



# Осциллографы Agilent InfiniiVision 2000 серии X

**Руководство для пользователя**

## Уведомления

© Agilent Technologies, Inc., 2005 – 2011

Сведения, содержащиеся в настоящем Руководстве, носят исключительно информационный и рекомендательный характер. Ответственность за эксплуатацию оборудования и использование программного обеспечения Agilent Technologies несет пользователь в соответствии с применимым законодательством. Компания Agilent Technologies в настоящем Руководстве не предоставляет каких-либо юридических гарантий относительно оборудования и программного обеспечения Agilent Technologies, включая гарантии использования данного оборудования для определенных целей. При наличии ошибок в настоящем Руководстве необходимо обратиться к поставщику оборудования для избежания возможных убытков в связи с ненадлежащей эксплуатацией оборудования Agilent Technologies.

Без предварительного согласования и письменного разрешения компании Agilent Technologies, Inc. не допускается воспроизведение данного Руководства или его частей в любой форме и любыми средствами (включая электронные средства хранения и поиска информации, а также перевод на иностранный язык), как это регулируется законодательством США и международным авторским правом.

### Издательская информация

Номер публикации: 75015-97011  
Второе издание, февраль 2011 г.

### Технические лицензии

Описанные в данном документе аппаратные и/или программные средства поставляются с лицензией. Их применение или копирование допускается только в соответствии с условиями такой лицензии.

### Торговые марки

Зарегистрированная в США торговая марка Java принадлежит корпорации Sun Microsystems, Inc.

Зарегистрированные в США и других странах торговые марки Sun, Sun Microsystems и логотип Sun принадлежат корпорации Sun Microsystems, Inc.

### Предупредительные указания

#### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предостережения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предупреждения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

# Сервис и техническая поддержка от Agilent Technologies в России

Компания Agilent предлагает широкий спектр услуг по обслуживанию измерительного оборудования:

- Ремонт (гарантийный и после гарантии)
- Расширение гарантии (на 3 и 5 лет)
- Договор на сервисное обслуживание
- Калибровка
- Поверка
- Инсталляция
- Модернизация

Эти услуги могут быть приобретены как вместе с заказом прибора, так и отдельно после его покупки (за исключением Расширения Гарантии, которая может быть приобретена только вместе с прибором).

## Сервисный центр Agilent

Официальное открытие Сервисного Центра Agilent в Москве состоялось в 2007 году. Он является составной частью мировой системы Agilent по техническому обслуживанию контрольно-измерительного оборудования.

**Квалификация и компетентность персонала и техническое оснащение** сервисного центра Agilent являются решающим фактором успеха компании на мировом рынке и в России.

**Тесное взаимодействие с мировой системой сервиса Agilent** позволяет проводить регулярное обучение инженеров на заводах и сервисных центрах компании по всему миру, напрямую получать необходимую техническую консультацию от разработчиков приборов.

**Сервисный центр Agilent в Москве оснащен самым современным оборудованием** для проведения разных видов технического обслуживания, в том числе ремонта, калибровки и поверки оборудования, с возможностью выдачи детальных отчетов.

Для ремонта оборудования **используются только оригинальные запасные части и комплектующие**. Имеется **локальный склад запасных частей**.

Высокий уровень качества услуг позволил компании Agilent получить **лицензию на ПОВЕРКУ систем измерения до 40 ГГц**, которая будет расширяться по частоте и модельному ряду оборудования Agilent, продаваемого в России.

## Наиболее востребованные сервисные услуги от Agilent:

### ➤ **РАСШИРЕНИЕ ГАРАНТИИ**

Включается как сервисная опция при покупке вместе с оборудованием. Ее цена фиксируется на весь срок действия (3 или 5 лет), что существенно экономит бюджет и сокращает время на процедуры согласования при каждом сервисном случае. Работы проводятся быстро благодаря наличию локального склада запасных частей и всех необходимых средств для проведения калибровки и поверки оборудования. Это позволяет сократить время простоя оборудования пользователя до минимума.

### ➤ **ДОГОВОР НА СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Предлагается для сервисного обслуживания различного типа оборудования в любом количестве, гарантийные сроки которого закончились, или Заказчику требуются дополнительные сервисные услуги и/или условия их предоставления, не вошедшие в стандартную гарантию. В договор могут быть включены любые услуги, предоставляемые сервисным центром. Заключение договора на сервисное обслуживание позволяет планировать необходимый запас запчастей на складе и составлять календарные планы проведения работ (по поверке и калибровке), что существенно сокращает время простоя оборудования. Предмет и условия договора определяются индивидуально, исходя из потребностей каждого Заказчика.

