВС); выберите **OK**.
- 9 В окне LAN Instrument (Прибор ЛВС) выберите **Find Instruments...** (Найти приборы...).
- 10 В области поиска приборов в окне LAN (ЛВС) следует проверить **LAN** и **Look up hostnames** (Найти имя хоста).
- 11 Выберите кнопку **Find Now** (Найти сейчас). (ПРИМЕЧАНИЕ. Поиск прибора может занять до трех минут. Если он не найден первый раз, подождите одну минуту и повторите попытку).
- 12 Если прибор найден, выберите **OK** и **OK**, чтобы закрыть окна Add Instrument (Добавить прибор).

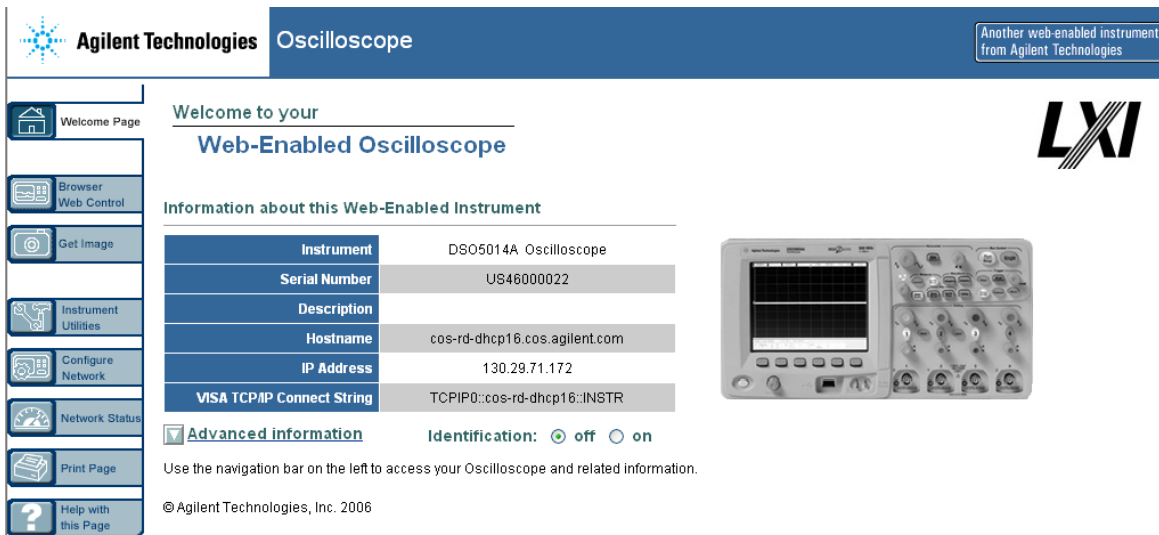
Теперь прибор подсоединен, и можно использовать Web–интерфейс прибора.

## Использование Web–интерфейса

Все осциллографы серии 5000A имеют встроенный Web–сервер.

Подсоединяя осциллограф, используя компьютер и Web–обозреватель, можно:

- Управлять осциллографом при помощи функции Удаленная лицевая панель.
- Активизировать функцию идентификации (см. [стр. 30](#)) для определения конкретного прибора, вызывая мигание индикатора на лицевой панели.
- Просмотреть информацию об осциллографе, такую как его номер модели, серийный номер, имя хоста, IP–адрес и VISA–адрес.
- Просмотреть информацию о версии встроенного ПО осциллографа и загрузить в него новое ПО
- Просмотреть и изменить информацию о сетевой конфигурации осциллографа и состоянии.



**Agilent Technologies Oscilloscope** Another web-enabled instrument from Agilent Technologies

Welcome to your **Web-Enabled Oscilloscope**

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	DSO5014A Oscilloscope
Serial Number	US46000022
Description	
Hostname	cos-rd-dhcp16.cos.agilent.com
IP Address	130.29.71.172
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::cos-rd-dhcp16::INSTR

**Advanced information** Identification:  off  on

Use the navigation bar on the left to access your Oscilloscope and related information.

© Agilent Technologies, Inc. 2006

## Управление осциллографом с помощью Web–обозревателя

Встроенный Web–сервер позволяет осуществлять коммуникацию и управление через разрешенный Java™ Web–обозреватель. Можно осуществлять настройку измерений, текущий контроль сигналов, сохранять изображения на экране и управлять осциллографом дистанционно. Также через ЛВС могут передаваться команды SCPI (стандартные команды для программируемых измерительных приборов).

Для коммуникации и управления осциллографом рекомендуется Web–обозреватель Microsoft Internet Explorer 6 или выше. Работа других Web–обозревателей с осциллографом возможна, но не гарантирована. Web–обозреватель должен быть разрешен Java и иметь подключаемую программу Sun Microsystems™ Java.

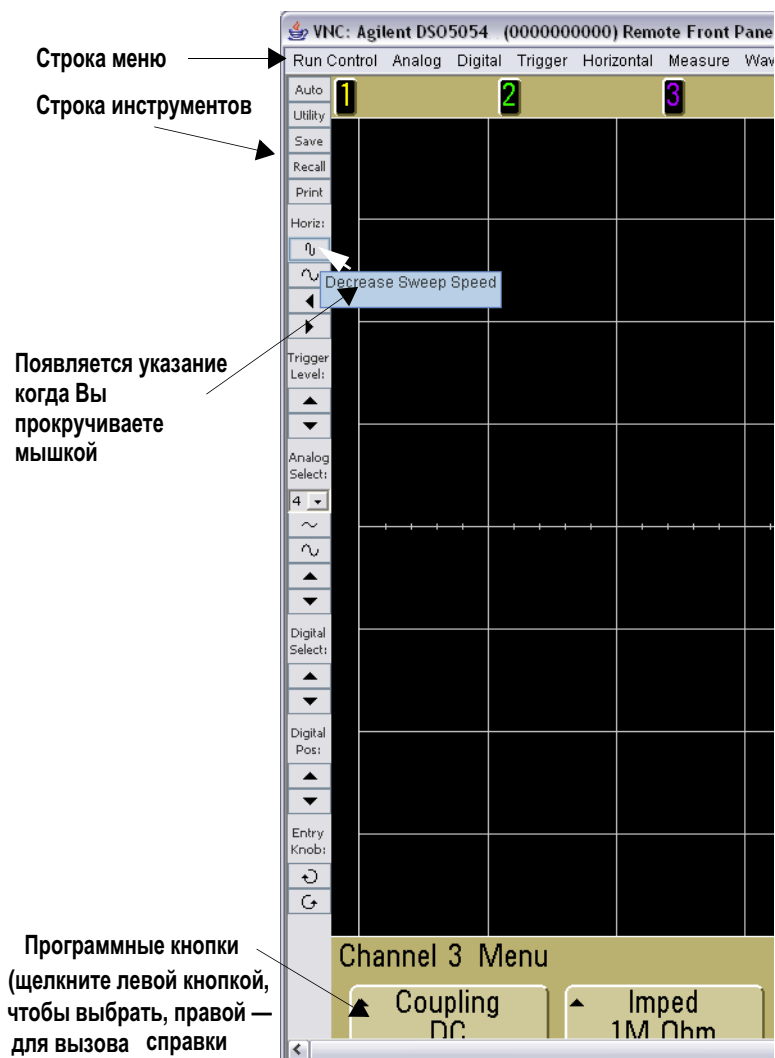
### Управление осциллографом с помощью Web–обозревателя

- 1 Подсоедините осциллограф к ЛВС (см [стр. 24](#)), или установите прямое соединение (см. [стр. 26](#)). Существует возможность использования прямого соединения (см. [стр. 26](#)), но применение ЛВС является более предпочтительным методом.
- 2 Введите в Web–обозревателе имя хоста осциллографа или IP адрес, чтобы перейти на приветственную страничку осциллографа.
- 3 Когда появится Web–страница осциллографа, выберите **Browser Web Control** (Управление Web–обозревателем), затем выберите **Remote Front Panel** (Удаленная лицевая панель). Через несколько секунд появится удаленная лицевая панель.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если на ПК не установлена Java, появится подсказка о необходимости установить модуль Sun Microsystems Java. Данный модуль должен быть установлен на управляющем ПК для работы с удаленной лицевой панелью.

- 4 Для управления осциллографом используйте строку меню и инструментов. Это способ управления осциллографом вручную, обычно управление осуществляется дистанционной программой.



## Прокрутка изображения и разрешение монитора

При использовании монитора с разрешением 1024x768 или менее на удаленном компьютере необходимо прокручивать изображение, чтобы получить доступ ко всей удаленной лицевой панели. Чтобы удаленная лицевая панель выводилась на экран без линейки прокрутки, экран компьютера должен иметь разрешение более 1024 x 768.

## Функция идентификации

Выберите кнопку **Identify On** (Идентификация вкл.) (расположенную под изображением осциллографа) на приветственной странице осциллографа. Появится сообщение **Identify** (Идентификация) и чтобы продолжить необходимо нажать программную кнопку **OK** или выключить идентификацию. Данное свойство является очень полезным при размещении прибора в стойке для оборудования.

The screenshot shows the Agilent Oscilloscope web interface. The top navigation bar includes the Agilent Technologies logo, the text 'Oscilloscope', and a tagline 'Another from Agi'. A left-hand navigation bar contains icons for 'Welcome Page', 'Browser Web Control', 'Get Image', 'Instrument Utilities', 'Configure Network', 'Network Status', 'Print Page', and 'Help with this Page'. The main content area displays a 'Welcome to your Web-Enabled Oscilloscope' message and a table of instrument information.

Information about this Web-Enabled Instrument		
Instrument	DSO5054	Oscilloscope
Serial Number	0000000000	
Description	Agilent DSO5054 (0000000000)	
Hostname	reedpk.cos.agilent.com	
IP Address	130.29.71.111	
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::reedpk::INSTR	

Below the table, there is a section for 'Advanced information' with a note: 'Use the navigation bar on the left to access your Oscilloscope and related information.' At the bottom of the interface, the copyright notice '© Agilent Technologies, Inc. 2006' is visible.

To the right of the interface, there is an image of the physical oscilloscope. Below it, the text 'Identification:  off  on' is shown. An arrow points from the 'on' radio button to the text 'Кнопка Identify (Идентификация)'.

## Установка пароля

При подсоединении осциллографа к ЛВС рекомендуется устанавливать пароль для предотвращения несанкционированного доступа к прибору через Web-обозреватель.

- 1 Выберите вкладку Configure Network (Настройка сети) на странице приветствия прибора.
- 2 Нажмите кнопку Modify Configuration (Изменить конфигурацию).

**Agilent Technologies Oscilloscope**

**Current Network Configuration**

Modify Configuration ← Шаг 2

Шаг 1 →

Parameter	Currently in use
Configuration mode	DHCP
Dynamic DNS	ON
NetBIOS	OFF
IP Address	130.29.69.81
Subnet Mask	255.255.248.0
Default Gateway	130.29.64.1
DHCP Server	130.29.64.128
DNS Server	130.29.64.128, 130.29.108.128
Hostname	a-d5054a-091557
Domain	cos.agilent.com
LAN KeepAlive Timeout	1800
Media Sense	ON
GPIB Control	ON
GPIB Address	7



- Welcome Page
- Browser Web Control
- Get Image
- Instrument Utilities
- Configure Network
- Network Status
- Print Page
- Help with this Page

## Modify Network Configuration

Parameter	Configured Value	Edit Configuration
<b>IP Settings may be configured using the following:</b>		
DHCP	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Automatic IP	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Manual	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
<b>IP Settings to use in manual mode:</b>		
IP Address	169.254.9.80	<input type="text" value="169.254.9.80"/>
Subnet Mask	255.255.0.0	<input type="text" value="255.255.0.0"/>
Default Gateway	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
<b>Domain name and name service settings:</b>		
DNS Server	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Hostname	a-d5054a-091557	<input type="text" value="a-d5054a-091557"/>
Domain		<input type="text"/>
Dynamic DNS	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
NetBIOS	OFF	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
<b>Other settings:</b>		
KeepAlive Timeout (sec)	1800	<input type="text" value="1800"/>
Description		<input type="text"/>
Password		<input type="text"/>
GPIB Control	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
GPIB Address	7	<input type="text" value="7"/>
USB Control	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
LAN Control	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON

Щар 3



- 3 Введите выбранный пароль
- 4 Выберите кнопку «Apply Changes» (Применить изменения)

Чтобы переустановить пароль:

- 1 Нажмите **Utility** (Утилиты) и **I/O** (Ввод/вывод) и **LAN Reset** (Сброс ЛВС).

Дополнительную информацию о подключении осциллографа к ЛВС см. в руководстве Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Для загрузки электронной копии руководства Connectivity Guide, которую можно напечатать, перейдите на Web-сайт [www.agilent.com](http://www.agilent.com) и выполните поиск по фразе Connectivity Guide.

## Подсоединение пробников осциллографа

Входной импеданс можно выбрать: 1 М $\Omega$  (Вт) или 50  $\Omega$ . Нажмите кнопку включения/выключения канала (см. [стр. 46](#)), затем нажмите программную кнопку **Imped** (Импеданс) для выбора импеданса на входе.

Режим 1 М $\Omega$  предназначен для использования с несколькими пассивными пробниками и при выполнении универсальных измерений. Высокий импеданс минимизирует эффект нагрузки осциллографа в тестируемой цепи.

Режим 50  $\Omega$  подходит для кабелей 50  $\Omega$  и нескольких активных пробников, обычно используемых при проведении высоко–частотных изменений. Это соответствие импеданса минимизирует отражения при прохождении сигнала, что обеспечивает повышенную погрешность измерений.

- 1 Подсоедините входящий в комплект поставки пробник к разъему BNC канала осциллографа на лицевой панели прибора.
- 2 Соедините выдвижной наконечник с зацепом на пробнике с интересующим местом в цепи. Убедитесь, что заземляющий провод пробника соединен с точкой заземления цепи.

### ВНИМАНИЕ



Нельзя превышать 5 В (среднеквадратичное) в режиме 50  $\Omega$  при работе с осциллографами Agilent серии 5000A. При режиме 50  $\Omega$  будет включена защита входа. При обнаружении более 5 В (среднеквадратичное) нагрузка 50  $\Omega$  будет отключена. Однако, входы могут быть повреждены в зависимости от постоянной времени сигнала. Режим защиты входа 50  $\Omega$  на осциллографах Agilent серии 5000A работает только при включенном питании прибора.

### ВНИМАНИЕ



Заземляющий провод пробника подсоединен к корпусу осциллографа и проводу заземления в кабеле питания. Для проведения измерений между двумя токоведущими точками используйте дифференциальный пробник. Отсутствие заземляющего соединения и подвижность корпуса осциллографа могут стать причиной неточности измерений.

**ОСТОРОЖНО**

Не отказывайтесь от защитной функции заземляющего соединения осциллографа. Осциллограф должен оставаться заземленным через шнур питания. Отсутствие заземления создает опасность электрического удара.

---

**ВНИМАНИЕ**

Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:

CAT I 300 Vrms, 400 Vpk; динамическое перенапряжение 1.6 kVpk

CAT II 100 Vrms, 400 Vpk

С пробником N2863A 10:1: CAT I 600 В, CAT II 300 В; (постоянный ток + пиковый переменный ток)

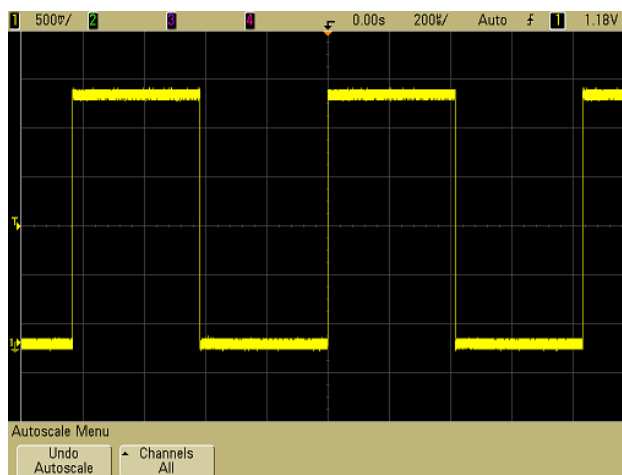
С пробником 10073С 10:1 пробником: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

---

## Базовая проверка работоспособности осциллографа

Для проверки возможности отображения сигнала на осциллографе:

- 1 Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить) на лицевой панели, затем нажмите программную кнопку **Default Setup** (Настройка по умолчанию). (Программные кнопки находятся непосредственно под экраном на лицевой панели). Конфигурация осциллографа теперь соответствует настройке по умолчанию.
- 2 Подсоедините пробник осциллографа из канала 1 к терминалу сигнала **Probe Comp** (Компенсация пробника) на лицевой панели.
- 3 Подсоедините заземляющий провод пробника к заземляющему терминалу, находящемуся рядом с терминалом **Probe Comp**.
- 4 Нажмите **AutoScale** (Автомасштабирование).
- 5 На дисплее осциллографа должен появиться такой сигнал:



Если сигнал виден, но прямоугольный сигнал не имеет правильной формы, как показано выше, выполните действия, описанные в разделе «Компенсация пробников осциллографа» на стр. 37.

Если сигнал не виден, убедитесь, что источник питания в порядке, осциллограф включен надлежащим образом и пробник надежно присоединен к входу BNC канала осциллографа на лицевой панели и терминалу компенсации пробника.

## Компенсация пробников осциллографа

Компенсация пробников осциллографа производится для приведения характеристик пробников в соответствие с каналами осциллографа. Пробник с низкой компенсацией может вызывать погрешности в измерении.

Для компенсации пробников N2863A выполните процедуру, описание которой было предоставлено вместе с пробниками.

Для компенсации пробников 10073C выполните процедуру, описание которой было предоставлено вместе с пробниками, или следующую процедуру.

- 1 Выполните процедуру «[Базовая проверка работоспособности осциллографа](#)» на стр. 36.
- 2 При помощи неметаллического инструмента настройте подстроечный конденсатор на пробнике на импульс с как можно более плоской вершиной. Подстроечный конденсатор расположен на разъеме BNC пробника.

Отличная компенсация



Чрезмерная компенсация



Недостаточная компенсация



- 3 Подсоедините пробники ко всем каналам осциллографа (канал 2 двухканального осциллографа или каналы 2, 3 и 4 четырехканального осциллографа). Повторите процедуру для каждого канала. Таким образом все пробники будут приведены в соответствие со всеми каналами.

Процесс компенсации пробников служит основной проверкой функциональности осциллографа.

## Калибровка пробников

Осциллограф может точно откалибровать каналы для определенных активных пробников, таких как пробники InfiniiMax. Другие пробники, такие как 10073C и N2863A, не нуждаются в калибровке. Программная кнопка Calibrate Probe (Калибровать пробник) будет недоступна, если подсоединенный пробник не нуждается в калибровке.

При подсоединении таких пробников, которые подвергаются калибровке (например, InfiniiMax), программная кнопка **Calibrate Probe** (Калибровать пробник) в меню канала станет активной. Подсоедините пробник к терминалу компенсации пробников, а заземление пробника – к заземляющему терминалу компенсации. Нажмите программную кнопку **Calibrate Probe** (Калибровать пробник) и выполняйте указания, приведенные на экране.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При калибровке дифференциального пробника положительный провод присоединяется к терминалу компенсации пробника, а отрицательный к заземляющему терминалу компенсации пробника. Может потребоваться подключить зажим к разъему заземления, чтобы обеспечить соединение дифференциального пробника с контрольной точкой и заземлением. Надежное подключение к разъему заземления обеспечивает наиболее точную калибровку пробника.

## Поддерживаемые пассивные пробники

С осциллографами серии 5000A могут использоваться следующие пассивные пробники. Пассивные пробники могут использоваться в любой комбинации.

**Таблица 4** Пассивные пробники

Пассивные пробники	Поддерживаемое количество
N2863A	4
10074C	4
10074C	4
10074C	4
10 076A	4

## Поддерживаемые активные пробники

Активные пробники, не имеющие собственного внешнего источника питания, нуждаются в существенном питании с интерфейса AutoProbe. Значение «Поддерживаемое количество» указывает максимальное количество активных пробников каждого типа, которые могут быть подсоединены к осциллографу. Если с интерфейса AutoProbe будет уходить слишком большой объем тока, появится сообщение об ошибке, указывающее на то, что необходимо немедленно отсоединить все пробники, чтобы вернуть интерфейс AutoProbe в исходное состояние.

**Таблица 5** Активные пробники

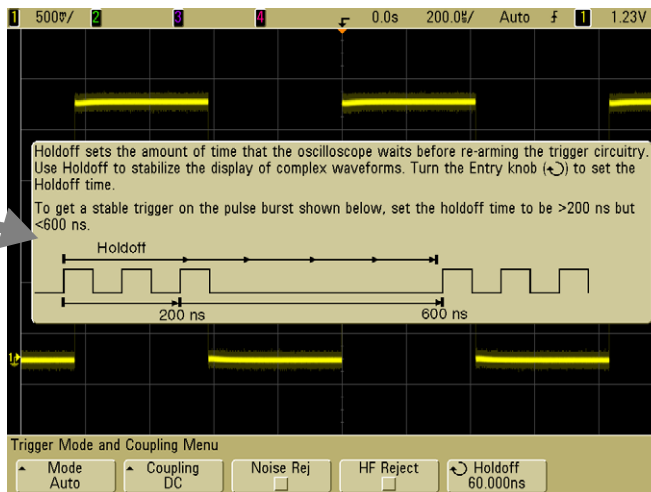
Активные пробники	Поддерживаемое количество
1130A	2
1131A	2
1132A	2
1134A	2
1141A с питанием 1142A	4
1144A с питанием 1142A	4
1145A с питанием 1142A	2
1147A	2
1156A	4
1157A	4
1158A	4
N2772A с питанием N2773A	4
N2772A с питанием N2775A	4

## Использование справки

### Просмотр справки

- 1 Нажмите и удерживайте кнопку или программную кнопку, для которой требуется просмотреть справку.

Сообщение справки



Нажмите и удерживайте кнопку или программную кнопку на лицевой панели или щелкните правой кнопкой по программной кнопке, если используется управление через Web-обозреватель

Можно настроить справку на закрытие при отпускании программной кнопки (режим по умолчанию) или на сохранение на экране до нажатия другой кнопки или поворота ручки. Чтобы выбрать данный режим, нажмите кнопку **Utility** (Утилиты), нажмите программную кнопку **Language** (Язык), затем нажмите программную кнопку **Help Remain/Help Close** (Оставить справку/Закрыть справку).

Если справка используется из Web-обозревателя, она остается невидимой, пока пользователь не щелкнет на экране независимо от того, выбрано ли **Help Remain** или **Help Close**.



## Языки справки

Выбор языка справки в осциллографе.

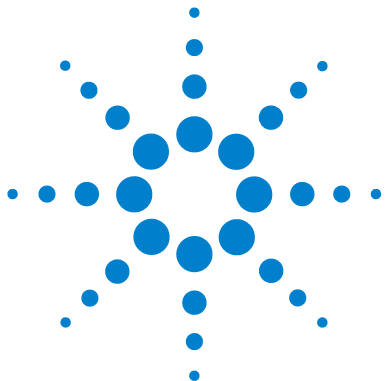
- 1 Нажмите кнопку **Utility** (Утилиты), а затем нажмите программную кнопку **Language** (Язык).
- 2 Несколько раз нажмите и отпустите программную кнопку **Language** (Язык), пока не будет выбран нужный язык.

## Обновление справки

Может быть доступна обновленная справка для осциллографов серии 5000. Она будет находиться по адресу:  
[www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000).

- 1 Перейдите в Web–обозревателе по адресу:  
[www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000).
- 2 Выберите **Quick Help Language Support** (Языковая поддержка справки) и следуйте указаниям.





## 2

# Органы управления на лицевой панели


Органы управления на лицевой панели 44

Использование лицевой панели 54



## Органы управления на лицевой панели

Ниже приведено общее описание органов управления на лицевой панели осциллографа Agilent 5000A. Сначала необходимо настраивать органы управления на лицевой панели, а затем выполнять измерение.

Кнопки на лицевой панели открывают на экране меню программных кнопок, которые обеспечивают доступ к функциям осциллографа. Для выбора значений многих программных кнопок используется ручка Entry .

Под дисплеем расположены шесть программных кнопок. Чтобы узнать значения символов, используемых в меню программных кнопок и в данном руководстве, см. «Условные обозначения» на стр. 45.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Самый простой способ установки осциллографа: подключите осциллограф к источнику сигнала и нажмите кнопку **AutoScale** (Автомасштабирование).

## Условные обозначения



В данном руководстве кнопки на лицевой панели и программные кнопки указаны разными шрифтами. Например, кнопка **Cursors** (Курсоры) в меню Measure (Измерение) на лицевой панели. Программная кнопка **Acq Mode** (Режим сбора данных) — это крайняя слева кнопка в меню Acquire (Сбор данных).


Для описания последовательности кнопок используются сокращения. Для обозначения последовательности кнопок **Utility** (Утилиты), программной кнопки **I/O** (Ввод/вывод) и программной кнопки **Configure LAN** (Настройка параметров ЛВС) используется следующее сокращение:



Нажмите **Utility** → **I/O** → **Configure LAN**.

## Графические символы в меню программных кнопок


В меню программных кнопок осциллографа используются следующие графические символы. Меню программных кнопок отображаются в нижней части экрана над шестью программными кнопками.


 Используйте ручку Entry для настройки параметров. Ручка Entry расположена на лицевой панели. Символ  светится, когда эта ручка активна.

 Нажмите программную кнопку для отображения списка доступных значений. Выберите необходимое значение с помощью программной кнопки.


 Используйте ручку со значком Entry  или нажмите программную кнопку для настройки параметра.

 Параметр выбран и активен.

 Функция включена. Для выключения функции необходимо снова нажать программную кнопку.

 Функция выключена. Для включения функции необходимо снова нажать программную кнопку.

 Для доступа в меню нажмите программную кнопку.

 Нажмите программную кнопку для возврата в предыдущее меню.

### Лицевая панель 4-канального осциллографа серии 5000A

На рисунке ниже изображена лицевая панель 4-канального осциллографа серии 5000A. Органы управления 4-канального и 2-канального осциллографов практически идентичны.

Чтобы ознакомиться с отличиями 2-канального осциллографа, см. [стр. 52](#).

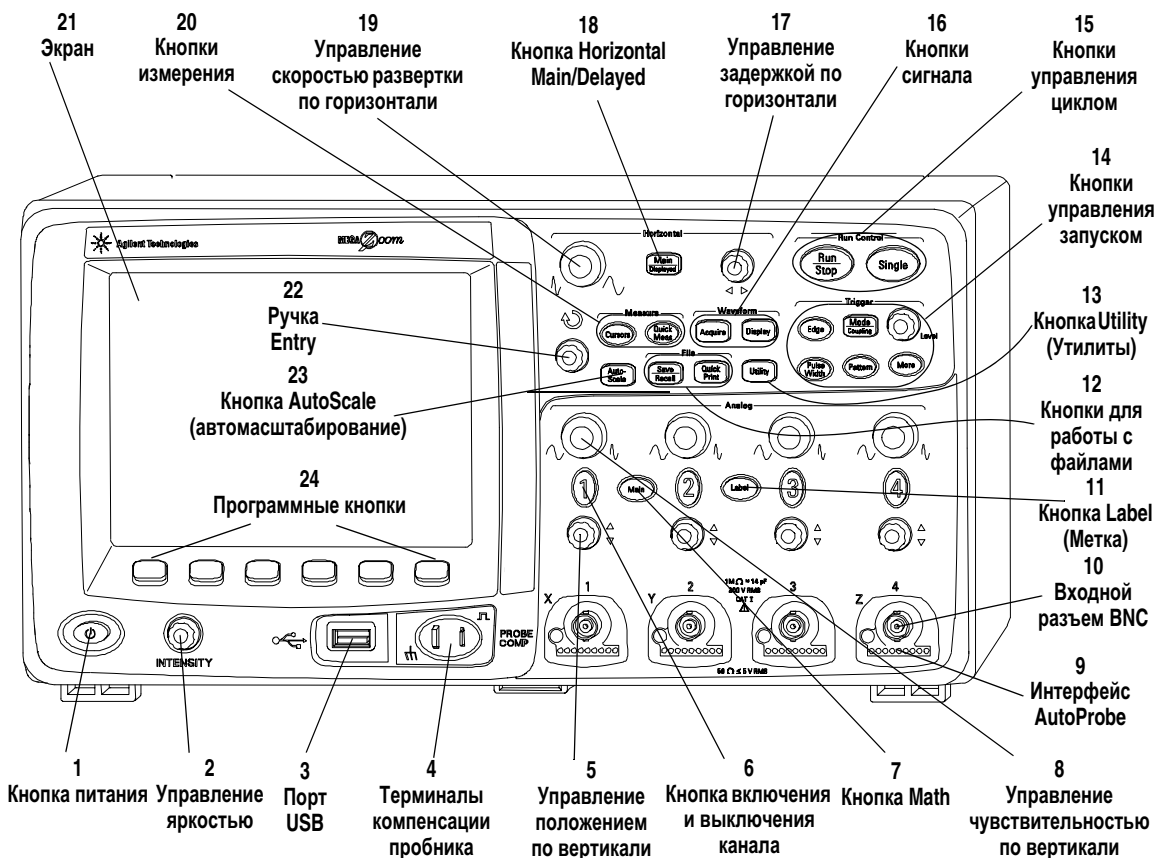


Рис. 1 Лицевая панель 4-канального осциллографа серии 5000A

## Органы управления на лицевой панели

**1. Кнопка питания.** Нажмите, чтобы включить питание прибора; нажмите снова, чтобы отключить питание. См. [стр. 21](#).

**2. Ручка управления яркостью.** Вращайте по часовой стрелке, чтобы увеличить яркость сигнала; вращайте против часовой стрелки, чтобы уменьшить яркость. Таким образом можно рассмотреть мельчайшие детали сигнала, что аналогично аналоговому осциллографу. Для получения более подробной информации об управлении яркостью см. [стр. 186](#).

**3. Главный порт USB.** Подключите USB-совместимый накопитель для хранения или восстановления файлов настройки или сигналов. Кроме того, с помощью порта USB можно обновлять ПО осциллографа или языковые файлы справки, если обновления доступны. При отключении USB-накопителя от осциллографа не требуется выполнять безопасное отключение (не требуется «извлекать» устройство). Просто отсоедините USB-накопитель от осциллографа после завершения работы с файлами. Дополнительную информацию по использованию порта USB содержит [Глава 6](#), «Сохранение и печать данных» на стр. 203.

### ВНИМАНИЕ

Подключайте к главному порту USB только USB-устройства. Не пытайтесь подключить главный компьютер к этому порту для управления осциллографом. Чтобы подключить главный компьютер, используйте порт USB для устройств. (Для получения дополнительной информации см. руководство *Oscilloscope Programmer's Quick Start Guide*).

**4. Терминалы компенсации пробника.** Используйте сигнал на этих терминалах, чтобы характеристики каждого пробника сочетались с тем каналом осциллографа, к которому они подключены. См. [стр. 37](#).

**5. Управление положением по вертикали.** Используйте ручку для изменения вертикального положения канала на экране. Для каждого канала существует один элемент управления положением по вертикали. См. раздел «[Использование каналов](#)» на стр. 62.

**6. Кнопка включения/выключения канала.** Используйте эту кнопку, чтобы включить или выключить канал, или для доступа к меню канала в программных кнопках. Для каждого канала существует одна кнопка включения/выключения канала. См. раздел [«Использование каналов»](#) на стр. 62.

**7. Кнопка Math (Математическая функция).** Кнопка Math предоставляет доступ к функции FFT (быстрое преобразование Фурье, БПФ), умножению, вычитанию, дифференцированию и функциям интегрирования. См. раздел [«Математические функции»](#) на стр. 133.

**8. Чувствительность по вертикали.** Используйте эту ручку для изменения чувствительности канала по вертикали (усиление). См. раздел [«Использование каналов»](#) на стр. 62.

**9. Интерфейс AutoProbe.** При подключении пробника к осциллографу интерфейс AutoProbe попытается определить тип пробника и настроить его параметры в меню пробника. См. [стр. 61](#).

**10. Входной разъем BNC.** Подключите пробник осциллографа или кабель BNC к разъему BNC. Это входной разъем канала.

**11. Кнопка Label (Метка).** Нажмите эту кнопку, чтобы получить доступ к меню Label, с помощью которого можно вводить метки для определения каждой осциллограммы на экране осциллографа. См. [стр. 77](#).

**12. Кнопки для работы с файлами.** Нажмите кнопку File (Файл) для доступа к таким функциям, как сохранение или восстановление сигнала или настройки. Или нажмите кнопку Quick Print (Быстрая печать), чтобы напечатать изображение сигнала с дисплея. См. раздел [«Сохранение и повторное отображение осциллограмм и параметров настройки»](#) на стр. 213.

**13. Кнопка Utility (Утилиты).** Нажмите эту кнопку для доступа к меню Utility, с помощью которого можно настроить параметры ввода–вывода осциллографа, конфигурацию принтера, проводник, служебное меню и другие параметры.



**14. Элементы управления запуском.** С помощью этих элементов управления можно настроить способ запуска осциллографа для получения данных. Дополнительную информацию содержит раздел «[Выбор режима автоматического или нормального запуска](#)» на стр. 58 и [Глава 3](#), «[Запуск осциллографа](#)» на стр. 91.

**15. Элементы управления циклом.** Нажмите кнопку Run/Stop (Запустить/Остановить), чтобы осциллограф начал поиск сигнала. Кнопка Run/Stop будет светиться зеленым светом. Если используется режим запуска Normal (Нормальный), то обновление экрана не произойдет до тех пор, пока сигнал не будет найден. Если используется режим запуска Auto (Автоматический), то осциллограф выполнит поиск сигнала запуска и при его отсутствии запустится автоматически, при этом на экране будут сразу показаны входные сигналы. В этом случае индикатор **Auto** (Автоматический), который находится в верхней части экрана, будет мигать, указывая, что осциллограф подает сигналы запуска.

Нажмите Run/Stop (Запустить/Остановить) снова, чтобы остановить сбор данных. Кнопка будет светиться красным светом. Теперь можно прокручивать и увеличивать масштаб полученных данных.

Нажмите Single (Одиночный), чтобы выполнить одиночный сбор данных. Кнопка будет светиться желтым светом до запуска осциллографа. См. раздел «[Запуск и остановка сбора данных](#)» на стр. 54.

**16. Кнопки сигнала.** Кнопка Acquire (Получить) позволяет настроить осциллограф в режимах Normal (Нормальный), Peak Detect (Обнаружение пиков), Averaging (Усреднение) или High Resolution (Высокое разрешение) (см. «[Режимы сбора данных](#)» на стр. 188), а также включать и выключать режим выборки в реальном времени (см. [стр. 193](#)). Кнопка Display (Экран) позволяет получить доступ к меню, в котором можно выбрать постоянное послесвечение (см. [стр. 183](#)), включить или выключить векторы (см. [стр. 184](#)), а также настроить яркость сетки экрана (см. [стр. 184](#)).


**17. Управление задержкой по горизонтали.** Если осциллограф запущен, можно настроить окно сбора по отношению к точке запуска. Когда осциллограф остановлен, используйте эту ручку для прокрутки данных по горизонтали. Это позволяет записать сигнал до запуска (поверните ручку по часовой стрелке) или после запуска (поверните ручку против часовой стрелки). См. раздел «[Установка горизонтальной временной развертки](#)» на стр. 67.

**18. Кнопка Horizontal Main/Delayed (Основная развертка/задержка по горизонтали).** Нажмите эту кнопку для доступа к меню, с помощью которого можно разделить экран осциллографа на разделы Main (Основная развертка) и Delayed (С задержкой), а также выбрать режимы XY и прокрутки. Также можно выбрать время/деление развертки по горизонтали и выбрать точку отсчета времени запуска. См. раздел «[Установка горизонтальной временной развертки](#)» на стр. 67.

**19. Управление скоростью развертки по горизонтали.** Поворачивайте эту ручку, чтобы настроить коэффициент развертки. В результате на экране будет изменено значение времени на деление по горизонтали. Если изменения произошли после получения сигнала и осциллограф остановился, то может произойти развертывание или сжатие сигнала по горизонтали. См. раздел «[Установка горизонтальной временной развертки](#)» на стр. 67.

**20. Кнопки измерения.** Нажмите кнопку Cursors (Курсоры), чтобы переключиться на курсоры, предназначенные для выполнения измерений. Нажмите кнопку **Quick Meas** (Быстрое измерение) для доступа к предварительным измерениям. Дополнительную информацию содержит [Глава 4](#), «Выполнение измерений» на стр. 127.

**21. Экран.** На экране полученные сигналы отображаются разными цветами для каждого канала. Дополнительную информацию о режимах экрана содержит [Глава 5](#), «Отображение данных» на стр. 179. Для детального отображения сигнала служат 256 уровней яркости. Для получения дополнительной информации о просмотре сведений о сигнале см. «[Изменение яркости для просмотра сведений о сигнале](#)» на стр. 186.

**22. Ручка Entry (Ввод).** Ручка Entry используется для выбора пунктов меню и изменения их значений. Функция ручки зависит от отображаемого меню. Обратите внимание, что символ изогнутой стрелки  над ручкой Entry светится каждый раз, когда можно сделать выбор. Используйте ручку Entry для выбора значений, указанных на программных кнопках.

**23. Кнопка AutoScale (Автомасштабирование).** Если нажать кнопку AutoScale, осциллограф быстро определит активные каналы, включит их и настроит на отображение входных сигналов. См. раздел «Работа функции автомасштабирования» на стр. 200.

**24. Программные кнопки.** Функции этих кнопок зависят от меню, отображенных на экране непосредственно над этими кнопками.

## Лицевая панель 2-канального осциллографа серии 5000А (только отличия)

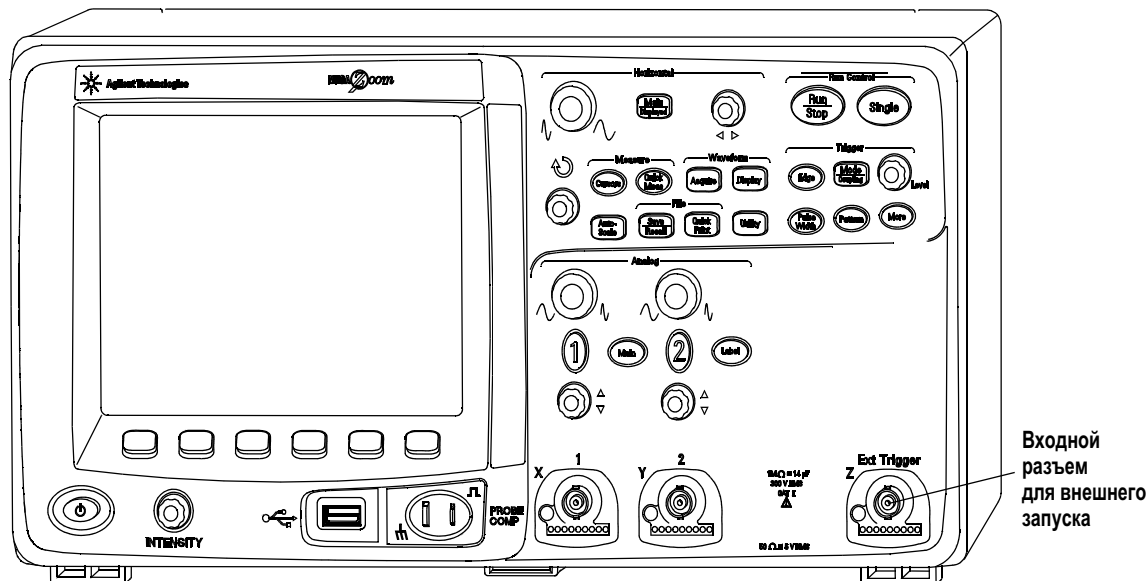


Рис. 2 Лицевая панель 2-канального осциллографа серии 5000А

Различия между лицевой панелью 4-канального и 2-канального осциллографов являются следующими.

- 2-канальный осциллограф имеет 2 набора органов управления каналами.
- У 2-канального осциллографа вход для внешнего запускающего сигнала расположен на лицевой, а не на задней панели. Отличаются также некоторые функции запуска. См. раздел «Вход для внешнего запуска» на стр. 99.

## Описание экрана

На экране осциллографа отображаются необходимые сигналы, информация о настройках, результаты измерений и программные кнопки для настройки параметров.

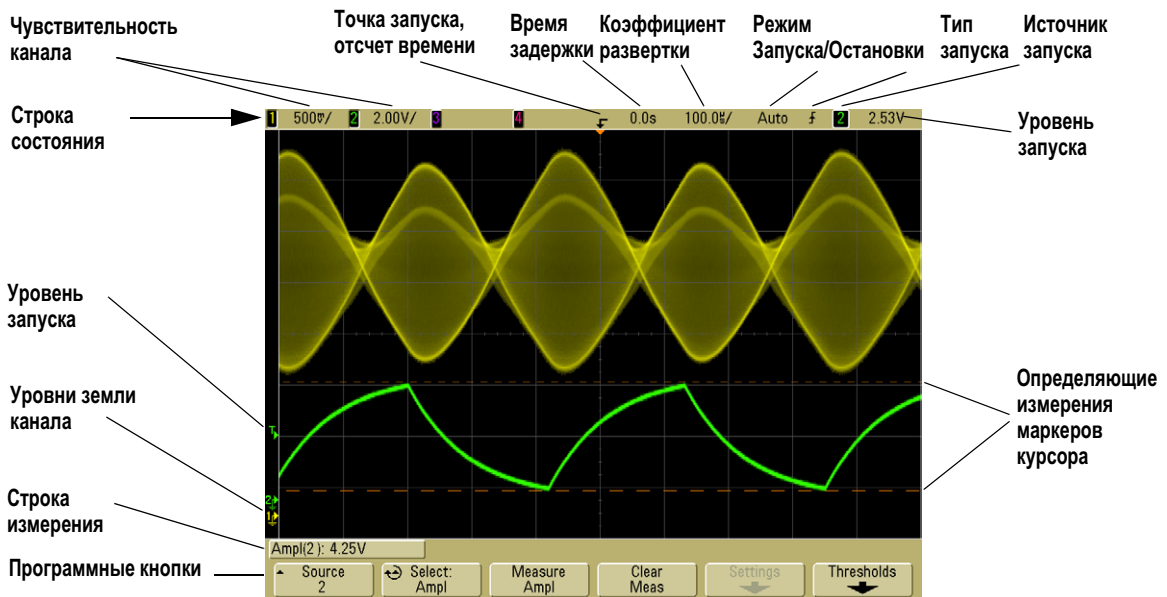


Рис. 3 Описание экрана

**Строка состояния.** В верхней строке экрана отображается информация о настройках запуска, а также о настройках по вертикали и по горизонтали.

**Область экрана.** На экране отображается сигнал, идентификаторы канала, а также индикаторы уровней запуска и земли. Информация каждого канала отображается определенным цветом.

**Строка измерения.** В этой строке обычно отображаются результаты автоматического измерения и курсора, а также дополнительные данные по настройке запуска и информация о меню.

**Программные кнопки.** Программные кнопки позволяют настроить дополнительные параметры для выбранного режима или меню.

## Использование лицевой панели


В этом разделе содержится краткий обзор операций, выполняемых с помощью органов управления на лицевой панели. Подробные инструкции по работе с осциллографом приведены в следующих главах.

### Настройка яркости сигнала

Ручка яркости расположена в нижнем левом углу лицевой панели рядом с кнопкой питания.

- Вращайте ручку **Intensity** (Яркость) по часовой стрелке, чтобы увеличить яркость отображаемых сигналов, или против часовой стрелки, чтобы уменьшить яркость. Для получения дополнительной информации см. раздел «Изменение яркости для просмотра сведений о сигнале» на стр. 186.

### Отображение яркости сетки

- 1 Нажмите кнопку **Display** (Экран).
- 2 Вращайте ручку **Entry** , чтобы изменить яркость отображаемой сетки. Уровень яркости отображается на программной кнопке **Grid** (Сетка) и имеет значения от 0 до 100%.

Каждое крупное деление в сетке по вертикали соответствует коэффициенту отклонения, отображенному в строке состояния в верхней части экрана.

Каждое крупное деление в сетке по горизонтали соответствует времени в скорости развертки, отображенной в строке состояния в верхней части экрана.

### Запуск и остановка сбора данных

- При нажатии кнопки **Run/Stop** (Запустить/Остановить) она начинает светиться зеленым светом и осциллограф переходит в режим непрерывной развертки.

Осциллограф проверяет входное напряжение на каждом пробнике и обновляет экран независимо от того, выполнены ли условия запуска. Частота обработки запуска и обновления экрана определяется параметрами осциллографа.