### ➤ **ПОВЕРКА**

Предлагаются услуги по проведению **первичной и периодической** поверки.

**Преимущества Поверки от Agilent являются:**

- Первичная поверка вместе с покупкой нового оборудования или после ремонта
- Периодическая поверка
- Составление графиков поверки (при покупке Планов Поверки на 3 и 5 лет)
- Информирование заказчика о приближении срока окончания действия поверки
- Согласование новых сроков проведения поверок
- Скорость проведения поверки (в среднем 5 рабочих дней)

Поверка приборов проводится в строгом соответствии с установленными методиками поверки.

Для приборов, прошедших успешно процедуру поверки, выписывается **сертификат установленного образца**.

## ➤ КАЛИБРОВКА

Оборудование Agilent обладает высокоточными и стабильными характеристиками. Для поддержания стабильных показателей измерений завод-производитель рекомендует с определенной регулярностью проводить калибровку оборудования согласно типу прибора. Интервалы между калибровками могут увеличиваться, если статистика измерений за длительный промежуток времени показывает стабильные измерения прибора.

Калибровка в Сервисном центре Agilent проводится согласно требованиям технической документации завода-изготовителя. В случае отклонения измерений от нормы при проведении калибровки сервисная служба Agilent проводит их настройку бесплатно (за исключением случаев, требующих проведения ремонта).

По результатам калибровки выдается сертификат стандарта Agilent и полный протокол результатов измерений.

Сервисный центр Agilent предлагает следующие виды калибровок:

- Стандартная заводская калибровка Agilent – полная калибровка прибора согласно спецификации и стандартам качества Agilent
- Калибровка по специальным требованиям заказчика

### **Пункты «Приема и Выдачи» оборудования Agilent**

Для удобства проведения сервисных услуг в удаленных регионах России компания Agilent разработала программу «Приемных пунктов» оборудования торговой марки Agilent для заказчиков, чьи офисы расположены за пределами Москвы и Московской области. В такие «пункты» заказчики могут сдать оборудование, требующее сервисного обслуживания, и там же получить обратно уже обслуженное оборудование.

Адреса таких пунктов можно узнать на официальном сайте компании Agilent или в Сервисном Центре Agilent в Москве.

### **Доступность к информации по интернет 24x7 “Infoline”**

#### **Информационная система INFOLINE**

Компания Agilent предоставляет своим заказчикам широкий спектр информации и сервисов через информационную систему “Infoline”, которая успешно прошла полную локализацию на русский язык в 2011 году (<http://www.agilent.com/find/service>).

Вы можете легко и удобно:

- Проверить гарантийные условия и сроки для вашего оборудования
- Скачать сертификаты по калибровке
- Узнать дату окончания технической поддержки (end of support)
- И многое другое ...

### **«Запрос-заявка» на сервисное обслуживание**

Для сервисного обслуживания приборов в Сервисном Центре Agilent в Москве необходимо подать заявку:

- Либо по телефону +7 (495) 797-39-30 (с 09:00 до 18:00, кроме субботы и воскресенья);
- Либо по электронной почте: [tmo-russia@agilent.com](mailto:tmo-russia@agilent.com).

### **Контактная информация Сервисного Центра Agilent в России**

#### **Адрес:**

Космодамианская наб. 52, строение 1

г. Москва, 115054, Россия

**Телефон:** +7 (495) 797-39-30

**Эл.адрес:** [tmo\\_russia@agilent.com](mailto:tmo_russia@agilent.com)

**Часы работы:** с 09:00 до 18:00 (кроме субботы, воскресенья и праздничных дней)

# Содержание

---

Осциллографы InfiniiVision 2000 серии X – ознакомительная информация .....	9
<b>1 Подготовка осциллографа к работе .....</b>	<b>11</b>
1.1 Проверка комплектности поставки .....	11
1.2 Установка дополнительного модуля LAN/VGA или GPIB .....	12
1.3 Установка осциллографа с наклоном для удобства наблюдения .....	12
1.4 Включение осциллографа .....	13
1.5 Присоединение пробников к осциллографу .....	13
1.6 Подача сигнала на вход осциллографа .....	14
1.7 Вызов принятого по умолчанию набора параметров осциллографа .....	14
1.8 Применение автоматического масштабирования (AutoScale) .....	14
1.9 Коррекция переходных характеристик пассивных пробников .....	15
1.10 Органы управления и соединители на передней панели .....	16
Накладки на переднюю панель для других языков .....	20
1.11 Соединители на задней панели .....	21
1.12 Описание компонентов экрана .....	22
1.13 Использование встроенной справочной системы Quick Help .....	23
<b>2 Органы управления отображением по горизонтали .....</b>	<b>24</b>
2.1 Регулировка масштаба отображения по горизонтали (коэффициента развертки) .....	25
2.2 Регулировка задержки (позиции по горизонтали) .....	25
2.3 Панорамирование и изменение масштаба отображения однократной или остановленной регистрации .....	25
2.4 Переключение режима развертки (Normal, XY или Zoom) .....	26
Режим развертки XY .....	27
2.5 Отображение в режиме растянутой развертки .....	28
2.6 Включение и выключение верньера развертки .....	29
2.7 Установка положения опорной временной точки (слева, в центре или справа) .....	29
2.8 Перемещение по оси времени .....	30
<b>3 Органы управления отображением по вертикали .....</b>	<b>31</b>
3.1 Включение и выключение осциллограмм (канал или математическая функция) .....	31
3.2 Регулировка масштаба отображения по вертикали .....	31
3.3 Регулировка положения осциллограммы по вертикали .....	32
3.4 Установка характера связи на входе канала .....	32
3.5 Ограничение полосы пропускания .....	32
3.6 Включение и выключение точной регулировки чувствительности по вертикали .....	32
3.7 Инвертирование осциллограммы .....	33
3.8 Установка параметров пробника аналогового канала .....	33
Выбор единицы измерения сигнала в канале .....	33
Установка коэффициента ослабления пробника .....	33
Компенсация асимметрии пробников .....	34
<b>4 Математическая обработка осциллограмм .....</b>	<b>35</b>
4.1 Вывод на экран осциллограмм математических функций .....	35
4.2 Выполнение быстрого преобразования Фурье с результатом арифметической операции .....	36
4.3 Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций .....	36
4.4 Умножение .....	36
4.5 Сложение и вычитание .....	37

4.6	Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)	37
	Рекомендации по измерениям FFT	39
	Единицы измерений FFT	40
	Значение постоянной составляющей при вычислении FFT	40
	Ложные частотные составляющие и наложение спектров	40
	Просачивание спектральных составляющих	41
4.7	Единицы измерений для осциллограмм математических функций	42
<b>5</b>	<b>Образцовые осциллограммы</b>	<b>43</b>
5.1	Сохранение осциллограммы в ячейке памяти образцовых осциллограмм	43
5.2	Вывод образцовой осциллограммы на экран	43
5.3	Масштабирование и смещение образцовых осциллограмм	44
5.4	Компенсация рассогласования образцовой осциллограммы по времени	44
5.5	Вывод на экран отображения данных образцовой осциллограммы	44
5.6	Применение USB-накопителя для сохранения и вызова файлов образцовых осциллограмм	44
<b>6</b>	<b>Цифровые каналы</b>	<b>45</b>
6.1	Присоединение цифровых пробников к испытываемой схеме	45
6.2	Регистрация осциллограмм с применением цифровых каналов	46
6.3	Применение функции AutoScale при работе с цифровыми каналами	47
6.4	Описание отображения цифровых осциллограмм	48
6.5	Изменение высоты осциллограмм цифровых каналов	48
6.6	Включение и выключение отдельных каналов	48
6.7	Включение и выключение всех цифровых каналов	48
6.8	Включение и выключение группы каналов	49
6.9	Изменение логического порога цифровых каналов	49
6.10	Изменение позиции осциллограммы цифрового канала	49
6.11	Отображение цифровых каналов в виде сигналов шины	49
6.12	Верность воспроизведения сигналов в цифровых каналах – импеданс и заземление пробника	51
	Входной импеданс	51
	Заземление пробника	53
	Рекомендации по оптимальному применению пробников	54
6.13	Замена проводов цифрового пробника	54
<b>7</b>	<b>Настройка экрана</b>	<b>55</b>
7.1	Регулировка яркости осциллограмм	55
7.2	Установка и отмена послесвечения	56
7.3	Очистка экрана	56
7.4	Регулировка яркости масштабной сетки	57
7.5	Фиксация изображения на экране	57
<b>8</b>	<b>Применение меток каналов</b>	<b>58</b>
8.1	Включение и выключение отображения меток каналов	58
8.2	Присвоение каналу предопределенной метки	58
8.3	Определение новой метки	59
8.4	Как загрузить список меток из созданного вами текстового файла	59
8.5	Восстановление заводской конфигурации библиотеки меток	60
<b>9</b>	<b>Типы запуска</b>	<b>61</b>
9.1	Регулировка уровня запуска	61
9.2	Принудительный запуск	62
9.3	Запуск по фронту сигнала (Edge Trigger)	62
9.4	Запуск по кодовой комбинации (Pattern)	63
	Запуск по шестнадцатиричной кодовой комбинации шины	64