Осциллограф отображает несколько значений одного сигнала аналогично тому, как это делает аналоговый осциллограф.

- При нажатии кнопки **Run/Stop** (Запустить/Остановить) она начинает светиться красным светом и осциллограф останавливается.

Значок Stop (Остановить) отображается в положении режима запуска в строке состояния, которая расположена в верхней части экрана. После этого можно прокручивать и масштабировать сохраненный сигнал, поворачивая горизонтальные и вертикальные ручки управления.

- При управлении осциллографом с помощью Web-интерфейса (см. раздел «Дистанционная лицевая панель» на стр. 28) выберите **Run Control** (Управление выполнением) в главном меню или нажмите Ctrl+R для включения режима Run/Stop (Запуск/Остановка) или Ctrl+S для включения режима Single (Однократный).

Если нажать кнопку **Run/Stop** (Запустить/Остановить) при запущенном осциллографе, она будет светиться до окончания процесса сбора данных. Если сбор данных внезапно завершится, кнопка **Run/Stop** (Запустить/Остановить) перестанет светиться.

При низкой скорости развертки пользователю, возможно, не придется ждать окончания процесса сбора данных. Для остановки процесса снова нажмите кнопку **Run/Stop** (Запустить/Остановить). Сбор данных будет немедленно остановлен, а на экране отобразится полученная часть сигнала.

С помощью постоянного послесвечения можно просмотреть результаты сразу нескольких процессов сбора данных. См. раздел «[Постоянное послесвечение](#)» на стр. 183.

**Объем памяти/Длительность записи**

**Сравнение рабочего режима (Run/Stop) и однократного режима (Single)**

Если осциллограф запущен, то частота запуска и обновлений будет установлена в соответствии с объемом памяти.

**Однократный режим**

При однократном запуске используется вся доступная память, а это как минимум в два раза больше, чем требуется в режиме запуска. Кроме того, в памяти осциллографа сохраняется в два раза больше выборок. В режиме Single (Однократный) при низкой скорости развертки осциллограф работает на повышенной частоте выборки для записи сигнала, используя большой объем доступной памяти. Чтобы собрать данные с максимальной длительностью записи, нажмите кнопку **Single** (Однократный).

**Рабочий режим**

В процессе работы в отличие от однократного сбора данных память делится пополам. Это позволяет системе сбора данных выполнять одну запись при обработке предыдущего сбора данных, значительно улучшая число сигналов в секунду, обрабатываемых осциллографом. В режиме запуска увеличение частоты, на которой сигналы отображаются на экране, обеспечивает лучшее качество изображения входного сигнала.

## Сбор данных при однократном запуске

При нажатии кнопки **Single** (Однократный) она начинает светиться желтым светом и осциллограф запускает систему сбора данных, выполняющую поиск условий запуска. Когда условия запуска найдены, отображается записанный сигнал. Кнопка **Single** (Однократный) перестает светиться, а кнопка **Run/Stop** (Запустить/Остановить) начинает светиться красным.

- Нажмите кнопку **Single** (Однократный) для отображения однократных событий без последующей перерисовки формы сигнала.

Используйте Single (Однократный), если необходимы максимальная частота дискретизации и максимальный объем памяти для прокрутки и масштабирования (см. «[Прокрутка и масштабирование](#)» на стр. 57).

- 1 Установите режим запуска Normal (Нормальный) (см. инструкции «[Режимы запуска: нормальный и автоматический](#)» на стр. 94).

Таким образом, предотвращается немедленный автоматический запуск осциллографа.



2 При запуске событий канала осциллографа поверните ручку уровня запуска до порога запуска на уровне пересечения с сигналом.

3 Чтобы начать однократный сбор данных, нажмите кнопку **Single** (Однократный).

После нажатия кнопки **Single** экран очистится, схема запуска будет подготовлена к работе, кнопка **Single** начнет светиться и осциллограф будет ожидать выполнения условий запуска для вывода на экран формы сигнала.

При переключении осциллографа однократно собранные данные выводятся на экран и осциллограф останавливается (кнопка **Run/Stop** будет светиться красным светом).

4 Для получения следующего сигнала снова нажмите **Single**.

### Режим Auto Trigger и Single

В режиме Auto Trigger (Автозапуск) осциллограф произведет запуск, если он не произошел в течение предварительно определенного времени (около 40 мсек) после нажатия **Single** (Однократный). Если необходимо произвести однократный сбор данных и не требуется запуск (например, при исследовании уровня постоянного тока), установите режим запуска Auto (см. стр. 94) и нажмите кнопку **Single** (Однократный). При наличии условий запуска он будет использоваться в течение приблизительно 40 секунд. Если запуск не происходит, сбор данных осуществляется без запуска.

## Прокрутка и масштабирование

Можно выполнять прокрутку и масштабирование сигнала, даже если система сбора данных остановлена.

1 Нажмите кнопку **Run/Stop** (Запустить/Остановить) для остановки запросов (или нажмите кнопку **Single** (Однократный) и подождите, пока осциллограф запросит сигнал и остановится). Кнопка **Run/Stop** (Запустить/Остановить) начинает светиться красным и осциллограф останавливается.

2 Поверните ручку скорости развертки для горизонтального масштабирования и ручку Volts/Div для вертикального масштабирования.

Символ  $\nabla$  в верхней части экрана обозначает точку отсчета времени, в которой было запущено увеличение или уменьшение масштаба.

- 3 Поверните ручку времени задержки ( $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ), чтобы прокрутить в горизонтальном направлении. Поверните ручку вертикального положения канала ( $\blacklozenge$ ), чтобы прокрутить в вертикальном направлении.

Экран остановленного осциллографа может содержать несколько страниц информации, но только последняя из них доступна для просмотра.

Для получения дополнительной информации об автоматических измерениях см. [стр. 180](#).

## Выбор режима автоматического или нормального запуска

В режиме Auto Trigger (автозапуск) осциллограф произведет запуск, если условия запуска не были обнаружены в течение предварительно заданного времени (на основании выбранной скорости развертки) после нажатия **Run** (Запуск). При исследовании уровня постоянного тока, если требуется видеть его изображение на экране, установите режим запуска Auto (Атозапуск) (см. [стр. 94](#)). При наличии условий запуска он будет использоваться; если запуск не происходит, сбор данных осуществляется без запуска.

При нажатии **Run** (Запуск), если осциллограф находится в режиме Normal (Нормальный), запуск должен быть распознан до того, как на осциллографе появятся результаты сбора данных.

Во многих случаях запуск изображения не является необходимым для проверки уровня сигнала и активности. Для этих целей используйте режим автозапуска (который настроен по умолчанию). Если требуется только получить определенные события, согласно параметрам запуска, используйте режим нормального запуска.

Выбор режима запуска осуществляется нажатием **Mode/Coupling** (Режим/Связь), а затем программной кнопки **Mode** (Режим).

Более подробное описание режимов автоматического и нормального запуска см. в разделе «[Режимы запуска: нормальный и автоматический](#)» на стр. 94.

## Использование функции **AutoScale**

Для быстрой настройки осциллографа нажмите кнопку **AutoScale** (Автомасштабирование), чтобы вывести на экран активные на данный момент подсоединенные сигналы.

Чтобы отменить автомасштабирование, нажмите программную кнопку **Undo AutoScale** (Отменить автомасштабирование), прежде чем нажимать любую другую кнопку. Это полезно, если кнопка **AutoScale** была нажата случайно или параметры автомасштабирования не подходят и необходимо восстановить предыдущие значения.

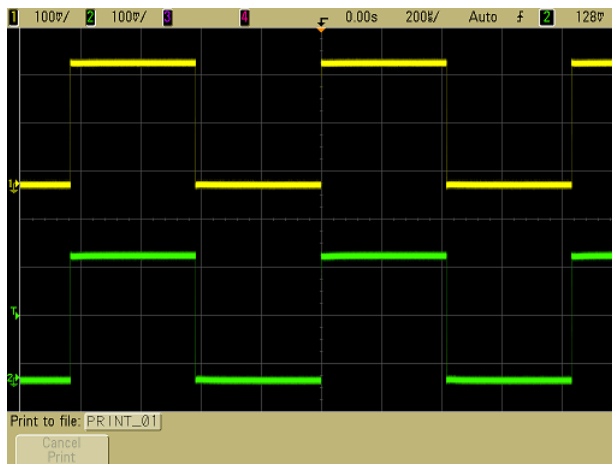
Чтобы осциллограф остался в выбранном режиме сбора данных, нажмите программную кнопку **AutoScale Acq Mode** (Автомасштабирование режима сбора данных) и выберите **Preserve Acquisition Mode** (Сохранить режим сбора данных). В противном случае при нажатии кнопки **AutoScale** (Автомасштабирование) будет установлен режим сбора данных по умолчанию, **Normal** (Нормальный).

См. раздел «Работа функции автомасштабирования» на стр. 200.

### Пример использования

#### Пример

Подключите пробники осциллографа для каналов 1 и 2 к выходу сигнала для компенсации пробника на лицевой панели прибора. Убедитесь, что заземляющие провода пробника подсоединены к разъему заземления рядом с выходом компенсации пробника. Установите на приборе заводскую конфигурацию по умолчанию, нажав **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить), а затем программную клавишу **Default Setup** (Настройка по умолчанию). Затем нажмите кнопку **AutoScale** (Автомасштабирование). Экран должен быть похож на изображенный ниже.



**Рис. 4** Автомасштабирование каналов осциллографа 1 и 2

Если сигналы не являются идеально прямоугольными, необходимо настроить компенсацию пробников в соответствии с информацией на [стр. 37](#).

## Установка коэффициента деления на пробнике


### Пассивные пробники

Осциллографы серии 5000А распознают такие пассивные пробники, как N2863A, 10073C и 10074C. На разъеме данных пробников имеется штифт, соединяющийся с кольцом вокруг разъема BNC. Поэтому осциллограф автоматически устанавливает коэффициент деления для распознанного пассивного пробника Agilent.

Пассивные пробники, на разъеме которых отсутствует штифт, соединяющийся с кольцом вокруг разъема BNC, не распознается осциллографом, и настройку коэффициента деления необходимо производить вручную.

### Ручная настройка коэффициента деления пробника

При подсоединении пробника, который не идентифицируется осциллографом автоматически, коэффициент деления можно определить следующим образом.

- 1 Нажмите кнопку Channel (Канал)
- 2 Нажмите программную кнопку **Probe** (Пробник).
- 3 Поверните ручку Entry , чтобы установить коэффициент деления для подключенного пробника.

Значение коэффициента может быть установлено в пределах от 0,1:1 до 1000:1 с шагом 1–2–5. Для проведения правильных измерений требуется устанавливать правильный коэффициент деления.

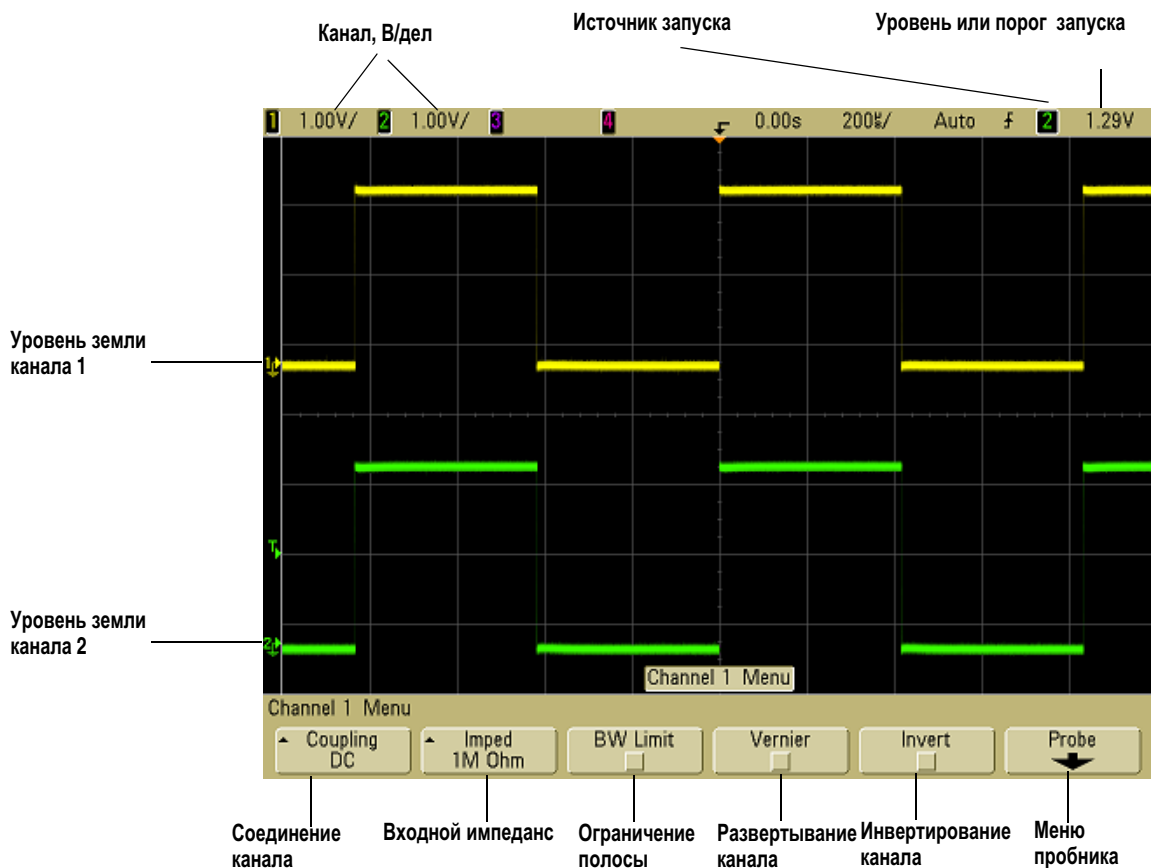
### Активные пробники

Все осциллографы серии 5000А имеют интерфейс AutoProbe. Большинство активных пробников Agilent совместимы с интерфейсом AutoProbe. Интерфейс AutoProbe использует для передачи информации между осциллографом и пробником ряд контактов непосредственно под разъемом BNC канала. При подсоединении совместимого пробника к осциллографу интерфейс AutoProbe определяет тип пробника и соответственно устанавливает параметры осциллографа (единицы, смещение, деление, соединение и импеданс).

## Использование каналов

Подключите пробники осциллографа для каналов 1 и 2 к выходу сигнала для компенсации пробника на лицевой панели прибора.

- 1 Нажмите кнопку 1 на лицевой панели для отображения меню канала 1.



При нажатии кнопки канала отображается его меню и включается или выключается экран канала. Если кнопка светится, то канал отображается.

**Выключение каналов**


Перед тем как выключить канал, необходимо обязательно просмотреть его меню. Например, если канал 1 и канал 2 включены и отображается меню для канала 2, чтобы выключить канал 1, нажмите 1 для отображения меню канала 1, а затем повторно нажмите 1, чтобы выключить канал 1.



**Чувствительность по вертикали.** Поверните большую ручку над кнопкой канала, чтобы установить чувствительность В/дел для канала. Ручка коэффициента отклонения позволяет изменять чувствительность канала с шагом 1–2–5 (с подключенным пробником 1:1). Значение В/дел для канала отображается в строке состояния.

**Развертка.** Нажмите эту программируемую кнопку **Vernier**, чтобы включить развертывание для выбранного канала. Когда нажата кнопка Vernier, можно изменять чувствительность канала по вертикали с меньшим приращением. При включении Vernier чувствительность канала сохраняет свои калибровочные значения. В строке состояния в верхней части экрана отображается значение чувствительности.

Когда режим Vernier (Развертка) отключен, ручка В/дел изменяет чувствительность канала с дискретным шагом 1–2–5.

**Вертикальное расширение.** Вертикальное расширение сигнала при повороте ручки В/дел является расширением по вертикали относительно уровня земли канала. Чтобы установить режим расширения относительно центра экрана, нажмите **Expand** (Расширение) в меню **Utility**→**Options**→**Preferences** и выберите **Center** (Центр). См. также [стр. 83](#).

**Уровень земли.** Уровень земли сигнала для каждого отображаемого экрана определяется положением значка  в левой части экрана.

**Положение по вертикали.** Для перемещения изображения сигнала на экране вверх или вниз поверните небольшую вертикальную ручку позиционирования (). Значение напряжения, отображаемое в правой верхней части экрана, представляет собой разность напряжений между центром по вертикали экрана и уровнем земли, отмеченным значком (). Оно также представляет напряжение в центре по вертикали экрана, если расширение по вертикали установлено относительно смещения земли.

**Советы по измерению**

Если канал использует связь по постоянному току (DC), можно быстро измерить постоянный компонент сигнала по его расстоянию от символа заземления.

Если канал использует связь по переменному току (AC), постоянный компонент сигнала удален, что позволяет использовать более высокую чувствительность для отображения переменного компонента сигнала.

- 2 Нажмите кнопку включения/выключения, а затем нажмите программную кнопку **Coupling** (Связь) для выбора типа связи по входу.

Соединение позволяет изменять тип связи по входу:

**AC** (переменный ток) или **DC** (постоянный ток). В случае закрытого входа AC в тракт сигнала последовательно включается фильтр верхних частот на 3,5 Гц, удаляющий постоянную составляющую сигнала. В режиме AC рядом с ручкой изменения положения на лицевой панели (◆) светится обозначение AC.

- Режим DC полезен для наблюдения низкочастотных сигналов (вплоть до 0 Гц), не имеющих большой постоянной составляющей DC .
- Режим AC полезен для наблюдения сигналов с большой постоянной составляющей DC. Когда выбран режим AC, невозможно задать режим 50 Ω. Это необходимо во избежание повреждения осциллографа.

Обратите внимание, что значение Channel Coupling (Канал связи) не зависит от значения Trigger Coupling (Связь для запуска). Информацию об изменении Trigger coupling (Связь для запуска) см. на [стр. 96](#).

- 3 Нажмите программную кнопку **Imped** (Усиленный).

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При подключении автоматического пробника AutoProbe или совместимого пробника InfiniiMax осциллограф автоматически установит правильный коэффициент деления.



Входной импеданс канала осциллографа может иметь один из следующих режимов: **1M Ohm** или **50 Ohm**. Он настраивается с помощью программной кнопки **Imped** (Усиленный).

- **Режим 50 Ohm** (Ом) соответствует кабелям 50 Ом, обычно используемым при выполнении высокочастотных измерений, и активным пробникам 50 Ом. Это соответствие импеданса минимизирует отражения при прохождении сигнала, что обеспечивает повышенную погрешность измерений. В режиме **50 Ohm** рядом с ручкой изменения положения на лицевой панели светится обозначение «50Ω». Осциллограф автоматически переключается в режим **1 M Ohm** во избежание повреждения, если выбрано соединение АС.
  - Режим **1M Ом** предназначен для использования с несколькими пассивными пробниками и при выполнении универсальных измерений. Более высокий импеданс снижает нагрузку осциллографа в тестируемой цепи.
- 4 Нажмите программную кнопку меню **BW Limit** (Ограничение полосы пропускания), чтобы включить ограничение полосы пропускания.

При нажатии программируемой кнопки **BW Limit** включается и отключается ограничение полосы пропускания на выбранном канале. Когда ограничение включено, максимальная полоса пропускания составляет примерно 25 МГц. Для сигналов с частотой ниже данной полосы ограничение полосы пропускания устраняет нежелательный высокочастотный шум. Ограничение полосы пропускания также ограничивает прохождение запускающего сигнала на любом канале, для которого включена функция **BW Limit**.

В режиме **BW Limit** рядом с ручкой изменения положения на лицевой панели (◆) светится обозначение «BW».

- 5 Нажмите программную кнопку **Invert** (Инвертирование), чтобы инвертировать выбранный канал.

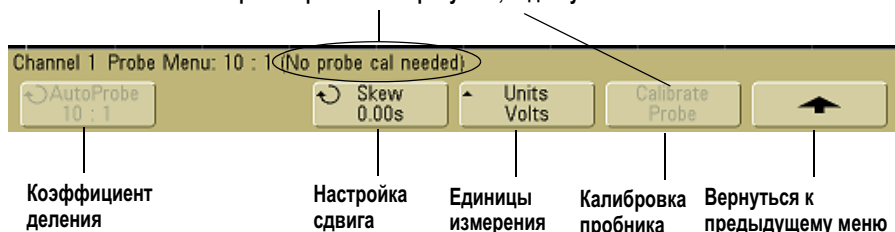
При выборе **Invert** (Инвертирование) значения напряжения отображаемого сигнала инвертируются. Инвертирование влияет на способ отображения сигнала, но не влияет на условия запуска. Если осциллограф установлен на запуск по нарастающему перепаду (запускается на той же точке сигнала), эта настройка сохраняется после включения режима инвертирования.

Инвертирование канала приводит к изменению результата любой функции, выбранной в меню Math (Математические) или для измерения.

- 6 Нажмите программную кнопку **Probe** (Пробник), чтобы отобразить меню пробника канала.

Это меню позволяет устанавливать дополнительные параметры пробника, например, коэффициент деления и единицы измерения для подключенного пробника.

Калибровка пробника не требуется, недоступна.



- **Кoeffициент пробника** — см. «Установка коoeffициента деления на пробнике» на стр. 61.
- **Skew (Сдвиг)** — при измерении интервалов времени в диапазоне не небольшая разница в длине кабелей может повлиять на результаты измерений. Используйте кнопку **Skew (Сдвиг)**, чтобы устранить ошибки из-за задержки в кабеле между любыми двумя каналами.

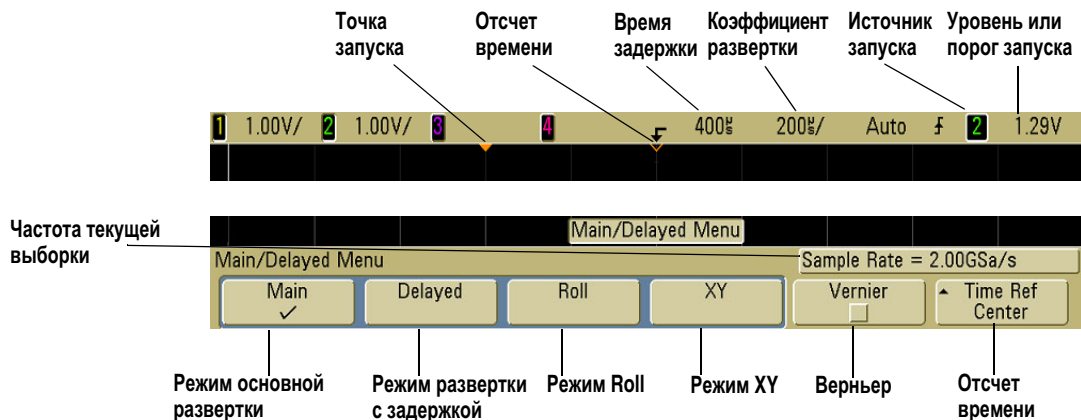
Исследуйте одну точку обоими пробниками, а затем нажмите **Skew (Сдвиг)** и поверните ручку Entry, чтобы ввести значение сдвига между каналами. Каждый канал может быть настроен на + или 100 нс в пределах 10 пс для получения суммарной разницы 200 нс.

Параметр сдвига будет обнулен при нажатии кнопки **Save/Recall (Сохранить/Восстановить)** → **Default Setup (Настройка по умолчанию)**.

- **Единицы измерения** — нажмите программную кнопку **Units** (Единицы измерения), чтобы выбрать правильную единицу измерения для подключенного пробника. Для пробника напряжения выберите **Volts** (Вольты), а для пробника тока выберите **Amps** (Амперы). Чувствительность канала, уровень запускающего сигнала, результаты измерения и математические функции влияют на выбранные единицы измерения.
- **Calibrate Probe** (Калибровка пробника) — см. «Калибровка пробников» на стр. 38.

## Установка горизонтальной временной развертки

- 1 Нажмите кнопку **Main/Delayed** (Основная развертка/Задержка) в горизонтальной области на лицевой панели.



Меню Main/Delayed (Основная развертка/Задержка) позволяет выбирать режим горизонтальной развертки (основной, задержка, прокрутка или XY), а также устанавливать плавное изменение развертки по времени и начало отсчета времени.

Частота текущей выборки отображается над программными кнопками **Vernier** и **Time Ref**.

### Основной режим

- 1 Нажмите программную кнопку **Main** (Основной), чтобы выбрать основной режим горизонтальной развертки.

Основной режим горизонтальной развертки является стандартным рабочим режимом осциллографа. Когда осциллограф остановлен, можно использовать ручку **Horizontal** для прокрутки и масштабирования осциллограммы.

- 2 Поверните большую ручку масштабирования (время/деление) в горизонтальной области прокрутки и обратите внимание, как изменяется при этом строка состояния.

Для изменения скорости развертки работающего в режиме **Main** осциллографа используйте большую ручку **Horizontal**, а для управления временем задержки — маленькую ручку (**◀▶**). Когда осциллограф остановлен, используйте эти ручки для прокрутки и масштабирования осциллограммы. Значение скорости развертки (секунды/деление) отображаются в строке состояния.

- 3 Нажмите программную кнопку **Vernier** (Верньер), чтобы включить изменение развертки по времени.

Программная кнопка **Vernier** (Верньер) позволяет более плавно изменять коэффициент развертки с помощью ручки **Time/div**. При включении **Vernier** (Верньер) коэффициент развертки сохраняет свои калибровочные значения. Значение отображается в строке состояния в верхней части экрана.

Если режим **Vernier** (Верньер) отключен, ручка **Horizontal** для изменения скорости горизонтальной развертки дискретно изменяет коэффициент развертки с шагом 1–2–5.

- 4 Обратите внимание на значение программной кнопки **Time Ref** (Начало отсчета времени).

Начало отсчета времени — это точка отсчета времени на экране для времени задержки. Начало отсчета времени может быть установлено напротив главного деления в левом или правом углу или в правой части экрана.

Небольшой белый треугольник ( $\nabla$ ) в верхней части экрана координатной сетки обозначает точку отсчета времени. Когда время задержки равно нулю, индикатор точки запуска ( $\blacktriangledown$ ) перекрывает индикатор начала отсчета времени.

С помощью ручки Horizontal изменения скорости горизонтальной развертки можно растянуть или сжать изображение сигнала относительно точки отсчета времени ( $\nabla$ ). Ручка настройки времени задержки ( $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ) в режиме Main перемещает индикатор точки запуска ( $\blacktriangledown$ ) влево или вправо от точки отсчета ( $\nabla$ ).


Положение начала отсчета времени устанавливает начальное положение события запуска в памяти сбора данных и на дисплее при установленном значении задержки 0. Параметр задержки устанавливает определенное местоположение события запуска относительно положения начала отсчета времени. Параметр начала отсчета времени снижает коэффициент развертки с задержкой следующими способами.

- Если в качестве режима горизонтальной развертки выбран режим Main, ручка изменения времени задержки размещает обычную развертку относительно запуска. Значение времени задержки является фиксированным числом. Изменение значения времени задержки не снижает коэффициент развертки.
  - Если в качестве режима горизонтальной развертки выбран режим Delayed, ручка изменения времени задержки контролирует положение окна Delayed Sweep на экране основной развертки. Значение времени задержки не зависит от интервала выборки и скорости развертки. Изменение значения задержки не влияет на положение основного окна.
- 5 Поверните ручку времени задержки ( $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ) и обратите внимание, что значение отображается в строке состояния.

Ручка задержки времени перемещает основную развертку горизонтально и совершает паузу 0,00 с., имитируя механический фиксатор. При изменении времени задержки линия развертки перемещается по горизонтали и показывает удаленность точки запуска (черный перевернутый треугольник) от точки отсчета времени (белый перевернутый треугольник∇). Данные точки отсчета отображаются вдоль верхней границы сетки экрана. На рисунке выше показана точка запуска с временем задержки, установленным на 400 с. Число времени задержки указывает на удаленность точки отсчета времени от точки запуска. Когда время задержки равно нулю, обозначение времени задержки перекрывает обозначение точки отсчета.

Все события, отображаемые слева от точки запуска, произошли до запуска, и данные события называются информацией до запуска. Данная функция удобна, т.к. предоставляет возможность просмотра событий до точки запуска. Все, что располагается по правую сторону от точки запуска, называется послепусковой информацией. Доступный объем диапазона задержки (информация до и после запуска) зависит от выбранной скорости развертки и объема памяти.

### Режим с задержкой

Развертка с задержкой — это расширенный вариант основной развертки. Когда выбран режим **Delayed**, экран делится пополам и значок изменения времени задержки  отображается в центре линии в верхней части экрана. В верхней части экрана отображается обычная развертка, в нижней — развертка с задержкой.

Развертка с задержкой — это увеличенная часть основной развертки. Параметр **Delayed Sweep** можно использовать для обнаружения и горизонтального растяжения основной развертки для более детального (с более высоким разрешением) анализа сигналов.

Следующие шаги показывают, как необходимо использовать развертку с задержкой. Обратите внимание на то, что действия аналогичны тем, которые выполняются при работе с разверткой с задержкой в аналоговых осциллографах.

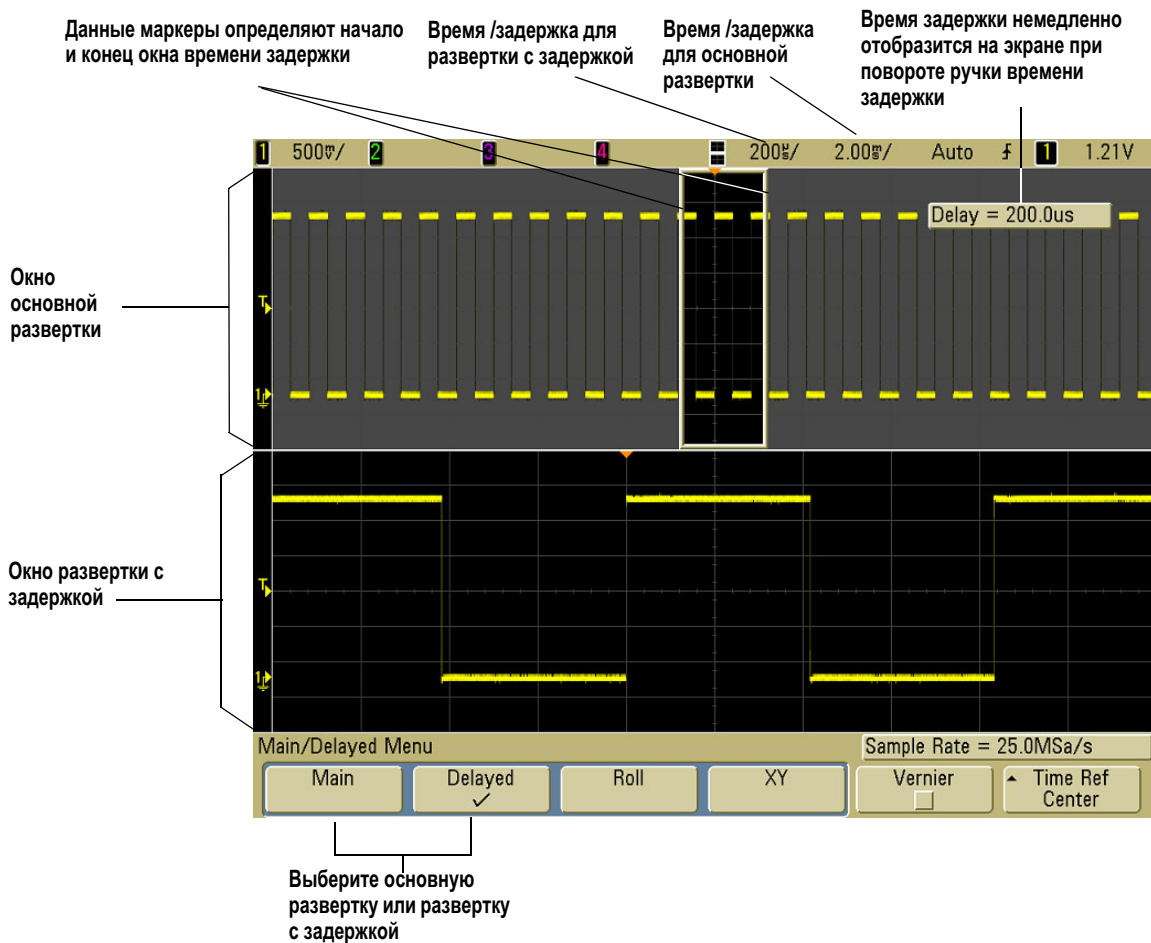
- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Нажмите **Main/Delayed** (Основная развертка/Задержка).
- 3 Нажмите программную кнопку **Delayed** (Задержка).

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне времени задержки, поверните ручку скорости развертки. По мере вращения ручки коэффициент развертки будет указана в строке состояния над областью отображения сигнала.

Область основного экрана, который расширен, усилена и отмечена на каждом конце с помощью вертикальных маркеров. Данные маркеры отображают часть основной развертки, которую требуется расширить в нижней половине. Ручки для управления по горизонтали управляют размером и положением развертки с задержкой. Значение времени задержки немедленно отображается в правой верхней части экрана, если повернута ручка времени задержки (◀▶).

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне основной развертки, нажмите программную кнопку **Main**, а затем поверните ручку скорости развертки.

## 2 Органы управления на лицевой панели



Область основного экрана, который расширен, усилена и отмечена на каждом конце с помощью вертикальных маркеров. Данные маркеры отображают часть основной развертки, которую требуется расширить в нижней половине. Ручки для управления по горизонтали управляют размером и положением развертки с задержкой. Значение времени задержки немедленно отображается в правой верхней части экрана, если повернута ручка времени задержки (◀▶).



Чтобы изменить коэффициент развертки в окне времени задержки, поверните ручку скорости развертки. По мере вращения ручки коэффициента развертки будет выделяться в строке состояния над областью отображения сигнала.

Положение начала отсчета времени устанавливает начальное положение события запуска в памяти сбора данных и на дисплее при установленном значении задержки 0. Параметр задержки устанавливает определенное местоположение события запуска относительно положения начала отсчета времени. Параметр начала отсчета времени снижает коэффициент развертки с задержкой следующими способами.

Если в качестве режима горизонтальной развертки выбран режим Main, задержка размещает основную развертку относительно запуска. Значение времени задержки является фиксированным числом. Изменение значения времени задержки не снижает коэффициент развертки. Если в качестве режима горизонтальной развертки выбран режим Delayed, время задержки контролирует положение окна Delayed Sweep на экране основной развертки. Значение времени задержки не зависит от интервала выборки и скорости развертки.

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне основной развертки, нажмите программную кнопку **Main**, а затем поверните ручку скорости развертки.

Дополнительную информацию об использовании режима времени задержки для измерения содержит [Глава 4](#), «Выполнение измерений» на стр. 127.

### Режим Roll

- Нажмите кнопку **Main/Delayed** (Основная развертка/задержка), а затем нажмите программную кнопку **Roll** (Прокрутка).
- Режим Roll (Прокрутка) позволяет перемещать сигнал медленно на экране справа налево. Это может быть выполнено только при скорости развертки не более 500 мс/дел. В противном случае при выборе режима Roll коэффициент развертки будет автоматически снижена до 500 мс/дел.

- В нормальном горизонтальном режиме события сигнала, произошедшие перед запуском, предоставляются слева от точки запуска (t), а события сигнала после запуска — справа.
- В режиме Roll (Прокрутка) запуск отсутствует. Фиксированной точкой отсчета на экране является правый угол и относится к данному моменту времени. Произошедшие события прокручиваются влево от точки отсчета. Поскольку запуск отсутствует, информация о событиях до запуска недоступна.

Если необходимо перевести экран в режим Roll (Прокрутка), нажмите кнопку **Single** (Однократный). Чтобы очистить экран и повторно запустить сбор данных в режиме Roll (Прокрутка), нажмите кнопку **Single**.

Используйте низкочастотные сигналы режима Roll (Прокрутка), чтобы получить изображение как на ленточном самописце. Это позволяет прокручивать изображение сигнала на экране.

### Режим XY

Режим XY изменяет экран зависимости напряжения от времени на экран зависимости напряжения от напряжения. Временная развертка отключена. Напряжение в канале 1 представляет ось X, а в канале 2 — ось Y.

Режим XY можно использовать для сравнения соотношения частоты и фазы двух сигналов. Режим XY позволяет при использовании соответствующих датчиков физических величин наблюдать зависимости напряжения (механического) от сдвига, потока от давления, напряжения от тока или напряжения от частоты.

Для измерения сигналов в режиме XY используйте курсоры.

Дополнительную информацию об использовании режима XY для измерения см. в разделе «[Использование горизонтального режима XY](#)» на стр. 128.

#### **Вход по оси Z в режиме экрана XY (сигнал гашения)**

Если выбран режим экрана XY, временная развертка выключена. Канал 1 — это вход по оси X, канал 2 — вход по оси Y, а канал 4 (или внешний запуск на 2-канальных моделях) — вход по оси Z. Если необходимо частичное отображение зависимости Y от X, используйте вход по оси Z. Ось Z включает и выключает осциллограмму (в аналоговых осциллографах ось Z называется сигналом гашения, т.к. она включает и выключает луч ЭЛТ). При низком уровне сигнала Z (<1,4 В) отображается зависимость Y от X, а при высоком (>1,4 В) осциллограмма выключена.

## Измерение с помощью курсоров

В ручном режиме на экране отображаются два параллельных курсора для приведения напряжения к обычному или измерения сигналов осциллографа.

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Нажмите кнопку **Cursors** (Курсоры). Просмотр функций курсора в меню программной кнопки.
  - **Mode** (Режим) — устанавливает курсоры для измерения параметров по напряжению и времени (нормальный) или отображения двоичного или шестнадцатеричного логического значения отображаемых сигналов.
  - **Source** (Источник) — выбирает канал или математическую функцию для измерений курсора.
  - Режим **X Y** — выбирает курсоры по оси X или Y для настройки с помощью ручки Entry.
  - **X1** и **X2** — настраиваются горизонтально и обычно измеряют время.
  - **Y1** и **Y2** — настраиваются вертикально и обычно измеряют напряжение.
  - **X1 X2** и **Y1 Y2** — перемещают курсоры вместе при повороте ручки Entry.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если необходимо выполнить измерение курсором на изображении из памяти, необходимо восстановить настройку и изображение. См. [«Восстановление осциллограмм и параметров настройки»](#) на стр. 218.

Для получения дополнительной информации об использовании курсоров см. [«Измерение с помощью курсоров»](#) на стр. 153.


## Автоматические измерения

Автоматические измерения сигналов можно использовать на любом канале или для сигналов, обработанных выбранной математической функцией. В этом режиме курсоры фокусируются на последней измеренной части сигнала (крайнее правое положение на строке измерения на экране).

- 1 Нажмите кнопку **Quick Meas** (Быстрое измерение), чтобы отобразить меню автоматического измерения.
- 2 Нажмите программную кнопку **Source** (Источник), чтобы выбрать канал или математическую функцию для проведения математических измерений.

Для измерений доступны только отображаемые на экране каналы и математические функции. При выборе неправильного канала для измерения по умолчанию будет использоваться ближайший в списке доступный источник.

Если необходимая для измерений часть сигнала отсутствует на экране или отображается недостаточно четко, результат будет выведен на экран в сообщении, сообщающем о том, что значение меньше, больше, с отсутствующими границами, меньшей амплитудой, сигнал неполный или обрезан, что указывает на ненадежность результатов измерения.

- 3 Выберите тип измерения и нажмите программную кнопку **Select** (Выбор) и поверните ручку Entry , чтобы выбрать необходимое измерение в списке.
- 4 Чтобы применить внесенные изменения, нажмите программную кнопку **Measure** (Измерение).
- 5 Для остановки выполнения измерений и удаления результатов измерения из строки измерения, расположенной над программными кнопками, нажмите программную кнопку **Clear Meas** (Очистить измерения).

Для получения дополнительной информации об автоматических измерениях см. «Автоматические измерения» на стр. 160.

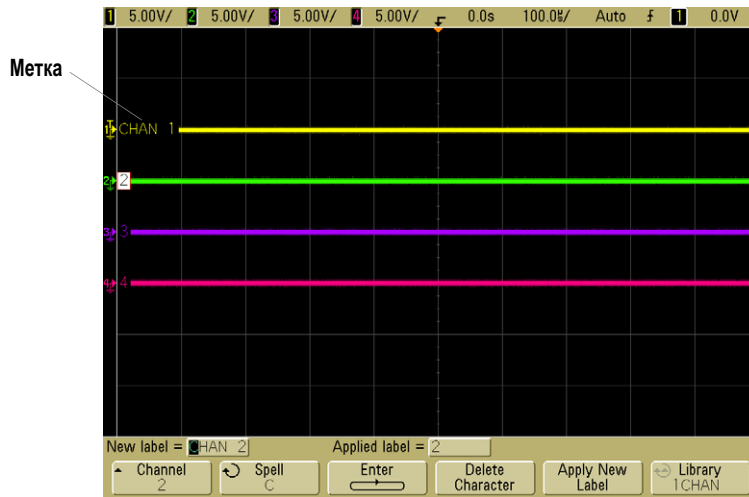
## Использование меток

Можно выбрать метки и назначить их для каждого входного канала или отключить для увеличения области отображения сигнала.

### Включение и выключение метки экрана

- 1 Нажмите программную кнопку **Label** (Метка) на лицевой панели.

Кнопка включает метки на экране для каналов. Когда кнопка **Label** (Метка) светится, метки для выбранных каналов отображаются в левой части осциллограммы. Метки канала назначаются по умолчанию для номера канала. На рисунке ниже показан пример метки КАН 1, назначенной для канала 1.

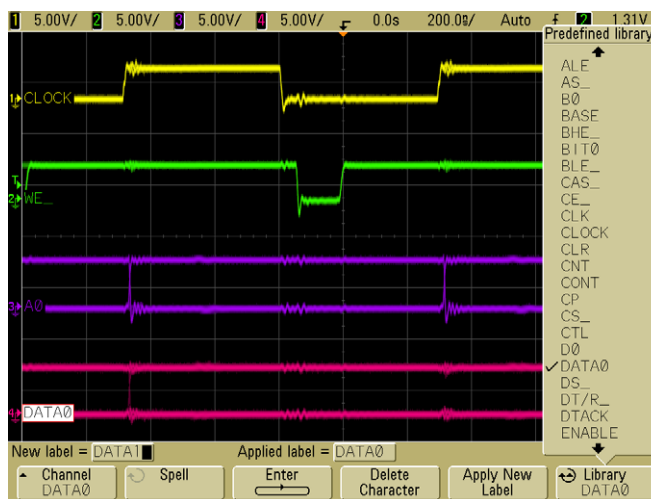


- 2 Чтобы выключить метки, нажмите и удерживайте кнопку **Label** (Метка), пока она не перестанет светиться.

### Назначение определенной метки каналу

- 1 Нажмите кнопку **Label** (Метка).

- Нажмите программную кнопку **Channel** (Канал), а затем поверните ручку Entry или последовательно нажмите программную кнопку **Channel** (Канал), чтобы выбрать канал для назначения метки.



Нет необходимости включать канал, чтобы присвоить ему метку.

- Нажмите программную кнопку **Library** (Библиотека), а затем поверните ручку Entry или последовательно нажмите программную кнопку **Library** (Библиотека), чтобы выбрать определенную метку из библиотеки.
- Нажмите программную кнопку **Apply New Label** (Применить новую метку), чтобы присвоить метку выбранному каналу.
- Повторите описанную выше процедуру для каждой метки, предназначенной для канала.

### Определение новой метки

- Нажмите кнопку **Label** (Метка).
- Нажмите программную кнопку **Channel** (Канал), а затем поверните ручку Entry или последовательно нажмите программную кнопку, чтобы выбрать канал для назначения метки.

Нет необходимости включать канал, чтобы присвоить ему метку. Если канал включен, его текущая метка будет выделена.

- 3 Нажмите программную кнопку **Spell** (Имя), а затем поверните ручку Entry, чтобы выбрать первый символ в имени новой метки

Поворачивая ручку Entry, можно выбирать символ для ввода в выделенной позиции, показанной в строке **New label =** над программными кнопками и на программной кнопке **Spell**. Имена меток могут содержать не более 6 символов.

- 4 Нажмите программную кнопку **Enter**, чтобы ввести выбранный символ и перейти в позицию следующего символа.

Можно поместить позицию выделения на любой символ имени метки, последовательно нажимая программную кнопку **Enter** (Ввод).

- 5 Чтобы удалить символ из имени метки, нажимайте программную кнопку **Enter**, пока символ, который необходимо удалить, не будет выделен, а затем нажмите программную кнопку **Delete Character** (Удалить символ).
- 6 После ввода всех символов нажмите программную кнопку **Apply New Label** (Применить новую метку) для назначения новой метки выбранному каналу

После определения новой метки она добавляется в список энергонезависимых меток.