9.5	Запуск по длительности импульса (Pulse Width)	65
9.6	Запуск по видеосигналам	67
	Запуск по определенной строке видеосигнала	69
	Запуск по всем синхроимпульсам	70
	Запуск по определенному полукадру видеосигнала	70
	Запуск по всем полукадрам видеосигнала	71
	Запуск по нечетным или четным полям	71
<b>10</b>	<b>Режимы запуска (меню Trigger Mode and Coupling)</b>	<b>73</b>
10.1	Режимы запуска: обычный и автоматический	73
10.2	Выбор характера связи в тракте запуска	74
10.3	Подавление шумов в тракте запуска	75
10.4	Подавление высоких частот в тракте запуска	75
10.5	Установка времени выдержки запуска (Holdoff)	76
10.6	Вход внешнего запуска	76
<b>11</b>	<b>Управление сбором данных</b>	<b>78</b>
11.1	Пуск и останов сбора данных	78
11.2	Дискретизация	79
	Теория дискретизации	79
	Появление ложных низкочастотных сигналов	79
	Ширина полосы пропускания осциллографа и частота дискретизации	79
	Время нарастания переходной характеристики осциллографа	80
	Требования к ширине полосы пропускания осциллографа	80
	Глубина памяти и частота дискретизации	81
11.3	Выбор режима сбора данных	81
	Нормальный режим сбора данных (Normal)	82
	Режим пикового детектирования (Peak Detect)	82
	Режим усреднения (Averaging)	83
	Режим высокого разрешения (High Resolution)	85
11.4	Сбор данных в сегментированную память	85
	Просмотр сегментов	86
	Бесконечное послесвечение с сегментированной памятью	86
	Время повторной активизации сегментированной памяти	87
	Сохранение данных из сегментированной памяти	87
<b>12</b>	<b>Курсоры</b>	<b>88</b>
12.1	Выполнение курсорных измерений	88
12.2	Примеры курсорных измерений	90
<b>13</b>	<b>Измерения</b>	<b>93</b>
13.1	Выполнение автоматических измерений	93
13.2	Сводка видов измерений	94
	Общий снимок (Snapshot All)	95
13.3	Измерения напряжения	95
	Междупиковое значение (Peak-Peak)	96
	Максимальное значение (Maximum)	96
	Минимальное значение (Minimum)	96
	Амплитуда (Amplitude)	96
	Вершина (Top)	96
	Основание (Base)	96
	Выброс на фронте импульса (Overshoot)	97
	Выброс перед фронтом импульса (Preshoot)	97

Среднее значение (Average) .....	98
Эффективное значение с учетом постоянной составляющей (DC RMS) .....	98
Эффективное значение переменной составляющей (AC RMS) .....	98
13.4 Измерения временных параметров .....	99
Период .....	99
Частота .....	100
Длительность "+" (+ Width) .....	100
Длительность "-" (- Width) .....	100
Длительность импульсного пакета (Burst Width) .....	100
Коэффициент заполнения (Duty Cycle) .....	101
Время нарастания (Rise Time) .....	101
Время спада (Fall Time) .....	101
Задержка (Delay) .....	101
Фаза (Phase) .....	102
13.5 Измерительные пороги .....	103
13.6 Окно измерений с окном растянутой развертки .....	104
<b>14 Испытания на соответствие маске .....</b>	<b>105</b>
14.1 Как создать маску из "эталонной" осциллограммы (Automask) .....	105
14.2 Установка параметров испытаний на соответствие маске .....	106
14.3 Статистика испытаний на соответствие маске .....	108
14.4 Внесение изменений в файл маски .....	109
14.5 Создание файла маски .....	111
<b>15 Генератор сигналов .....</b>	<b>114</b>
15.1 Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров .....	114
15.2 Вывод синхронизирующих импульсов генератора .....	115
15.3 Установка выходной нагрузки генератора сигналов .....	116
15.4 Выбор предустановок стандартных логических уровней .....	116
15.5 Восстановление принятых по умолчанию установок параметров генератора .....	116
<b>16 Сохранение и вызов данных и наборов параметров .....</b>	<b>117</b>
16.1 Сохранение параметров настройки, экранных изображений и данных .....	117
Сохранение наборов параметров настройки осциллографа .....	118
Сохранение графических файлов в формате BMP или PNG .....	118
Сохранение файлов данных в форматах CSV, ASCII XY и BIN .....	119
Сохранение файлов данных в формате ALB .....	119
Управление длиной данных (Length) .....	120
Сохранение файлов образцовых осциллограмм на USB-накопителе .....	121
Сохранение файлов масок .....	121
Выбор места сохранения файлов .....	121
Ввод имени файла .....	122
16.2 Вызов из памяти файлов параметров настройки, файлов масок и образцовых осциллограмм .....	122
Вызов из памяти файлов параметров настройки .....	122
Вызов из памяти файлов масок .....	123
Вызов файлов образцовых осциллограмм с USB-накопителя .....	123
16.3 Вызов принятого по умолчанию набора параметров настройки .....	123
16.4 Защитное стирание памяти .....	123
<b>17 Печать (экраны) .....</b>	<b>124</b>
17.1 Вывод на печать содержания экрана осциллографа .....	124
17.2 Настройка соединения с сетевым принтером .....	124
17.3 Опции печати .....	125
17.4 Выбор палитры .....	126

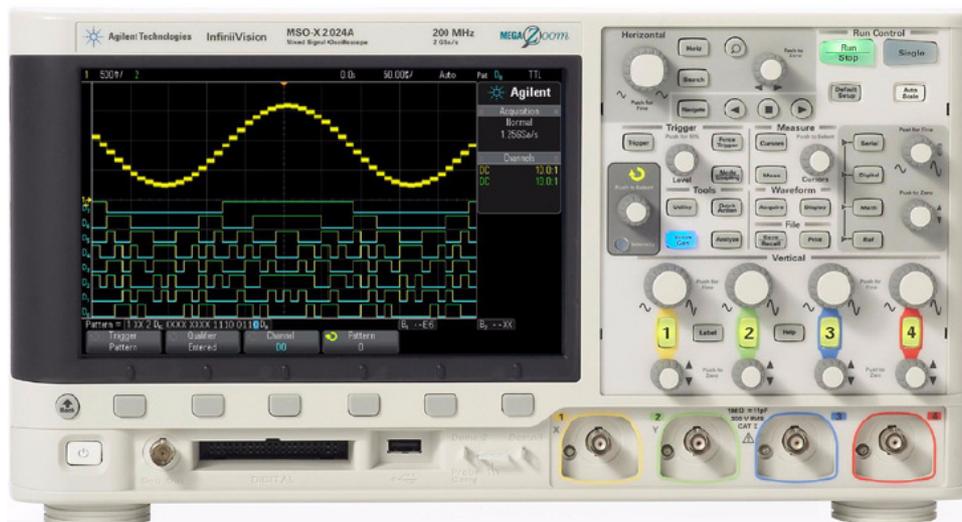
<b>18</b>	<b>Вспомогательные функции (меню Utility)</b>	<b>127</b>
18.1	Установка параметров интерфейсов ввода-вывода	127
18.2	Настройка соединения осциллографа с локальной сетью (LAN)	127
	Как установить соединение LAN	128
	Двухточечное (автономное) соединение с компьютером	128
18.3	Файловый обозреватель (File Explorer)	129
18.4	Установка предпочтительных настроек осциллографа	130
	Установка опорной точки для растяжки осциллограммы по вертикали	130
	Прозрачный или непрозрачный фон	131
	Загрузка принятой по умолчанию библиотеки меток каналов	131
	Настройка хранителя экрана	131
	Установка предпочтительных настроек автоматического масштабирования (AutoScale)	131
18.5	Установка времени и даты	132
18.6	Установка источника сигнала для вывода на соединитель TRIG OUT	132
18.7	Сервисные задачи	133
	Пользовательская калибровка	133
	Самопроверка	134
	Самопроверка органов управления на передней панели	135
	Вызов на экран информации об осциллографе	135
	Вызов на экран состояния пользовательской калибровки	135
	Очистка осциллографа от загрязнений	135
	Проверка гарантийного статуса и дополнительного обслуживания	135
	Возврат прибора для технического обслуживания или ремонта	135
18.8	Конфигурирование клавиши [Quick Action]	136
<b>19</b>	<b>Применение Web-интерфейса</b>	<b>137</b>
19.1	Обращение к Web-интерфейсу	137
19.2	Управление осциллографом с помощью Web-браузера	138
	Дистанционная передняя панель	138
	Дистанционное программирование через Web-интерфейс	139
	Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries	140
19.3	Сохранение и вызов файлов	140
	Сохранение файлов через Web-интерфейс	140
	Вызов файлов через Web-интерфейс	141
19.4	Получение изображения	141
19.5	Функция идентификации	142
19.6	Страница Instrument Utilities	142
19.7	Установка пароля	143
<b>20</b>	<b>Справочная информация</b>	<b>145</b>
20.1	Технические характеристики	145
20.2	Категория измерений	145
	Определения категорий измерений	145
	Стойкость к броскам напряжения	145
20.3	Условия окружающей среды	146
20.4	Пробники и принадлежности	146
	Пассивные пробники	147
	Дифференциальные пробники	147
	Токовые пробники	148
	Выпускаемые принадлежности	148
20.5	Загрузка лицензий и модернизация осциллографа	149
	Лицензионные опции	149