#### Функции автоматического увеличения при назначения метки

При присвоении метки, заканчивающейся на цифру, например, ADDR0 или DATA0, осциллограф автоматически увеличивает цифру и отображает измененную метку в области New label (Новая метка) после нажатия программной кнопки **Apply New Label** (Применить новую метку). Поэтому необходимо только выбрать новый канал и повторно нажать программную кнопку **Apply New Label** для присвоения метки каналу. Только исходная метка сохраняется в списке меток. Эта функция упрощает назначение пронумерованных меток строкам управления и строкам шины данных.

#### Управление списком меток

При нажатии программной кнопки **Library** (Библиотека) появится список 57 последних использованных меток. В списке не хранятся дублирующиеся метки. Метки могут заканчиваться на любую цифру. При основе метки, аналогичной существующей метке в библиотеке, новая метка не будет добавлена в библиотеку. Например, если метка A0 находится в библиотеке и создается новая метка с названием A12345, она не будет добавлена в библиотеку.

Когда пользователь задает новую метку, она заменяет самую старую метку в библиотеке. Самой старой считается метка, которая дольше всех не использовалась для обозначения канала. После присвоения метки какому-либо каналу эта метка становится самой новой в библиотеке. Таким образом, после использования списка меток в течение некоторого времени часто используемые метки будут преобладать, упрощая настройку экрана в соответствии с необходимыми требованиями.

После восстановления списка библиотеки меток (см. следующий раздел) все индивидуальные метки будут удалены и список меток вернется к стандартной конфигурации.

#### Восстановление стандартной конфигурации библиотеки меток

- 1 Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Preferences** (Предпочтения).

#### ВНИМАНИЕ

При нажатии программной кнопки **Default Library** (Библиотека по умолчанию) из библиотеки удалятся все заданные пользователем метки и восстановятся стандартные (заданные производителем) метки. После удаления заданные пользователем метки не могут быть восстановлены.

- 2 Нажмите программную кнопку **Default Library** (Библиотека по умолчанию).

При этом из библиотеки будут удалены все заданные пользователем метки и восстановлены стандартные (заданные производителем) метки. Однако метки, присвоенные на данный момент каналам, не будут заменены метками по умолчанию (метки в области отображения сигнала).

#### Назначение меток по умолчанию без удаления библиотеки по умолчанию

При выборе **Default Setup** (Настройка по умолчанию) в меню **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить) все метки каналов станут метками по умолчанию, но список меток пользователя в библиотеке не будет изменен.



## Печать изображения экрана

Можно выполнить печать полного изображения экрана, включая строку состояния и программные кнопки, с помощью принтера USB или USB-накопителя, нажав кнопку **Quick Print** (Быстрая печать). Печать можно остановить, нажав программную кнопку **Cancel Print** (Отмена печати).

Чтобы настроить принтер, нажмите **Utility** (Утилиты) → **Print Config** (Конфигурация печати).

Для получения дополнительной информации о печати см. «[Настройка печати](#)» на стр. 204.

## Установка часов

Меню Clock (Часы) позволяет устанавливать текущие дату и время дня (24-часовой формат). Надпись даты и времени будет использоваться при печати и сохранении файлов на USB-накопителе.

Установка даты и времени или просмотр текущей даты и времени.

1 Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Clock** (Часы).



2 Нажмите программную клавишу **Year** (Год), **Month** (Месяц), **Day** (День), **Hour** (Час) или **Minute** (Минута) и поверните ручку Entry, чтобы установить необходимое значение.

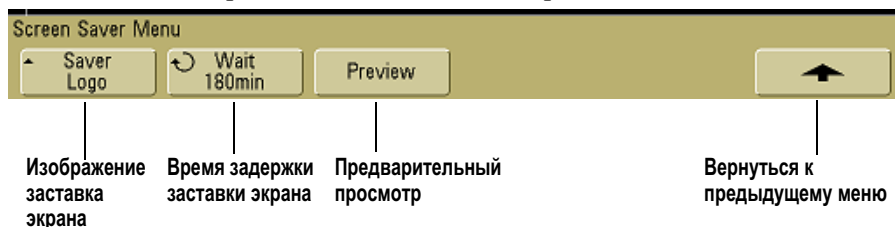
Часы отображаются в 24-часовом формате. Таким образом, 1:00 PM соответствует 13.

Часы реального времени позволяют выбирать только действительные даты. Если при выборе дня, месяца или года изменяются и при этом день становится неправильным, он настраивается автоматически.

## Установка заставки экрана

Осциллограф может быть настроен на включение заставки экрана при бездействии в течение некоторого времени.

- 1 Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Preferences** (Предпочтения) → **Screen Saver** (Заставка экрана) для отображения меню заставки экрана.



- 2 Нажмите программную кнопку **Saver** (Заставка), чтобы выбрать тип заставки экрана.

Для заставки экрана можно выбрать режим **Off** (Выкл.) для отображения любого изображения, доступного в списке, или текстовой строки, заданной пользователем.

Если выбрано **User** (Пользователь), нажмите программную кнопку **Spell** (Имя), чтобы выбрать первый символ в текстовой строке. Используйте ручку Entry для выбора символа. Затем нажмите программную кнопку **Enter** (Ввод) для перехода к следующему символу и повторению процедуры. Получившаяся в результате строка отображается в виде **Text** = над программными кнопками.



- 3 С помощью ручки Entry задайте время бездействия осциллографа (в минутах), после которого будет показана заставка.

При повороте ручки Entry количество минут будет показано в программной кнопке **Wait** (Ожидание). Время по умолчанию составляет 180 минут (3 часа).

- 4 Нажмите программную кнопку **Preview** (Предварительный просмотр), чтобы немедленно просмотреть заставку, выбранную с помощью программной кнопки **Saver** (Заставка).
- 5 Чтобы после появления заставки вернуться к нормальному экрану осциллографа, нажмите любую кнопку или поверните любую ручку.

### Установка точки отсчета расширения сигнала

- Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Preferences** (Предпочтения) → **Expand** (Расширение) и выберите **Ground** (Земля) или **Center** (Центр).

Изменяя коэффициент отклонения осциллографических каналов ручкой В/дел, можно увеличить (или сжать) сигнал относительно уровня земли или центра экрана.

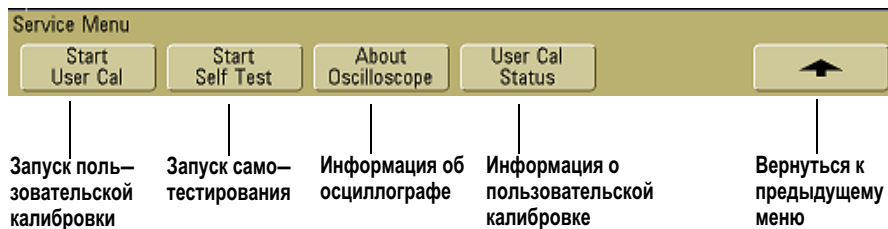
**Расширение относительно земли.** Изображение сигнала будет увеличено относительно уровня земли для данного канала. Этот параметр выбирается по умолчанию. Уровень земли сигнала определяется положением значка уровня земли (⏏) в левой части экрана. Уровень земли не будет перемещаться при настройке управления коэффициентом отклонения (В/дел).

Если уровень земли находится за пределами экрана, то сигнал будет увеличен от верхнего или нижнего края экрана в зависимости от того, где находится значок.

**Расширение относительно центра.** Изображение сигнала будет увеличено относительно центра экрана.

## Выполнение функций обслуживания

- Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Service** (Обслуживание) для отображения меню Service (Обслуживание).



Меню Service (Обслуживание) позволяет выполнять следующие действия.

- Выполнить пользовательскую калибровку осциллографа.
- Просмотреть информацию о пользовательской калибровке
- Выполнить самотестирование прибора.
- Просмотреть информацию о модели осциллографа, версии кода и состоянии пользовательской калибровки.

## Пользовательская калибровка

Пользовательскую калибровку необходимо производить в следующих случаях.

- Ежегодно или по прошествии 2000 часов работы.
- Если температура окружающей среды отличается на  $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  от температуры калибровки.
- Если требуется максимальная погрешность измерений.

Интенсивность использования, условия окружающей среды и взаимодействие с другими приборами влияет на интервалы пользовательской калибровки.

Пользовательская калибровка запускает внутреннюю процедуру самонастройки, предназначенную для оптимизации прохождения сигналов в осциллографе. Эта процедура использует сгенерированные осциллографом сигналы для оптимизации цепей, которые влияют на чувствительность канала, смещение и параметры запуска. Перед выполнением этой процедуры необходимо отсоединить все входы и обеспечить прогрев осциллографа.

Выполнение пользовательской калибровки делает недействительным сертификат калибровки. Если требуется трассируемость NIST (Национальный институт по стандартам и технологиям), выполните процедуру проверки производительности с помощью трассируемых источников, как описано в руководстве *Agilent 5000A Series Oscilloscopes Service Guide*.

### Выполнение пользовательской калибровки

- 1 Установите переключатель CALIBRATION (Калибровка) на задней панели в положение UNPROTECTED (Незащищено).
- 2 Подключите короткие кабели одинаковой длины (до 12 дюймов) к каждому разъему BNC осциллографа на лицевой панели. Потребуется два кабеля одинаковой длины для 2-канального осциллографа или четыре кабеля одинаковой длины для 4-канального осциллографа.

Для осуществления пользовательской калибровки используйте RG58AU 50Ω или эквивалентный кабель BNC.

Для 2-канального осциллографа подключите адаптер BNC к кабелям одинаковой длины. Затем подключите разъем BNC(f)-BNC(f) (также называется круглым разъемом) к адаптеру, как показано ниже.

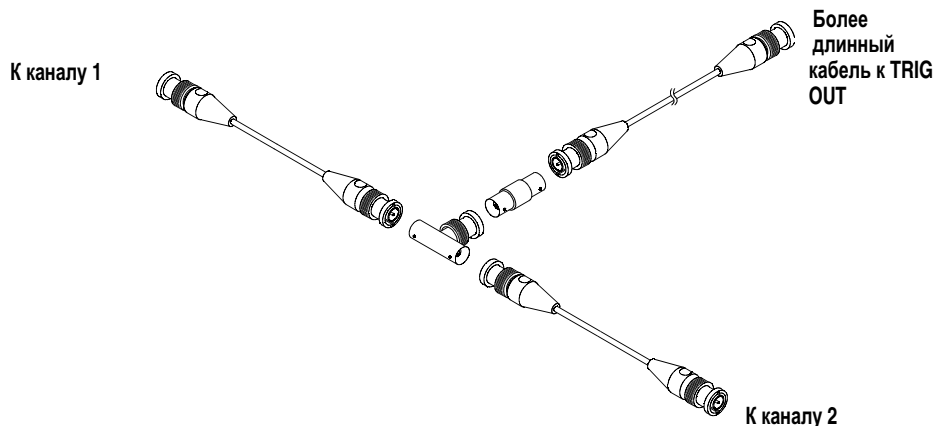


Рис. 5 Пользовательская калибровка для 2-канального осциллографа

Для 4-канального осциллографа подключите адаптер BNC к кабелям одинаковой длины. Затем подключите разъем BNC(f)–BNC(f) (также называется круглым разъемом) к адаптеру, как показано ниже.

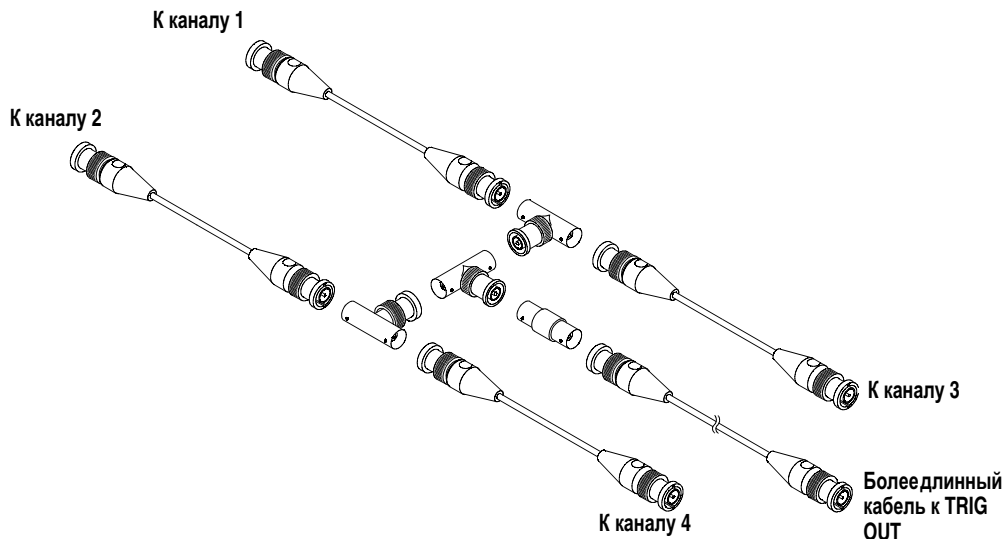


Рис. 6 Пользовательская калибровка для 4-канального осциллографа

- 1 Подключите кабель BNC (до 40 дюймов) к разъему TRIG OUT на задней панели и к круглому разъему BNC.
- 2 Нажмите кнопку **Utility** (Утилиты), а затем нажмите программную кнопку **Service** (Обслуживание).
- 3 Запустите самокалибровку, нажав на программную кнопку **Start User Cal** (Запуск пользовательской калибровки).
- 4 По завершении пользовательской калибровки установите переключатель CALIBRATION (Калибровка) на задней панели в положение UNPROTECTED (Незащищено).

### Информация о пользовательской калибровке

При нажатии **Utility** (Утилиты) → **Service** (Обслуживание) → **User Cal Status** (Информация о пользовательской калибровке) будет отображаться общий результат предыдущей пользовательской калибровки и информация о калибровке пробника для пробников, которые можно калибровать. Обратите внимание, что пассивные пробники не требуется калибровать, но пробники InfiniiMax могут быть калиброваны. Для получения дополнительной информации о калибровке пробников см. [стр. 38](#).

#### Результаты.

**Дата выполнения пользовательской калибровки:**

**Изменение температуры с момента последней пользовательской калибровки:**

**Ошибка:**

**Комментарии:**

**Информация о калибровке пробника:**

## Самотестирование

При нажатии **Utility** (Утилиты)→**Service** (Обслуживание)→**Start Self Test** (Запуск самотестирования) запускается последовательность внутренних процедур для проверки работоспособности осциллографа.

Рекомендуется выполнять процедуру самотестирования в следующих случаях.

- После возникновения ошибок в работе осциллографа.
- Для получения дополнительной информации об ошибках в работе осциллографа.
- Для проверки работоспособности осциллографа после его ремонта.

Успешное завершение процедуры самотестирования не гарантирует работоспособность осциллографа. Процедура самотестирования обеспечивает уверенность в правильной работе прибора на 80%.



## Информация об осциллографе

При нажатии **Utility** (Утилиты)→**Service** (Обслуживание)→**About Oscilloscope** (Информация об осциллографе) отображается информация о номере модели осциллографа, серийном номере, версии ПО, версии загрузчика, версии графической подсистемы и установленных лицензиях.

### **Installed licenses: (Установленные лицензии)**

Эта строка диалогового окна About This Oscilloscope содержит информацию о лицензиях, установленных на осциллографе. Например, в ней может отображаться следующая информация.

- **SEC** — режим безопасной среды.
- **None** — лицензии не установлены.

## Восстановление стандартной конфигурации осциллографа

- Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить), а затем нажмите программную кнопку **Default Setup** (Стандартная настройка).

Стандартная конфигурация восстанавливает стандартные параметры осциллографа. Это позволяет перевести осциллограф в исходное рабочее состояние. Далее перечислены основные стандартные параметры.

**По горизонтали.** Основной режим, масштаб 100 мкс/дел, задержка 0 с, синхронизирующий сигнал в центре экрана.

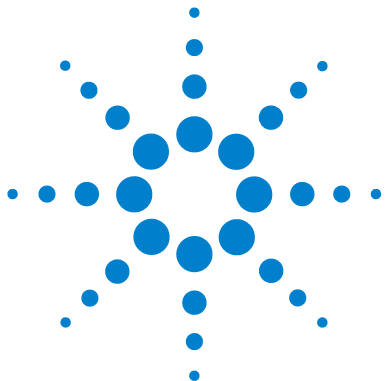
**По вертикали.** Канал 1 включен, 5 В/дел. шкалы, режим DC (Постоянный ток), положение 0 В, импеданс 1 МΩ, коэффициент пробника 1,0, если пробник AutoProbe не подключен к каналу.

**Запуск.** Запуск по перепаду уровня сигнала, автоматический режим развертки, уровень 0 В, источник — канал 1, связь по постоянному току, спад нарастающего перепада, время занятости 60 нс.

**Экран.** Включение векторов, яркость сетки 33%, выключение постоянного послесвечения.

**Другие характеристики.** Нормальный режим сбора данных, для Run/Stop (Запуск/Остановка) выбрано Run (Запуск), курсоры и измерения отключены.

**Метки.** Все отдельные метки, созданные в библиотеке меток, сохраняются (не удаляются), но для всех меток каналов будут установлены исходные имена.



## 3 Запуск осциллографа

- Выбор режимов и условий запуска 93
- Вход для внешнего запуска 99
- Типы запусков 102
- Использование запуска по перепаду 103
- Использование запуска по длительности импульса 105
- Использование запуска по кодовому слову 108
- Использование запуска по длительности 110
- Использование запуска по ТВ-сигналу 113
- Разъем Trigger Out 126



Осциллографы Agilent серии 5000A оснащены полным набором функций для автоматизации измерений. Технология глубокой памяти MegaZoom позволяет регистрировать и затем исследовать смешанные сигналы. С помощью осциллографов Agilent можно выполнить следующее.

- Изменять способ, которым осциллограф выполняет сбор данных.
- Устанавливать простые и сложные условия запуска, если это требуется, собирать только последовательность событий, которую необходимо исследовать.

#### Функции запуска

- Режимы запуска:
  - Автоматический
  - Нормальный
  - Связь (переменный ток, постоянный ток, подавление низкочастотных помех)
  - Подавление шума
  - Подавление высоких частот
- Задержка
- Уровень запуска
- Вход для внешнего запуска
- Типы запуска:
  - Перепад
  - Длительность импульса (выброс)
  - Кодовое слово
  - Продолжительность
  - ТВ-синхронизация
- Выходной разъем запуска

## Выбор режимов и условий запуска

Режим запуска влияет на способ его поиска. На рисунке ниже показано концептуальное представление памяти сбора данных. При выполнении запуска рассматривайте память сбора данных, поделенную как до запуска, так и после запуска. Положение события запуска в памяти сбора данных определяется точкой отсчета времени и задержкой развертки.

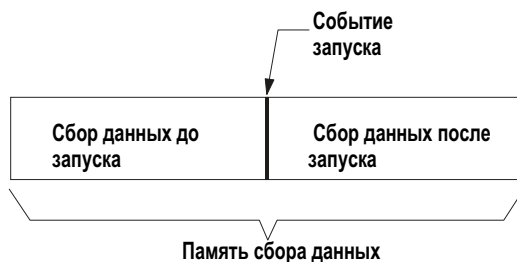
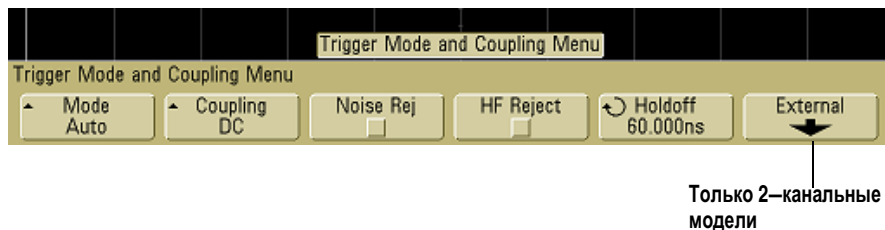


Рис. 7 Память сбора данных

## Выбор меню режима и связи

- Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь) в области запуска на лицевой панели.



## Режимы запуска: нормальный и автоматический

Обзор нормального и автоматического режимов запуска см. на стр. 58.

- 1 Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь).
- 2 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим), затем выберите **Normal** (Нормальный) или **Auto** (Автоматический).
  - В **нормальном** режиме отображается сигнал при соблюдении условий запуска, однако, осциллограф не запустится и изображение на экране не изменится.
  - **Автоматический** режим аналогичен нормальному режиму, но в нем осциллограф запускается, если условия запуска не соблюдены.

### Автоматический режим

Используйте автоматические режимы запуска для сигналов с низкой периодичностью и для неизвестных уровней сигналов. Для отображения сигнала DC требуется режим автоматического запуска из-за отсутствия перепадов.

После нажатия кнопки **Run** (Запустить) осциллограф сначала выполняет сбор данных до запуска. Осциллограф выполняет поиск запуска после сбора данных до запуска и продолжает собирать данные через буфер, выполняя поиск условий запуска. Выполняя поиск запуска, осциллограф переполняет буфер до запуска; данные, которые поступают в буфер являются первыми (FIFO). При обнаружении запуска буфер до запуска будет содержать события, которые произошли непосредственно перед ним. При отсутствии запуска осциллограф генерирует его и выводит на экран данные, несмотря на выполнение запуска. В этом случае в верхней части экрана начинает светиться индикатор автоматического режима и осциллограф запускается.

После нажатия кнопки **Single** (Одиночный) осциллограф будет заполнять память буфера до запуска и будет продолжать направлять данные через буфер до запуска, пока автоматический запуск откорректирует поиск и вызовет запуск. В конце регистрации осциллограммы осциллограф останавливается и выводит результаты на экран.

### Нормальный режим

Используйте нормальный режим запуска для сигналов с низкой периодичностью, а также, когда режим Auto Trigger (Автозапуск) не требуется.

В режиме Normal (Нормальный) осциллограф должен заполнять память до запуска данными перед поиском события запуска. Когда в строке состояния светится индикатор режима запуска, это означает, что буфер до запуска заполнен. Выполняя поиск запуска, осциллограф переполняет буфер до запуска; данные, которые поступают в буфер, являются первыми (FIFO).

При обнаружении события запуска осциллограф наполняет память после запуска и отображает память сбора данных. Если сбор данных вызван кнопкой **Run/Stop** (Запустить/Остановить), то процесс повторяется. Если память сбора данных запущена нажатием кнопки **Single** (Одиночный), то после остановки процесса сбора данных можно прокрутить или масштабировать сигнал.

В режимах Auto (Автоматический) или Normal (Нормальный) запуск можно полностью пропустить при некоторых условиях. Осциллограф не распознает событие запуска до тех пор, пока буфер до запуска не будет заполнен. Например, установлена ручка Time/Div, чтобы снизить коэффициент развертки, например, 500 мс/дел. Если запуск произойдет до того, как осциллограф заполнит буфер до запуска, запуск не будет обнаружен. Если используется режим Normal (Нормальный) и ожидается, когда начнет светиться индикатор запуска перед действием в цепи, осциллограф всегда найдет условие запуска.

Чтобы сделать несколько измерений, потребуется выполнить несколько тестовых действий для вызова события запуска. Обычно это однократные сборы данных с помощью кнопки **Single** (Одиночный).

## Выбор связи запуска

- 1 Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь).
- 2 Нажмите программную кнопку **Coupling** (Связь), затем выберите связь **DC** (Постоянный ток), **AC** (Переменный ток) или **LF Reject** (Подавление НЧ).
  - **Связь по постоянному току** — позволяет подавать в цепь запуска сигналы постоянного и переменного тока.
  - **Связь по переменному току** — устанавливает в цепи запуска фильтр верхних частот 10 Гц, удаляющий из сигнала запуска любое постоянное напряжение смещения. Фильтр верхних частот цепи запуска внешнего запускающего сигнала составляет 3,5 Гц для всех моделей. Используйте связь по переменному току для получения стабильного запуска по перепаду, когда сигнал имеет большое смещение по постоянному току.
  - **Связь с подавлением НЧ** — устанавливает фильтр верхних частот с сигналом запуска 50 кГц. Подавление низкочастотных помех удаляет любые нежелательные компоненты низких частот из сигнала запуска, например, помех от сети питания, которые могут помешать запуску. Используйте этот режим для получения стабильного запуска по перепаду при наличии низкочастотных шумов.
  - **ТВ** — связь отображается серым цветом, но выбирается автоматически, когда запуск по ТВ-сигналу доступен в меню Trigger More (Дополнительный запуск).

Обратите внимание, что Trigger Coupling (Связь для запуска) зависит от Channel Coupling (Канал связи). Информацию об изменении связи канала см. на [стр. 64](#).


## Выбор подавления шума при запуске и подавления ВЧ

- 1 Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь).
- 2 Нажмите программную кнопку **Noise Rej** (Подавление шума), чтобы выбрать подавление шума, или нажмите кнопку **HF Reject** (Подавление ВЧ) для подавления высокочастотных шумов.



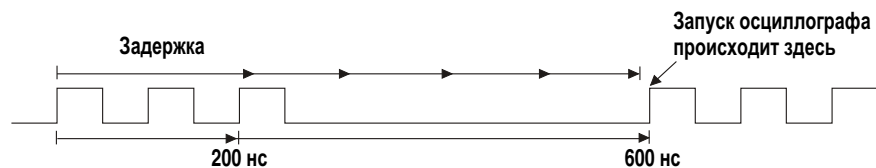
- **Кнопка Noise Rej** (Подавление шума) — прибавляет дополнительный гистерезис в цепь запуска. При включении подавления шума цепь запуска становится менее чувствительна к шуму, но для запуска осциллографа может потребоваться более высокая амплитуда сигнала.
- **Режим HF Reject** (Подавление высокочастотных помех) — включает в тракте сигнала запуска фильтр нижних частот с частотой 50 кГц. Это делается для удаления из сигнала запуска высокочастотных компонентов. Используйте режим HF Reject (Подавление высоких частот) для подавления высокочастотных шумов от радиовещательных станций с амплитудной и частотной модуляцией.

## Установка режима Holdoff

- 1 Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь).
- 2 Поверните ручку Entry , чтобы увеличить или уменьшить время задержки запуска, указанное на программной кнопке **Holdoff** (Задержка).

Режим Holdoff (Задержка) позволяет установить период времени, в течение которого осциллограф ожидает повторной установки в состояние готовности к запуску. Используйте режим Holdoff (Задержка) для стабилизации экрана при отображении сложных сигналов.

Для обеспечения стабильного запуска на показанном ниже пакете импульсов установите время задержки  $>200$  нс, а не  $<600$  нс.



При установке режима Holdoff (Задержка) можно синхронизировать запуски. Осциллограф запустится на одном перепаде сигнала и игнорирует дальнейшие перепады, пока не истечет время задержки. Затем осциллограф снова установит цепь запуска для поиска следующего перепада при запуске. Это позволит осциллографу запустить сигнал по кодовому слову.

#### Советы по работе с режимом задержки

Задержка удерживает запуск в течение определенного периода времени с момента последнего запуска. Эта функция является полезной, когда сигнал пересекается с уровнем запуска несколько раз в течение одного периода сигнала.

Без задержки осциллограф может быть пусковым механизмом на каждом пересечении, производя нечеткий сигнал. С правильно установленной задержкой осциллограф всегда запускает сигнал на том же самом пересечении. Правильно установленная задержка обычно немного меньше одного периода. Установите задержку к времени, чтобы сгенерировать единственную точку запуска. Это действие выполняется, даже если через запуски проходит большое количество периодов сигналов, непрерывно работающих на входном сигнале.

Изменение значения временной развертки не влияет на количество задержек. Наоборот, задержка в аналоговых осциллографах является функцией временной развертки, при которой необходимо каждый раз, когда изменяется значение временной развертки, изменять задержку.

Благодаря технологии глубокой памяти MegaZoom компании Agilent можно нажать кнопку **Stop** (Стоп), а затем использовать прокрутку и масштабирование данных, чтобы найти, где они повторяются. Измерьте это время с помощью курсора, а затем установите задержку.

## Вход для внешнего запуска

Вход для внешнего запуска можно использовать в качестве источника в нескольких типах запуска.

На 2–канальных осциллографах вход BNC для внешнего запуска расположен на лицевой панели и имеет обозначение **Ext Trigger** (Внешний запуск).

На 4–канальных осциллографах вход BNC для внешнего запуска расположен на задней панели и имеет обозначение **Ext Trig** (Внешний запуск).

Характеристики системы запуска см. на [стр. 238](#).

## Вход для внешнего запуска 2–канального осциллографа

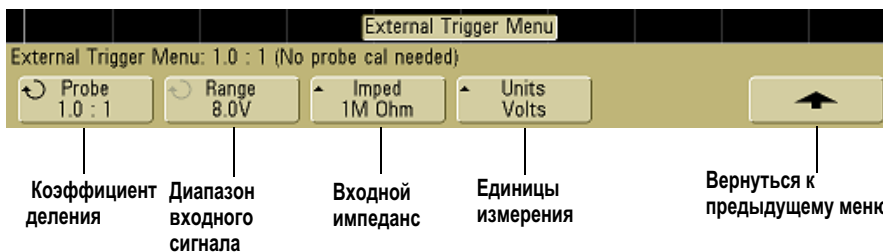
### Параметры пробника внешнего запуска

Ниже описано, как установить параметры пробника внешнего запуска.

- 1 Нажмите кнопку **Mode/Coupling** (Режим/Связь) в области запуска на лицевой панели .



- 2 Нажмите программную кнопку **External** (Внешний), чтобы отобразить меню пробника внешнего запуска.



**Коэффициент деления пробника.** Поверните ручку Entry, чтобы установить коэффициент деления, отображенный в программной кнопке **Probe** (Пробник) для подключенного пробника. Значение коэффициента может быть установлено в пределах от 0,1:1 до 1000:1 с шагом 1–2–5.

При подключении пробника AutoProbe осциллограф автоматически установит правильный коэффициент деления.

Для проведения корректных измерений требуется устанавливать правильный коэффициент деления.

**Диапазон.** Для диапазона входного напряжения устанавливается значение в диапазоне от 1,0 В до 8,0 В. В режиме тока диапазон фиксируется на отметке 1,0 А. Диапазон определяется автоматически в соответствии с коэффициентом деления пробника.

Максимальное напряжение для входа внешнего запускающего сигнала 2-канального осциллографа:

**ВНИМАНИЕ**



Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:

CAT I 300 Vrms, 400 Vpk; динамическое перенапряжение 1,6 kVpk

CAT II 100 Vrms, 400 Vpk

с пробником N2863A 10:1: CAT I 600 В, CAT II 300 В (постоянный ток + пик. переменный ток)

с пробником 10073C 10:1: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

**ВНИМАНИЕ**



Не превышает 5 В в режиме 50 Ω на 2-канальных моделях. При режиме 50 Ω будет включена защита входа. При обнаружении более 5 Vrms нагрузка 50 Ω будет отключена. Однако вход все еще может быть поврежден в зависимости от постоянной времени сигнала.

**ВНИМАНИЕ**



Режим защиты входа 50 Ω работает только при включенном осциллографе.

**Входной импеданс.** Импеданс внешнего запускающего сигнала может иметь один из следующих режимов: **1M Ohm** или **50 Ohm**. Эти режимы устанавливаются с помощью программной кнопки **Imped** (Усиленный).

- Режим **50 Ohm** (50 Ом) соответствует кабелям 50 Ом, обычно используемым при выполнении высокочастотных измерений. Это соответствие импеданса минимизирует отражения при прохождении сигнала, что обеспечивает повышенную погрешность измерений.
- Режим **1M Ohm** (1M Ом) предназначен для использования со многими пассивными пробниками и при выполнении универсальных измерений. Более высокий импеданс снижает нагрузку осциллографа в тестируемой цепи.

**Единицы измерения пробника.** Нажмите программную кнопку **Units** (Единицы измерения), чтобы выбрать правильную единицу измерения для подключенного пробника. Для пробника напряжения выберите **Volts** (Вольты), а для пробника тока выберите **Amps** (Амперы). Результаты измерения, чувствительность канала и уровень запускающего сигнала зависят от выбранных единиц измерения.

## Вход для внешнего запуска 4–канального осциллографа

**Входной импеданс.** Импеданс внешнего запускающего сигнала 4–канального осциллографа составляет примерно 1,015 кΩ.

**Входное напряжение.** Чувствительность диапазона входного напряжения составляет 500 мВ, от постоянного тока до 100 МГц. Диапазон входного напряжения составляет ±15 В.

### ВНИМАНИЕ



Не превышайте 15 Vrms на входе для внешнего запускающего сигнала на задней панели, чтобы не повредить осциллограф.

На 4–канальном осциллографе для внешнего запускающего сигнала не существует возможности настройки диапазона или единиц измерения.

## Типы запусков

Осциллограф позволяет синхронизировать экран с действиями в цепи путем определения условий запуска. Для большинства типов запуска можно использовать любой входной канал или внешний запуск BNC в качестве источника.

### Упрощение запуска с помощью технологии глубокой памяти MegaZoom.

Благодаря встроенной технологии глубокой памяти MegaZoom можно с помощью функции AutoScale (Автомасштабирование) автоматически настроить сигналы, а затем остановить осциллограф для захвата сигнала. После этого можно использовать прокрутку и масштабирование данных с помощью ручек настройки по горизонтали и вертикали для обнаружения стабильной точки запуска. Функция AutoScale часто вызывает запуск дисплея.

Доступны указанные ниже типы запуска, которые описаны в этой главе в следующем порядке.

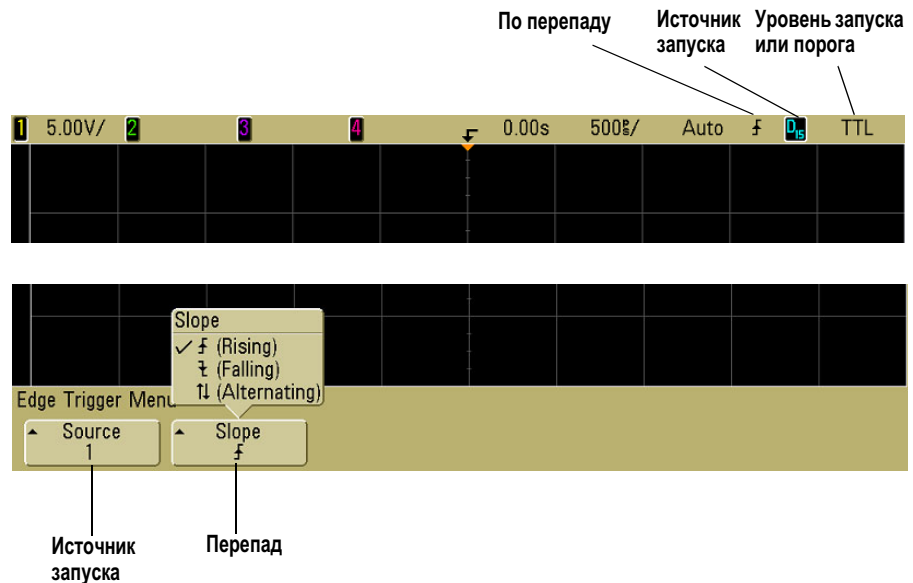
- Запуск по перепаду уровня сигнала.
- Запуск по длительности импульса (выброс).
- Запуск по кодовому слову.
- Запуск по длительности.
- Запуск по ТВ–сигналу.

Изменения характеристик запуска применяются сразу после выбора. Если осциллограф останавливается во время изменения характеристик запуска, это значит, что осциллограф будет использовать новые характеристики после нажатия кнопки **Run/Stop** (Запуск/Остановка) или **Single** (Однократный). Если осциллограф запускается во время изменения характеристик запуска, это значит, что он использует новые характеристики запуска при следующем сборе данных.

## Использование запуска по перепаду

Тип запуска по перепаду (Edge) определяет момент запуска по указанному перепаду и уровню напряжения сигнала. Можно определить источник запуска и перепад в этом меню. Перепад может быть нарастающим, спадающим или чередующимся на всех источниках, за исключением сетевого напряжения. Тип, источник и уровень сигнала запуска отображаются в правом верхнем углу экрана.

- 1 Нажмите кнопку **Edge** (Перепад) в области запуска на лицевой панели для отображения меню запуска по перепаду.



- 2 Нажмите программную кнопку **Slope** (Перепад) и выберите нарастающий, спадающий или чередующиеся перепады. Выбранный перепад отображается в правом верхнем углу экрана.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Режим чередующихся перепадов полезен, когда требуется запуск по обоим перепадам сигнала (например, сигнала DDR). Все режимы работают в пределах полосы пропускания осциллографа.

### 3 Выберите источник запуска.

Можно выбрать осциллографический канал 1 или 2, внешний сигнал или сетевое напряжение в качестве источника запуска на любом осциллографе Agilent серии 5000A . Источником запуска также может быть канал 3 и 4 на 4–канальном осциллографе. Можно выбрать канал, который выключается (не отображается на экране), в качестве источника запуска по перепаду.

Выбранный источник запуска отображается в правом верхнем углу экрана после символа перепада:

1 — 4 = осциллографические каналы

E = внешний сигнал запуска

L = запуск строки

### Настройка уровня запуска

Для настройки уровня запуска выбранного осциллографического канала используйте ручку уровня запуска. Положение уровня запуска для осциллографического канала отображается с помощью значка уровня запуска **T** (если канал включен) в левой части экрана, если выбрано подключение связи по переменному току. Значение уровня запуска осциллографического канала отображается в правом верхнем углу экрана.

Если выбрано **Ext** (Сигнал внешнего запуска), то уровень можно изменить, используя ручку **Level** (Уровень) в области запуска на лицевой панели. Выбранный уровень запуска отображается в правом верхнем углу экрана.

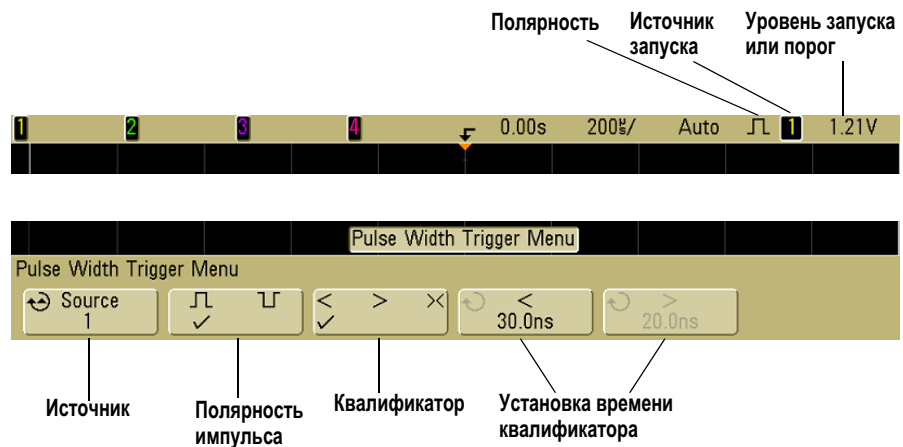
Уровень запуска линии нельзя настроить. Запуск синхронизируется с линией питания, поддерживаемой осциллографом.



## Использование запуска по длительности импульса

Длительность импульса (выброс) устанавливает запуск по импульсу положительной или отрицательной полярности и задает длительность этого импульса. Для запуска по заданному интервалу времени используйте команду **Duration** (Запуск по длительности) в меню **More (Дополнительно)**.

- 1 Нажмите кнопку **Pulse Width** (Длительность импульса) в области запуска на лицевой панели для отображения меню запуска по длительности импульса.



- 2 Нажмите программную кнопку **Source** (Источник) (или поверните ручку Entry на осциллографах для смешанных сигналов, чтобы выбрать источник канала для запуска (осциллографический или внешний запуск).

Выбранный источник запуска отображается в правом верхнем углу экрана после символа полярности.

Этот источник может быть любым доступным каналом на осциллографе. Внешний запуск можно также указать как источник при использовании 2-канального осциллографа.

Для настройки уровня запуска выбранного канала используйте ручку уровня запуска. Значение уровня запуска отображается в правом верхнем углу экрана.

- 3 Нажмите программную кнопку полярности импульса для выбора положительной или ( $\square$ ) отрицательной ( $\square$ ) полярности длительности импульса, который требуется записать.

Выбранная полярность импульса отображается в правом верхнем углу экрана. Положительный импульс выше текущего уровня запуска или порогового значения, а отрицательный — ниже.

В случае запуска по положительному импульсу он произойдет при изменении уровня сигнала от высокого к низкому, если условие действительно. В случае запуска по отрицательному импульсу он произойдет при изменении уровня сигнала от низкого к высокому, если условие действительно.

- 4 Нажмите программную кнопку квалификатора ( $< >$ ), чтобы выбрать время квалификатора.

Программная кнопка Qualifier (Квалификатор) устанавливает запуск по длительности импульса, который:

- меньше временного значения ( $<$ ).

Например, для положительного импульса при условии, что  $t < 10$  нс:



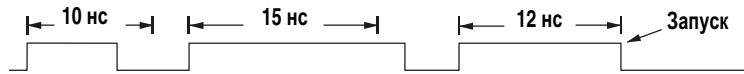
- больше временного значения ( $>$ ).

Например, для положительного импульса при условии, что  $t > 10$  нс:



- в пределах диапазона временных значений ( $><$ ).

Например, для положительного импульса при условии, что  $t > 10$  нс и  $t < 15$  нс:



- 5 Выберите программную кнопку установки времени квалификатора (< или >) и поверните ручка Entry, чтобы установить значение длительности импульса времени квалификатора.

Можно установить квалификаторы следующим образом:

- от 2 нс до 10 с для квалификатора > или < (от 5 нс до 10 с для моделей с полосами пропускания 100 МГц и 300 МГц).
- от 10 нс до 10 с для квалификатора >< с минимальной разницей 5 нс между верхним и нижним значением.

### Программная кнопка установки времени квалификатора <

- Если выбран квалификатор «меньше» (<), ручка Entry устанавливает запуск по импульсу, длительность которого меньше показанного в названии программной кнопки.
- Если выбран квалификатор (><), ручка Entry устанавливает верхнее значение диапазона времени.

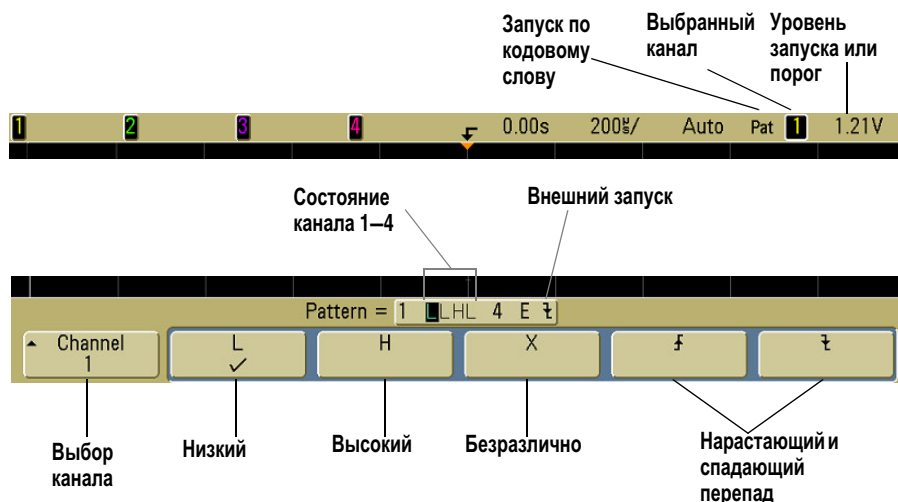
### Программная кнопка установки времени квалификатора >

- Если выбран квалификатор «больше» (>), ручка Entry устанавливает запуск по импульсу, длительность которого больше показанного в названии программной кнопки.
- Если выбран квалификатор (><), ручка Entry устанавливает верхнее значение диапазона времени.

## Использование запуска по кодовому слову

Запуск по кодовому слову (Pattern) определяет условие запуска путем поиска определенного кодового слова. Это кодовое слово является логической комбинацией каналов. Каждый канал может иметь значение высокого (H), низкого (L) и безразлично (X). В кодовом слове можно задать нарастающий или спадающий перепад для одного канала.

- 1 Нажмите кнопку **Pattern** (Кодовое слово) в области запуска на лицевой панели для отображения меню запуска по кодовому слову.



- 2 Для каждого канала осциллографа, который требуется включить в кодовое слово, нажмите программную кнопку **Channel** (Канал) для выбора канала.

Это канал-источник для условий H, L или X. Выберите программную кнопку **Channel** (Канал) (или поверните ручку Entry на осциллографах смешанного сигнала), Канал будет выделен в строке **Pattern** = непосредственно над программируемыми кнопками, а также в правом верхнем углу экрана после **Pat**. Внешний запуск можно также указать в качестве канала в кодовом слове при использовании 2-канальных и 4-канальных осциллографов.