Другие опции .....	149
Модернизация осциллографа до уровня MSO .....	149
20.6 Обновление программного и микропрограммного обеспечения .....	149
20.7 Двоичные данные (.bin) .....	150
Двоичные данные в программе MATLAB .....	150
Формат заголовков двоичных данных .....	150
Пример программы для считывания двоичных данных .....	152
Примеры двоичных файлов .....	153
20.8 Файлы CSV и ASCII XY .....	155
Структура файлов CSV и ASCII XY .....	155
Минимальные и максимальные значения в файлах CSV .....	156
20.9 Ссылки на разработки .....	156
<b>Алфавитный указатель .....</b>	<b>157</b>

### Сокращения и условные обозначения

<b>AC</b>	переменное напряжение, переменный ток
<b>dB</b>	децибел (дБ)
<b>dBm</b>	децибел от милливатта (дБм)
<b>dBV</b>	децибел от вольта (дБВ)
<b>DC</b>	постоянное напряжение, постоянный ток
<b>DSO</b>	цифровой запоминающий осциллограф
<b>FFT</b>	быстрое преобразование Фурье
<b>GPIO</b>	интерфейсная шина общего назначения
<b>I/O</b>	ввод-вывод
<b>LAN</b>	локальная сеть
<b>MSO</b>	осциллограф смешанных сигналов
<b>RMS</b>	среднеквадратическое (эффективное) значение
<b>SCPI</b>	стандартные команды для программируемых приборов

## Осциллографы InfiniiVision 2000 серии X – ознакомительная информация



**Таблица 1** Осциллографы InfiniiVision 2000 серии X, значения ширины полосы пропускания

Полоса пропускания	70 МГц	100 МГц	200 МГц
2-канальный MSO + 8 логических каналов	MSO-X 2002A	MSO-X 2012A	MSO-X 2022A
4-канальный MSO + 8 логических каналов	MSO-X 2004A	MSO-X 2014A	MSO-X 2024A
2-канальный DSO	DSO-X 2002A	DSO-X 2012A	DSO-X 2022A
4-канальный DSO	DSO-X 2004A	DSO-X 2014A	DSO-X 2024A

Осциллографы InfiniiVision 2000 серии X характеризуются следующими особенностями:

- Модели с шириной полосы пропускания 70 МГц, 100 МГц и 200 МГц.
  - Двухканальные и четырехканальные модели цифровых запоминающих осциллографов (DSO).
  - Модели осциллографов смешанных сигналов (MSO): 2+8 каналов и 4+8 каналов.
- Осциллографы MSO удобны в применении для наладки устройств, в которых действуют аналоговые сигналы и строго коррелированные цифровые сигналы. Восемь цифровых каналов работают при частоте дискретизации 1 Гвыб/с с частотой переключения каналов 50 МГц.
- 8,5-дюймовый дисплей WVGA.
  - Частота перемежающейся дискретизации 2 Гвыб/с; частота неперемежающейся дискретизации 1 Гвыб/с.
  - Память MegaZoom IV глубиной 100K для перемежающихся выборок или 50K для неперемежающихся выборок обеспечивает максимальную частоту обновления осциллограмм.
  - Нажимные поворотные ручки обеспечивают быстрый выбор параметров.
  - Типы запуска: по перепаду уровня, по длительности импульсов, по кодовой комбинации и запуск видеосигналами.
  - Математические операции с осциллограммами: сложение, вычитание, умножение и быстрое преобразование Фурье (FFT).
  - Образцовые осциллограммы (2) для сравнения с другим каналом или для выполнения математических операций.
  - Множество встроенных видов измерений.
  - Встроенный лицензионный генератор сигналов специальной формы: сигналы синусоидальной, прямоугольной, пилообразной формы, постоянное напряжение и шум.
  - Порты USB для вывода данных на печать, для сохранения и совместного использования данных.

- Дополнительный модуль LAN/VGA для присоединения к локальной сети и к внешнему видеомонитору.
- Дополнительный модуль GPIB.
- Встроенная в осциллограф оперативная справочная система (Quick Help). Чтобы вызвать на экран эту справочную систему, достаточно нажать и удерживать любую клавишу. Подробные инструкции по применению оперативной справочной системы содержатся в разделе 1.13.