Для настройки уровня запуска выбранного осциллографического канала используйте ручку уровня запуска. Значение уровня запуска отображается в правом верхнем углу экрана.

- 3 Для каждого выбранного канала нажмите одно из условий программных кнопок, чтобы установить условие для этого канала в кодовом слове.
- **H** устанавливает высокий уровень для выбранного канала в кодовом слове. Под высоким понимается уровень напряжения, превышающий уровень запуска для данного канала или пороговый уровень.
  - **L** устанавливает низкий уровень для выбранного канала в кодовом слове. Под низким понимается уровень напряжения, который меньше уровня запуска для данного канала или порогового уровня.
  - **X** устанавливает безразличный уровень для выбранного канала в кодовом слове. В этом случае такой канал будет игнорироваться при проверке кодового слова. Если все каналы в кодовом слове будут иметь безразличное значение, запуск осциллографа не произойдет.
  - Программная кнопка возрастающего (▲) или ниспадающего перепада (▼) устанавливает кодовое слово на перепад выбранного канала. В кодовом слове можно задать только один нарастающий или спадающий перепад. Если перепад установлен, то запуск осциллографа произойдет при возникновении заданного перепада и при условии, что значение других каналов в кодовом слове будет действительным.

Если перепад установлен, то запуск осциллографа произойдет при возникновении последнего перепада, значение которого будет истинно.

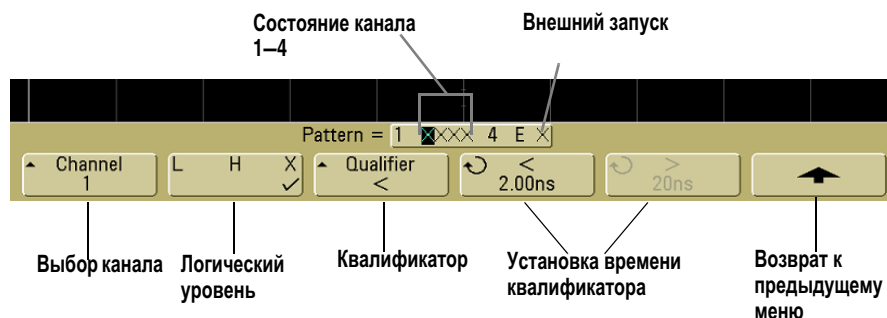
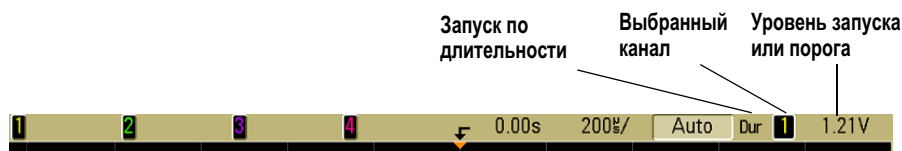
#### Определение перепада в кодовом слове

В кодовом слове можно задать только одно нарастающее или спадающее значение перепада. Если определитель перепада в одном канале уже установлен, а затем выбран другой канал и для него также установлен определитель перепада, то предыдущая установка перепада изменится на безразличное состояние.

## Использование запуска по длительности

Запуск по длительности позволяет определять кодовое слово, а затем выполняется запуск на определенное время этой логической комбинации каналов.

- 1 Нажмите кнопку **More** (Больше) в области запуска на лицевой панели, поверните ручку Entry для выделения **Duration** (Длительность) в программной кнопке **Trigger** (Запуск), затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры) для отображения меню запуска по длительности.



- 2 Для каждого канала осциллографа, для которого требуется включить необходимое кодовое слово, нажмите программную кнопку **Channel** (Канал) для выбора канала.

Это канал-источник для условий H, L или X. Выберите программную кнопку **Channel** (Канал) (или поверните ручку Entry на осциллографах смешанного сигнала), канал будет выделен в строке **Pattern** = непосредственно над программными кнопками, а также в правом верхнем углу экрана после **Dur**. Внешний запуск можно также обозначить в качестве канала в кодовом слове при использовании 2-канальных и 4-канальных осциллографов.

Для настройки уровня запуска выбранного осциллографического канала используйте ручку запуска. Значение уровня запуска отображается в правом верхнем углу экрана.

- 3 Для каждого выбранного канала нажмите программную кнопку логического уровня, чтобы установить условие для этого канала в кодовом слове.
- **H** устанавливает высокий уровень для выбранного канала в кодовом слове. Под высоким понимается уровень напряжения, превышающий уровень запуска для данного канала или пороговый уровень.
  - **L** устанавливает низкий уровень для выбранного канала в кодовом слове. Под низким понимается уровень напряжения, который меньше уровня запуска для данного канала или порогового уровня.
  - **X** устанавливает безразличный уровень для выбранного канала в кодовом слове. В этом случае такой канал будет игнорироваться при проверке кодового слова. Если все каналы в кодовом слове будут иметь безразличное значение, запуск осциллографа не произойдет.
- 4 Нажмите программную кнопку **Qualifier** (Квалификатор), чтобы установить длительность времени квалификатора для кодового слова.

Квалификатор времени настраивает осциллограф на запуск по кодовому слову канала, имеющему следующую длительность по времени:

- меньше временного значения <.
- больше временного значения >.
- больше временного значения, но с таймаутом (**Timeout**). Запуск быстрее выполняется по истечении таймаута, чем после выхода по кодовому слову.
- в пределах диапазона временных значений (><).
- за пределами диапазона временных значений (<>).

Временные значения для выбранного квалификатора устанавливаются с помощью программных кнопок установки времени квалификатора (< и >) и ручки Entry.

- 5 Выберите программную кнопку установки времени квалификатора (< или >), затем поверните ручку Entry, чтобы установить длительность времени квалификатора.

### Программная кнопка установки времени квалификатора <

- Если выбран квалификатор «меньше» (<), ручка Entry устанавливает запуск осциллографа по кодовому слову, длительность которого меньше показанного значения времени на программной кнопки.
- Если выбран квалификатор за пределами диапазона времени (><), ручка Entry устанавливает верхнее значение диапазона времени.
- Если выбран квалификатор за пределами диапазона времени (<>), ручка Entry устанавливает нижнее значение диапазона времени.

### Программная кнопка установки времени квалификатора >

- Если выбран квалификатор «больше» (>), ручка Entry запускает осциллограф по кодовому слову, длительность которого больше временного значения, показанного на программной кнопке.
- Если выбран квалификатор в пределах диапазона времени (><), ручка Entry устанавливает нижнее значение диапазона времени.
- Если выбран квалификатор за пределами диапазона времени (<>), ручка Entry устанавливает верхнее значение диапазона времени.
- Если выбран квалификатор **Timeout** (Таймаут), ручка Entry устанавливает значение таймаута.

#### При запуске по длительности

Отсчет времени запускается по последнему перепаду, который присваивает кодовому слову (логическое И) значение «истина». Запуск происходит по первому перепаду, который присваивает кодовому слову значение «ложь», если выполняются условия квалификатора кодового слова, за исключением режима таймаута. В режиме таймаута запуск происходит при достижении значения таймаута, когда кодовое слово является истинным.

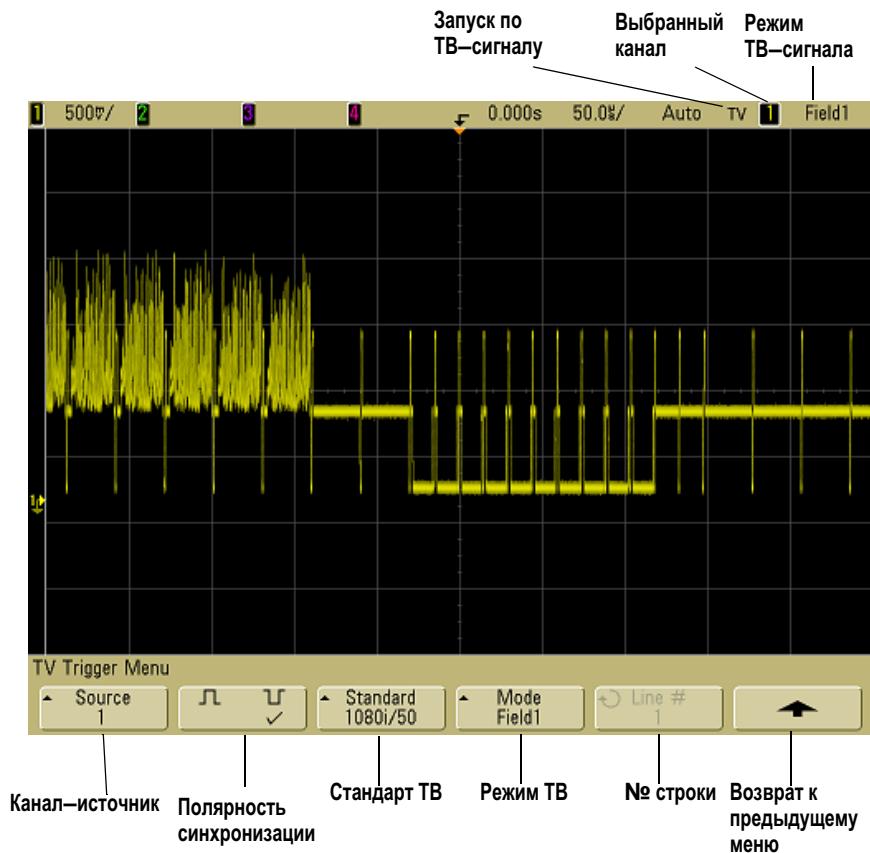


## Использование запуска по ТВ–сигналу

Запуск по ТВ–сигналу используется для захвата сложных сигналов высокого стандарта и сигналов аналогового видео высокой четкости. Схемы запуска определяют вертикальные и горизонтальные перепады частот, и запуск выполняется в соответствии с выбранными параметрами запуска по ТВ–сигналу.

Осциллограф с технологией глубокой памяти MegaZoom III обеспечивает яркое и четкое изображение любого видеосигнала на экране. Простоту анализа видеосигнала обеспечивает возможность запуска осциллографа на любой выбранной строке видеосигнала.

- 1 Нажмите кнопку **More** (Дополнительно) в области запуска на лицевой панели. Если **TV** (ТВ–сигнал) не выбрано, поворачивайте ручку Entry до тех пор, пока не будет выбрано **TV** в программной кнопке **Trigger** (Запуск), затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры) для отображения меню запуска по ТВ–сигналу.



- 2 Нажмите программную кнопку **Source** и выберите любой канал осциллографа в качестве источника запуска по ТВ-сигналу.

Выбранный источник запуска отображается в правом верхнем углу экрана. При повороте ручки **Trigger Level** (Уровень запуска) уровень запуска не изменяется, так как он автоматически установлен на импульс синхронизатора. Связь для запуска автоматически установлена к **TV** (ТВ-сигналу) в меню **Mode/Coupling** (Режим/Связь).

**Обеспечение правильного соответствия**

Многие ТВ-сигналы появляются из источников 75  $\Omega$ . Для обеспечения правильного соответствия этому источнику необходимо подсоединить ко входу осциллографа терминатор 75  $\Omega$  (например, Agilent 11094B).

- 3 Нажмите программную кнопку полярности синхронизации, чтобы установить запуск по ТВ–сигналу положительной ( $\square$ ) или отрицательной ( $\sqcap$ ) полярности.
- 4 Нажмите программную кнопку **Standard** (Стандартный) для установки стандартного ТВ–сигнала.

Осциллограф поддерживает запуск по следующим телевизионным (ТВ) и видеостандартам.

Стандарт	Тип	Полярность импульса
NTSC	Чересстрочный	Двухуровневый
PAL	Чересстрочный	Двухуровневый
PAL-M	Чересстрочный	Двухуровневый
SECAM	Чересстрочный	Двухуровневый
Generic (Общий)	Чересстрочный/Прогрессивный	Двухуровневый/Трехуровневый
EDTV 480 пикселей/60	Прогрессивный	Двухуровневый
HDTV 720 пикселей/60	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080 пикселей/24	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080 пикселей/25	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080i/50	Чересстрочный	Трехуровневый
HDTV 1080i/60	Чересстрочный	Трехуровневый

- 5 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим) для выбора части видеосигнала, по которой необходимо выполнить запуск.

Доступные режимы запуска по ТВ–сигналу:

- **Field1** (Поле 1) и **Field2** (Поле 2) — запуск по нарастающему перепаду первого зубчатого поля 1 или поля 2 (только чересстрочные стандарты).
- **All Fields** (Все поля) — запуск по нарастающему перепаду первого импульса в вертикальном интервале синхронизации (недоступно в общем режиме).
- **All Lines** (Все строки) — запуск на всех горизонтальных импульсах синхронизации.
- **Line** (Строка) — запуск на выбранном № строки (только стандарты EDTV и HDTV).
- **Line: Field1** (Строка: поле 1) и **Line: Field2** (Строка: поле 2) — запуск на выбранном № строки в поле 1 и в поле 2 (только чересстрочные стандарты, кроме стандарта 1080i).

- **Line: Alternate** (Строка: чередующийся) — чередующийся запуск по заданной строке в полях 1 и 2 (только NTSC, PAL, PAL–M и SECAM).
  - **Vertical** (Вертикальный) — запуск по нарастающему перепаду первого зубчатого импульса или примерно 70 с после начала вертикальной синхронизации, которая была первой (только в общем режиме).
  - **Count: Vertical** (Счетчик: вертикальный) — подсчет спадающих перепадов импульсов синхронизации; запуски на номерах, выбранных счетчиком (только в общем режиме).
- 6 Если выбран режим заданной линии, нажмите программную кнопку **Line #** (№ строки), затем поверните ручку Entry, чтобы выбрать номер строки для запуска.
- 7 При использовании общего стандарта и выбора режима строки или **Count: Vertical** (Счетчик: вертикальный), нажмите программную кнопку **Count #** (№ счетчика) и поверните ручку Entry, чтобы выбрать номер счетчика.

Ниже перечислены номера строк (или счетчика) для каждого поля и видеостандарта.

**Таблица 6** Номера строк (или счетчика для общего режима) по полю для каждого видеостандарта, который не является стандартом HDTV/EDTV.

Видеостандарт	Поле 1	Поле 2	Пер. поле
NTSC	От 1 до 263	От 1 до 262	От 1 до 262
PAL	От 1 до 313	От 314 до 625	От 1 до 312
PAL-M	От 1 до 263	От 264 до 525	От 1 до 262
SECAM	От 1 до 313	От 314 до 625	От 1 до 312
Generic (Общий)	От 1 до 1024	От 1 до 1024	От 1 до 1024 (вертикальный)

**Номер строки представляет счетчик**

В режиме **Generic** номер строки представляет номер счетчика вместо реального номера строки. Это отображается на символе в программной кнопке, которая изменяется с **Line** (Строка) на **Count** (Счетчик). При выборе программной кнопки **Mode** (Режим) **Line:Field 1** (Строка: поле 1), **Line:Field 2** (Строка: поле 2) и **Count:Vertical** (Счетчик: вертикальный) используются для определения начала отсчета. Для чересстрочного видеосигнала отсчет начинается от нарастающего перепада первого вертикального зубчатого импульса поля 1 и/или 2. Для нечересстрочного видеосигнала отсчет начинается после нарастающего вертикального импульса синхронизации.

**Таблица 7** Номера строк для каждого видеостандарта EDTV/HDTV

EDTV 480 пикселей/60	От 1 до 525
HDTV 720 пикселей/60	От 1 до 750
HDTV 1080 пикселей/24	От 1 до 1125
HDTV 1080 пикселей/25	От 1 до 1125
HDTV 1080i/50	От 1 до 1125
HDTV 1080i/60	От 1 до 1125

## Упражнения

Следующие упражнения послужат ознакомительным материалом для запуска по ТВ-сигналу. В них используется видеостандарт NTSC.

## Запуск по определенной строке видео

При запуске ТВ–сигнала требуется больше, чем 1/2 деления амплитуды синхронизации с любым каналом осциллографа в качестве источника запуска. При запуске ручка **Level** (Уровень) не изменяет уровень запуска, так как он автоматически установлен в соответствии с импульсом синхронизации.

В примере запуска по определенной строке можно проверить сигнал испытательных строк (VITS), которые обычно находятся в строке 18. Другой пример — закрытый субтитр, который обычно расположен в строке 21.

- 1 Нажмите кнопку **Trigger More** (Дополнительно), затем нажмите программную кнопку **TV** (ТВ–сигнал).
- 2 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), затем нажмите программную кнопку **Standard** (Стандарт), чтобы выбрать подходящий стандарт ТВ–сигнала (NTSC).
- 3 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим) и выберите строку поля ТВ–сигнала для запуска. Можно выбрать **Line:Field1** (Строка: поле 1), **Line:Field2** (Строка: поле 2) или **Line:Alternate** (Строка: чередующаяся).
- 4 Нажмите программную кнопку **Line #** (№ строки) и выберите номер строки для проверки.

### Чередующийся запуск

Если выбрано **Line:Alternate** (Строка: чередующаяся), осциллограф будет поочередно производить запуск по выбранному номеру строки в полях 1 и 2. Это является быстрым способом сравнить поля 1VITS и 2 VITS или проверить правильность вставки половинной строки в конце поля 1.

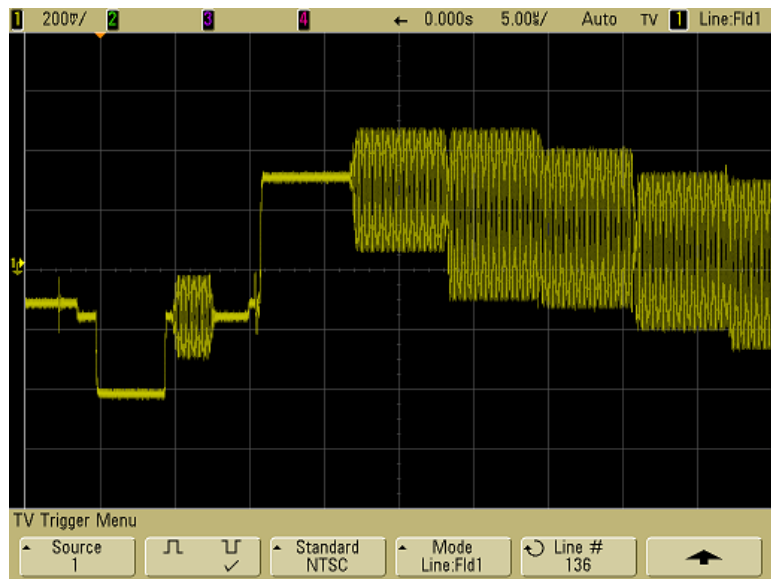


Рис. 8 Пример: запуск в строке 136

## Запуск на всех импульсах синхронизации

Чтобы быстро найти максимальные видеоуровни, можно произвести запуск на всех импульсах синхронизации. Если **All Lines** (Все строки) выбраны в качестве режима запуска ТВ-сигнала, то осциллограф произведет запуск на всех импульсах синхронизации по горизонтали.

- 1 Нажмите кнопку **Trigger More** (Дополнительно), затем нажмите программную кнопку **TV** (ТВ-сигнал).
- 2 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), затем нажмите программную кнопку **Standard** (Стандарт), чтобы выбрать подходящий стандарт ТВ-сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим) и выберите **All Lines** (Все строки).

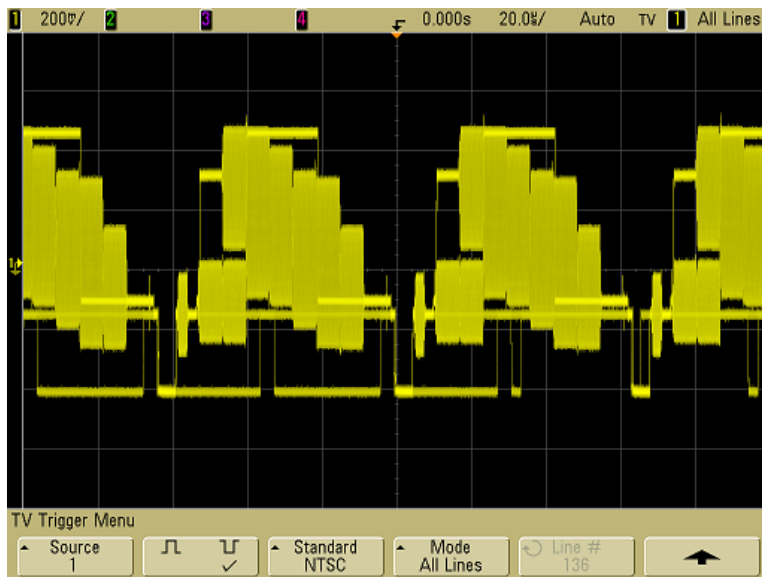


Рис. 9 Осуществление запуска на всех строках



## Запуск на определенном поле видеосигнала

Чтобы исследовать компоненты видеосигнала, произведите запуск либо на поле 1, либо на поле 2 (доступно для чередующихся стандартов). При выборе определенного поля осциллограф запускается на нарастающем перепаде первого зубчатого импульса в интервале синхронизации по вертикале в указанном поле (1 или 2).

- 1 Нажмите кнопку **Trigger More (Дополнительно)**, затем нажмите программную кнопку **TV (ТВ-сигнал)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Settings (Параметры)**, затем нажмите программную кнопку **Standard (Стандарт)**, чтобы выбрать подходящий стандарт ТВ-сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Mode (Режим)**, затем выберите **Field1 (Поле 1)** или **Field2 (Поле 2)**.

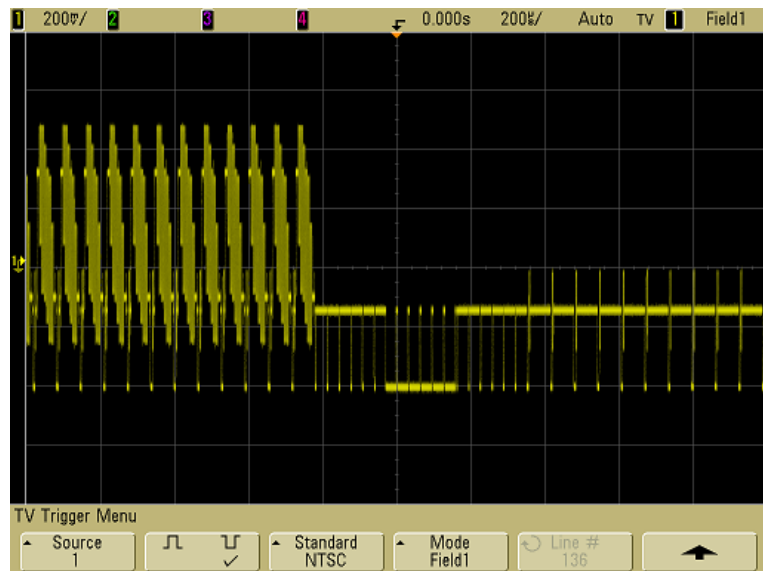


Рис. 10 Запуск на поле 1

## Запуск на всех полях видеосигнала

Чтобы быстро и удобно просмотреть изменения между полями или найти различия амплитуды между ними, используйте режим запуска всех полей.

- 1 Нажмите кнопку Trigger **More** (Дополнительно), затем нажмите программную кнопку **TV** (ТВ–сигнал).
- 2 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), затем нажмите программную кнопку **Standard** (Стандарт), чтобы выбрать подходящий стандарт ТВ–сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим) и выберите **All Fields** (Все поля).

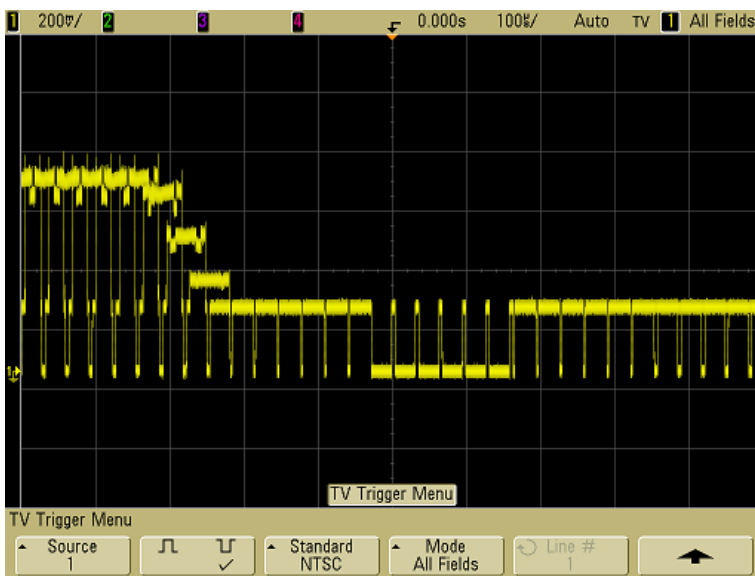


Рис. 11 Осуществление запуска на всех полях

## Запуск на нечетном или четном поле

Для проверки границы видеосигнала или измерения наилучшего искажения произведите запуск на нечетных или четных полях. Если выбрано поле 1, то осциллограф производит запуск на цветных полях 1 или 3. Если выбрано Поле 2, то осциллограф производит запуск на цветных полях 2 или 4.

- 1 Нажмите кнопку **Trigger More** (Дополнительно), затем нажмите программную кнопку **TV** (ТВ–сигнал).
- 2 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), затем нажмите программную кнопку **Standard** (Стандарт), чтобы выбрать подходящий стандарт ТВ–сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Mode** (Режим), затем выберите **Field1** (Поле 1) или **Field2** (Поле 2).

Цепь запуска ищет положение начала вертикальной синхронизации для определения поля. Но это определение поля не учитывает фазы опорной цветовой поднесущей. Если выбрано поле 1, то система запуска обнаружит любое поле, где начинается вертикальная синхронизация на строке 4. Для стандарта видеосигнала NTSC осциллограф произведет запуск на цветовом поле 1, которое чередуется с цветовым полем 3 (см. рис. ниже). Эта настройка используется для измерения границы опорного сигнала цифровой синхронизации.

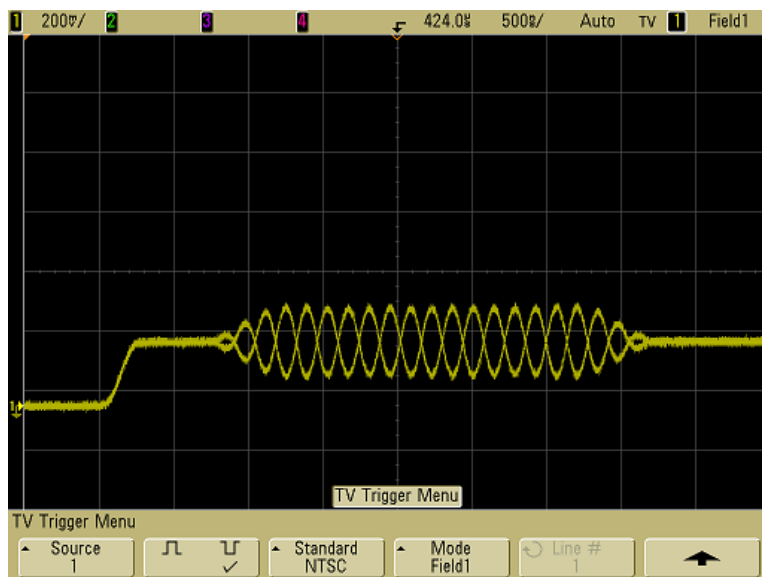


Рис. 12 Запуск на цветном поле 1, которое чередуется с цветным полем 3

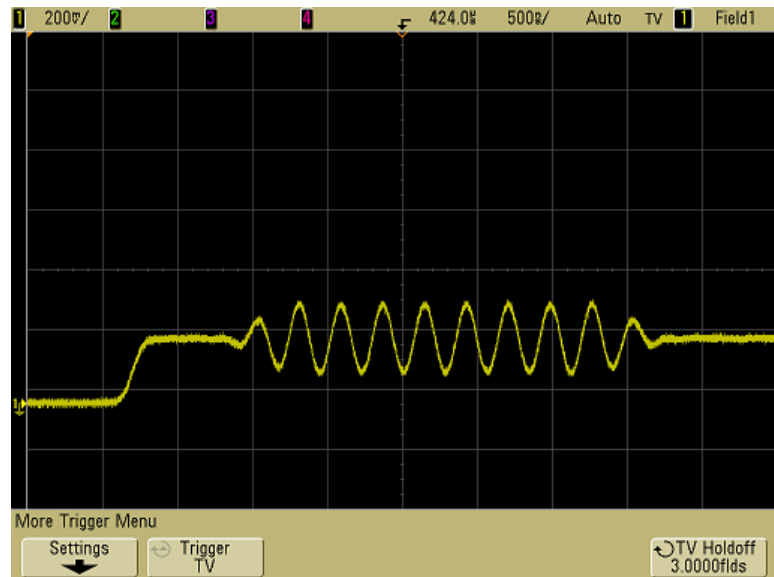
При необходимости более детального анализа следует выбрать только одно цветное поле для запуска. Это можно сделать, используя программную кнопку **TV Holdoff** (Задержка ТВ-сигнала) в меню запуска **More**, когда запуск имеет сигнал **TV**. Нажмите программную кнопку **TV Holdoff** (Задержка ТВ-сигнала) и используйте ручку **Entry** для настройки задержки с шагом в половину поля до тех пор, пока осциллограф не произведет запуск только на одной фазе сигнала цветовой синхронизации.

Чтобы быстро синхронизировать с другой фазой, необходимо быстро отключить сигнал и затем подключить его. Повторяйте процедуру до правильного отображения фазы.

Если задержка настроена с помощью программной кнопки **TV Holdoff** (Задержка ТВ-сигнала) и ручки **Entry**, то соответствующая задержка отобразится на экране в меню **Mode/Coupling** (Режим/Связь).

Таблица 8 Время задержки, половина поля

Стандарт	Время
NTSC	8,35 мс
PAL	10 мс
PAL-M	10 мс
SECAM	10 мс
Generic (Общий)	8,35 мс
EDTV 480 пикселей/60	8,35 мс
HDTV 720 пикселей/60	8,35 мс
HDTV 1080 пикселей/24	20,835 мс
HDTV 1080 пикселей/25	20 мс
HDTV 1080i/50	10 мс
HDTV 1080i/60	8,35 мс

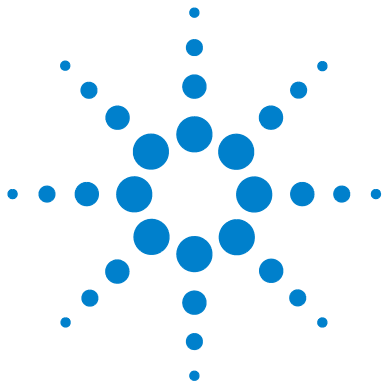


**Рис. 13** Использование задержки ТВ-сигнала для синхронизации на цветовом поле 1 или 3 (режим Field 1)

## Разъем Trigger Out

При каждом запуске осциллографа нарастающий перепад появляется на выходе TRIG OUT на задней панели осциллографа. Этот нарастающий перепад имеет задержку 17 нс от точки запуска осциллографа. Уровень выхода составляет 0–5 В в разомкнутой цепи или 0–2,5 В в 50  $\Sigma$  .

На разъеме Trigger Out также можно получить сигнал пользовательской калибровки. См. «[Пользовательская калибровка](#)» на стр. 84.



## 4 Выполнение измерений

Использование горизонтального режима XY 128

Математические функции 133

Измерения с помощью курсоров 153

Автоматические измерения 160

### Обработка после сбора данных

После сбора данных можно выполнять не только изменение параметров экрана, но и все измерения и математические функции. Измерения и математические функции будут рассчитаны повторно при прокрутке, масштабировании и включении и выключении каналов. Увеличение и уменьшение сигнала с помощью ручки изменения скорости горизонтальной развертки и ручки Volts/div влияет на разрешение экрана. Так как измерения и математические функции выполняются над отображаемыми данными, это влияет на разрешение функций и измерений.



## Использование горизонтального режима XY

В горизонтальном режиме XY экран осциллографа отображает не зависимость напряжения от времени, а зависимость напряжения от напряжения с помощью двух входных каналов. Канал — это вход по оси X, а канал 2 — вход по оси Y. Можно использовать различные датчики для отображения на экране зависимости напряжения (механического) от сдвига, потока от давления, напряжения от тока или напряжения от частоты. В этом примере показано обычное использование режима экрана XY для измерения сдвига фаз между двумя сигналами с одинаковой частотой с помощью метода Лиссажу.

- 1 Подключите сигнал синусоидальной волны к каналу 1, а к каналу 2 — сигнал синусоидальной волны такой же частоты, но выше по фазе.
- 2 Нажмите кнопку **AutoScale**, кнопку **Main/Delayed**, а затем программную кнопку **XY**.
- 3 Разместите сигнал в центре экрана с помощью ручек положения каналов 1 и 2 (◆). Используйте ручки **Volts/div** для каналов 1 и 2 и программные кнопки **Vernier** для каналов 1 и 2, чтобы расширить сигнал для удобства просмотра.

Угол сдвига фаз ( $\theta$ ) можно вычислить с помощью следующей формулы (подразумевается, что на обоих каналах одинаковая амплитуда):

$$\sin \theta = \frac{A}{B} \text{ или } \frac{C}{D}$$



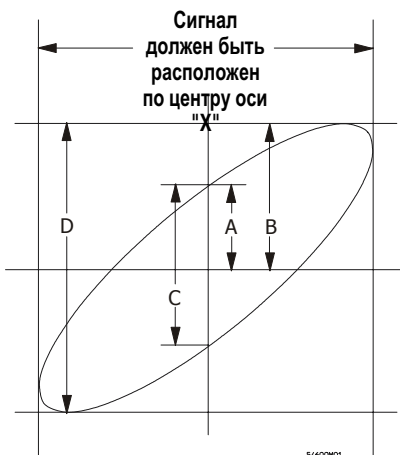


Рис. 14 Пример расположения сигнала в центре экрана

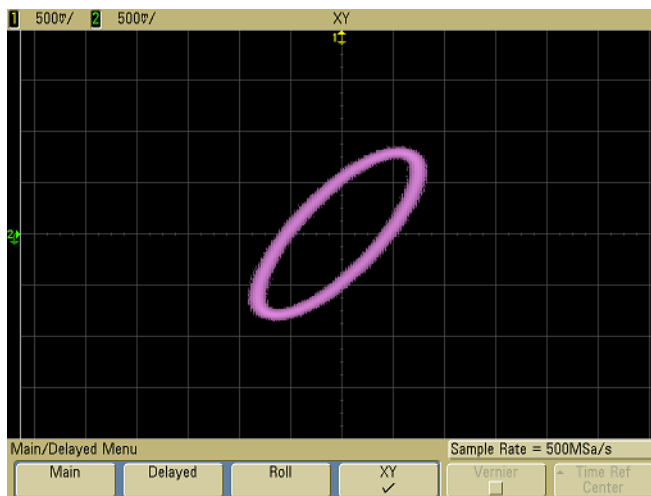
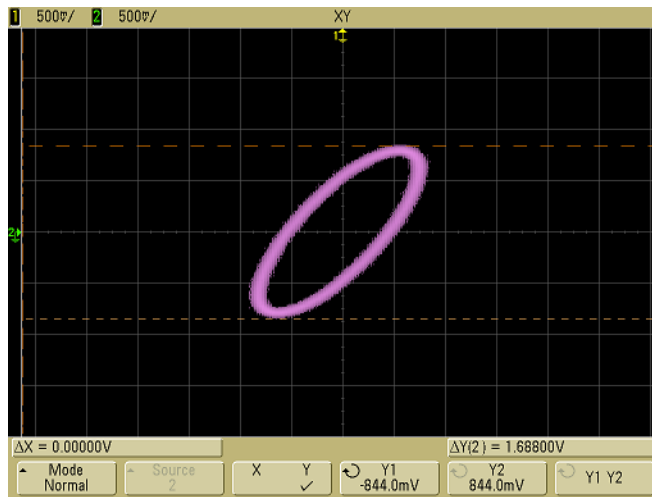


Рис. 15 Сигнал расположен в центре экрана

- 4 Нажмите кнопку **Cursors** (Курсоры).
- 5 Установите курсор Y2 в верхнюю часть сигнала, а курсор Y1 — в нижнюю часть сигнала.

## 4 Выполнение измерений

Обратите внимание на значение  $\Delta Y$  в нижней части экрана. В этом примере используются курсоры по оси Y, но можно установить вместо них курсоры по оси X.



**Рис. 16** Курсоры установлены на отображаемом сигнале

- 6 Переместите курсоры Y1 и Y2 на пересечение сигнала и оси Y. Снова посмотрите на значение  $\Delta Y$ .

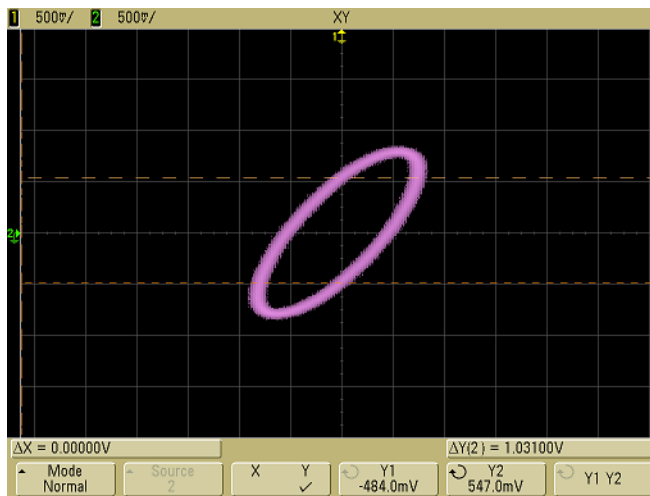


Рис. 17 Курсоры установлены в центре сигнала

7 Вычислите сдвиг фаз по формуле, указанной ниже.

$$\sin \theta = \frac{\text{second } \Delta Y}{\text{first } \Delta Y} = \frac{1,031}{1,688} ; \theta = 37,65 \text{ градусов фазового сдвига}$$

#### Вход по оси Z в режиме экрана XY (сигнал гашения)

Если выбран режим экрана XY, временная развертка выключена. Канал 1 — это вход по оси X, канал 2 — вход по оси Y, а канал 4 (или внешний запуск на 2-канальных моделях) — вход по оси Z. Если необходимо частичное отображение зависимости Y от X, используйте вход по оси Z. Ось Z включает и выключает осциллограмму (в аналоговых осциллографах ось Z называется сигналом гашения, т.к. она включает и выключает луч ЭЛТ). При низком уровне сигнала Z (<1,4 В) отображается зависимость Y от X, а при высоком (>1,4 В) осциллограмма выключена.

#### 4 Выполнение измерений

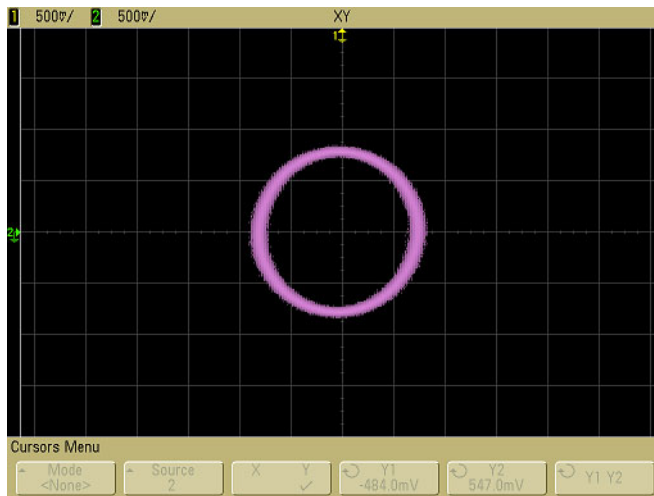


Рис. 18 Сдвиг фаз между сигналами — 90

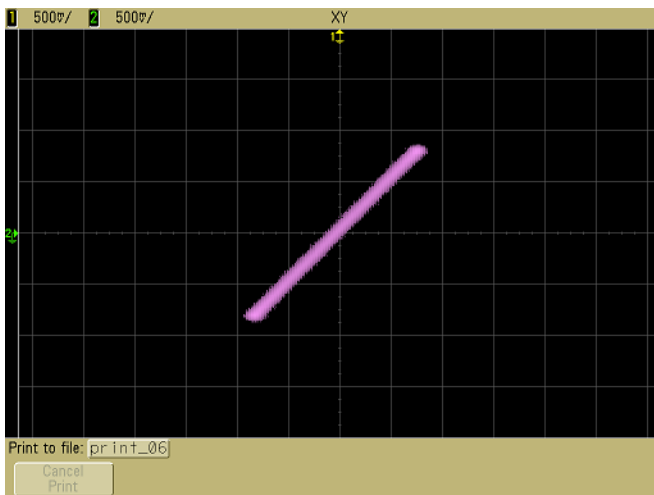


Рис. 19 Фазы сигналов совпадают

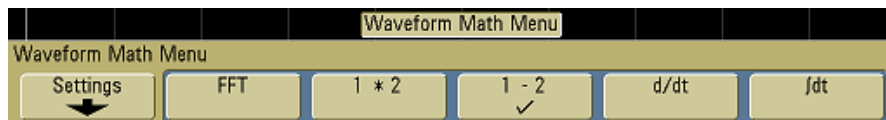
## Математические функции

Меню Math позволяет отображать математические функции на каналах осциллографа. Можно выполнять следующие действия.

- Вычитать (–) или умножить (\*) сигналы, полученные на каналах осциллографа 1 и 2, а затем отображать результат.
- Интегрировать, дифференцировать или выполнять БПФ для сигнала, полученного на любом канале или в результате выполнения математических функций  $1 * 2$ ,  $1 - 2$  или  $1 + 2$ , а затем отображать результат.

Для доступа к математическим функциям выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **Math** (Математические) на лицевой панели, чтобы отобразить меню Math. После выбора математической функции нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), чтобы отобразить параметры для выбранной математической функции, если необходимо изменить масштабный коэффициент по оси Y.



### Советы для работы с математическими операциями

Если сигнал канала осциллографа или математической функции обрезан (т.е. отображен на экране не полностью), то обработанный с помощью функции сигнал также может оказаться обрезанным.

Сразу после появления на экране результата функции каналы осциллографа можно для наглядности отключить.

Вертикальный масштабный коэффициент и смещение каждой математической функции можно настроить для удобства просмотра и анализа измерений.

Каждую функцию можно измерить в меню Cursors (Курсоры) и Quick Meas (Быстрое измерение).

## Масштаб и смещение математической функции

Можно вручную настроить масштаб любой математической функции. Для этого нажмите программную кнопку **Settings**, а затем настройте значение Scale (Масштаб) или Offset (Смещение).

### Автоматическая установка масштаба и смещения математической функции

При изменении определения текущей математической функции для функции автоматически настраивается масштаб в целях обеспечения оптимального масштабирования по вертикали и смещения. Если для функции масштаб и смещение установлены вручную, выберите новую функцию, а затем выберите исходную функцию. Масштаб исходной функции будет настроен автоматически.

- 1 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры) в меню Math (Математические функции), чтобы установить произвольный масштабный коэффициент (единицы/деление) или смещение (единицы) для выбранной математической функции.

В качестве единиц для каждого входного канала можно выбрать вольты или амперы с помощью программной кнопки **Probe Units** (Единицы измерения) соответствующего канала. Единицы шкалы и смещения:

Математическая функция	Единицы
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	дБ* (децибел)
1*2	V <sup>2</sup> , A <sup>2</sup> или Вт (вольтампер)
1–2	V или A
d/dt	V/c или A/c (В/сек. или А/сек.)
∫ dt	Vc или Ac (В–сек. или А–сек.)

\* Когда источником FFT (БПФ) является канал 1, 2, 3 или 4, в качестве единиц FFT будут использоваться дБВ, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала 1 мΩ. В качестве единиц FFT будут использоваться дБм, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала 50Ω. В качестве единиц FFT будет использоваться дБ для всех других источников FFT, а также при выборе ампер в качестве единиц канала источника.

Единицы шкалы **U** (не определено) будут отображаться для математической функции 1–2, d/dt и ∫ dt при выборе 1–2 или 1+2 в качестве источника, если для каналов 1 и 2 установлены различные единицы с помощью программной кнопки канала **Probe Units** (Единицы измерения).

- 2 Чтобы изменить масштабный коэффициент или смещение для математической функции, нажмите кнопку **Scale** (Масштаб) или **Offset** (Смещение) и поверните ручку Entry.

## Умножение

При выборе  $1 * 2$  значения напряжения каналов 1 и 2 поточечно умножаются и результат отображается на экране. Функция  $1 * 2$  удобна для наблюдения мощностных соотношений, когда сигнал одного из каналов пропорционален току.

- 1 Если требуется изменить масштаб и смещение для функции увеличения, нажмите кнопку **Math** (Математические функции), нажмите программную кнопку  $1 * 2$ , а затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры).
  - **Scale** (Масштаб) — позволяет устанавливать произвольные масштабные коэффициенты по вертикали для умножения в выражении  $V^2/\text{дел}$  (кв. вольт/деление),  $A^2/\text{дел}$  (кв. ампер/деление) или  $W/\text{дел}$  (ватты/деление или вольтамперы/деление). Единицы устанавливаются в меню **Probe** (Пробник) канала. Чтобы изменить масштабный коэффициент  $1 * 2$ , нажмите кнопку **Scale** (Масштаб) и поверните ручку Entry.
  - Кнопка **Offset** (Смещение) — позволяет устанавливать произвольное смещение для математической функции умножения. Значение смещения указано в  $V^2$  (кв. вольтах),  $A^2$  (кв. амперах) или  $W$  (ваттах) и обозначено горизонтальной линией сетки в центре экрана. Чтобы изменить смещение  $1 * 2$ , нажмите кнопку **Offset** (Смещение) и поверните ручку Entry.

На рисунке ниже показан пример умножения.

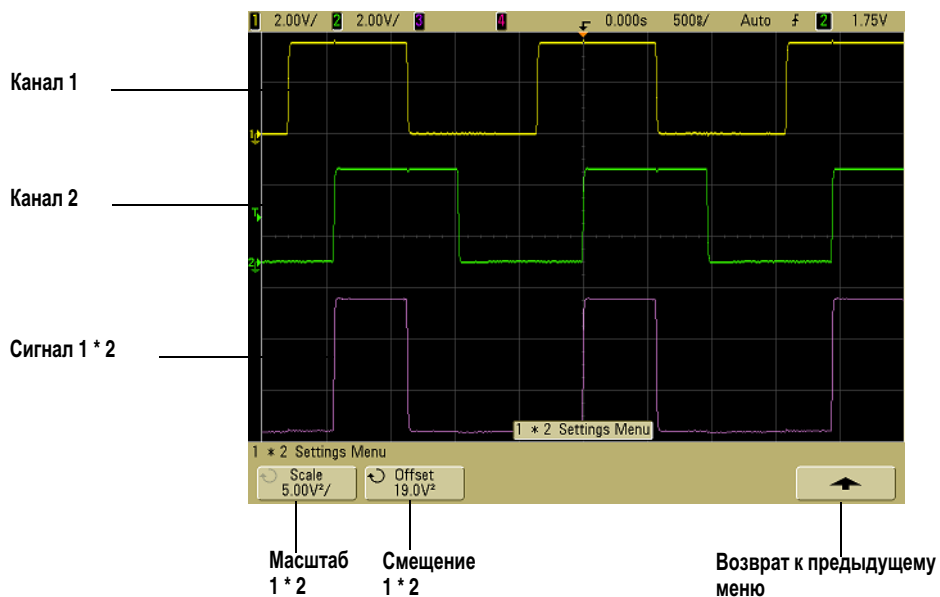


Рис. 20 Умножение



## Вычитание

При выборе **1 – 2** значения напряжения канала 2 поточно вычитаются из значений напряжений канала 1 и результат отображается на экране.

Функцию **1 – 2** можно использовать для дифференциальных измерений или сравнения двух сигналов. Если смещение сигналов по постоянному току больше динамического диапазона входного канала осциллографа, может потребоваться дифференциальный пробник.

Чтобы сложить значения сигналов каналов 1 и 2, выберите команду **Invert** (Инвертировать) в меню канала 2 и воспользуйтесь математической функцией **1 – 2**.

- 1 Если требуется изменить масштаб и смещение для функции вычитания, нажмите кнопку **Math** (Математические функции), нажмите программную кнопку **1 – 2**, а затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры).
  - **Scale** (Масштаб) — позволяет устанавливать произвольные масштабные коэффициенты по вертикали для вычитания, выраженные в Вт/дел (вольт/деление) или А/дел (ампер/деление). Единицы устанавливаются в меню **Probe** (Пробник) канала. Чтобы изменить масштабный коэффициент **1 – 2**, нажмите кнопку **Scale** (Масштаб) и поверните ручку Entry.
  - Кнопка **Offset** (Смещение) — позволяет устанавливать произвольное смещение для математической функции **1 – 2**. Значение смещения указано в вольтах или амперах и обозначается горизонтальной линией сетки в центре экрана. Чтобы изменить смещение **1 – 2**, нажмите кнопку **Offset** (Смещение) и поверните ручку Entry.

Единица шкалы **U** (не определено) будет показана для шкалы и смещения, если для каналов 1 и 2 были установлены различные единицы с помощью программной кнопки **Probe Units** (Единицы измерения).

На рисунке ниже показан пример вычитания.

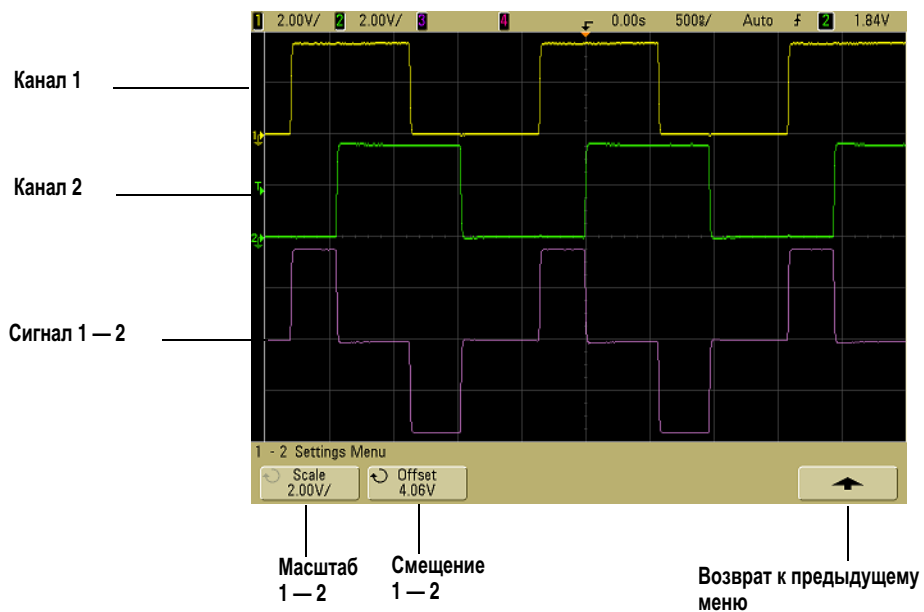


Рис. 21 Вычитание

## Дифференцирование

Функция **d/dt** (дифференцирование) позволяет вычислить дискретную производную выбранного источника сигнала. Дифференцирование можно использовать для измерения мгновенного значения перепада формы сигнала. Например, с помощью дифференцирования можно измерить скорость нарастания выходного напряжения операционного усилителя.

Процедура дифференцирования очень чувствительна к шумам, поэтому рекомендуется устанавливать в меню **Acquire** (Получение) режим **Averaging** (Усреднение сигнала).

**d/dt** формирует производную выбранного источника сигнала с использованием формулы среднего количества перепадов по 4 точкам. Уравнение:

$$d_i = \frac{y_{i+4} + 2y_{i+2} - 2y_{i-2} - y_{i-4}}{8\Delta t}$$

Где

$d$  = дифференциальный сигнал

$y$  = канал 1, 2 или функция 1 + 2, 1 - 2 и точки данных 1 \* 2

$i$  = индекс точек данных

$\Delta t$  = поточечная разница времени

Если для горизонтальной развертки выбран режим **Delayed** (С задержкой), функция **d/dt** не отображается на экране в области задержки.

- 1 Если требуется изменить источник, масштаб или смещение для функции дифференцирования, нажмите кнопку **Math** (Математические функции), нажмите программную кнопку **d/dt**, а затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры).
  - **Source** (Источник) — выбор источника для **d/dt**. Этот источник может быть любым осциллографическим каналом или одной из математических функций: 1 + 2, 1 - 2 и 1 \* 2.

- **Scale** (Масштаб) — позволяет устанавливать произвольные масштабные коэффициенты по вертикали для  $d/dt$ , выраженные в единица/секунда/деление, где в качестве единицы можно использовать В (вольты), А (амперы) или Вт (ватты). Единицы устанавливаются в меню **Probe** (Пробник) канала. Чтобы изменить масштабный коэффициент  $d/dt$ , нажмите кнопку **Scale** (Масштаб) и поверните ручку Entry.
- Кнопка **Offset** (Смещение) — позволяет устанавливать произвольное смещение для математической функции  $dV/dt$ . Значение смещения указано единицах/секундах, где в качестве единиц могут использоваться В (вольты), А (амперы) или Вт (ватты) и обозначено горизонтальной линией сетки в центре экрана. Чтобы изменить смещение  $d/dt$ , нажмите кнопку **Offset** (Смещение) и поверните ручку Entry.

Единица шкалы **U** (не определено) будет показана для шкалы и смещения, когда в качестве источника выбрано 1–2 или 1+2, если для каналов 1 и 2 были установлены различные единицы с помощью программной кнопки **Probe Units** (Единицы измерения).

На рисунке ниже показан пример дифференцирования.

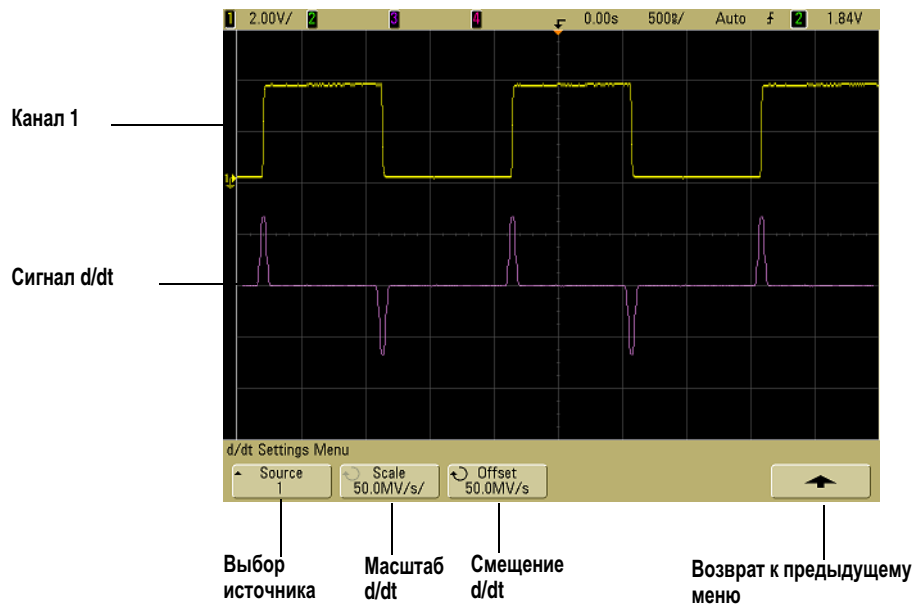


Рис. 22 Дифференцирование

## Интегрирование

Функция  $\int dt$  (интегрирование) позволяет вычислить интеграл выбранного источника сигнала. Интегрирование можно использовать для вычисления энергии импульса в вольт–секундах или измерения площади, занимаемой изображением сигнала.

Функция  $\int dt$  вычисляет интеграл выбранного источника сигнала с использованием формулы трапеций. Уравнение:

$$I_n = c_0 + \Delta t \sum_{i=0}^n y_i$$

Где

$I$  = интегрированный сигнал

$\Delta t$  = поточечная разница времени

$y$  = канал 1, 2 или функция 1 + 2, 1 – 2 и точки данных 1 \* 2

$c_0$  = произвольная постоянная

$i$  = индекс точек данных

Если для горизонтальной развертки выбран режим Delayed (С задержкой), функция  $\int dt$  не отображается на экране в области задержки.

- 1 Если требуется изменить источник, масштаб или смещение для функции интегрирования, нажмите кнопку **Math** (Математические функции), нажмите программную кнопку  $\int dt$ , а затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры).
  - **Source** (Источник) — выбор источника для  $\int dt$ . Этот источник может быть любым осциллографическим каналом или одной из математических функций: 1 + 2, 1 – 2 и 1 \* 2.
  - **Scale** (Масштаб) — позволяет устанавливать произвольные масштабные коэффициенты по вертикали для  $\int dt$ , выраженные в единица–секунда/деление, где в качестве единицы можно использовать В (вольты), А (амперы) или Вт (ватты). Единицы устанавливаются в меню **Probe** (Пробник) канала. Чтобы изменить масштабный коэффициент  $\int dt$ , нажмите кнопку **Scale** (Масштаб) и поверните ручку Entry.

- Кнопка **Offset** (Смещение) — позволяет устанавливать произвольное смещение для математической функции  $\int V dt$ . Значение смещения указано единицах–секундах, где в качестве единиц могут использоваться В (вольты), А (амперы) или Вт (ватты) и обозначено горизонтальной линией сетки в центре экрана. Чтобы изменить смещение  $\int dt$ , нажмите кнопку **Offset** (Смещение) и поверните ручку Entry. Вычисление интеграла выполняется относительно смещения сигнала источника. Приведенный ниже пример демонстрирует действие смещения сигнала.

#### 4 Выполнение измерений

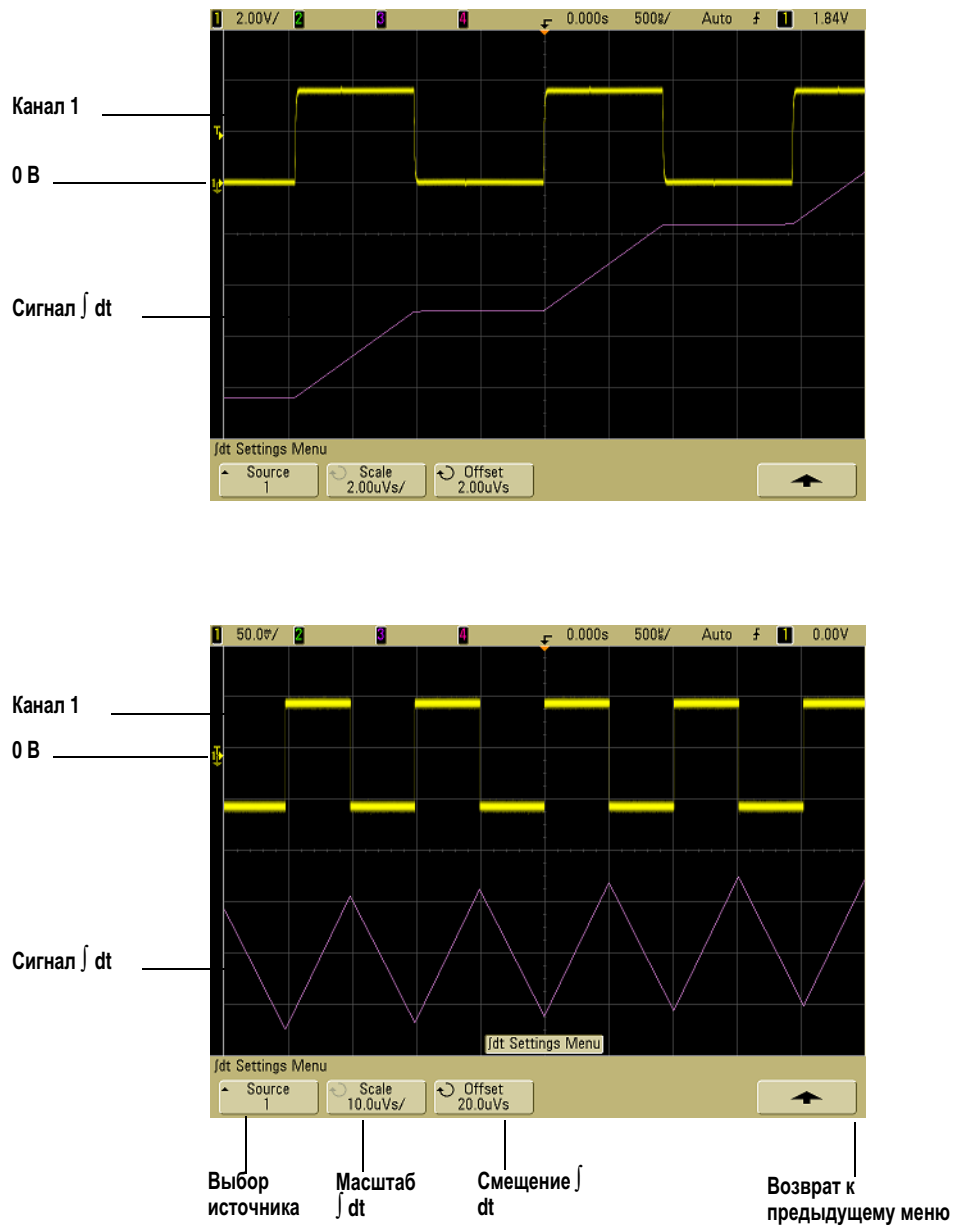


Рис. 23 Интегрирование и смещение сигнала



## Измерение БПФ

Функция FFT применяется для вычисления быстрого преобразования Фурье с использованием входных каналов осциллографа или математических функций 1 + 2, 1 — 2 или 1 \* 2. FFT использует цифровую запись времени указанного источника и преобразует ее в частоту. При выборе функции FFT на экране осциллографа выполняется построение спектра FFT с разрешением в дБВ по отношению к частоте. Значение по горизонтальной оси изменяется с времени на частоту (Гц), а по вертикальной — с вольт на дБ.

Используйте функцию FFT для обнаружения перекрестных помех, для решения проблем, связанных с искажениями аналогового сигнала из-за нелинейности усилителя, а также для настройки аналоговых фильтров.

### Единицы FFT

0 дБВ является амплитудой синусоиды 1 В (среднеквадратическое). Когда источником FFT является канал 1 или 2 (либо 3 или 4 на моделях с 4 каналами), в качестве единиц FFT будут использоваться дБВ, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала 1 МΩ .

В качестве единиц FFT будут использоваться дБм, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала 50Ω .

В качестве единиц FFT будет использоваться дБ для всех других источников FFT, а также при выборе ампер в качестве единиц канала источника.

### Значение постоянного тока

При вычислении FFT полученное значение постоянного тока является неправильным. Для него не учитывается смещение в центре экрана. Значение постоянного тока не корректируется для точного отображения компонентов частоты рядом с постоянным током.

## Наложение

При использовании функции FFT важно учитывать наложение частот. Для этого при выполнении БПФ оператор должен знать содержимое частоты, а также принимать во внимание частоту выборки, диапазон частот и пропускную способность осциллографа по вертикали. Когда на экране открыто меню FFT (БПФ), частота дискретизации БПФ отображается непосредственно над программными кнопками.

Наложение происходит, когда в сигнале существуют компоненты частоты, которые выше половины частоты выборки. Поскольку спектр БПФ ограничен этой частотой, любые более высокие компоненты отображаются с более низкой (наложенной) частотой.

Следующий рисунок демонстрирует наложение. Это спектр 990 Гц сигнала прямоугольной формы, который имеет большое количество гармоник. Установлена частота дискретизации БПФ 100 квыб/с, и осциллограф отображает спектр. Показанный сигнал демонстрирует компоненты входного сигнала выше частоты Найквиста зеркально отраженными (наложенными) на экране по правому перепаду.

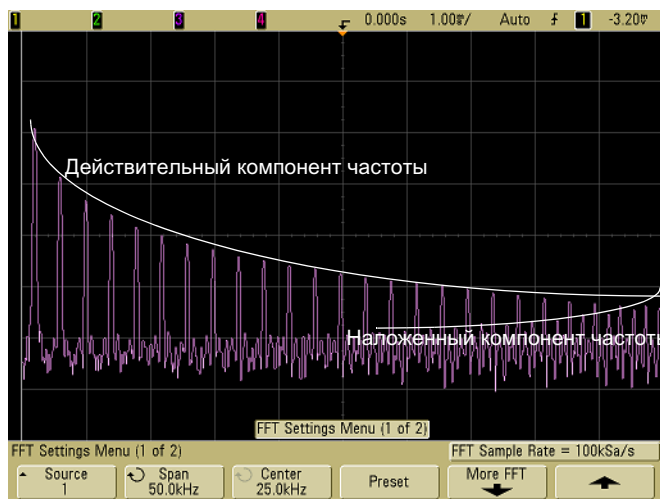


Рис. 24 Наложение

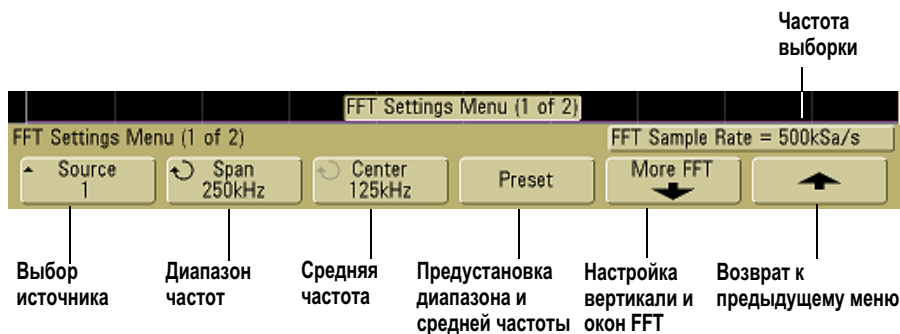
Поскольку диапазон частот находится между  $\approx 0$  и частотой Найквиста, лучший способ предотвратить наложение — обеспечить превышение диапазоном частоты основной энергии во входном сигнале.

### Спектральные утечки

При работе функции FFT подразумевается, что запись времени повторяется. Если количество циклов выборок сигнала в записи не является интегральным, в конце записи создается разрывность. Это называется утечкой. Чтобы максимально сократить спектральные утечки, в качестве фильтров для FFT используются окна, которые плавно достигают нуля в начале и в конце сигнала. Меню FFT предоставляет три окна: Окно Хеннинга, окно с плоской вершиной и прямоугольное окно. Для получения дополнительной информации об утечках см. замечание по применению Agilent № 243, «The Fundamentals of Signal Analysis» (Основы анализа сигналов) по адресу: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.

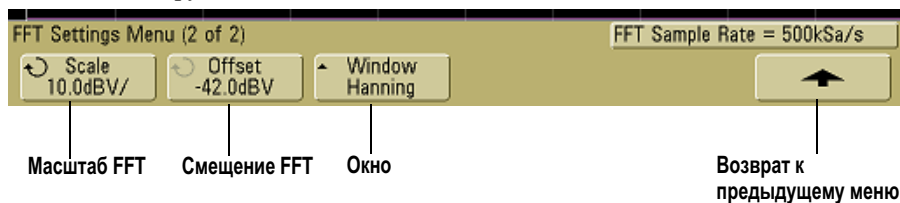
## Использование функции FFT

- 1 Нажмите кнопку **Math**, нажмите программную кнопку **FFT** (БПФ), а затем нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), чтобы открыть меню FFT.



- **Source** (Источник) — выбор источника для функции FFT. Этот источник может быть любым осциллографическим каналом или одной из математических функций:  $1 + 2$ ,  $1 - 2$  и  $1 * 2$ .

- **Span** (Диапазон) — позволяет установить общую ширину видимого на экране спектра функции FFT (от левой до правой границы). Чтобы рассчитать количество герц на 1 деление, разделите диапазон на 10. Можно установить диапазон выше максимально доступной частоты, при которой спектр не будет занимать весь экран. Чтобы установить необходимый диапазон частот экрана, нажмите кнопку **Span** и поверните ручку Entry.
  - **Center** (Средняя) — позволяет установить частоту спектра функции FFT, отображаемую вертикально в центральной части координатной сетки экрана. Можно присвоить параметру Center значение меньше половины диапазона либо выше максимально доступной частоты. В этом случае спектр не будет занимать весь экран. Чтобы установить необходимую среднюю частоту, нажмите кнопку **Center** и поверните ручку Entry.
  - **Preset** (Предустановка) — позволяет установить значения частот для параметров Span и Center, которые обеспечат отображение полного спектра исследуемого сигнала. Максимально доступная частота — это половина эффективной частоты дискретизации функции FFT (БПФ), которая зависит от выбранного значения времени на деление. Частота текущей выборки FFT отображается над программными кнопками.
- 2 Нажмите программную кнопку More FFT (Дополнительно для БПФ) для доступа к дополнительным параметрам функции FFT.



- **Scale** (Масштаб) — позволяет устанавливать произвольные масштабные коэффициенты по вертикали для FFT, выраженные в дБ/дел (децибел/деление). Чтобы изменить масштабный коэффициент для математической функции, нажмите кнопку **Scale** и поверните ручку Entry.

- **Offset** (Смещение) — позволяет устанавливать произвольное смещение для FFT. Значение смещения указано в дБ и обозначается горизонтальной линией сетки в центре экрана. Чтобы изменить смещение для математической функции, нажмите кнопку **Offset** и поверните ручку Entry.

#### Выбор масштаба и смещения

Если масштаб и смещение FFT не были изменены вручную, при повороте ручки изменения скорости горизонтальной развертки значения диапазона и средней частоты автоматически изменятся для обеспечения наиболее удобного просмотра полного спектра. Если масштаб и смещение были изменены вручную, при повороте ручки изменения скорости развертки значения диапазона и средней частоты не будут изменяться, что позволит более подробно рассмотреть определенную частоту. При нажатии программной кнопки **Preset** (Предустановка) FFT автоматически изменится масштаб сигнала, а диапазон и средняя частота снова будут соответствовать скорости горизонтальной развертки.

- **Window** (Окно) — позволяет выбрать окно для отображения входного сигнала функции FFT:
  - **Hanning** (Хеннинг) — позволяет выбрать окно Хеннинга для проведения точных частотных измерений или разделения двух близко расположенных частот.
  - **Flat Top** (Плоская вершина) — позволяет выбрать окно для точных амплитудных измерений пиковых значений частоты.
  - **Rectangular** (Прямоугольное) — позволяет выбрать окно с хорошим частотным разрешением и высокой погрешностью измерения амплитуды (только при отсутствии утечек). Рекомендуется использовать для самокадрирующихся сигналов, таких как псевдослучайные шумы, импульсы, всплески синусоид и затухающие синусоиды.
- 3 Для измерения курсоров нажмите кнопку **Cursors** (Курсоры) и установите для программной кнопки **Source** (Источник) значение **Math** (Математическая функция).

Используйте курсоры X1 и X2 для измерения значений частоты и разницы между двумя значениями частоты ( $\Delta X$ ). Используйте курсоры Y1 и Y2 для измерения амплитуды в дБ и разницы амплитуды ( $\Delta Y$ ).

- 4 Для выполнения других измерений нажмите кнопку **Quick Meas** (Быстрое измерение) и установите для программной кнопки **Source** (Источник) значение **Math** (Математическая функция).

Можно выполнять измерение двойной амплитуды, максимального, минимального и среднего значения в дБ для сигнала БПФ. Можно также определить значение частоты при первом появлении максимального значения сигнала с помощью измерения X at Max.

Следующий спектр БПФ был получен при подключении сигнала для компенсации пробника на лицевой панели (~1,2 кГц) к каналу 1. Установите коэффициент развертки 5 мс/дел, чувствительность по вертикали 500 мВ/дел, единицы/дел 10 дБВ, смещение -34,0 дБВ, среднюю частоту 5,00 кГц, диапазон частоты 10,0 кГц и выберите окно Хеннинга.



Рис. 25 Измерения БПФ

### Советы по измерению БПФ

Количество точек, получаемых для записи БПФ, — 1000. При максимальном диапазоне частот отображаются все точки. При отображении спектра БПФ элементы управления диапазоном частот и средней частотой используются во многом аналогично элементам управления анализатора спектра для более подробного изучения необходимой частоты. Поместите необходимую часть сигнала в центр экрана и уменьшите диапазон частот, чтобы увеличить разрешение. При уменьшении диапазона снизится количество показанных точек и изображение будет увеличено.

При отображении спектра FFT используйте кнопки **Math** и **Cursors** для переключением между функциями измерений и элементами управления частотой в меню FFT.

При уменьшении эффективной частоты выборки путем выбора более низкой скорости развертки увеличится разрешение низкой частоты при отображении БПФ, а также возрастет вероятность появления наложения. Разрешение БПФ — это эффективная частота дискретизации, деленная на количество точек в БПФ. Фактическое разрешение экрана не будет таким же точным, так как форма окна будет ограничивающим фактором для возможности БПФ разрешать две расположенные рядом частоты. Чтобы протестировать способность БПФ разрешать две расположенные рядом частоты, можно проверить боковые полосы амплитудной синусоидальной волны.

Для обеспечения наибольшей точности по вертикали при измерении пиков соблюдайте следующие рекомендации.

- Убедитесь, что правильно настроен коэффициент пробника. Коэффициент пробника устанавливается в меню Channel (Канал), если объектом является канал.
- Установите такую частоту источника, чтобы входной сигнал находился почти на полном экране, но не был обрезан.
- Используйте окно с плоской вершиной.
- Установите чувствительность БПФ на чувствительный диапазон, такой как 2 дБ/деление.

Для обеспечения наибольшей точности частоты в пиках соблюдайте следующие рекомендации.

- Используйте окно Хеннинга.
- С помощью меню Cursors (Курсоры) поместите курсор X на необходимую частоту.
- Настройте диапазон частот для оптимального размещения курсора.
- Вернитесь в меню Cursors и отрегулируйте курсор X.

Для получения дополнительной информации об использовании БПФ см. замечание по применению Agilent № 243, «The Fundamentals of Signal Analysis» (Основы анализа сигналов) по адресу: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.  
Дополнительная информация также содержится в главе 4 книги «Spectrum and Network Measurements» (Измерения спектра и сети), автор Роберт А. Витте (Robert A. Witte).



## Измерения с помощью курсоров

Можно измерять данные сигналов с помощью курсоров. Курсоры представляют собой горизонтальные и вертикальные метки, которые графически показывают значения параметров по оси X (обычно время) и по оси Y (обычно напряжение) на выбранном источнике сигнала (канал или математическая функция). С помощью ручки Entry можно изменять положение курсоров на экране. После нажатия кнопки **Cursors** (Курсоры) она будет светиться и курсоры будут включены. Для выключения курсоров нажмите кнопку еще раз (подсветка должна погаснуть) или нажмите кнопку **Quick Meas** (Быстрое измерение).

Иногда курсоры могут находиться за пределами экрана. Если после установки курсора он вышел за пределы экрана в результате прокрутки и масштабирования сигнала, его значение не изменится. Если снова выполнить прокрутку, курсор будет находиться в исходном положении.

### Измерение с помощью курсоров

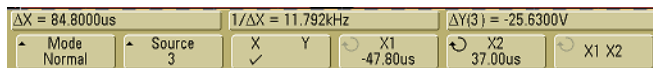
Краткое описание выполнения измерения с помощью курсоров приведено на [стр. 75](#).

Ниже описано использование кнопки **Cursors** (Курсоры) на лицевой панели. С помощью курсоров можно выполнять произвольные измерение параметров по напряжению или времени для сигнала.

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Нажмите кнопку **Cursors** (Курсоры), а затем нажмите программную кнопку **Mode** (Режим).

На программных кнопках отображается информация о курсорах X и Y. В строке над программными кнопками отображается  $\Delta X$ ,  $1/\Delta X$ ,  $\Delta Y$ , а также двоичные и шестнадцатеричные значения. Доступно три режима измерения.

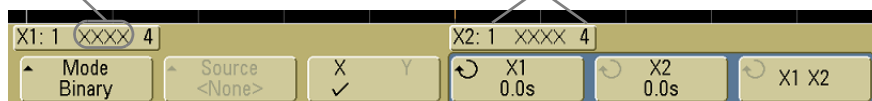
- **Normal** (Нормальный) — отображаются значения  $\Delta X$ ,  $1/\Delta X$  и  $\Delta Y$ .  $\Delta X$  — это разница между курсорами X1 и X2, а  $\Delta Y$  — это разница между курсорами Y1 и Y2.



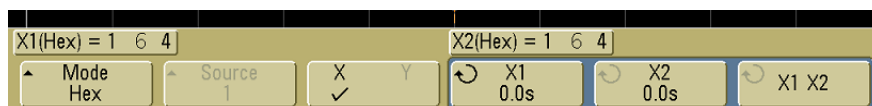
- **Binary** (Двоичные) — для всех выбранных каналов при текущем положении курсоров X1 и X2 значения логических уровней отображаются непосредственно над программными кнопками в двоичном формате.

Значения курсора X1 для каналов с 1 по 4

Левый разряд соответствует каналу 1, правый разряд соответствует каналу 4



- **Hex** (Шестнадцатеричные) — для всех выбранных каналов при текущем положении курсоров X1 и X2 значения логических уровней отображаются непосредственно над программными кнопками в шестнадцатеричном формате.



В шестнадцатеричном и двоичном режимах логические уровни могут быть показаны как логическая 1 (выше уровня запуска), логический 0 (ниже уровня запуска), неопределенное состояние ( $\updownarrow$ ) или X (безразличное состояние). В двоичном режиме выключенный канал отображается как X. В шестнадцатеричном режиме выключенный канал интерпретируется как 0.

- 3 Нажмите программную кнопку **Source** (Источник), чтобы выбрать осциллографический канал или математическую функцию, для которой курсоры по оси Y будут отображать результаты измерений.

Источник в режиме **Normal** может быть любым осциллографическим каналом или одной из математических функций. При выборе двоичного или шестнадцатеричного режима кнопка **Source** будет отключена, так как отображаются двоичные или шестнадцатеричные уровни для всех каналов.

#### 4 Выбирайте программные кнопки X и Y для выполнения измерения.

- **X Y** — нажмите эту программную кнопку, чтобы выбрать курсор по оси X или Y для его настройки. Курсор, назначенный для ручки Entry, отображается ярче, чем другие курсоры.

Курсоры X — это вертикальные пунктирные линии, которые перемещаются по горизонтальной оси и обычно показывают временной интервал относительно момента запуска. Когда в качестве источника используется математическая функция FFT (БПФ), курсоры по оси X показывают частоту.

Курсоры Y — это горизонтальные пунктирные линии, которые перемещаются по вертикальной оси и обычно показывают вольты или амперы в зависимости от значения параметра **Probe Units** (Единицы измерения) канала. Когда в качестве источника используется математическая функция, единицы измерения соответствуют выбранной математической функции.

- **X1** и **X2** — курсор X1 (вертикальный пунктир с короткими линиями) и курсор X2 (вертикальный пунктир с длинными линиями) устанавливаются по горизонтальной оси и показывают временной интервал относительно момента запуска для всех типов источников, кроме функции FFT (частота отображается на экране). В горизонтальном режиме XY курсоры X показывают значения в канале 1 (вольты или амперы). Значения курсоров для выбранного источника сигнала указываются для кнопок X1 и X2.

Разница между курсорами X1 и X2 ( $\Delta X$ ) и  $1/\Delta X$  отображается в отдельной строке над программными кнопками или в соответствующей области экрана при выборе какого-либо меню.

При нажатии соответствующей кнопки ручка Entry позволяет настраивать курсор X1 или X2.

- **Y1 и Y2** — курсоры Y1 (горизонтальный пункир с короткими линиями) и Y2 (горизонтальный пункир с длинными линиями) устанавливаются по вертикальной оси и показывают значения относительно уровня земли, кроме функций FFT, в которых значения приведены относительно 0 дБ. В горизонтальном режиме XY курсоры Y показывают значения в канале 2 (вольты или амперы). Значения курсоров для выбранного источника сигнала указываются для кнопок Y1 и Y2.

Разница между курсорами Y1 и Y2 ( $\Delta Y$ ) отображается в отдельной строке над программными кнопками или в соответствующей области экрана при выборе какого-либо меню.

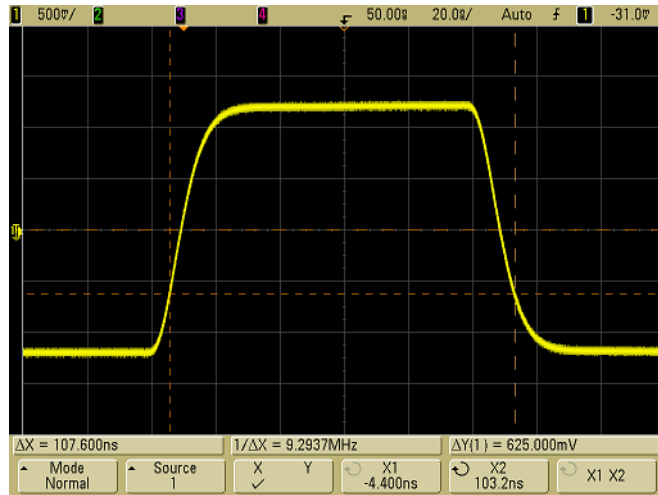
При нажатии соответствующей кнопки ручка Entry позволяет настраивать курсор Y1 или Y2.

- **X1 X2** — эта программная кнопка позволяет настроить курсоры X1 и X2 вместе с помощью ручки Entry. При этом значение  $\Delta X$  изменяться не будет.

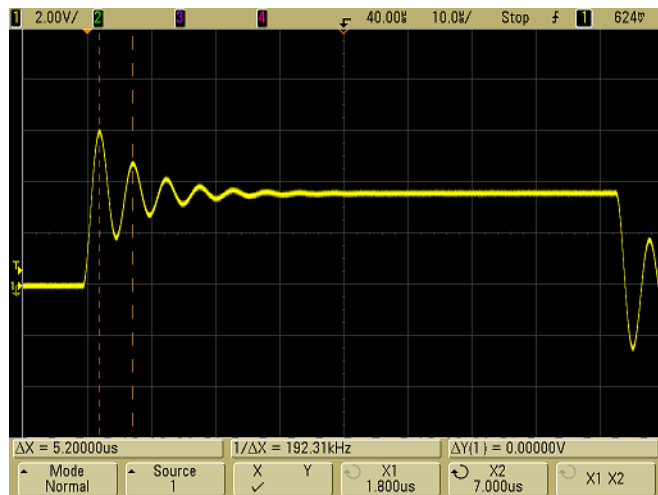
Возможно одновременное изменение положения курсоров X для контроля ширины импульсов в длинной последовательности импульсов.

- **Y1 Y2** — эта программная кнопка позволяет настроить курсоры Y1 и Y2 вместе с помощью ручки Entry. При этом значение  $\Delta Y$  изменяться не будет.

## Примеры курсоров

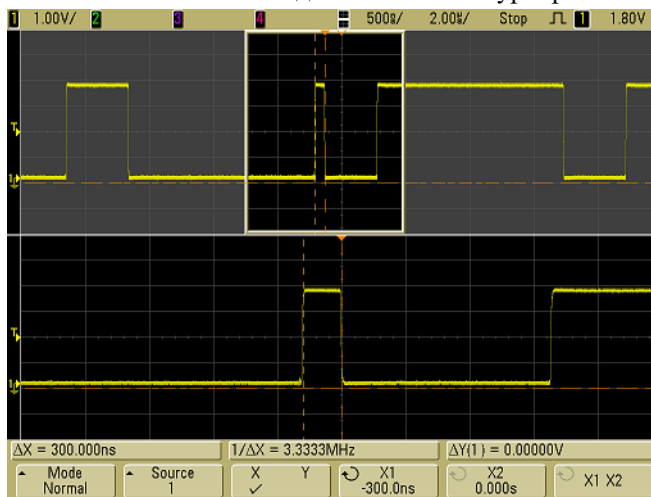


**Рис. 26** Курсоры измеряют ширину импульса, отличную от средних пороговых точек сигнала



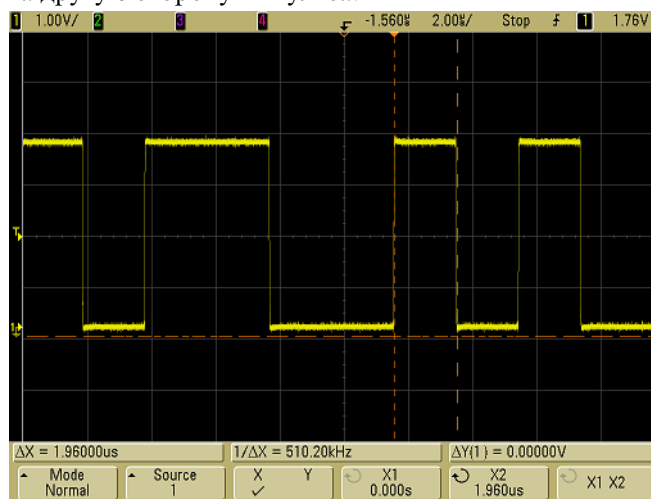
**Рис. 27** Курсоры измеряют частоту «звона» импульса

Расширьте отображение с помощью развертки с задержкой, а затем отметьте необходимое событие курсорами.



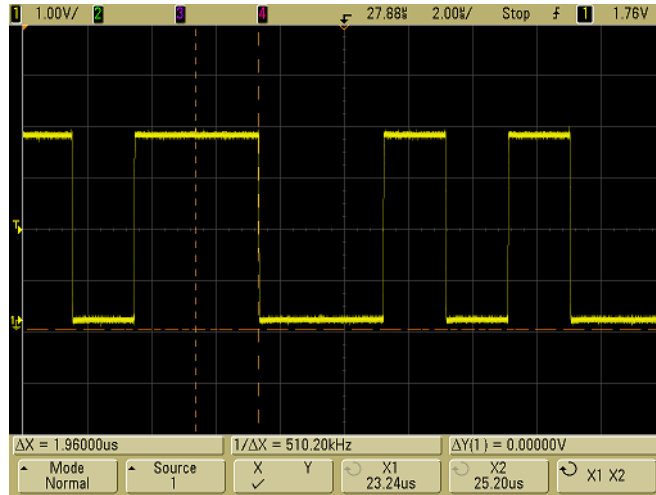
**Рис. 28** Курсоры отслеживают развертку с задержкой

Поместите курсор **X1** на одну сторону импульса, а курсор **X2** — на другую сторону импульса.



**Рис. 29** Измерение ширины импульса с помощью курсоров

Нажмите программную кнопку **X1 X2** и измените положение курсоров для контроля ширины импульсов в длинной последовательности импульсов.



**Рис. 30** Перемещение курсоров вместе для контроля ширины импульсов

## Автоматические измерения

С помощью меню **Quick Meas** (Быстрое измерение) можно выполнять следующие виды измерений.

### Измерение временных параметров

- Частотомер
- Коэффициент заполнения
- Частота
- Период
- Время нарастания
- Время спада
- +Ширина
- – Ширина
- Значение времени, соответствующее максимуму
- Значение времени, соответствующее минимуму

### Фаза и задержка

- Фаза
- Задержка

### Измерение параметров по напряжению

- Среднее значение
- Амплитуда
- Базовое значение
- Максимальное значение
- Минимальное значение
- Двойная амплитуда
- Среднеквадратическое значение
- Стандартное отклонение
- Вершина

### Выброс на переднем и заднем фронте

- Выброс на переднем фронте
- Выброс на заднем фронте



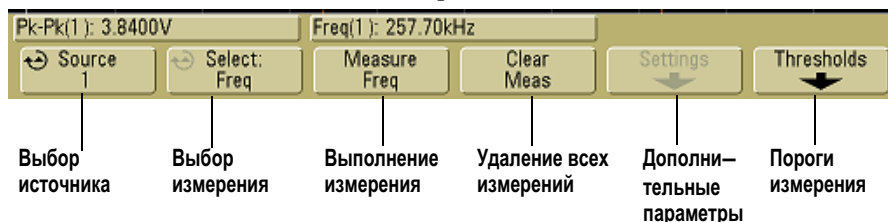
## Выполнение автоматического измерения

Краткое описание выполнения автоматического измерения приведено на [стр. 76](#).

Кнопка **Quick Meas** (Быстрое измерение) используется для автоматических измерений сигналов на любом канале или сигналов, обработанных выбранной математической функцией. Результаты четырех последних измерений отображаются в отдельной строке, расположенной над программными кнопками, либо в области экрана, когда выбрано какое-либо меню. Кнопка Quick Meas также позволяет выполнять измерения остановленных сигналов при их прокрутке или масштабировании.

В этом режиме включены курсоры, используемые для выделения последней измеренной части сигнала (крайнее правое положение линии измерения).

- 1 Нажмите кнопку **Quick Meas**, чтобы отобразить меню автоматического измерения.



- 2 Нажмите кнопку **Source** (Источник), чтобы выбрать канал или математическую функцию для проведения быстрых измерений.

Для измерений доступны только отображаемые на экране каналы и математические функции. При выборе неправильного канала для измерения по умолчанию будет использоваться ближайший в списке доступный источник.