За дополнительной информацией об осциллографах InfiniiVision обращайтесь на наш сайт:

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

## Как быстро найти нужную информацию в настоящем Руководстве

Следующая таблица поможет вам сориентироваться в поиске нужной информации в данном Руководстве для пользователя.

Тема	Описание
Распаковка осциллографа и подготовка его к работе	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 1 "Подготовка осциллографа к работе"</li> </ul>
Отображение осциллограмм и накопленных данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 2 "Органы управления отображением по горизонтали"</li> <li>• Глава 3 "Органы управления отображением по вертикали"</li> <li>• Глава 4 "Математическая обработка осциллограмм"</li> <li>• Глава 5 "Образцовые осциллограммы"</li> <li>• Глава 6 "Цифровые каналы"</li> <li>• Глава 7 "Настройка экрана"</li> <li>• Глава 8 "Применение меток каналов"</li> </ul>
Настройка запуска и изменение режима сбора данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 9 "Типы запуска"</li> <li>• Глава 10 "Режимы запуска"</li> <li>• Глава 11 "Управление сбором данных"</li> </ul>
Выполнение измерений и анализ данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 12 "Курсоры"</li> <li>• Глава 13 "Измерения"</li> <li>• Глава 14 "Испытания на соответствие маске"</li> </ul>
Применение встроенного генератора сигналов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 15 "Генератор сигналов"</li> </ul>
Сохранение данных, вызов из памяти и вывод на печать	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 16 "Сохранение и вызов данных и наборов параметров"</li> <li>• Глава 17 "Печать (экраны)"</li> </ul>
Применение вспомогательных функций и Web-интерфейса	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 18 "Вспомогательные функции (меню Utility)"</li> <li>• Глава 19 "Применение Web-интерфейса"</li> </ul>
Справочная информация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глава 20 "Справочная информация"</li> </ul>

### УКАЗАНИЕ Сокращенные обозначения последовательности нажатия клавиш

В тексте данного Руководства применяются сокращенные обозначения последовательности нажатия клавиш. Наименования клавиш с фиксированными функциями обозначаются жирным шрифтом в квадратных скобках, например, **[Key1]**. Наименования функциональных клавиш (это шесть клавиш под дисплеем) обозначаются просто жирным шрифтом, например, **Softkey2**.

Указание типа "Нажмите клавишу **[Key1]**, затем функциональную клавишу **Softkey2**, затем функциональную клавишу **Softkey3**" может быть записано в сокращенной форме:

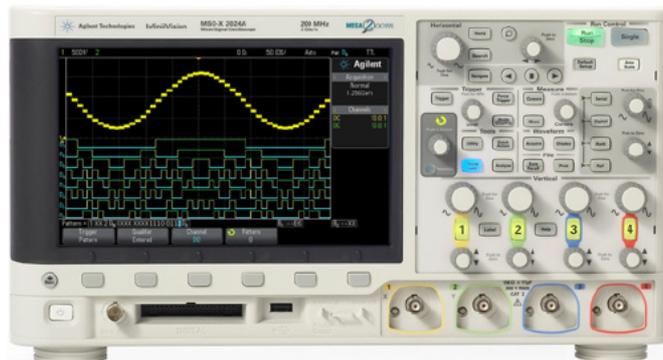
"Нажмите **[Key1]** > **Softkey2** > **Softkey3**".

# 1 Подготовка осциллографа к работе

В этой главе описаны процедуры подготовки осциллографа к работе и первоначального ввода в эксплуатацию.

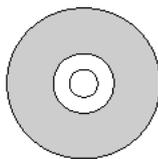
## 1.1 Проверка комплектности поставки

- Обследуйте транспортную тару на предмет выявления возможных повреждений.  
В случае обнаружения повреждений сохраните поврежденную транспортную тару и амортизирующий материал до завершения проверки полноты комплекта поставки, а также обследования механического и электрического состояния осциллографа.
- Проверьте наличие следующих предметов, а также дополнительных принадлежностей, которые вы могли заказать:
  - Осциллограф InfiniiVision 2000 серии X
  - Сетевой шнур (он должен быть адаптирован к национальным стандартам вашей страны)
  - Осциллографические пробники:
    - ▶ Два пробника для двухканальных моделей
    - ▶ Четыре пробника для четырехканальных моделей
  - Компакт-диск, содержащий техническую документацию



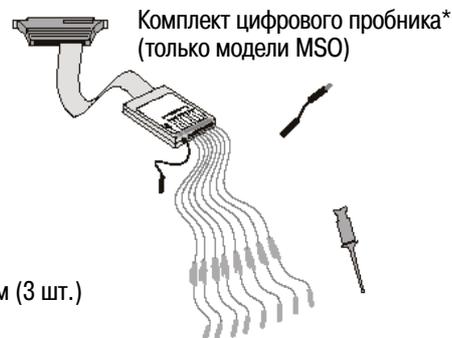
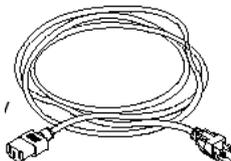
Осциллограф InfiniiVision серии X

Компакт-диск  
с технической  
документацией



Пробники N2862B  
(2 шт. или 4 шт.)