Если необходимая для измерений часть сигнала отсутствует на экране или отображается недостаточно четко, будет показано сообщение «No Edges», «Clipped», «Low Signal», «< value», «> value» или аналогичное, указывающее на то, что измерение может быть ненадежным.

- 3 Программируемая кнопка **Clear Meas** (Очистить измерения) позволяет остановить процесс измерений и удалить результаты из строки, расположенной над программными кнопками.

При повторном нажатии кнопки **Quick Meas** по умолчанию будут активны измерения Frequency (Частота) и Peak–Peak (Двойная амплитуда).

- 4 Нажмите программную кнопку **Select** (Выбор) и поверните ручку Entry для выбора необходимого измерения.
- 5 Будет доступна программная кнопка **Settings** (Параметры) для выполнения дополнительной настройки некоторых измерений.
- 6 Чтобы выполнить измерение, нажмите программную кнопку **Measure** (Измерение).
- 7 Чтобы выключить режим **Quick Meas**, нажмите кнопку **Quick Meas** еще раз (подсветка должна погаснуть).

### Установка порогов измерения

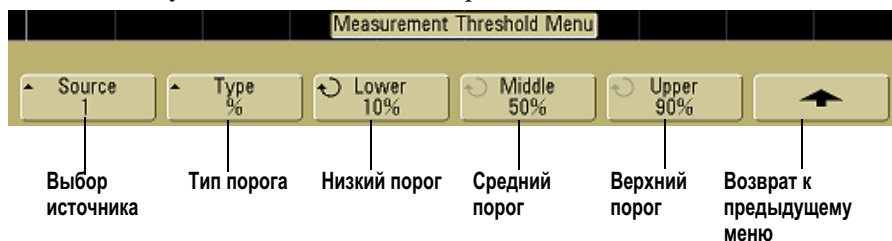
Установка порогов измерения определяет вертикальные уровни, где будут выполняться измерения осциллографического канала.

**Изменение выбранных по умолчанию порогов может привести к изменению результатов измерения**

Стандартными значениями для низкого, среднего и высокого порогов являются 10 %, 50 % и 90 % от значения между вершиной и основанием. Изменение этих стандартных значений может привести к изменению результатов измерений для параметров Average, Delay, Duty Cycle, Fall Time, Frequency, Overshoot, Period, Phase, Preshoot, Rise Time, RMS, +Width и –Width.

- 1 Для установки порогов измерения осциллографического канала нажмите программную кнопку **Thresholds**(Пороги) в меню **Quick Meas** (Быстрое измерение).
- 2 Программная кнопка **Source** (Источник) позволяет выбрать осциллографический канал (источник сигнала), для которого необходимо изменить пороги измерения.

Каждому осциллографическому каналу можно присвоить уникальные значения порогов.



- 3 Программная кнопка **Type** (Тип) позволяет задать пороги измерения в процентах между вершиной и основанием (%) либо в виде абсолютной величины (**Absolute**).
- Процентные значения порогов можно задавать в диапазоне от 5 % до 95 %.
  - Единицы измерения порогов каждого канала в виде абсолютной величины задаются в меню пробника канала.

#### Сведения о порогах в виде абсолютной величины

- Абсолютные значения порогов зависят от масштабирования канала, коэффициента деления пробника и единиц измерения. Всегда задавайте эти значения перед установкой абсолютных значений порогов.
- Минимальное и максимальное значения порогов ограничены экранными значениями.
- Если какое-либо из абсолютных значений порога выше или ниже минимального или максимального значения сигнала, измерение может быть неправильным.

- 4 Чтобы задать нижнее значение порога измерения, нажмите кнопку **Lower** (Нижнее) и поверните ручку Entry.

Если нижнее значение будет увеличено таким образом, что превысит среднее значение, то среднее значение будет автоматически увеличено таким образом, чтобы оно было больше нижнего значения. По умолчанию нижний порог имеет значение 10 % или 800 мВ.

Если параметр **Type** имеет значение %, нижнему порогу можно присвоить значение от 5 % до 93 %.

- 5 Чтобы задать среднее значение порога измерения, нажмите кнопку **Middle** (Среднее) и поверните ручку Entry.

Среднее значение зависит от значений, заданных для нижнего и верхнего порогов. По умолчанию средний порог имеет значение 50 % или 1,20 В.

- Если параметр **Type** имеет значение %, среднему порогу можно присвоить значение от 6 % до 94 %.

- 6 Чтобы задать верхнее значение порога измерения, нажмите кнопку **Upper** (Верхнее) и поверните ручку Entry.

Если верхнее значение будет уменьшено таким образом, что станет меньше среднего значения, то среднее значение будет автоматически уменьшено таким образом, чтобы оно было меньше верхнего значения. По умолчанию верхний порог имеет значение 90 % или 1,50 В.

- Если параметр **Type** имеет значение %, верхнему порогу можно присвоить значение от 7 % до 95 %.

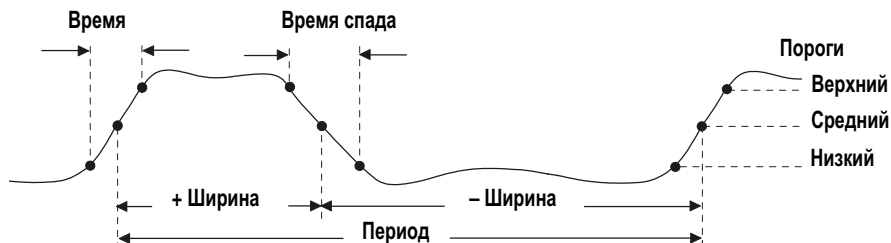
## Измерение временных параметров

### Измерения БПФ

При выполнении измерения **X at Max** (Время, соответствующее максимуму) или **X at Min** (Время, соответствующее минимуму) для математической функции БПФ, результат будет получен в герцах. Для математических функций БПФ нельзя выполнять другие автоматические измерения, связанные со временем. Для выполнения других измерений в БПФ используйте курсоры.

Стандартными значениями для низкого, среднего и высокого порогов являются 10 %, 50 % и 90 % от значения между вершиной и основанием. Информацию о других параметрах порогов в процентах и абсолютных значениях см. в разделе «Установка порогов измерения» на стр. 162.

Следующий рисунок демонстрирует точки измерения временных параметров.



### Частотомер

Осциллографы серии 5000А имеют встроенный 5–разрядный аппаратный частотомер, который подсчитывает количество циклов за определенный период времени (называется *время срабатывания*) для измерения частоты сигнала.

Время срабатывания по управляющему входу для измерения частотомером автоматически настраивается на 100 мс или удвоенное текущее временное окно (в зависимости от того, что больше) до 1 секунды.

Измерение частотомером (Counter) позволяет измерять любые частоты в пределах полосы пропускания осциллографа. Минимальная поддерживаемая частота равна  $1/(2 \times \text{время срабатывания})$ .

Аппаратный частотомер использует выходной сигнал блока сравнения запуска. Следовательно, необходимо правильно установить подсчитанный уровень запуска канала. Курсор Y показывает пороговый уровень, используемый для измерения.

В качестве источника может быть выбран любой канал, кроме Math.

Одновременно может быть показано только одно измерение частотомером.

### Коэффициент заполнения

Программируемая кнопка Duty Cycle задает коэффициент заполнения повторяющейся серии импульсов, т.е. процентное отношение ширины положительного импульса к периоду.

Курсоры по оси X показывают период времени, в течение которого проводилось измерение. Курсор по оси Y обозначает среднюю пороговую точку.

$$\text{Duty cycle} = \frac{\text{Width}}{\text{Period}} \times 100$$

### Частота

Частота определяется соотношением 1/период. Период — это время между пересечениями среднего порога двумя последовательными перепадами одной полярности. Для исключения влияния небольших пульсаций этот сигнал также должен проходить через нижний и верхний пороги. Курсоры по оси X обозначают измеренный участок сигнала. Курсор по оси Y обозначает среднюю пороговую точку.

**Изоляция события для измерения частоты** На следующем рисунке показано, как использовать развертку с задержкой для изоляции события при измерении частоты. Если измерение нельзя выполнить в режиме с задержкой по времени, используется главная временная развертка. Если сигнал обрезан, измерение нельзя будет выполнить.

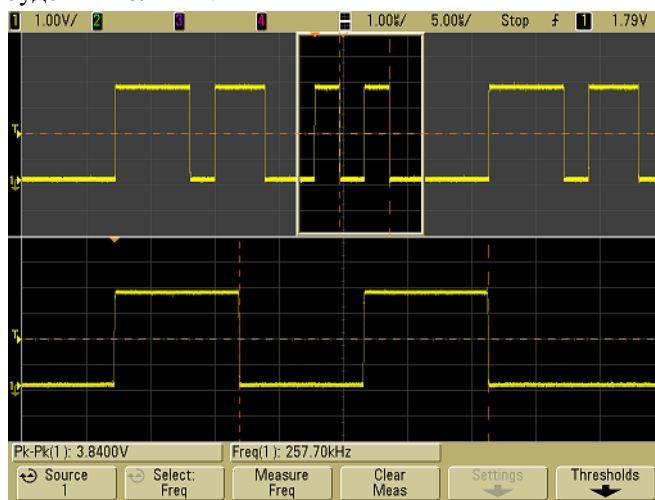


Рис. 31 Изоляция события для измерения частоты

### Период

Период (Period) — это период полного цикла сигнала. Это время измеряется между пересечениями среднего порога двумя последовательными перепадами одной полярности. Для исключения влияния небольших пульсаций этот сигнал также должен проходить через нижний и верхний пороги. Курсоры по оси X обозначают измеренный участок сигнала. Курсор по оси Y обозначает среднюю пороговую точку.

### Время спада

Время спада сигнала (Fall Time) — это интервал между переходом верхнего и нижнего порогов спадающего перепада сигнала. Курсор по оси X обозначает измеренный участок перепада. Для получения максимальной точности измерений устанавливайте наиболее высокий коэффициент развертки, при которой полный спадающий перепад сигнала остается на экране. Курсоры по оси Y обозначают нижнюю и верхнюю пороговые точки.

### Время нарастания

Время нарастания сигнала (Rise Time) — это интервал между переходом нижнего и верхнего порогов нарастающего перепада сигнала. Курсор по оси X обозначает измеренный участок перепада. Для получения максимальной точности измерений устанавливайте наиболее высокий коэффициент развертки, при котором полный нарастающий перепад сигнала остается на экране. Курсоры по оси Y обозначают нижнюю и верхнюю пороговые точки.

### + Ширина

+ Ширина (+ Width) — это интервал времени от среднего порога нарастающего перепада сигнала до среднего порога следующего спадающего перепада. Курсор по оси X обозначает измеренный импульс. Курсор по оси Y обозначает среднюю пороговую точку.

### – Ширина

– **Ширина** (– Width) — это интервал времени от среднего порога спадающего перепада сигнала до среднего порога следующего нарастающего перепада. Курсор по оси X обозначает измеренный импульс. Курсор по оси Y обозначает среднюю пороговую точку.

### Значение времени, соответствующее максимуму

Значение времени, соответствующее максимуму (**X at Max**) — это значение по оси X (обычно время), измеренное при первом появлении максимального уровня в левой части экрана. Если сигнал периодический, положение максимального уровня может изменяться в пределах сигнала. Курсор по оси X обозначает положение текущего измеренного значения функции.

Чтобы измерить пиковое значение БПФ, выполните следующее.

- 1 Выберите **FFT** (БПФ) в качестве математической функции в меню **Math** (Математические функции).
- 2 Выберите **Math** в качестве источника в меню **Quick Meas** (Быстрое измерение).
- 3 Выберите измерения **Maximum** (Максимум) и **X at Max** (Время, соответствующее максимуму).

Единицы измерения **Maximum** — дБ, а **X at Max** — герцы для БПФ.

### Значение времени, соответствующее минимуму

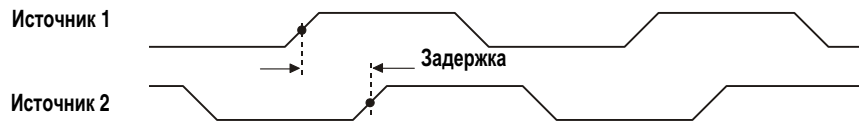
Значение времени, соответствующее минимуму (**X at Min**) — это значение по оси X (обычно время), измеренное при первом появлении минимального уровня в левой части экрана. Если сигнал периодический, положение минимального уровня может изменяться в пределах сигнала. Курсор по оси X обозначает положение текущего измеренного значения функции.



## Измерения задержки и фазы

### Задержка

Программная кнопка Delay позволяет измерить интервал времени между выбранными перепадами источника 1 и источника 2, ближайшими к контрольной точке запуска для средних пороговых точек сигнала. Отрицательные значения задержки указывают на то, что выбранный перепад источника 1 появляется позже выбранного перепада источника 2.



- 1 Нажмите **Quick Meas**→**Select** и выберите **Delay** (Задержка). Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), чтобы выбрать каналы-источники и перепад для измерения задержки.

При использовании выбранного по умолчанию значения измерение выполняется от нарастающего перепада канала 1 до нарастающего перепада канала 2.

- 2 Чтобы выполнить измерение, нажмите программную кнопку **Measure Delay** (Измерить задержку).

Приведенный ниже пример демонстрирует измерение задержки между нарастающим перепадом канала 1 и нарастающим перепадом канала 2.

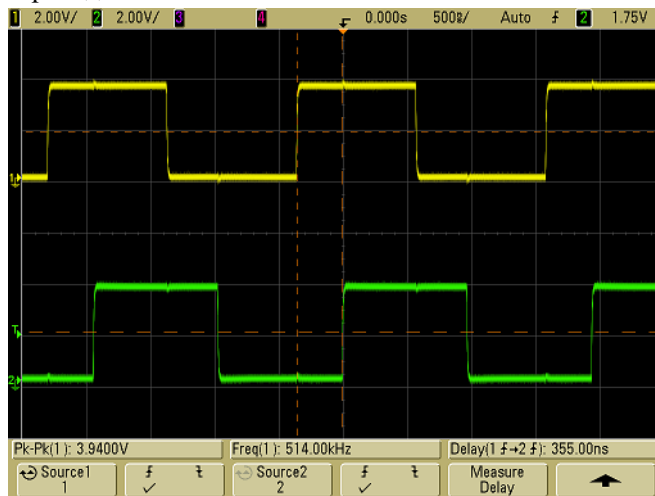


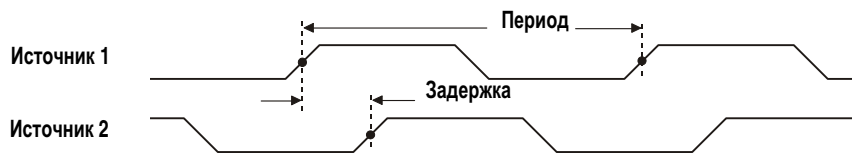
Рис. 32 Измерение задержки

### Фаза

Программная кнопка Phase позволяет вычислить сдвиг фаз между источниками 1 и 2, выраженный в градусах.

Отрицательные значения сдвига фаз указывают на то, что нарастающий перепад источника 1 появляется позже нарастающего перепада источника 2.

$$\text{Phase} = \frac{\text{Delay}}{\text{Source 1 Period}} \times 360$$



- 1 Нажмите программную кнопку **Settings** (Параметры), чтобы выбрать каналы–источники 1 и 2 для измерения фазы.

При использовании значения по умолчанию измерение выполняется от канала 1 до канала 2.

Приведенный ниже пример демонстрирует измерение фазы между каналом 1 и математической функцией d/dt на канале 1.

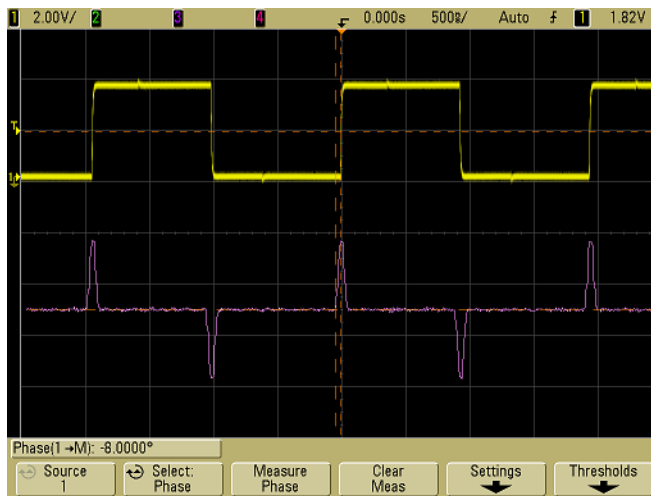


Рис. 33 Измерение фазы

## Измерение параметров по напряжению

В качестве единиц для каждого входного канала можно выбрать вольты или амперы с помощью программной кнопки **Probe Units** (Единицы измерения) соответствующего канала. Единицы шкалы **U** (не определено) будут отображаться для математической функции 1–2,  $d/dt$  и  $\int dt$  при выборе 1–2 или 1+2 в качестве источника, если для каналов 1 и 2 установлены различные единицы с помощью программной кнопки канала **Probe Units** (Единицы измерения).

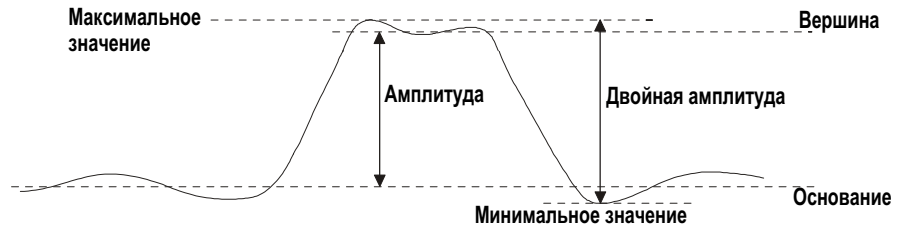
### Математические измерения и единицы

Для математической функции БПФ можно выполнять только автоматические измерения Peak–Peak, Maximum, Minimum, Average, X at Min и X at Max. Информацию об измерениях для функций БПФ X at Max и X at Min см. в разделе «Автоматическое измерение времени». Для выполнения других измерений в БПФ используйте курсоры. Любые измерение параметров по напряжению можно выполнять для других математических функций. Единицы результата:

FFT:	дБ* (децибел)
1 * 2:	$V^2$ , $A^2$ или Вт (вольтампер)
1 – 2:	V (вольты) или A (амперы)
$d/dt$ :	V/c или A/c (В/сек. или А/сек. )
$\int dt$ :	Vc или Ac (В–сек. или А–сек.)

\* Когда источником БПФ является канал 1, 2, 3 или 4, в качестве единиц БПФ будут использоваться дБВ, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала  $1\text{ м}\Omega$ . В качестве единиц FFT будут использоваться дБм, если для канала установлены вольты и задан импеданс канала  $50\Omega$ . В качестве единиц FFT будет использоваться дБ для всех других источников FFT, а также при выборе ампер в качестве единиц канала источника.

Следующий рисунок демонстрирует точки измерения параметров по напряжению.



### Амплитуда

Амплитуда сигнала (Amplitude) — это разница между значениями вершины и основания. Курсоры по оси Y обозначают измеренные значения.

### Среднее значение

Среднее значение (Average) — это сумма выборок сигнала, деленная на количество выборок в течение одного или более полных периодов. Если на экране отображается менее одного периода, среднее значение вычисляется на полной ширине экрана. Курсоры по оси X обозначают измеренный участок сигнала.

$$\text{Average} = \frac{\sum x_i}{n}$$

где  $x_i$  = значение в  $i$  измеряемой точке  
 $n$  = количество точек в интервале измерения

### Основание

Основание (Base) — это наиболее общее значение, измеренное в нижней части сигнала. Если это значение точно не определено, параметр Base равен параметру Minimum. Курсор по оси Y обозначает измеренное значение.

**Максимальное значение**

Максимальное значение (Maximum) — это максимальный уровень отображаемого сигнала. Курсор по оси Y обозначает измеренное значение.

**Минимальное значение**

Минимальное значение (Minimum) — это минимальный уровень отображаемого сигнала. Курсор по оси Y обозначает измеренное значение.

**Двойная амплитуда**

Двойная амплитуда (Peak–Peak) — это разница между значениями Maximum и Minimum. Курсоры по оси Y обозначают измеренные значения.

**Среднеквадратическое**

Среднеквадратическое значение постоянного тока (RMS (DC)) — это среднеквадратическое значение сигнала за один или более полных периодов. Если на экране отображается менее одного периода, среднее значение параметра RMS (DC) вычисляется на полной ширине экрана. Курсоры по оси X обозначают интервал, на котором выполнялись измерения.

$$\text{RMS (dc)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

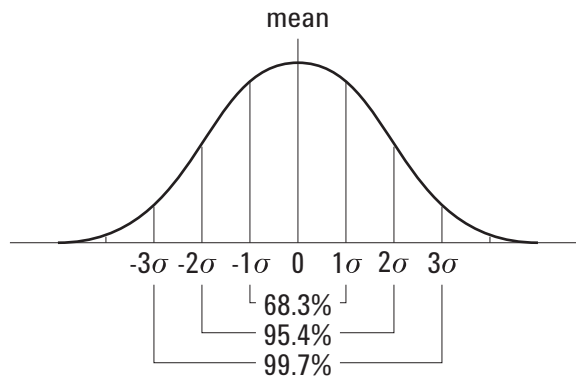
где  $x_i$  = значение в  $i$  измеряемой точке  
 $n$  = количество точек в интервале измерения

**Стандартное отклонение**

Функция измерения стандартного отклонения (Std Deviation) позволяет измерить стандартное отклонение отображаемых значений напряжения. Это измерение RMS по всему экрану с удаленным компонентом DC. Это полезно, например, для измерения шумов источника питания.

Стандартное отклонение при измерении — это величина, на которую измерение отклоняется от среднего значения. Среднее значение (Mean) при измерении — это статистическое среднее значение измерения.

На следующем рисунке графически показаны среднее и стандартное отклонение. Стандартное отклонение обозначается греческой буквой "сигма":  $\sigma$ . Для распределения Гаусса 68,3 % результатов измерений находятся в пределах 2 сигма ( $\pm 1\sigma$ ) от среднего. 99,7 % результатов измерений находятся в пределах 3 сигма ( $\pm 3\sigma$ ).



Среднее значение вычисляется следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

где:

$\bar{x}$  = среднее.

$N$  = количество измерений.

$x_i$  =  $i$ -й результат измерения.

Стандартное отклонение вычисляется следующим образом:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

где:

$\sigma$  = стандартное отклонение.

$N$  = количество измерений.

$x_i$  =  $i$ -й результат измерения.

$\bar{x}$  = среднее.

### Вершина

Вершина (Top) — это наиболее общее значение, измеренное в верхней части сигнала. Если это значение точно не определено, параметр Top равен параметру Maximum. Курсор по оси Y обозначает измеренное значение.

**Изоляция импульса для измерения вершины** На следующем рисунке показано, как использовать развертку с задержкой для изоляции импульса при измерении Top.

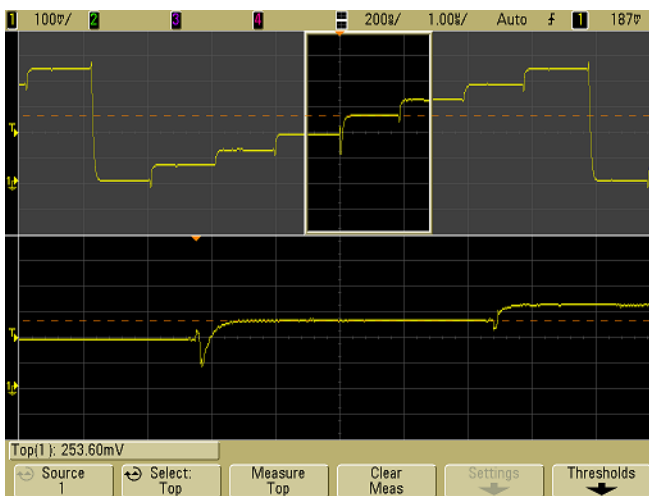


Рис. 34 Изоляция области для измерения вершины



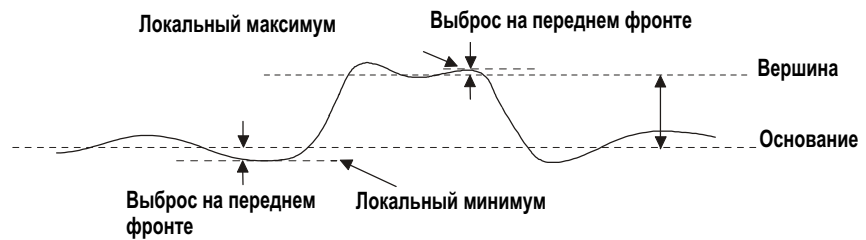
## Измерение выброса на заднем и переднем фронте

### Выброс на переднем фронте

Выброс на переднем фронте (Preshoot) — это выраженное в процентах от параметра Amplitude (Амплитуда) искажение, предшествующее главному перепаду сигнала. Курсоры по оси X обозначают измеренный перепад сигнала (ближайший к контрольной точке запуска).

$$\text{Rising edge preshoot} = \frac{\text{Base} - \text{Local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge preshoot} = \frac{\text{Local Maximum} - \text{Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$



### Выброс на заднем фронте

Выброс на заднем фронте (Overshoot) — это выраженное в процентах от параметра Amplitude (Амплитуда) искажение, следующее за главным перепадом сигнала. Курсоры по оси X обозначают измеренный перепад сигнала (ближайший к контрольной точке запуска).

$$\text{Rising edge overshoot} = \frac{\text{local Maximum} - \text{D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge overshoot} = \frac{\text{Base} - \text{D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

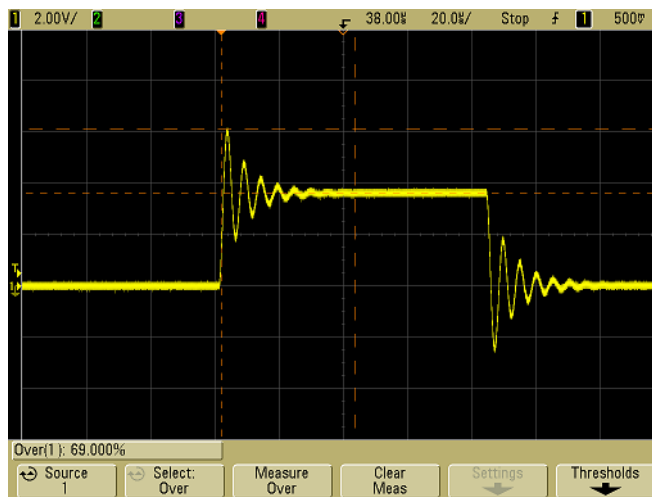
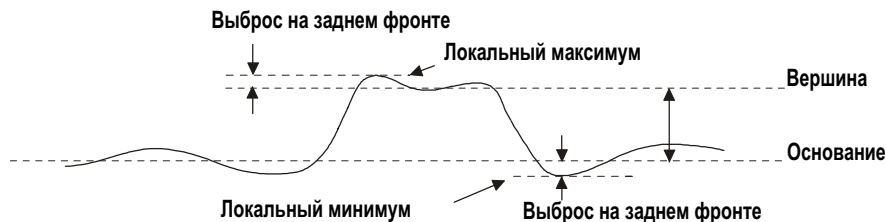
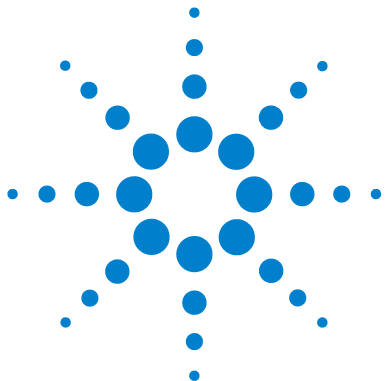


Рис. 35 Автоматическое измерение выброса на заднем фронте



## 5 Отображение данных

- Прокрутка и масштабирование [180](#)
- Защита от наложения сигналов [182](#)
- Использование выхода видеосигнала XGA [182](#)
- Параметры экрана [183](#)
- Изменение яркости для просмотра сведений о сигнале [186](#)
- Режимы сбора данных [188](#)
- Уменьшение случайного шума сигнала [195](#)
- Захват импульсных помех или коротких импульсов с обнаружением пиков и постоянного послесвечения [197](#)
- Работа функции автомасштабирования [200](#)



## Прокрутка и масштабирование

Возможность прокрутки (горизонтальное перемещение) и масштабирования (горизонтальное расширение или сжатие) требуемого сигнала важна, так как более глубокое изучение сигнала может позволить лучше изучить полученный сигнал. Это более глубокое изучение сигнала обычно достигается с помощью просмотра сигнала на разных уровнях абстракции. Может потребоваться просмотреть большое изображение и определенные фрагменты изображения.

Возможность исследования отдельных фрагментов сигнала после получения требуемого сигнала — это преимущество, которое обычно предоставляют цифровые осциллографы. Часто это просто возможность фиксации изображения на экране с целью измерения с помощью курсора или печати изображения экрана. Некоторые цифровые осциллографы опережают осциллографы других моделей благодаря возможности дальнейшего исследования сведений о сигнале после получения с помощью прокрутки и масштабирования сигнала.

Диапазон масштабирования от скорости развертки, используемой для сбора данных, и скорости развертки, используемой для просмотра данных, не имеет ограничений. Однако существует полезное ограничение. Это полезное ограничение является, в своем роде, функцией анализируемого сигнала.

В обычном режиме экрана с выключенными векторами (соединение точек) можно увеличить изображение до точки, в которой нет выборок на экране. Очевидно, это увеличение намного выше полезного ограничения. Подобным образом с включенными векторами можно просмотреть линейную интерполяцию между точками, но и в данном случае существует ограниченное значение.

### **Масштабирование**

На экране будет отображаться изображение относительно хорошего качества, если было сделано горизонтальное увеличение на значение 1000 и вертикальное увеличение на значение 10 для отображения информации о том, откуда был получен сигнал. Помните, что можно производить только автоматические измерения отображаемых данных.

## Прокрутка и масштабирование

- 1 Нажмите кнопку **Run/Stop** (Запустить/Остановить) для остановки сбора данных. Кнопка **Run/Stop** (Запустить/Остановить) начинает светиться красным светом и осциллограф останавливается.
- 2 Поверните ручку скорости развертки для горизонтального масштабирования и ручку Volts/Div. для вертикального масштабирования.

Символ  $\nabla$  в верхней части экрана обозначает точку отсчета времени, в которой было запущено увеличение или уменьшение масштаба.

- 3 Поверните ручку времени задержки ( $\blacktriangleleft$ ), чтобы прокрутить в горизонтальном направлении. Поверните ручку вертикального положения канала ( $\blacklozenge$ ), чтобы прокрутить в вертикальном направлении.

Экран остановленного осциллографа может содержать несколько страниц информации, но только последняя из них доступна для просмотра.

## Установка точки отсчета расширения сигнала

Изменяя коэффициент отклонения осциллографических каналов ручкой Volts/Div, можно увеличить (или сжать) сигнал относительно уровня земли или центра экрана.

**Расширение относительно земли.** Изображение сигнала будет увеличено относительно уровня земли для данного канала. Этот параметр выбирается по умолчанию. Уровень земли сигнала определяется положением значка уровня земли ( $\blacktriangleleft$ ) в левой части экрана. Уровень земли не будет перемещаться при настройке управления коэффициентом отклонения (Volts/Div).

Если уровень земли находится за пределами экрана, то сигнал будет увеличен от верхнего или нижнего края экрана в зависимости от того, где находится значок.

**Расширение относительно центра.** Изображение сигнала будет увеличено относительно центра экрана.

### Установка точки отсчета расширения сигнала

Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Preferences** (Предпочтения) → **Expand** (Расширить) и выберите **Ground** (Земля) или **Center** (Центр).

## Защита от наложения сигналов

На более низкой скорости развертки частота дискретизации уменьшаются, и для снижения вероятности наложения сигналов используется алгоритм отображения составных частей.

По умолчанию защита от наложения сигналов включена. Защиту от наложения сигналов необходимо оставить включенной до возникновения определенной причины для ее выключения.

Если необходимо выключить защиту от наложения сигналов, нажмите **Utilities** (Утилиты) → **Options** (Опции) → **Preferences** (Предпочтения) и нажмите программную кнопку **Antialiasing** (Защита от наложения сигналов), чтобы выключить функцию. Отображаемые сигналы будут в большей мере подвержены наложению.

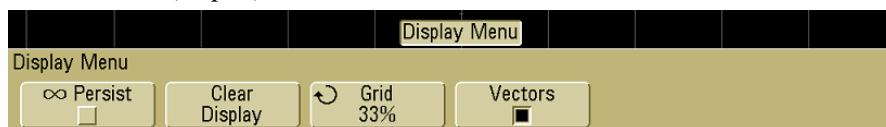
## Использование выхода видеосигнала XGA

Выходной разъем для стандартного видеосигнала XGA находится на задней панели осциллографа. Чтобы просматривать информацию на экране большего размера или на некотором расстоянии от осциллографа, можно подключить монитор.

Встроенный экран осциллографа продолжает работу, даже если подключен внешний экран.

## Параметры экрана

- Нажмите кнопку **Display** (Экран) для просмотра меню Display (Экран).



### Постоянное послесвечение

С функцией постоянного послесвечения осциллограф обновляет экран новыми собранными данными, но не удаляет результаты предыдущих сборов данных. Все предыдущие сборы данных отображаются серым цветом с меньшей яркостью. Новые сборы данных отображаются нормальным цветом с нормальной яркостью. За пределами области экрана послесвечение сигнала не сохраняется.

Постоянное послесвечение используется для измерения шумов и помех, наблюдения экстремальных значений меняющихся сигналов и нарушения синхронизации, а также обнаружения редких событий.

### Использование постоянного послесвечения для отображения нескольких повторяющихся событий

- 1 Подключите источник сигнала к осциллографу
- 2 Нажмите кнопку **Display** (Экран), а затем нажмите кнопку **∞ Persist** (Постоянное послесвечение), чтобы включить постоянное послесвечение. Экран начнет накапливать несколько сборов данных. Накопленные сигналы отображаются серым цветом с меньшей яркостью.
- 3 Нажмите программную кнопку **Clear Display** (Очистить экран), чтобы удалить предыдущие сборы данных.

Осциллограф снова начнет накапливать сбор данных.

- 4 Выключите постоянное послесвечение, а затем нажмите кнопку **Clear Display** (Очистить экран), чтобы вернуть осциллограф в режим нормального экрана.


#### Накапливание нескольких сборов данных

Выключение постоянного послесвечения не приводит к очищению экрана. Это позволяет накопить несколько сборов данных, остановить сборы данных, а затем сравнить будущие сборы данных с сохраненными сигналами.

#### Удаление сохраненных сигналов постоянного послесвечения

Дополнительно к очищению экрана с помощью нажатия программной кнопки **Clear Display** (Очистить экран) экран можно очистить от предыдущих сборов данных. Для этого нажмите кнопку **AutoScale** (Автомасштабирование).

## Яркость сетки

Чтобы отрегулировать яркость координатной сетки, нажмите **Display** (Экран) → **Grid** (Сетка) и с помощью ручки **Entry**  настройте яркость.

## Векторы (соединение точек)

Осциллограф предназначен для оптимальной работы с включенным режимом векторов. В большинстве случаев этот режим обеспечивает наиболее реалистичные модели сигналов.

Если режим включен, функция **Vectors** изображает линию между последовательными точками данных.

- Этот режим придает оцифрованным сигналам вид аналоговых сигналов.
- Режим **Vectors** позволяет наблюдать резкие перепады на сигналах прямоугольного типа.
- Режим **Vectors** позволяет просматривать плохо различимые детали сложных сигналов, как на осциллограмме аналогового осциллографа, даже если подробная информация имеет размер нескольких пикселей.

Осциллограф включает векторы независимо от того, где остановится система сбора данных.



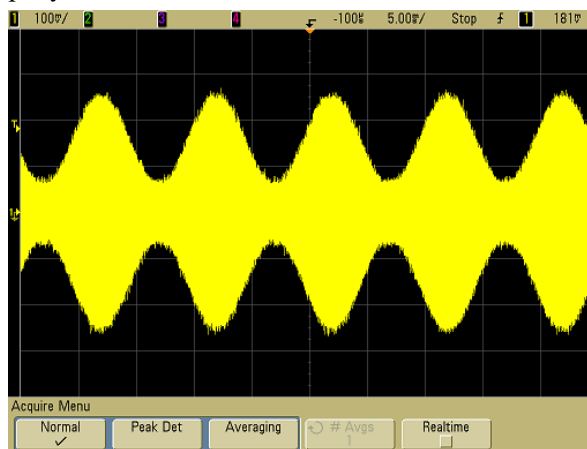
### Использование режима Vectors (меню Display)

Один из наиболее важных параметров экрана, который необходимо установить — черчение векторов (соединение точек) между выборками или простое заполнение сигнала выборками. В некоторой степени это обусловлено личными предпочтениями, но также зависит от сигнала.

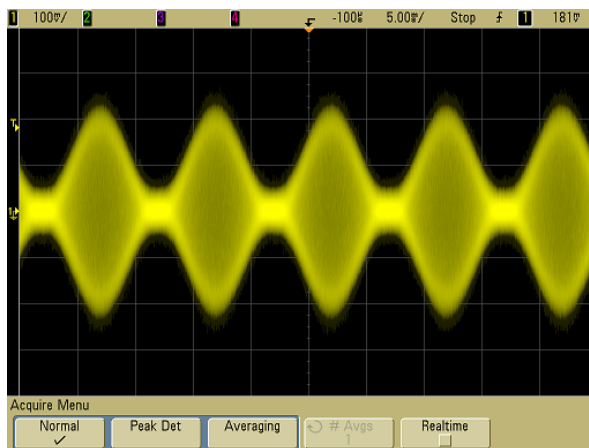
- Возможно, наиболее часто работа с осциллографом будет выполняться со включенным режимом отображения векторов. Сложные аналоговые сигналы, такие как видеосигналы и модулированные сигналы, отображают аналоговую информацию об интенсивности со включенным режимом отображения векторов.
- Выключите режим отображения векторов при отображении сложных или многозначных сигналов. Выключение режима отображения векторов может быть полезным при отображении многозначных сигналов, таких как глазковые диаграммы.
- Включение отображения векторов не замедляет частоту отображения.

## Изменение яркости для просмотра сведений о сигнале

Ручка **Intensity** (Яркость) позволяет настраивать отображаемые сигналы для вычисления различных характеристик, таких как высокие скорости развертки и низкие частоты запуска. Увеличение яркости позволяет просматривать максимальное количество событий возникновения шума и редких событий. При уменьшении интенсивности можно просмотреть более детально сложные сигналы, как показано на следующих рисунках.



**Рис. 36** Амплитудная модуляция с отображением шума при 100-процентной яркости



**Рис. 37** Амплитудная модуляция с отображением шума при 40-процентной яркости

## Режимы сбора данных

Осциллографы серии 5000А имеют следующие режимы сбора данных.

- **Нормальный** — подходит для большинства сигналов (с нормальным сокращением при более низких скоростях развертки, без усреднения).
- **Обнаружение пиков** — подходит для отображения коротких импульсов, которые возникают редко (при более низких скоростях развертки).
- **Усреднение** — подходит для уменьшения шума и увеличения разрешения (при всех скоростях развертки, без ухудшения полосы пропускания или времени нарастания сигнала).
- **Высокое разрешение** — подходит для уменьшения случайного шума (при более низких скоростях развертки).

**Режим выборки** в реальном времени (в котором осциллограф выполняет отображение сигнала на основе выборок, собранных во время одного события запуска) можно выключить или переключить в нормальный режим, режим обнаружения пиков и режим высокого разрешения.

### При более низких скоростях развертки

При более низких скоростях развертки частота дискретизации понижается, так как время сбора данных увеличивается и устройство оцифровки осциллографа выполняет выборки быстрее, чем необходимо для заполнения памяти.

Например, предположим, что устройство оцифровки осциллографа имеет период выборки 1 нс (максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с) и объем памяти 1 Мб. При этой частоте память заполняется за 1 мс. Если время сбора данных составляет 100 мс (10 мс/дел.), только 1 из каждых 100 выборок необходима для заполнения памяти.

### Выбор режима сбора данных

Чтобы выбрать режим сбора данных, нажмите кнопку Acquire (Сбор) на лицевой панели.

## Нормальный режим

В нормальном режиме при более низких скоростях выборки дополнительные выборки удаляются (другими словами, некоторые из них пропускаются). Этот режим обеспечивает наилучшее отображение для большинства сигналов.

## Режим обнаружения пиков

В режиме обнаружения пиков при более низких скоростях развертки минимальные и максимальные выборки сохраняются для захвата редких событий и событий возникновения коротких импульсов (за счет преувеличения любого шума). В этом режиме отображаются все импульсы, которые имеют ширину не менее периода выборки (Таблица 9).

Таблица 9 Модели и частоты выборки осциллографов Agilent серии 5000A

Полоса пропускания	100 МГц	300 МГц	500 МГц
Максимальная частота дискретизации	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с
Выборка выполняется каждые (период выборки)	500 пс	500 пс	250 пс
2-канальные DSO	DSO5012A	DSO5032A	DSO5052A
4-канальные DSO	DSO5014A	DSO5034A	DSO5054A

## Режим высокого разрешения

В режиме высокого разрешения при более низких скоростях выборки дополнительные выборки усредняются для уменьшения случайного шума, при этом на экране отображается более гладкая осциллограмма и эффективно увеличивается разрешение по вертикали.

В режиме высокого разрешения усредняются последовательные точки выборки в пределах одного сбора данных. Дополнительный бит разрешения по вертикали создается для каждого коэффициента из четырех сборов данных. Количество дополнительных битов разрешения по вертикали зависит от значения параметра времени на деление (коэффициент развертки) осциллографа.

Чем ниже коэффициент развертки, тем большее количество выборок усредняется для каждой точки экрана.

Режим высокого разрешения аналогичен режиму усреднения при значении параметра #Averages=1. Однако в режиме высокого разрешения можно включить выборку в реальном времени.

Режим высокого разрешения можно использовать для однократных и повторяющихся сигналов. В этом режиме обновление сигнала не замедляется, так как вычисление выполняется с использованием индивидуальных ASIC технологии MegaZoom. В режиме высокого разрешения полоса пропускания в режиме реального времени осциллографа ограничивается, так как она фактически действует как фильтр нижних частот.

**Таблица 10** Частота выборки, коэффициент развертки, биты разрешения

2 Гвыб/с — частота дискретизации	4 Гвыб/с — частота дискретизации	Биты разрешения (усреднение=1)
≤ 50 нс/дел	≤ 50 нс/дел	8
200 нс/дел	100 нс/дел	9
1 мкс/дел	500 нс/дел	10
5 мкс/дел	2 мкс/дел	11
≥ 20 мкс/дел	≥ 10 мкс/дел	12

## Режим усреднения

Режим усреднения позволяет выполнять усреднение нескольких сборов данных для уменьшения шума и увеличения разрешения по вертикали (при всех скоростях развертки). Для усреднения необходим стабильный сигнал запуска.

Можно установить количество усреднений от 1 до 65536 с приращением степени двойки.

При большем количестве усреднений сильнее уменьшается шум и увеличивается разрешение по вертикали.

Таблица 11 Количество усреднений, биты разрешения

Усреднения	Биты разрешения
2	8
4	9
16	10
64	11
≥ 256	12

Чем больше количество усреднений, тем медленнее отображаемый сигнал реагирует на изменения сигнала. Необходимо выбрать компромиссное решение между быстротой, с которой сигнал реагирует на изменения, и степенью уменьшения отображаемого шума сигнала.

### Использование режима усреднения

- 1 Нажмите кнопку **Acquire** (Собрать), а затем нажимайте программную кнопку **Acq Mode** (Режим сбора), пока не будет выбран режим усреднения (Averaging).
- 2 Нажмите программную кнопку **#Avg** и поверните ручку Entry, чтобы установить количество усреднений, при котором удаление шума из отображаемого сигнала выполняется наилучшим образом. Количество усредняемых сборов данных отображается при нажатии программной кнопки **# Avg**.

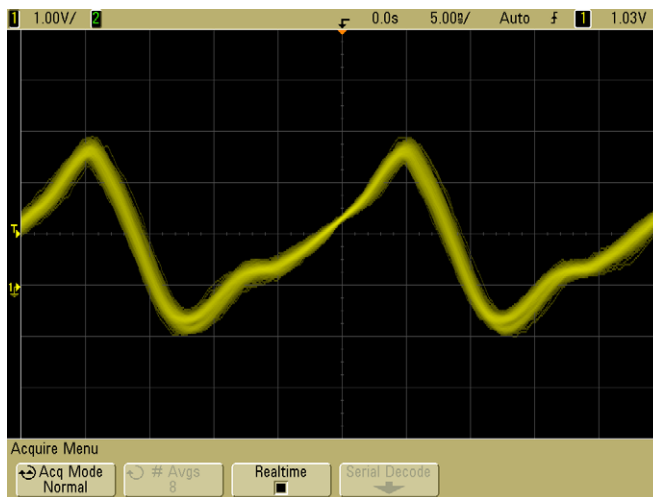


Рис. 38 Случайный шум на отображаемом сигнале

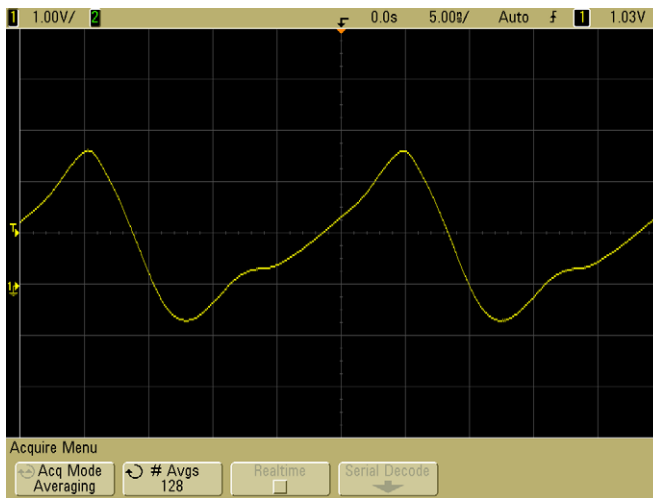


Рис. 39 Для уменьшения случайного шума использовалось 128 усреднений



## Параметр выборки в реальном времени

Выборка в реальном времени обозначает, что осциллограф выполняет отображение сигнала на основе выборок, собранных во время одного события запуска (то есть одного сбора данных).

Используйте выборку в реальном времени для захвата редких сигналов запуска, нестабильных сигналов запуска или сложных изменяющихся сигналов, таких как глазковые диаграммы.

Выборку в реальном времени можно включить в **Normal** режиме сбора данных, в режиме **Peak Detect** или в режиме **High Resolution**. Ее невозможно включить в режиме сбора данных с **Averaging**.

При включенной выборке в реальном времени (по умолчанию):

- Когда в течение времени, отображаемого на экране, может быть собрано менее 1000 выборок, для заполнения и улучшения отображаемого сигнала используется фильтр восстановления.
- При нажатии кнопки **Stop**, прокрутке и масштабировании сигнала с помощью управления по горизонтали и вертикали будет отображаться только последний запущенный сбор данных.

При выключенной выборке в реальном времени:

- Осциллограф выполняет отображение сигнала на основе выборок, собранных во время нескольких сборов данных. В этом случае фильтр восстановления не используется.

### Выборка в реальном времени и полоса пропускания осциллографа

Для точного воспроизведения сигнала частота дискретизации должна быть по крайней мере в 4 раза выше самой высоко-частотной составляющей сигнала. В противном случае воспроизведенный сигнал может быть искажен или могут появиться ложные сигналы. В большинстве случаев это приводит к дрожанию перепадов сигналов.

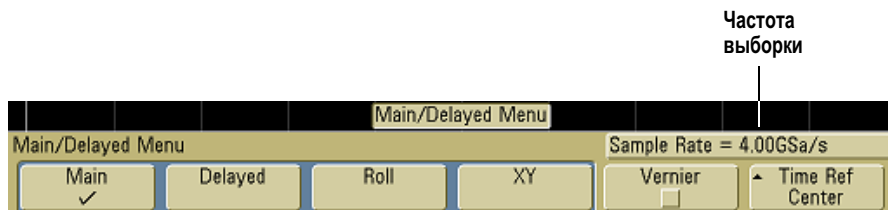
Максимальная частота дискретизации для осциллографов с полосой пропускания 100 МГц и 300 МГц составляет 2 Гвыб/с.

Максимальная частота дискретизации для осциллографов с полосой пропускания 500 МГц составляет 4 Гвыб/с для одного канала в паре каналов. Одну пару каналов составляют каналы 1

и 2, вторую — каналы 3 и 4. Например, частота дискретизации 4-канального осциллографа составляет 4 Гвыб/с, когда включены каналы 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3 или 2 и 4.

Когда оба канала в паре каналов включены, частота дискретизации для всех каналов делится пополам. Например, когда включены каналы 1, 2 и 3, частота дискретизации для всех каналов составляет 2 Гвыб/с.

Чтобы просмотреть частоту выборки, нажмите кнопку **Main/Delayed** (Основной/Задержка) на лицевой панели. Частота выборки отображается в строке над программными кнопками.



## Уменьшение случайного шума сигнала

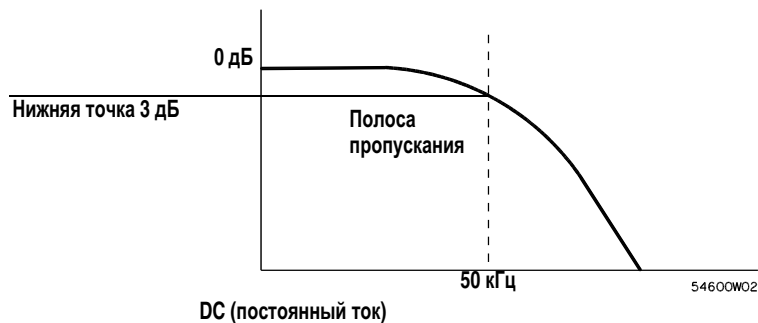
Если измеряемый сигнал содержит шум, можно настроить осциллограф для уменьшения шума на отображаемом сигнале. Во-первых, для стабилизации отображаемого сигнала необходимо удалить шум из цепи запуска. Во-вторых, необходимо уменьшить шум на отображении сигнала.

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Удалите шум из цепи запуска. Для этого включите подавление высоких частот (подавление ВЧ), подавление нижних частот (подавление НЧ) или подавление шума (см. следующие разделы).
- 3 Используйте усреднение (см. [стр. 190](#)) для уменьшения шума на отображении сигнала.

### Подавление ВЧ

Подавление высоких частот (подавление ВЧ) добавляет фильтр нижних частот с точкой 3 дБ для 50 кГц. Подавление ВЧ удаляет из цепи запуска высокочастотные шумы, такие как шумы от радиовещательных станций с амплитудной и частотной модуляцией.

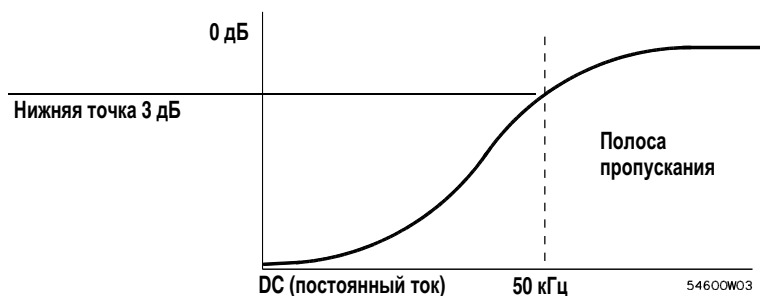
- Нажмите **Mode/Coupling** (Режим/Связь) → **HF Reject** (Подавление ВЧ).



## Подавление НЧ

Подавление нижних частот (подавление НЧ) добавляет фильтр высоких частот с точкой 3 дБ для 50 кГц. Подавление НЧ удаляет из цепи запуска низкочастотные сигналы, такие как шум от сети питания.

- Нажмите **Mode/Coupling** (Режим/Связь) → **Coupling** (Связь) → **LF Reject** (Подавление НЧ).



## Подавление шума

Подавление шума увеличивает полосу гистерезиса запуска. При увеличении полосы гистерезиса запуска уменьшается возможность запуска по шуму. Однако при этом также уменьшается чувствительность запуска, поэтому для запуска осциллографа требуется немного больший сигнал.

- Нажмите **Mode/Coupling** (Режим/Связь) → **HF Reject** (Подавление ВЧ).

## Захват импульсных помех или коротких импульсов с обнаружением пиков и постоянного послесвечения

Импульсная помеха — это быстрое изменение сигнала, которое обычно более короткое, чем сигнал. Режим обнаружения пиков можно использовать для повышения удобства просмотра импульсных помех или коротких импульсов. В режиме обнаружения пиков короткие импульсные помехи и крутые фронты отображаются с большей яркостью, чем в нормальном режиме сбора данных, что позволяет более удобно их просматривать.

Для определения характеристик импульсных помех используйте курсоры или возможности автоматического измерения осциллографа.

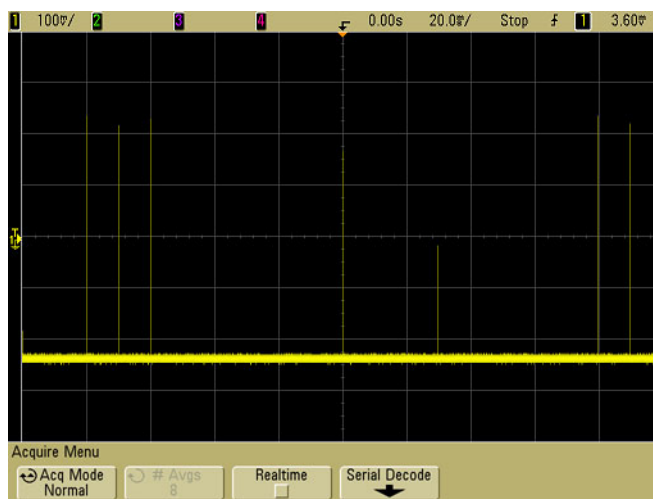


Рис. 40 15 нс, короткий импульс, 20 мс/дел, нормальный режим

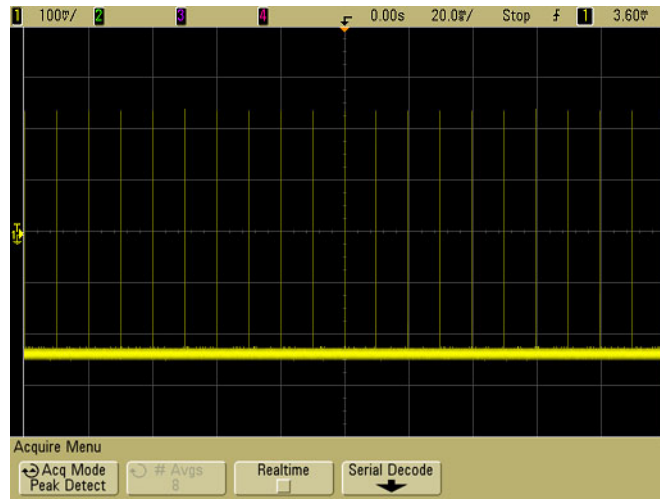


Рис. 41 15 нс, короткий импульс, 20 мс/дел, режим обнаружения пиков

## Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Для поиска импульсных помех нажмите кнопку **Acquire** (Сбор), а затем нажимайте программную кнопку **Acq Mode** (Режим сбора), пока не будет выбран режим **Peak Detect** (Обнаружение пиков).
- 3 Нажмите кнопку **Display** (Отображение), а затем нажмите программную кнопку  $\infty$  **Persist** (Постоянное послесвечение).

Постоянное послесвечение позволяет отобразить на экране новый сигнал, сохраняя предыдущий. Новые точки выборки будут показаны с нормальной яркостью, а предыдущие сборы данных — серым цветом с пониженной яркостью. За пределами области экрана послесвечение сигнала не сохраняется.

Нажмите программную кнопку **Clear Display** (Очистить экран), чтобы удалить ранее собранные точки. На экране будут накапливаться точки, пока кнопка  $\infty$  **Persist** выключена.

- 4 Определение характеристик импульсных помех при развертке с задержкой:
  - a Нажмите кнопку **Main/Delayed** (Основной/Задержка), а затем нажмите программную кнопку **Delayed** (С задержкой).
  - b Чтобы обеспечить лучшее разрешение для импульсных помех, расширьте временную развертку.
  - c Используйте ручку времени горизонтальной задержки ( $\blacktriangleleft$ ) и прокрутите сигнал, чтобы установить расширяемую часть основной развертки вокруг импульсной помехи.

## Работа функции автомасштабирования

Автомасштабирование (AutoScale) автоматически настраивает осциллограф для получения наилучшего отображения входных сигналов, анализируя все сигналы, присутствующие на каждом канале и на входе внешнего запуска.

Автомасштабирование находит, включает и масштабирует канал с повторяющимся сигналом с частотой минимум 50 Гц, коэффициентом заполнения больше 0,5% и двойной амплитудой минимум 10 мВ. Каналы, не удовлетворяющие этим требованиям, отключаются.

В качестве источника запускающего сигнала выбирается первый канал, удовлетворяющий требованиям запуска, начиная с канала внешнего запуска, затем от канала с наибольшим номером до канала с наименьшим номером.

Во время автомасштабирования устанавливается задержка 0,0 секунд, параметр скорости развертки является функцией входного сигнала (около 2 периодов запущенного сигнала на экране), а режим запуска — по перепаду. Векторы остаются в том состоянии, в котором они были до автомасштабирования.

### Отмена автомасштабирования

Нажмите программную кнопку **Undo AutoScale** (Отмена автомасштабирования), чтобы восстановить параметры осциллографа, которые были установлены до нажатия кнопки **AutoScale**.

Это полезно, если кнопка **AutoScale** была нажата случайно или полученные в режиме автомасштабирования значения неприемлемы и необходимо восстановить предыдущие значения параметров.



## Определение каналов, отображаемых после автомасштабирования

Программная кнопка **Channels** (Каналы) определяет, какие каналы будут отображаться при нажатии кнопки **Autoscale**.

- **All Channels** (Все каналы) — при следующем нажатии кнопки **AutoScale** будут показаны все каналы, удовлетворяющие требованиям функции **Autoscale**.
- **Only Displayed Channels** (Только показанные каналы) — при следующем нажатии **AutoScale** наличие сигнала будет проверяться только на включенных каналах. Это полезно, если после нажатия кнопки **AutoScale** требуется просмотреть только отдельные активные каналы.

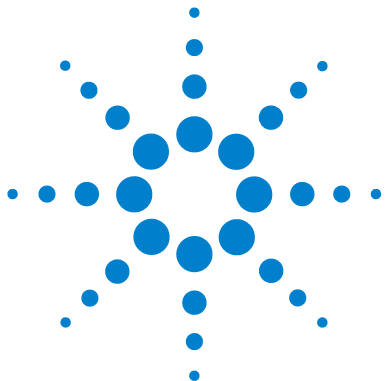
## Сохранение режима сбора данных во время автомасштабирования

При выполнении автомасштабирования обычно включается нормальный режим. Можно настроить автомасштабирование таким образом, чтобы режим сбора данных не изменялся при включении этой функции.

Выберите **Normal** (Нормальный), чтобы установить для осциллографа нормальный режим сбора данных, когда нажата кнопка **AutoScale**. Этот режим устанавливается по умолчанию.

Выберите **Preserve** (Сохранять), чтобы сохранялся тот режим сбора данных осциллографа, который выбран при нажатии кнопки **AutoScale**.





## 6 Сохранение и печать данных

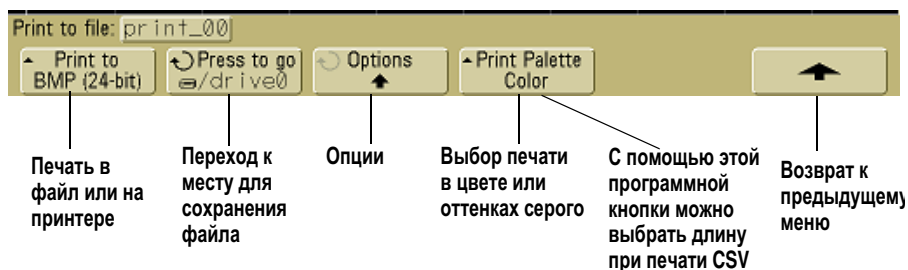
- Настройка печати [204](#)
- Печать изображения экрана в файл [208](#)
- Печать изображения экрана на принтере USB [209](#)
- Поддерживаемые принтеры [210](#)
- Режим безопасной среды [212](#)
- Сохранение и повторное отображение осциллограмм и параметров настройки [213](#)
- Автоматическое сохранение осциллограмм и параметров настройки [214](#)
- Сохранение осциллограмм и параметров настройки во внутренней памяти и перезапись существующего файла на USB-накопителе [215](#)
- Сохранение осциллограмм и параметров настройки в новый файл на USB-накопителе [216](#)
- Восстановление осциллограмм и параметров настройки [218](#)
- Использование проводника [219](#)



## Настройка печати

Можно выполнить печать в файл или на принтере USB. Используйте меню **Print Config** (Настройка печати) для выбора типа создаваемого файла изображения или для настройки принтера.

Кроме того, можно выбрать масштаб печати, печать в цвете или оттенках серого и печать каждой осциллограммы на отдельном листе (подача страницы). Для экономии чернил принтера можно инвертировать цвета координатной сетки таким образом, чтобы установить белый цвет фона вместо черного.



## Выбор формата файла для печати

Чтобы выбрать формат файла, нажмите **Utility** (Утилиты) → **Print Config** (Настройка печати) → **Print to** (Печать в). Можно создавать файл изображения в одном из следующих форматов:

- **Файл изображения BMP (8 бит)**. Полная копия изображения на экране (в том числе строка состояния и программные кнопки) сохраняется в растровом файле небольшого размера с пониженным разрешением.
- **Файл изображения BMP (24 бита)**. Полная копия изображения на экране (в том числе строка состояния и программные кнопки) сохраняется растровом файле большого размера с высоким разрешением.
- **Файл изображения BMP (24 бита)**. Полная копия изображения на экране (в том числе строка состояния и программные кнопки) сохраняется растровом файле формата PNG с высоким разрешением.

- **Файл данных CSV.** Будет создан файл, содержащий значения переменных (разделенные запятыми) для всех показанных каналов и сигналов. Этот формат подходит для анализа с помощью электронных таблиц.
- **Файл данных ASCII XY.** Создается отдельный файл для каждого выходного сигнала канала. Пример: print\_nn\_channel1.csv. Максимальная длина записи получается в режиме однократного сигнала.
- **Файл данных BIN.** Сохраняет данные сигнала в файле двоичного формата (см. «Двоичные данные (.bin)» на стр. 225).

### Контроль длины

Программная кнопка **Length** (Длина) отображается, когда выбран один из форматов CSV, ASCII XY или BIN.

Программная кнопка **Length** устанавливает количество точек данных, которые будут выводиться в файл. Для параметра **Length** можно установить значения 100, 250, 500 или 1000, когда выполняется сбор данных, или более, когда сбор данных остановлен.

Только показанные точки данных будут сохранены. Поэтому с помощью управления по горизонтали необходимо настроить отображение данных, которые требуется сохранить.

При необходимости функция контроля длины будет выполнять прореживание данных «1 из n». Пример: если для параметра **Length** установлено значение 1000 и выполняется отображение записи, длина которой 5000 точек данных, четыре из каждых пяти точек данных будут удалены, при этом будет создан выходной файл длиной 1000 точек данных.

### Минимальное и максимальное значения в файлах CSV

Если выполняется быстрое измерение минимума или максимума, минимальное и максимальное значения отображаются на экране Quick Measurement (Быстрое измерение), но не отображаются в файле CSV.

Пояснение

Когда для частоты выборки осциллографа установлено значение 4 Гвыб/с, выборка будет выполняться каждые 250 пс. Если для скорости развертки установлено значение 100 нс/дел, будет отображаться 1000 нс данных (так как вдоль экрана располагается десять делений). Определить общее количество выборок, которое будет выполнено осциллографом, можно по следующей формуле:

$$1000\text{ ns} \times 4\text{ G sa/s} = 4000\text{ samples}$$

Измеряемые данные осциллограф отображает, сокращая 4000 точек до 1000 точек, чтобы поместить данные на экране. Это сокращение не относится к значениям минимума и максимума на каждые 1000 горизонтальных точек данных. Значения минимума и максимума будут отображаться на экране. Однако избыточные данные также обрабатываются, чтобы обеспечить наиболее точную оценку значений на каждые 1000 горизонтальных точек. Данные в файле CSV будут содержать наиболее точную оценку значений на каждые 1000 горизонтальных точек. Следовательно, минимальное и максимальное значения могут не сохраниться в файле CSV.

Это происходит, когда появляются избыточные значения ( $10 * \text{секунд на деление} * \text{максимальная частоты выборки} > 1000$ ).

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы сохранить данные CSV, ASCII XY или BIN, а также изображения BMP или PNG на USB-накопитель, необходимо нажать кнопку **Quick Print** (Быстрая печать) (см. «Печать изображения экрана» на стр. 81).

## Выбор параметров печати

Нажмите **Utility** (Утилиты) → **Print Config** (Настройка печати) → **Options** (Опции).

- **Factors** (Коэффициенты). Выберите **Factors**, если необходимо включить в распечатку масштабные коэффициенты осциллографа. При печати в файл изображения масштабные коэффициенты будут сохранены в отдельном файле с именем `print_nn.txt`. При печати в файл CSV масштабные коэффициенты будут добавлены в конец файла. Масштабные коэффициенты осциллографа содержат параметры вертикальной и горизонтальной развертки, запуска, математических функций и экрана.
- **Invert Graticule Colors** (Инвертировать цвета сетки). Параметр **Invert Graticule Colors** изменяет черный фон на белый, что позволяет уменьшить количество черных чернил, необходимое для печати изображений с экрана осциллографа.
- **Form Feed** (Подача страницы). Параметр **Form Feed** позволяет после печати изображения отправить на принтер команду подачи страницы. Используйте этот параметр для печати только одного изображения на странице. Выключите параметр **Form Feed**, если необходимо разместить более одного изображения на странице. Параметр **Form Feed** недоступен и отображается серым цветом, когда выполняется печать в файл.

## Палитра печати

- **Color** (Цвет). Если выбран параметр печати **Color**, осциллограммы будут напечатаны в цвете. Цветная печать не применяется для формата CSV.
- **Grayscale** (Оттенки серого). Если выбран параметр печати **Grayscale**, осциллограммы будут печататься не в цвете, а в оттенках серого. Печать в оттенках серого не применяется для формата CSV.

## Печать изображения экрана в файл

- 1 Чтобы выполнить печать в файл, подключите USB-накопитель к порту USB на лицевой или задней панели осциллографа.
- 2 Перейдите в меню Print Config, нажав **Utility** (Утилиты)→**Print Config** (Настройка печати).
- 3 Выберите используемый формат с помощью программной кнопки **Print to** (Печать в).
- 4 Нажмите вторую программную кнопку слева и с помощью ручки Entry перейдите в место сохранения файла изображения. Можно выбрать один из нескольких подключенных USB-накопителей, а также выбрать необходимый подкаталог.
- 5 Нажмите кнопку **Quick Print** (Быстрая печать) на лицевой панели.
- 6 Для создания последовательных отпечатков просто нажмите кнопку **Quick Print**.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если к осциллографу подключено два USB-накопителя, первый будет обозначен «drive0», а второй — «drive5», а не «drive1». Этот метод нумерации является нормальным. Он используется для USB-накопителей.



## Печать изображения экрана на принтере USB

Принтер USB можно подключить к осциллографу через главный порт USB на лицевой или задней панели осциллографа. (Главный порт USB имеет прямоугольную форму. Порт устройства USB имеет квадратную форму). Для подключения принтера требуется кабель USB.

- 1 Подключите принтер к порту USB на лицевой или задней панели осциллографа. Список поддерживаемых принтеров см. на [стр. 210](#).
- 2 Для доступа к меню Print Config (Настройка печати) нажмите **Utility** (Утилиты) → **Print Config** (Настройка печати).
- 3 Нажмите программную кнопку **Print to** (Печать в) и выберите принтер.

Если осциллограф определяет подключенный принтер, будет выбран правильный драйвер.

Если осциллограф не выбирает драйвер принтера автоматически, используйте программную кнопку **Driver** (Драйвер) и ручку Entry для выбора правильного драйвера принтера. Выберите **Generic**, если не знаете, какой драйвер использовать.

- 4 Нажмите кнопку **Quick Print** (Быстрая печать) на лицевой панели.
- 5 Для создания последовательных отпечатков просто нажмите кнопку **Quick Print**.

## Поддерживаемые принтеры

### Принтеры

Следующие принтеры HP, доступные в продаже во время выпуска этого руководства, были протестированы и являются совместимыми с осциллографами серии 5000A.

DeskJet 9800  
DeskJet 6980  
DeskJet 6940

Также поддерживаются следующие принтеры HP.

Deskjet 350C  
Deskjet 610C и 612C  
Deskjet 630C и 632C  
DeskJet 656  
DeskJet 825  
Deskjet 845C  
Deskjet 648C  
Deskjet 810C, 812C, 815C и 816C  
Deskjet 842C  
DeskJet 920  
Deskjet 932C и 935C  
Deskjet 940 и 948  
Deskjet 952C  
DeskJet 960  
Deskjet 970C  
DeskJet 980  
Deskjet 990C  
DeskJet 995  
Deskjet 1220C и 1125C  
Deskjet 3816 и 3820  
Deskjet 5550 и 5551  
Deskjet 6122 и 6127  
Deskjet 5600, 5100 и 5800  
Deskjet CP1160 и CP1700  
Deskjet 9300 и 9600  
Deskjet PhotoSmart PS100, PS130, PS230, PS140, PS240, 1000 и 1100  
Deskjet PhotoSmart P2500 и P2600  
Deskjet PhotoSmart PS1115, PS1215, PS12818 и PS1315

Deskjet PhotoSmart PS7150, PS7350 и PS7550  
Deskjet PhotoSmart PS7960, PS7760, PS7660, PS7260 и PS7268  
Deskjet PSC 2100, 2150, 2200, 2300, 2400, 2500 и 2170  
Officejet 5100, 6100, 6150, 7100 и 9100  
Apollo P2100 и P2150  
Apollo P2200 и P2250  
E-Printer e20  
Business InkJet 2200, 2230, 2250, 2280, 3000, 1100 и 2300  
DeskJet 600  
Deskjet 640, 642 и 644  
Deskjet 660C  
Deskjet 670, 670TV, 672TV и 672C  
Deskjet 680C и 682C  
Deskjet 690C, 692C, 693C, 694C, 695C и 697C  
Deskjet 830C и 832C  
Deskjet 840C и 843  
Deskjet 880 и 882C  
Deskjet 845C  
Deskjet 990C  
Deskjet 950C, 955 и 957  
Deskjet 970C

## Режим безопасной среды

Режим безопасной среды удовлетворяет требованиям главы 8 Руководства по национальной программе охраны государственных тайн в промышленности (NISPOМ).

При заказе осциллографа с опцией режима Безопасная среда осциллограмма и параметры настройки сохраняются во внутренней энергозависимой памяти (а не во внутренней энергонезависимой памяти). Данные настройки осциллографа, сигнала и осциллограммы удаляются при выключении питания. Это гарантирует, что все данные настройки, сигнала и осциллограммы не сможет просмотреть следующий пользователь при включении питания. Параметры часов, ЛВС и GPIB не удаляются при выключении питания.

Для долговременного хранения данных можно сохранить их на внешнем устройстве, используя один из портов USB осциллографа.

Режим безопасной среды невозможно отключить.

На экране About Oscilloscope (Информация об осциллографе) осциллографов с опцией режима Безопасная среда отображается "SEC" в строке Installed Licenses (Установленные лицензии). Для доступа к экрану About Oscilloscope нажмите кнопку **Utility** (Утилиты), нажмите программную кнопку **Service** (Обслуживание), а затем программную кнопку **About Oscilloscope**.

## Сохранение и повторное отображение осциллограмм и параметров настройки

Можно сохранить текущие параметры настройки и осциллограммы осциллографа во внутренней памяти осциллографа. В осциллографах серии 5000A без опции режима Безопасная среда данные сохраняются в энергонезависимой памяти. В осциллографах серии 5000A с опцией режима Безопасная среда данные сохраняются в энергозависимой памяти.

Во всех осциллографах серии 5000A можно сохранить параметры настройки и осциллограммы на USB-накопителе (например, флэш-накопителе USB), а затем восстановить параметры настройки, осциллограммы или оба типа объектов.

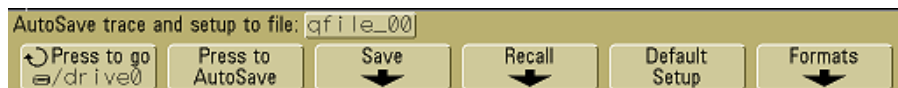
Не подключайте концентраторы USB или устройства USB, которые идентифицируются в качестве аппаратных средств типа CD, так как эти устройства несовместимы с осциллографами серии 5000A.

При сохранении параметров настройки все параметры, включая результаты измерений, курсоры, математические функции, а также горизонтальные, вертикальные и исходные значения сохраняются в выбранном файле.

Сохранение осциллограммы позволяет сохранить видимую часть собранных данных (отображаемый сигнал) для последующего восстановления и сравнения с другими измерениями. Восстановленная осциллограмма отображается на экране синим цветом.

Восстановленная осциллограмма обычно используется для быстрого сравнения результатов измерений. Например, можно выполнить измерение на проверенной системе, сохранить результат во внутренней памяти или на USB-накопителе, а затем выполнить такие же измерения на тестовой системе и восстановить осциллограмму, чтобы просмотреть различия.

- Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить), чтобы отобразить меню Save/Recall.



## Автоматическое сохранение осциллограмм и параметров настройки

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильный экран.
- 2 Подключите USB-накопитель к порту USB на лицевой или задней панели.

### ПРИМЕЧАНИЕ

#### Информация о портах USB

Порт USB на лицевой панели и порт USB на задней панели, обозначенные HOST, являются разъемами USB серии A. Это разъемы, к которым можно подключить USB-накопители и принтеры.

Квадратный разъем на задней панели, обозначенный DEVICE, предназначен для управления осциллографом с помощью USB. Дополнительную информацию см. в документах *Oscilloscopes Programmer's Quick Start Guide* или *Oscilloscopes Programmer's Reference*. Чтобы получить эти документы через Интернет, перейдите на Web-сайт [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000) и выберите Technical Support (Техническая поддержка), а затем выберите Manuals (Руководства).

Если к осциллографу подключено два USB-накопителя, первый будет обозначен «drive0», а второй — «drive5», а не «drive1». Этот метод нумерации является нормальным. Он используется для USB-накопителей.

- 3 Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить).
- 4 Поверните ручку Entry, а затем нажмите крайнюю левую программную кнопку для выбора каталога на USB-накопителе.
- 5 Нажмите программную кнопку **Press to AutoSave**.

Текущие параметры настройки и осциллограмма будут сохранены в файлы с именами, которые генерируются автоматически (**QFILE\_nn**), на USB-накопителе. Имя файла отображается в строке над программными кнопками.

Номер **nn** в имени файла **QFILE\_nn** автоматически наращивается (нумерация начинается с 00) при каждом сохранении нового файла на USB-накопителе.

При просмотре из меню проводника (**Utility**→ **File Explorer**) файл осциллограммы будет иметь расширение **TRC**, а файл параметров настройки будет иметь расширение **SCP**.

## Сохранение осциллограмм и параметров настройки во внутренней памяти и перезапись существующего файла на USB–накопителе

- 1 Если осциллограмма и/или параметры настройки будут сохраняться на USB–накопителе, подключите устройство к осциллографу.
- 2 Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить).
- 3 Нажмите программную кнопку **Save** (Сохранить), чтобы отобразить меню Save.

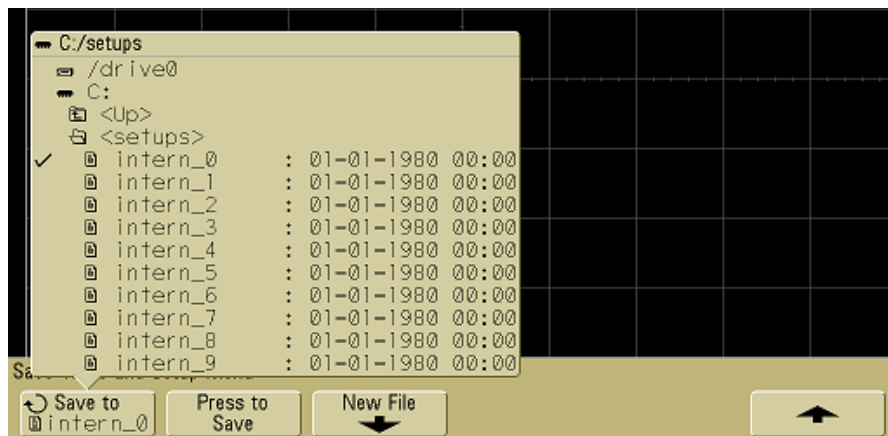


- 4 Поверните ручку Entry, а затем нажмите крайнюю левую программную кнопку для выбора файла, который будет перезаписан, во внутренней памяти или на USB–накопителе.

На следующем изображении экрана:

- **drive0** — это USB–накопитель, который подключен к осциллографу.
- **C:** — корневой каталог во внутренней памяти осциллографа.
- **intern0–intern9** — места во внутренней энергонезависимой памяти, которые можно использовать для сохранения параметров настройки и осциллограмм.
- Используйте элемент выбора **<up>** (Вверх) для перемещения на один уровень вверх в структуре каталога.

Новые имена файлов во внутренней памяти осциллографа создавать нельзя, можно только перезаписывать существующие файлы.



- 5 Когда имя файла для перезаписи выбрано, нажмите программную кнопку **Press to Save** (Нажмите для сохранения), чтобы сохранить текущие параметры настройки и осциллограмму сигнала в файл.

## Сохранение осциллограмм и параметров настройки в новый файл на USB-накопителе

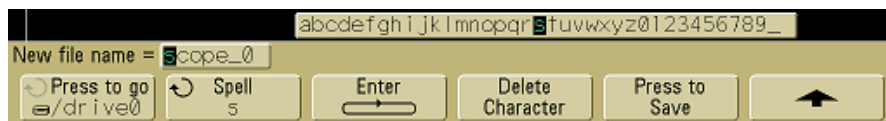
- 1 Выполните шаги 1–3 процедуры на [стр. 215](#).
- 2 Поверните ручку Entry, а затем нажмите крайнюю левую программную кнопку для выбора каталога на USB-накопителе.
- 3 Чтобы создать новое имя файла, нажмите программную кнопку **New File** (Создать файл).



Новые имена файлов можно записывать только на USB-накопитель, но не во внутреннюю память.



- 4 Поверните ручку Entry, чтобы выбрать первый символ имени файла.



Поворачивая ручку Entry, можно выбирать символ для ввода в выделенной позиции, показанной в строке

**New file name** = над программными кнопками и на программной кнопке **Spell**.

- 5 Нажмите программную кнопку **Enter**, чтобы ввести выбранный символ и перейти в позицию следующего символа.

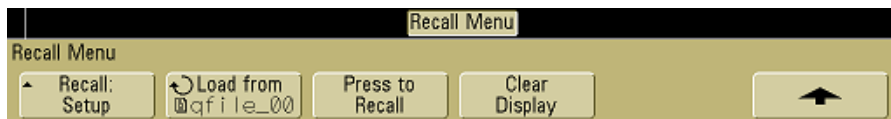
Можно поместить позицию выделения на любой символ имени файла, последовательно нажимая программную кнопку **Enter**.

- 6 Чтобы удалить символ из имени файла, нажимайте программную кнопку **Enter**, пока символ, который необходимо удалить, не будет выделен, а затем нажмите программную кнопку **Delete Character** (Удалить символ).
- 7 По окончании ввода символов в имя файла нажмите программную кнопку **Press to Save** (Нажмите для сохранения), чтобы сохранить файл.

Два файла будут сохранены на USB-накопитель. В примере, приведенном выше, файл осциллограммы будет иметь имя **SCOPE1 . TRC**, а файл параметров настройки — имя **SCOPE1 . SCP**. Нет необходимости запоминать эти расширения файлов, так как можно выбирать осциллограмму, параметры настройки или оба эти варианта при восстановлении этой информации с помощью меню Recall (Восстановление).

## Восстановление осциллограмм и параметров настройки

- 1 Если будет выполняться восстановление осциллограммы и/или параметров настройки с USB-накопителя, подключите устройство к осциллографу.
- 2 Нажмите кнопку **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить), чтобы отобразить меню Save/Recall.
- 3 Нажмите программную кнопку **Recall** (Восстановить), чтобы отобразить меню Recall.



- 4 Нажмите программную кнопку **Recall:** и выберите тип информации для восстановления.

Можно восстановить **Trace**, **Setup** или **Trace and Setup**.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы выполнить измерение восстановленной осциллограммы с курсорами, необходимо также восстановить параметры настройки.

- 5 Выберите каталог и файл для восстановления, повернув ручку Entry и нажав соответствующую программную кнопку.

**INTERN\_n** — это файлы во внутренней энергонезависимой памяти осциллографа. Все другие файлы списка сохраняются на USB-накопителе.

### ПРИМЕЧАНИЕ

**При восстановлении перезаписываются текущие параметры**

При восстановлении параметров настройки текущие параметры осциллографа будут утеряны, поэтому перед восстановлением рекомендуется их сохранить.

- 6 Восстановите выбранный файл, нажав программную кнопку **Press to Recall** (Нажмите для восстановления).
- 7 Восстановленная осциллограмма будет отображаться на экране синим цветом.

- 8 Чтобы убрать с экрана любую восстановленную осциллограмму, нажмите **Display** (Отображение)→ **Clear Display** (Очистить).

## Использование проводника

Меню проводника позволяет загружать или удалять файлы с USB-накопителя.

- 1 Подключите USB-накопитель к порту USB на лицевой или задней панели осциллографа. Во время выполнения чтения устройства USB будет отображаться маленький значок с цветным кругом.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Не подключайте концентраторы USB или устройства USB, которые идентифицируются в качестве аппаратных средств типа CD, так как эти устройства несовместимы с осциллографами серии 5000A.

- 2 Нажмите **Utility** (Утилиты)→ **File Explorer** (Проводник).
- 3 Нажмите крайнюю левую программную кнопку и поверните ручку Entry для выбора USB-накопителя, каталога и файла на USB-накопителе.

Можно создавать каталоги на USB-накопителе с помощью ПК или другого средства. Также можно перемещаться в любой созданный каталог с помощью ручки Entry и крайней левой программной кнопки.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если к осциллографу подключено два USB-накопителя, первый будет обозначен «drive0», а второй — «drive5», а не «drive1». Этот метод нумерации является нормальным. Он используется для USB-накопителей.

4 Чтобы загрузить файл в осциллограф, нажмите программную кнопку **Load File** (Загрузить файл).

В осциллограф можно загрузить следующие файлы.

- Файлы параметров настройки **QFILE\_nn.SCP**, файлы осциллограмм **QFILE\_nn.TRC** и другие определенные пользователем файлы параметров настройки или осциллограмм, созданные с помощью кнопки **Save/Recall** (Сохранить/Восстановить) на лицевой панели осциллографа.
- Файлы поддержки языка (**LANGPACK.JZP**).
- Файлы системного ПО (**\*.BIN** и **\*.JZP**).

Следующие файлы не могут быть загружены в осциллограф.

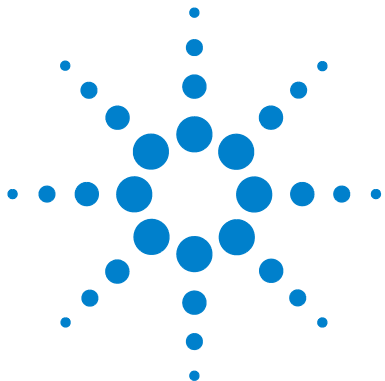
- Любые файлы печати **PRINT\_nn.xxx**.
- Любые другие файлы, которые не были созданы с использованием осциллографа.

5 Чтобы удалить файл из USB-накопителя, нажмите программную кнопку **Delete File** (Удалить файл).

**ПРИМЕЧАНИЕ**

**Удаленные файлы будет невозможно восстановить**

Файлы, удаленные из USB-накопителя, невозможно восстановить на осциллографе.



## 7 Справочная информация

Обновления программного и микропрограммного обеспечения [222](#)

Настройка порта ввода-вывода [223](#)

Гарантия и расширенное обслуживание [223](#)

Возврат прибора [224](#)

Очистка осциллографа [224](#)

Двоичные данные (.bin) [225](#)



## Обновления программного и микропрограммного обеспечения

Периодически компания Agilent Technologies выпускает обновления программного и микропрограммного обеспечения для своих продуктов. Чтобы загрузить обновления микропрограммного обеспечения для осциллографа, перейдите по адресу: [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000) и выберите **Technical Support** (Техническая поддержка), а затем выберите **Software Downloads & Utilities** (Загрузка программного обеспечения и утилит).

Чтобы просмотреть информацию об установленном программном и микропрограммном обеспечении, нажмите **Utility** (Утилиты) → **Service** (Обслуживание) → **About Oscilloscope** (Информация об осциллографе).

## Настройка порта ввода–вывода

Осциллографом можно управлять через GPIB, ЛВС или USB. По умолчанию все три параметра активны, и их можно выбрать или отключить с помощью программной кнопки **Control** (Управление) в меню ввода–вывода (нажмите **Utility** (Утилиты)→ **I/O** (Ввод–вывод)).

Можно просмотреть конфигурацию ввода–вывода, включая IP–адрес и имя узла. Для этого нажмите **Utility** (Утилиты)→ **I/O** (Ввод–вывод).

Чтобы изменить параметры управления вводом–выводом, нажмите программную кнопку **Configure** (Настройка) и выберите тип подключения ввода–вывода (GPIB, ЛВС или USB).

Дополнительные сведения о настройке управления осциллографом по ЛВС, GPIB или USB см. в руководстве *Programmer's Quick Start Guide*.

## Гарантия и расширенное обслуживание

Чтобы узнать состояние гарантии осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите в Web–обозревателе по адресу:  
[www.agilent.com/find/warrantystatus](http://www.agilent.com/find/warrantystatus)
- 2 Введите номер модели продукта и серийный номер. Система выполнит поиск состояния гарантии для продукта и отобразит результаты на экране. Если системе не удастся обнаружить состояние гарантии для продукта, выберите **Contact Us** (Связь с нами) и расскажите о проблеме представителю компании Agilent Technologies.

## Возврат прибора

Перед транспортировкой осциллографа в компанию Agilent Technologies получите дополнительную информацию. Для этого свяжитесь с ближайшим торговым представительством или представительством по обслуживанию. Информация о представительствах компании Agilent Technologies доступна по адресу: [www.agilent.com/find/contactus](http://www.agilent.com/find/contactus).

1 Запишите на бумаге следующую информацию и прикрепите ее к осциллографу.

- Имя и адрес владельца.
- Номер модели.
- Серийный номер.
- Описание необходимого обслуживания или признаков неполадки.

2 Отсоедините от осциллографа все аксессуары.

Отправляйте аксессуары в компанию Agilent Technologies, только если они связаны с проблемой.

3 Упаковка осциллографа.

Можно использовать оригинальный контейнер для транспортировки или другой материал, подходящий для транспортировки прибора.

4 Надежно запечатайте упаковку и напишите FRAGILE (ХРУПКОЕ).

## Очистка осциллографа

1 Отключите прибор от источника питания.

2 Внешнюю поверхность прибора необходимо чистить мягкой тканью, смоченной в слабом растворе моющего средства.

3 Перед подключением к источнику питания убедитесь, что прибор полностью сухой.



## Двоичные данные (.bin)

В двоичном формате сохраняются данные сигнала в двоичном формате и доступны заголовки данных с информацией об этих данных.

Так как данные находятся в двоичном формате, размер файла примерно в 5 раз меньше, чем в формате XYPairs.

Если включено несколько источников, в файле будут сохранены все отображаемые источники, кроме математических функций.

Когда осциллограф находится в режиме сбора данных с обнаружением пиков, точки данных с минимальным и максимальным значением сигнала сохраняются в файле в отдельных буферах сигнала. Сначала сохраняются точки данных с минимальным значением сигнала, а затем точки данных с максимальным значением сигнала.

### Двоичные данные в MATLAB

Двоичные данные в осциллографе серии 5000A могут быть импортированы в The MathWorks MATLAB®. Соответствующие функции MATLAB можно загрузить с Web-сайта компании Agilent Technologies по адресу: [www.agilent.com/find/dso5000sw](http://www.agilent.com/find/dso5000sw).

Компания Agilent предоставляет файлы формата .m, которые необходимо копировать в рабочий каталог MATLAB. Рабочий каталог по умолчанию — C:\MATLAB7\work.

### Формат двоичного заголовка

#### Заголовок файла

У двоичного файла есть только один заголовок. Заголовок файла содержит следующую информацию.

**Файлы Cookie.** Двухбайтовые символы, AG, означают, что файл находится в формате файла с двоичными данными Agilent.

**Версия.** Два байта, которые обозначают версию файла.

**Размер файла.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество байтов в файле.

**Количество сигналов.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество сигналов, которые хранятся в файле.

**Заголовок сигнала.**

В файле можно сохранить несколько сигналов, и у каждого сохраненного сигнала будет заголовок сигнала. В заголовке сигнала содержится информация о типе данных сигнала, которая хранится за заголовком данных сигнала.

**Размер заголовка.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество байтов в заголовке.

**Тип сигнала.** 32–разрядное целое число, которое обозначает тип сигналов, хранящихся в файле.

- 0 = неизвестно.
- 1 = нормальный.
- 2 = обнаружение пиков.
- 3 = с усреднением.
- 4 = не используется в осциллографах серии 5000A.
- 5 = не используется в осциллографах серии 5000A.
- 6 = не используется в осциллографах серии 5000A.

**Количество буферов сигнала.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество буферов сигнала, необходимых для чтения данных.

**Число точек.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество точек сигнала, хранящихся в файле.

**Счетчик.** 32–разрядное целое число, которое обозначает количество всплесков в каждом отрезке времени в записи сигнала, если сигнал был создан с помощью такого режима сбора данных, как усреднение. Например, при усреднении показание счетчика «четыре» будет означать, что каждая точка данных сигнала в записи сигнала была усреднена, по крайней мере, четыре раза. Значение по умолчанию — 0.

**Диапазон отображения X.** 32-разрядное число с плавающей запятой, которое показывает длительность на оси X. Для сигналов по времени — это продолжительность времени в течение просмотра. Если значение равно нулю, данные не были получены.

**Источник отображения X.** 64-разрядное двоичное число, которое показывает значение оси X в левой части экрана. Для сигналов по времени — это время начала отображения. Это значение считается 64-разрядным числом с плавающей запятой. Если значение равно нулю, данные не были получены.

**Нарращение X.** 64-разрядное двоичное число, которое показывает длительность между точками данных на оси X. Для сигналов по времени — это время между точками. Если значение равно нулю, данные не были получены.

**Источник X.** 64-разрядное двоичное число, которое показывает значение первой точки данных в записи данных на оси X. Для сигналов по времени — это время первой точки. Это значение считается 64-разрядным числом с плавающей запятой. Если значение равно нулю, данные не были получены.

**Единицы X.** 32-разрядное целое число, которое обозначает единицы измерения для значений X полученных данных.

- 0 = неизвестно.
- 1 = вольты.
- 2 = секунды.
- 3 = постоянные единицы.
- 4 = амперы.
- 5 = дБ.
- 6 = Гц.

**Единицы Y.** 32-разрядное целое число, которое обозначает единицы измерения для значений Y полученных данных. Возможные значения перечислены выше в разделе «Единицы X.».

**Дата.** Массив из 16-разрядных символов, в осциллографах серии 5000A оставлен незаполненным.

**Временные параметры.** Массив из 16–разрядных символов, в осциллографах серии 5000A оставлен незаполненным.

**Кадр.** Массив из 24–разрядных символов, который является номером модели и серии осциллографа в следующем формате: MODEL#:SERIAL#.

**Метка сигнала.** Массив из 16–разрядных символов, который содержит метку, назначенную для сигнала.

**Обозначения времени.** 64–разрядное двоичное число, не используется в осциллографах серии 5000A.

**Указатель сегмента.** 32–разрядное целое число без знака, не используется в осциллографах серии 5000A.

### Заголовок данных сигнала

В сигнале может содержаться несколько наборов данных. У каждого набора данных сигнала будет свой заголовок данных сигнала. Заголовок данных сигнала состоит из информации о наборе данных сигнала. Этот заголовок хранится непосредственно перед набором данных.

**Размер заголовка данных сигнала.** 32–разрядное целое число, которое обозначает размер заголовка данных сигнала.

**Тип буфера.** Короткое 16–разрядное целое число, которое обозначает тип данных сигнала, хранящихся в файле.

- 0 = неизвестные данные.
- 1 = нормальные 32–разрядные данные с плавающей запятой.
- 2 = максимальные данные с плавающей запятой.
- 3 = минимальные данные с плавающей запятой.
- 4 = не используется в осциллографах серии 5000A.
- 5 = не используется в осциллографах серии 5000A.
- 6 = не используется в осциллографах серии 5000A.

**Байт на точку.** Короткое 16–разрядное число, которое обозначает количество байтов на точку данных.

**Размер буфера.** 32–разрядное целое число, которое обозначает размер буфера, необходимый для удержания точек данных.

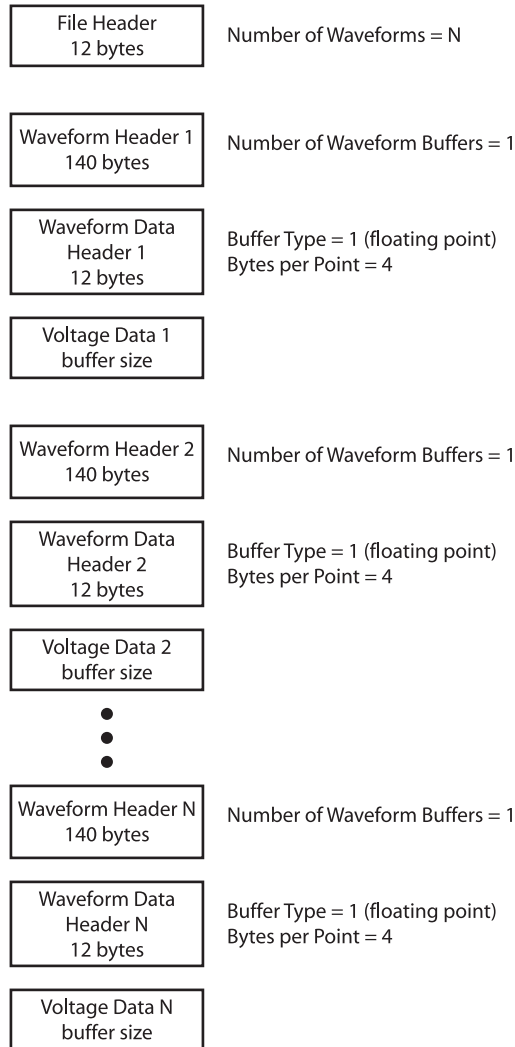
### Пример программы для чтения двоичных данных

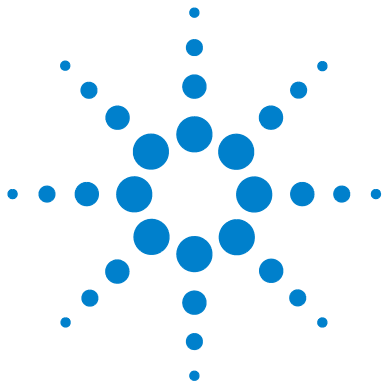
Чтобы найти пример программы для чтения двоичных данных, в Web–обозревателе перейдите по адресу: [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000), выберите Technical Support (Техническая поддержка), а затем выберите Drivers & Software (Драйверы и программное обеспечение). Выберите «Example Program for Reading Binary Data» (Пример программы для чтения двоичных данных).

## Образцы двоичных файлов

### Однократный сбор данных по нескольким каналам

На рисунке изображен двоичный файл однократного сбора данных с помощью нескольких каналов осциллографа.





## 8 Характеристики и спецификации

Условия окружающей среды 232

Категория измерения 233

Спецификации 235

Характеристики 236

Данная глава описывает технические требования, характеристики, условия окружающей среды и категорию измерений осциллографов Agilent серии 5000.



## Условия окружающей среды

### Категория перенапряжения

Данному продукту необходимо получать питание через сети электропитания, которые соответствуют 2–ой категории перенапряжения, предназначенной для проводного оборудования.

### Степень загрязнения

Осциллограф серии 5000А может работать в среде со 2–й степенью загрязнения (или 1–й степенью загрязнения).

### Описание степеней загрязнения

1–я степень загрязнения. Отсутствие загрязнения или только сухое непроводящее загрязнение. Данное загрязнение не оказывает никакого воздействия. Пример: чистая комната или офисная среда с системой управления климатом.

2–я степень загрязнения. Обычно только сухое непроводящее загрязнение. Иногда может возникать временная проводимость, вызванная конденсацией влаги. Пример: обычная среда в помещении.

3–я степень загрязнения. Может возникнуть проводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое может стать проводящим в следствие конденсации влаги. Пример: крытое место на улице.



## Категория измерения

### Категория измерения

Осциллограф серии 5000А используется для измерений 1–ой категории.

### Определения категорий измерения

1–я категория измерения используется для измерений, проводимых на цепях, которые не подключены к сетям электропитания. Примером могут служить измерения, производимые на невыведенных из сетей электропитания цепях и на защищенных (внутренних) цепях, выведенных из сетей электропитания. В последнем случае переходное напряжение изменчиво, по этой причине, пользователю предоставляется информация о способности оборудования выдерживать переходный процесс.

2–я категория измерения используется для измерений, проводимых на цепях, подключенных к низковольтному оборудованию. Примером могут служить измерения на бытовой технике, портативных устройствах и другом подобном оборудовании.

3–я категория измерения используется для измерений, проводимых при работах по оборудованию строений. Примером могут служить измерения, проводимые на распределительных щитах, автоматических выключателях, проводке, включая кабели, шинопроводы, распределительные коробки, переключатели, разъемы стационарного оборудования, и на оборудовании промышленного использования, а также на таком оборудовании, как стационарные двигатели с неразъемным соединением со стационарным оборудованием.

4–я категория измерения используется для измерений, проводимых в источнике низковольтного оборудования. Примером являются электрические счетчики и измерения на первичных устройствах с защитой от сверхтока и устройствах с управлением колебаниями.

## Способность оборудования выдерживать переходный процесс

### ВНИМАНИЕ



Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:  
CAT I 300 Vrms, 400 Vpk; динамическое перенапряжение 1,6 kVpk  
CAT II 100 Vrms, 400 Vpk  
С пробником N2863A 10:1: CAT I 600 В, CAT II 300 В; (постоянный ток + пиковый переменный ток)  
С пробником 10073C 10:1: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

---

### ВНИМАНИЕ



Не превышайте 5 Vrms в режиме 50  $\Omega$  на 2-канальных моделях. В режиме 50  $\Omega$  включена защита входа. При обнаружении более 5 Vrms нагрузка 50  $\Omega$  будет отключена. Однако вход также может быть поврежден в зависимости от постоянной времени сигнала.

---

### ВНИМАНИЕ



Режим защиты входа 50  $\Omega$  работает только при включенном осциллографе.

---

## Спецификации

Все спецификации гарантируются. Спецификации действительны после прогрева прибора в течение 30 минут и при температуре  $\pm 10$  °C от последнего пользовательского вычисления.

**Таблица 12** Гарантированные спецификации

### По вертикали: осциллографические каналы

Полоса пропускания (-3 дБ)	DSO501xA: постоянный ток до 100 МГц DSO503xA: постоянный ток до 300 МГц DSO503xA: постоянный ток до 500 МГц
Погрешность усиления постоянного тока по вертикали	$\pm 2,0$ % полной шкалы
Погрешность двойного курсора <sup>1</sup>	$\pm$ {Погрешность усиления постоянного тока по вертикали + 0,4 % полной шкалы (~1 LSB)} <i>Пример:</i> для 50 мВ сигнала осциллограф настроен до 10 мВ/дел (80 мВ полной шкалы), 5 мВ смещения, погрешность= $\pm\{2,0$ % (80 мВ) + 0,4 % (80 мВ) = $\pm 1,92$ мВ

### Запуск канала осциллографа

Чувствительность	<10 мВ/дел: более 1 дел или 5мВ; $\geq 10$ мВ/дел: 0,6 дел
------------------	--

<sup>1</sup> 2 мВ/дел является усилением значения 4 мВ/дел. Для точности вертикальных вычислений используйте полную шкалу 32 мВ для значения чувствительности 2 мВ/дел.

## Характеристики

Все указанные характеристики являются типичными рабочими значениями и не гарантируются. Характеристики действительны после прогрева прибора в течение 30 минут и при  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  температуры последнего пользовательского вычисления.

**Таблица 13** Характеристики


### Сбор данных

Частота выборки	DSO501xA/503xA: 2 Гвыб/сек каждый канал DSO503xA: 4 Гвыб/сек половинный канал*, 2 Гвыб/сек каждый канал
Глубина памяти	1 Mpts половинный канал*, 500 kpts каждый канал
Разрешение по вертикали	8 бит
Обнаружение пиков	DSO501xA: обнаружение пика 1 нс DSO503xA: обнаружение пика 500 пс DSO503xA: обнаружение пика 250 пс
Усреднение	2, 4, 8, 16, 32, 64 ... до 65536
Режим высокого разрешения	Средний режим с #avg = 1 12 бит разрешения при $\geq 10$ мкс/дел, 4 Гвыб/с или $\geq 20$ мкс/дел, 2 Гвыб/с
Фильтр	Sinx/x интерполяция (ПП для однократного события = частота дискретизации/4 или полоса пропускания осциллографа (что меньше) с включенным векторным представлением сигнала и в режиме реального времени

\* Включением половинного канала является включение одного из двух каналов пары (1–2) или одного канала из пары (3–4).

### По вертикали

Аналоговые каналы	DSO5xx2A: одновременный сбор данных на каналах 1 и 2 DSO5xx4A: одновременный сбор данных на каналах 1, 2, 3 и 4
Полоса пропускания при закрытом входе (связь по переменному току)	DSO501xA: от 3,5 Гц до 100 МГц DSO503xA: от 3,5 Гц до 300 МГц DSO503xA: от 3,5 Гц до 500 МГц
Вычисляемое время нарастания (= 0,35/полоса пропускания)	DSO501xA: 3,5 нс DSO503xA: 1,17 нс DSO503xA: 700 пс
Полоса пропускания для однократных сигналов	DSO501xA: 100 МГц DSO503xA: 300 МГц DSO503xA: 500 МГц (в режиме половинного канала, т.е. при одном включенном канале из пары)

Диапазон <sup>1</sup>	От 2 мВ/дел до 5 В/дел (1 МΩ или 50 Ω)
<b>По вертикали</b> (продолжение)	
Макс. входное напряжение	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:            CAT I 300 Vrms, 400 Vpk; динамическое перенапряжение 1,6 kVpk            CAT II 100 Vrms, 400 Vpk            С пробником N2863A 10:1: CAT I 600 В, CAT II 300 В; (постоянный ток + пиковый переменный ток)            С пробником 10073C 10:1: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk            5 Vrms с входом 50 Ом</p> </div> </div>
Диапазон смещения	±5 В в пределах <10 мВ/дел; ±20 В от 10 мВ/дел до 200 мВ/дел; ±75 В в пределах >200 мВ/дел
<sup>1</sup> 2 мВ/дел является усилением значения 4 мВ/дел. Для точности вертикальных вычислений используйте полную шкалу 32 мВ для значения чувствительности 2 мВ/дел.	
Динамический диапазон	±8 дел
Входной импеданс	1 МΩ ± 1 %    12 пФ или 50 Ω ± 1 % (по выбору)
Связь	Переменный ток, постоянный ток
Ограничение полосы пропускания	25 МГц (по выбору)
Межканальная изоляция	Постоянный ток до максимальной полосы пропускания >40 дБ
Стандартные пробники	DSO501xA: 10:1 N2863A, стандартно поставляется для каждого канала осциллографа DSO503xA: 10:1 N2863A, стандартно поставляется для каждого канала осциллографа DSO503xA: 10:1 10073C, стандартно поставляется для каждого канала осциллографа
Идентификатор пробника	Значение пробника типа AutoProbe и интерфейс AutoProbe Обнаружение совместимости пассивного пробника Agilent и Tektronix
Устойчивость к статическому электричеству	±2 кВ
Уровень шума двойной амплитуды	DSO501xA: 3 % полная шкала или 2,5 мВ (что больше) DSO503xA: 3 % полная шкала или 3 мВ (что больше) DSO503xA: 3 % полная шкала или 3,6 мВ (что больше)
Погрешность смещения постоянного тока по вертикали	≤ 200 мВ/дел: ±0,1 дел ±2,0 мВ ±0,5 % значения смещения; >200 мВ/дел: ±0,1 дел ±2,0 мВ ±1,5% значения смещения
Погрешность одного курсора <sup>1</sup>	±{Погрешность усиления постоянного тока по вертикали + погрешность смещения постоянного тока по вертикали + 0,2 % полной шкалы (~1 LSB)} <i>Пример:</i> для 50 мВ сигнала осциллограф настроен до 10 мВ/дел (80 мВ полной шкалы), 5 мВ смещения, погрешность = ±{2,0 % (80 мВ) + 0,1 % (10 мВ) + 2,0 мВ + 0,5 % (5 мВ) + 0,2 % (80 мВ)} = ± 4,785 мВ

## 8 Характеристики и спецификации

### По горизонтали

Диапазон	DSO501xA: 5 от нс/дел до 50 с/дел DSO503xA: 2 от нс/дел до 50 с/дел DSO503xA: 1 от нс/дел до 50 с/дел
Разрешение	2,5 пс
Погрешность временной развертки	25 ppm ( $\pm 0,0025\%$ )
Вернер	Если вернер выключен, коэффициент отклонения наращивается в соответствии с рядом чисел 1–2–5. Если вернер включен, добавляется приблизительно 25 малых приращений между основными установками коэффициента отклонения.
Диапазон задержки	Предпусковая (отрицательная задержка): Не менее длительности развертки полного экрана или 125 мкс Послепусковая (положительная задержка): от 1 до 500 секунд
Погрешность курсорных (Delta-t) измерений для каналов	На одном канале: $\pm 0,0025\%$ от показания $\pm 0,1\%$ от ширины экрана $\pm 20$ пс Между каналами: $\pm 0,0025\%$ от показания $\pm 0,1\%$ от ширины экрана $\pm 40$ пс <i>Пример измерения на одном канале (DSO505xA):</i> Для импульсного сигнала длительностью 10 мкс при коэффициенте развертки 5 мкс/дел (ширина экрана 50 мкс) погрешность измерения интервала времени (Delta-t) = $\pm\{0,0025\% (10 \text{ мкс}) + 0,1\% (50 \text{ мкс}) + 20 \text{ пс}\} = 50,27 \text{ нс}$
Режимы запуска	Основной, с задержкой, прокрутка, XY
Режим XY	Полоса пропускания: максимальная полоса пропускания Сдвиг по фазе при 1 МГц: $< 0,5$ градуса Сигнал гашения (по оси Z): 1,4 D гасит изображение на экране (в осциллографах DSO50x2A используйте внешний запуск, в DSO505xA — канал 4)
Положение опорной точки	Слева, в центре, справа

### Система запуска

Источники запуска	DSO5xx2A: каналы 1, 2, сеть, внешний DSO5xx4A: каналы 1, 2, 3, 4, сеть, внешний
Режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный
Пределы удерживания запуска	$\sim 60$ нс до 10 с
Джиттер запуска	15 пс СКЗ
Виды запуска	По перепаду, по длительности импульса, по кодовому слову, по ТВ-сигналу, по продолжительности.
По перепаду	Запуск по нарастающему, спадающему или чередующемуся перепаду на любом из источников

По кодовому слову Запуск по комбинации высоких, низких и безразличных логических состояний и/или положительному или отрицательному перепаду на одном из источников. Уровень запуска для логического канала определяется пороговым уровнем устройства подключения 2 нс. Высокий или низкий уровень для аналогового канала определяются уровнем запуска, установленным для этого канала.

**Система запуска (продолжение)**

По длительности импульса	Запуск происходит, когда длительность положительного или отрицательного импульса любого из источников меньше или больше заданного значения или находится в заданных пределах. Установка минимальной длительности импульса: 5 нс (DSO501xA) 2 нс (DSO503xA, DSO505xA) Установка максимальной длительности импульса: 10 с
По ТВ-сигналу	Запуск, использующий любой аналоговый канал, по сигналам аналогового телевидения с прогрессивной и чересстрочной разверткой наиболее распространенных стандартов телевизионного вещания, включающих HDTV/EDTV, NTSC, PAL, PAL-M или SECAM. Имеется возможность выбора синхроимпульса положительной или отрицательной полярности. Режимы запуска включают: запуск по полю 1, по полю 2, по всем полям, по всем строкам или по любой строке внутри поля. Чувствительность запуска по ТВ-сигналу: 0,5 деления сигнала синхронизации. Время удерживания запуска может регулироваться с шагом, равным половине длительности поля.
По продолжительности	Запуск по кодовому слову, образованному сигналами нескольких каналов, длительность которого меньше заданной, больше заданной, больше заданной таймаутом либо находится в пределах или за пределами заданных значений времени. Установка минимальной длительности импульса: 2 нс Установка максимальной длительности импульса: 10 с


Автомасштабирование (AutoScale) Обнаружение и отображение всех активных каналов, установка режима запуска по перепаду в канале с наибольшим номером, установка коэффициента отклонения в каналах, а также коэффициента развертки для отображения приблизительно 1,8 периода сигнала. Требования к сигналу: минимальное напряжение > 10 mVpp, коэффициент заполнения 0,5 %, минимальная частота >50 Гц.

**Запуск по каналу**

Диапазон запуска (внутренний запуск)	±6 делений от центра экрана
Связь	Связь по переменному току, ~10 Гц, связь по постоянному току, подавление шумов, подавление ВЧ и подавление НЧ (~50 кГц)

Внешний запуск (EXT)	DSO5xx2A	DSO5xx4A
Входной импеданс	1 MΩ ± 1 %    12 пФ или 50 Ω	Приблизительно 1,015 кΩ ±5 %

## 8 Характеристики и спецификации

Макс. входное напряжение	 Максимальное входное напряжение для аналоговых входов: $\pm 15$ В CAT I 300 Vrms, 400 Vpk; динамическое перенапряжение 1,6 kVpk CAT II 100 Vrms, 400 Vpk С пробником N2863A 10:1: CAT I 600 В, CAT II 300 В; (постоянный ток + пиковый переменный ток) С пробником 10073C 10:1: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk 5 Vrms с входом 50 Ом
Диапазон	При связи по постоянному току: уровень запуска $\pm 1$ В и $\pm 8$ В $\pm 5$ В
Чувствительность	Для предела $\pm 1$ В: постоянный ток до 100 МГц, 100 мВ, >100 МГц Постоянный ток до 100 МГц, в пределах полосы пропускания осциллографа, 200 мВ 500 мВ Для предела $\pm 8$ В: постоянный ток до 100 МГц, 250 мВ; >100 МГц в пределах полосы пропускания осциллографа, 500 мВ
Связь	Связь по переменному току, $\sim 10$ Гц, связь по постоянному току, — подавление шумов, подавление ВЧ и подавление НЧ ( $\sim 50$ кГц)
<b>Внешний запуск (EXT) (продолжение)</b>	
Идентификатор пробника	Пробник типа AutoProbe и интерфейс AutoProbe Обнаружение совместимости пассивного пробника Agilent и Tektronix
<b>Система отображения</b>	
Экран	Цветной ЖК-экран TFT с диагональю 6,3" (161 мм)
Скорость обновления осциллограмм	До 100 000 осциллограмм/с в режиме реального времени
Разрешение	Стандарт XGA – 768 точек по вертикали, 1024 точки по горизонтали (область полного экрана); 640 точек по вертикали, 1000 точек по горизонтали (область отображения сигналов) 256 уровней яркости
Органы управления	Ручка регулировки яркости на лицевой панели. Включение/выключение векторов; включение/выключение неограниченного послесвечения, масштабная сетка 8 x 10 делений с плавной регулировкой яркости
Встроенная справочная система	Справки по кнопкам, выводимые на экран посредством нажатия и удерживания аппаратной или программной кнопки
Часы реального времени	Время и дата (устанавливаются пользователем)
<b>Функциональные возможности измерений</b>	
Автоматические измерения	Результаты измерений обновляются непрерывно. Курсоры отслеживают последнее выбранное измерение
Амплитудные параметры (только для каналов осциллографа)	Двойная амплитуда, максимальное значение, минимальное значение, среднее значение, амплитуда, уровень вершины, уровень основания, выброс за фронтом, выброс до фронта, среднеквадратическое (Vrms), стандартное отклонение



Временные параметры	Частота повторения, период повторения, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса и коэффициент заполнения для всех каналов. Длительность фронта, длительность среза, значение времени, соответствующее максимуму, значение времени, соответствующее минимуму, задержка, и фаза — только для каналов осциллографа.
Частотомер	Встроенный частотомер (5 десятичных разрядов) по любому из каналов. Может измерять частоту до максимального значения полосы пропускания.
Определения пороговых уровней	Изменяются в процентном или абсолютном выражении. По умолчанию при измерении временных параметров значения нижнего, среднего и верхнего пороговых уровней равны 10 %, 50 %, 90 % соответственно
Курсоры	Устанавливаются вручную или автоматически для отсчета значений по горизонтали (показания X, $\Delta X$ , $1/\Delta X$ ) и по вертикали (показания Y, $\Delta Y$ ). Кроме того, показания по каналам осциллографа можно выводить на экран в виде двоичных или шестнадцатеричных значений.
Математические функции	Одна из функций 1–2, 1x2, БПФ (FFT), дифференцирование, интегрирование. Источники данных для функции БПФ (FFT), функции дифференцирования, интегрирования: каналы осциллографа 1 или 2, 1–2, 1+2, 1x2.

## БПФ

Число точек	Фиксированное значение 1000 точек
Источники данных для функции БПФ	Аналоговые каналы 1 или 2 (а также 3 или 4 — только для DSO50x4A), 1+2, 1–2, 1*2
Окно	Прямоугольное, с плоской вершиной, Хеннинга
Шумовой порог	От –50 до –90 дБ в зависимости от усреднения
Амплитуда	Отображается в единицах дБВ (dBV) или дБм (dBm) на сопротивлении 50 $\Omega$
Разрешение по частоте	0,05/время на деление
Максимальная частота	50/время на деление

## Запоминающие устройства

Запоминание/вызов	Внутреннее запоминающее устройство позволяет запоминать и вызывать 10 конфигураций органов управления и графиков сигнала
-------------------	--

## 8 Характеристики и спецификации

Тип и формат запоминаемых данных	Главные порты USB 1.1 на лицевой и задней панелях Форматы изображения: BMP (8 бит), BMP (24бита), PNG (24 бита) Форматы данных: значения X и Y (время/напряжение) в форматах CSV, ASCII XY, BIN Форматы графиков/установок: восстанавливаемые
----------------------------------	--

### Ввод/вывод

Встроенные порты	USB 2.0 для высокоскоростных устройств, два главных порта USB 1.1, ЛВС 10/100–BaseT, GPIB IEEE488.2, XGA–совместимый выход видеосигнала
Максимальная скорость передачи данных	GPIB IEEE488.2: 500 Кбайт/с USB (USBTMC–USB488): 3,5 Мбайт/с ЛВС 100 Мбит/с (TCP/IP): 1 Мбайт/с
Совместимость с принтерами	Принтеры HP Deskjet (на выбор)

### Общие характеристики

Размеры	35,4 см (ширина) x 18,8 см (высота) x 17,4 см (глубина) — без ручки 38,5 см (ширина) x 18,8 см (высота) x 17,4 см (глубина) — с ручкой
Масса	Без упаковки: 4,1 кг В упаковке: приблизительно 9 кг
Выход сигнала для компенсации пробника	Частота около 1,2 кГц, напряжение около 2,5 В
Выход сигнала запуска	От 0 до 5 В на разомкнутой цепи (задержка около 23 нс) От 0 до 2,5 В при нагрузке 50 $\Omega$
Гнездо для замка Kensington	Гнездо для замка Kensington на задней панели для защиты от несанкционированного перемещения прибора

### Требования к электропитанию

Напряжение питания	Сеть переменного тока с максимальной мощностью 120 Вт, напряжение 96–144 В/частота 48–440 Гц, 192–288 В/48–66 Гц, автоматический выбор
--------------------	--

### Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	Рабочая: от –10 °С до +55 °С, хранения: от –51 °С до +71 °С
Относительная влажность	Рабочая: 95 % при 40 °С в течение 24 ч, хранения: 90 % при 65 °С в течение 24 ч
Пониженное атмосферное давление (высота над уровнем моря)	Рабочее: до 4570 м, хранения: до 15 244 м
Механическая вибрация	Соответствует нормам класса GP компании Agilent и MIL–PRF–28800F; Class 3 Random
Механическое воздействие	Соответствует нормам класса GP компании Agilent и MIL–PRF–28800F (работа — 30 г, форма импульса — полусинусоидальная, длительность 11 мс, 3 удара по каждой из основных осей, всего 18 ударов)

Степень загрязнения 2	Обычно допускается только сухое непроводящее загрязнение. Иногда может возникать временная проводимость, вызванная конденсацией влаги.
Использование внутри помещения	Прибор предназначен для использования только внутри помещения

#### Прочие характеристики

Категории измерения	CAT I: изолированная сеть CAT II: напряжение питающей сети подводится от розетки
Соответствие нормам	Требования к технике безопасности соответствуют документам IEC 61010–1:2001 / EN 61010–1:2001 Канада: CSA C22.2 No. 61010–1:2004 США: UL 61010–1:2004
Дополнительная информация	Прибор соответствует требованиям документа Low Voltage Directive 73/23/EEC, а по электромагнитной совместимости — требованиям документа Directive 89/336/EEC и имеет соответствующую маркировку CE. Прибор в типовой конфигурации прошел испытания на испытательных системах компании HP/Agilent.
	Технические требования, рабочие характеристики и описания прибора, приведенные в данном документе, могут быть изменены без уведомления.

**ОСТОРОЖНО**

**Данный прибор предназначен только для измерений в пределах указанных категорий.**

Для получения дополнительной информации см. перечень рабочих характеристик.  
Перечень рабочих характеристик доступен по адресу: [www.agilent.com/find/dso5000](http://www.agilent.com/find/dso5000).

### Уведомления

ПО RealVNC лицензировано, согласно условиям стандартной общественной лицензии GNU. RealVNC Ltd., 2002–2005 г. Все права защищены.

Данный продукт является бесплатным программным обеспечением. Распространять и/или изменять его можно только в соответствии с условиями стандартной общественной лицензии GNU, опубликованной Free Software Foundation, лицензия версии 2 или (по выбору) более поздней версии.

Данное программное обеспечение распространяется с целью полезного применения, но БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, в том числе без подразумеваемой гарантии ВЫСОКИХ КОММЕРЧЕСКИХ КАЧЕСТВ или ПРИГОДНОСТИ КОНКРЕТНЫМ ЦЕЛЯМ. См. стандартную общественную лицензию GNU для получения дополнительной информации. Лицензия приведена на диске Programmer's Documentation CD-ROM.

Исходный код RealVNC можно получить в RealVNC или в компании Agilent. Компания Agilent будет взимать плату за физическое предоставление исходного кода.

# Предметный указатель

## Цифры

1\*2, 135  
1-2, 137

## A

AutoProbe, 48, 64  
    внешний запуск, 100  
AutoScale, 59  
    режим сбора данных, 201

## C

Center, FFT, 148

## D

d/dt, 139  
DNS IP, 24  
drive0, 208, 214, 220  
drive5, 208, 214, 220  
DSO, 4  
Duty Cycle, 165

## I

IP шлюза, 24  
IP-адрес, 24, 27

## M

MATLAB, двоичные данные, 225  
MegaZoom III, 4

## P

Preset, FFT, 148

## Q

Quick Meas, 76, 160  
Quick Print, 208

## S

Save/Recall, 213  
Span, FFT, 148

## U

upling, 64  
USB  
    совместимые устройства, 213  
USB, извлечение устройства, 47  
USB-накопитель  
    нумерация, 208, 214, 220

## W

Web-интерфейс, 27  
Web-обозреватель, 23  
Web-управление, 28  
Window, FFT, 149

## X

X at Max в FFT, 164  
X at Min в FFT, 164  
X и Y, 155

## A

Автомасштабирование  
    каналы, 201  
автомасштабирование  
    отмена, 200  
автоматическая настройка, 59

автоматические измерения, 76, 160  
автоматический индикатор запуска, 94  
автоматический режим запуска, 94  
    однократный запуск, 57  
автоматическое сохранение осциллограмм  
    и параметров настройки, 214  
автономное соединение, 26  
аксессуары, 16, 18  
активные пробники, 39  
аналоговые фильтры, настройка, 145

## B

библиотека меток по умолчанию, 80  
библиотека, метки, 78  
быстрая печать, 81

## B

векторы, 184, 185  
верньер скорости развертки, 68  
вертикальное расширение, 63  
вершина, 176  
включение канала, 48  
включение питания, 21  
внешний запуск  
    входной импеданс, 101  
    единицы измерения пробника, 101  
    коэффициент пробника, 100  
    параметры пробника, 99  
внешний накопитель, 47  
возврат прибора для обслуживания, 224  
возможность соединения, 23  
восстановление осциллограмм и  
    параметров настройки, 213, 218  
временная развертка, 67  
время нарастания, 167  
время спада, 167

## Предметный указатель

время, соответствующее максимуму, 168  
время, соответствующее минимуму, 168  
входное напряжение, 35, 100, 234  
входной импеданс  
    внешний запуск, 101  
входные вертикальные каналы, 62  
выбор значений, 44  
выброс на заднем фронте, 178  
выброс на переднем фронте, 177  
выключатель питания или сети, 21  
вычитание, 137

## Г

гарантированные спецификации, 235  
гарантия, 223  
гистерезис, запуск, 196  
глазковые диаграммы, 193  
горизонтальная область, 67  
горизонтальная развертка, 68  
графические условные обозначения, 45

## Д

двоичные данные (.bin), 225  
двоичные данные в MATLAB, 225  
двоичные данные, примерная программа  
    для чтения, 229  
двоичные курсоры, 154  
двойная амплитуда, 174  
дистанционное управление, 23  
дистанционный интерфейс, 23  
дистанционный экран, Web, 27  
дифференцирование, 139  
длительность записи, 56  
добавление, 137  
домен, 24

## Е

единицы измерения пробника, 67, 101  
единицы измерения, математические  
    функции, 134  
единицы измерения, пробник, 67, 101

## З

загрузка осциллограмм и параметров  
    настройки, 213, 218  
загрузка ПО, 27  
загрузка файла, 219, 220  
загрузка файла языка справки, 41  
задержка, 97  
запуск  
    Mode/Coupling, запуск, 93  
    внешний, 99  
    гистерезис, 196  
    задержка, 97  
    источник, 104  
    подавление ВЧ, 96  
    подавление шума, 96  
    режим, 93  
    связь, 96  
запуск выброса, 105  
запуск длительности импульса, 105  
запуск по длительности, 110  
запуск по кодовому слову, 108  
запуск по перепаду, 103  
запуск по сигналу HDTV, 113  
запуск по сигналу на спаде, 103  
запуск по ТВ-сигналу, 113  
заставка экрана, 82  
значения, выбор, 44

## И

измерение амплитуды, 173  
измерение времени, 164  
измерение задержки, 169  
измерение периода, 167  
измерение фазы, 170  
измерение частоты, 166  
измерение, восстановленная  
    осциллограмма, 218  
измерения, 76, 165, 203  
измерения БПФ, 145  
измерения с помощью курсоров, 75, 153  
измерения частотомером, 165  
импеданс  
    внешний запуск, 101

имя хоста, 24, 27  
инвертирование, 65  
индикатор автоматического запуска, 49  
индикатор времени задержки, 69  
интегрирование, 142  
интерфейс ЛВС, 24  
информация о версии встроенного ПО, 27  
информация о сетевом состоянии, 27  
информация об осциллографе, 89  
информация, User Cal, 87  
искажения сигнала, 145

## К

кали, 63  
калибровка пробника, 67  
канал  
    единицы измерения пробника, 67  
    инвертирование, 65  
    кнопки включения/выключения, 48  
    коэффициент пробника, 66  
    ограничение полосы, 65  
    положение, 63  
    развертывание, 63  
    связь, 64  
    сдвиг, 66  
    установка, 62  
    чувствительность по вертикали, 63  
категория измерения, 233  
    определения, 233  
категория перенапряжения, 232  
квалификатор, 106  
кнопка AutoScale, 51  
кнопка Label, 48  
кнопка Run/Stop, 54  
кнопка Single, 56  
кнопка Utility, 24, 48  
кнопка основной развертки/задержки по  
    горизонтали, 50  
кнопки File, 48  
кнопки Waveform, 49  
кнопки измерения, 50

- кодовое слово  
 запуск по длительности, 110  
 запуск по кодовому слову, 108
- компенсация пробника, 37
- конфигурации порта ввода–вывода, 223
- конфигурация по умолчанию, 90
- коэффициент деления, 61
- коэффициент пробника, 61, 66, 100
- коэффициент, пробник, 100
- курсоры X и Y, 155
- курсоры, измерение, 218
- Л**
- лицевая панель, 46, 52  
 обзор, 43
- лицензии, 89
- лицензия безопасной среды, 89
- лов, 62
- М**
- максимальная частота дискретизации, 193
- максимальное значение, 174
- маска подсети, 24
- масштабирование и прокрутка, 57, 180, 181
- математическая функция, 48
- математические  
 1<sup>2</sup>, 135  
 1–2, 137  
 БПФ, 145  
 вычитание, 137  
 дифференцирование, 139  
 единицы, 134  
 измерения, 172  
 интегрирование, 142  
 масштаб, 134  
 смещение, 134  
 умножение, 135  
 функции, 133
- мгновенное значение перепада, 139
- метки, 77  
 библиотека по умолчанию, 80
- минимальное значение, 174
- Н**
- наклон для отображения, 19
- наложение, FFT, 146
- напечатать экран, 209
- настройка GPIB, 223
- настройка USB, 223
- настройка ЛВС, 223
- настройка осциллографа, 223
- настройка принтера, 204
- настройка ручки, 19
- настройка, автоматическая, 59
- начать сбор данных, 54
- небольшие пульсации, 167
- неопределенное состояние, 154
- нестабильные сигналы запуска, 193
- новая метка, 78
- номер модели, 27
- нормальные курсоры, 154
- нормальный режим запуска, 49, 95
- нормальный режим сбора данных, 189
- О**
- обмен данными с осциллографом, 23
- обновления программного и микропрограммного обеспечения, 222
- обновления программного обеспечения, 222
- образцы файлов с двоичными данными, 230
- объем памяти, 56
- ограничение полосы, 65
- однократный сбор данных, 49, 56
- окно FFT, 149
- окно с плоской вершиной, 149
- окно Хеннинга, 149
- определенные метки, 77
- органы управления запуском, 49
- органы управления, лицевая панель, 46, 52
- основание, 173
- основной режим горизонтальной развертки, 68
- остановить сбор данных, 54
- остановка сбора данных, 49
- отмена AutoScale, 59
- отображение нескольких результатов сбора данных, 55
- отсчет времени, 68
- очистить экран, 199
- очистка, 224
- очистка экрана, 183
- П**
- п, 66
- па, 193
- память сбора данных, 93
- пара канала, 236
- параметр выборки в реальном времени, 193
- параметр сбора данных  
 реальное время, 193
- параметры печати, 207
- параметры сетевой конфигурации, 27
- параметры, печать, 207
- пароль  
 переустановка, 33  
 установка, 31
- пассивные пробники, 38
- переключатель питания, 47
- перекрестные помехи, 145
- печать, 81, 208  
 в файл, 208  
 форматы файла, 204  
 печать экрана, 208, 209
- Подавление ВЧ, 196
- подавление ВЧ, 96, 195
- подавление высокочастотных шумов, 195, 196
- подавление низкочастотных шумов, 196
- Подавление НЧ, 196
- подавление НЧ, 196
- подавление шума, 96
- подготовка к транспортировке, 224

## Предметный указатель

- подключение
    - к ПК, 26
  - подсоединение пробников, 34
  - половинный канал, 236
  - положение по вертикали, 63
  - полоса пропускания, осциллограф, 193
  - полярность импульса, 106
  - полярность синхронизации, запуск по ТВ-сигналу, 115
  - пользовательская калибровка, 84
  - порог
    - измерения канала, 162
  - пороги измерения, 162
  - порт клиента USB, 209
  - порты USB, 47
  - последующая обработка, 127
  - постоянное послесвечение, 55, 183, 197
  - Принтер USB, 209
  - принтеры
    - USB, 209
    - настройка, 204
    - поддерживаемые, 210
  - пробник, 47
    - интерфейс AutoProbe, 48
    - калибровка, 67
  - пробники, 34
    - активные, 39
    - компенсация, 37
    - пассивные, 38
  - проводник, 219
  - программная кнопка Addresses, 24
  - программная кнопка Config, 24
  - программная кнопка Controller, 24
  - программная кнопка Domain, 24
  - программная кнопка I/O, 24
  - программная кнопка LAN Settings, 24
  - программная кнопка Length, 205
  - программная кнопка Modify, 24
  - программная кнопка Configure, 24
  - программные кнопки, 44, 51, 53
  - прокрутка и масштабирование, 57, 180, 181
  - просмотр сигналов, 186
  - просмотр, наклон прибора, 19
  - прямое соединение, 26
  - прямоугольное окно, 149
- ### Р
- развертка с задержкой, 71, 158, 166, 176
  - развертывание, канал, 63
  - разъем Trigger Out, 126
  - растровый файл изображения, 204
  - расширение относительно, 181
  - расширение относительно земли, 83
  - расширение относительно центра, 83
  - регулировка яркости, 47, 54
  - редкие сигналы запуска, 193
  - режим XY, 74, 128
  - режим высокого разрешения, 189
  - режим запуска
    - автоматический, 94
    - нормальный, 95
  - режим обнаружения пиков при сборе данных, 189, 197
  - режим прокрутки, 73
  - режим сбора данных, 188
    - высокое разрешение, 189
    - нормальный, 189
    - обнаружение пиков, 189
    - усреднение, 190, 191
  - режим усреднения при сборе данных, 190, 191
  - ручка, 19
  - ручка Entry, 44, 45, 51
  - ручка времени задержки, 69
- ### С
- самотестирование, обслуживание, 88
  - сбор, 191
  - сдвиг, канал, 66
  - серийный номер, 27
  - сетка, 54
  - сигнал гашения по оси Z, 74, 131
  - символы, графические, 45
  - синхронизация, 81
  - случайный шум, 195
  - соединение канала DC, 64
  - соединение точек, 184
  - сохранение осциллограмм и параметров настройки, 213, 215, 216
  - сохранение файла, 219
  - спектральные утечки, FFT, 147
  - спецификации, 235
  - список меток, 80
  - способность оборудования выдерживать переходный процесс, 234
  - справка, 40
  - сравнение результатов измерения, 213
  - среднее значение, 173
  - среднеквадратическое, 174
  - стандартная конфигурация по умолчанию, 90
  - стандартная установка, 90
  - стандартное отклонение, 174
  - степень загрязнения, 232
    - определения, 232
  - строка измерения, 53
  - строка соединения VISA, 27
  - строка состояния, 53
- ### Т
- тип запуска, 102
    - выброс, 105
    - длительность, 110
    - длительность импульса, 105
    - кодированное слово, 108
    - перепад, 103
    - по ТВ-сигналу, 113
    - спад, 103
  - точка отсчета сигнала, 83
  - требования к вентиляции, 21
- ### У
- удаление файла, 219, 220
  - удаленная лицевая панель, 28
  - удобство использования, 44
  - умножение, 135
  - управление временем/делением по горизонтали, 50



управление выполнением, 49  
управление задержкой по горизонтали, 50  
управление положением по вертикали, 47  
уровень земли, 63  
условия окружающей среды, 232  
условные обозначения, 45  
установка, стандартная, 90

## Ф

формат файла данных ASCII XY, 205  
формат файла данных BIN, 205  
формат файла данных CSV, 205  
формат файла данных, содержащий значения переменных, разделенные запятыми, 205  
формат файла изображения BMP (24 бит), 204  
формат файла изображения BMP (8 бит), 204  
формат файла изображения PNG (24 бит), 204  
форматы файла, печать, 204  
функции обслуживания, 84

## Х

характеристики, 236

## Ч

частота дискретизации, 5, 189, 193  
отображение текущей частоты, 67  
чувствительность по вертикали, 48, 63

## Ш

шестнадцатеричные курсоры, 154  
Ширина -, 168  
Ширина +, 167  
шум  
высокая частота, 195, 196  
низкая частота, 196

## Э

экран, 50, 53, 82  
векторы, 185  
область, 53  
описание, 53  
очистка, 183  
программные кнопки, 53  
режимы, 183  
сведения о сигнале, 186  
строка измерения, 53  
строка состояния, 53  
яркость, 54

энергия импульса, 142

## Я

яркость сетки, 54  
яркость сигналов, 47