Сетевой шнур,  
адаптированный  
к национальным стандартам  
страны получателя



Комплект цифрового пробника\*  
(только модели MSO)

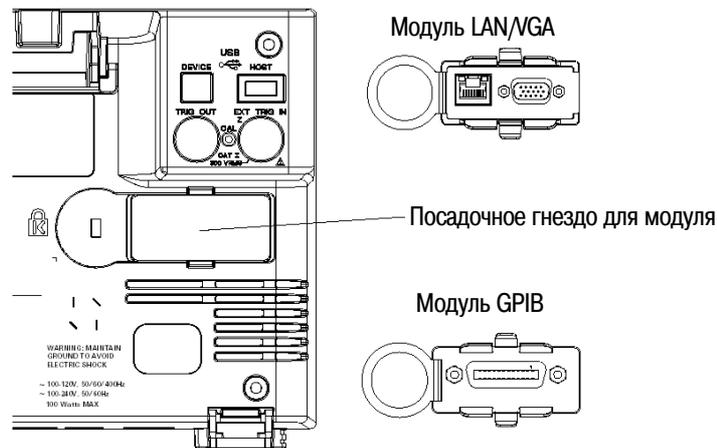
- \* Комплект цифрового пробника N6459-60001 содержит:
- |             |   |
|-------------|---|
| N6459-61601 | 8-канальный кабель (1 шт.)                      |
| 01650-82103 | "Земляные" провода пробника длиной 5 см (3 шт.) |
| 5090-4832   | Контактный захват (10 шт.)                      |

См. также "Выпускаемые принадлежности" в разделе 20.4.

## 1.2 Установка дополнительного модуля LAN/VGA или GPIB

Если вы хотите установить модуль LAN/VGA DSOXLAN или модуль GPIB DSOXGPIB, выполните эту установку до включения осциллографа.

1. Если перед установкой этого модуля вы хотите вынуть другой модуль, сожмите упругие лапки модуля и аккуратно выньте модуль из гнезда.
2. Чтобы установить модуль, вставьте его в гнездо до упора. Упругие лапки должны защелкнуться, удерживая модуль на месте.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Модуль LAN/VGA или GPIB должен быть установлен до включения осциллографа.

## 1.3 Установка осциллографа с наклоном для удобства наблюдения

Чтобы установить осциллограф с наклоном, следует отвести вперед откидные опорные лапки, как показано на рисунке.



## 1.4 Включение осциллографа

### Требования к электропитанию

- Переменное напряжение 100 ÷ 120 В, 50/60/400 Гц
- Переменное напряжение 100 ÷ 240 В, 50/60 Гц
- 100 Вт макс.

### Требования к вентиляции

Для надлежащего охлаждения осциллографа необходима беспрепятственная циркуляция воздуха, поэтому зоны притока и отвода воздуха должны быть свободны от препятствий. Воздух всасывается вентилятором с левой и нижней стороны осциллографа и отводится наружу через отверстия в задней панели.

При установке осциллографа на рабочем столе необходимо обеспечить для надлежащего охлаждения зазоры до других предметов 50 мм по бокам и 100 мм над осциллографом и за осциллографом.

### Включение осциллографа

1. Присоедините сетевой шнур к гнезду на задней панели осциллографа. Вставьте вилку сетевого шнура в подходящую сетевую розетку. Проведите сетевой шнур так, чтобы он не сдавливался опорными ножками осциллографа.
2. Осциллограф автоматически подстраивается к сетевому напряжению в диапазоне 100 В ÷ 240 В. Проверьте, подходит ли вилка сетевого шнура к розетке. Прилагаемый к прибору сетевой шнур должен соответствовать национальному стандарту страны, в которую поставляется осциллограф.

#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**Применяйте только сетевой шнур с проводом защитного заземления и ни в коем случае не нарушайте цепь соединения этого провода.**

3. Нажмите кнопку сетевого выключателя.

Кнопка сетевого выключателя находится в левом нижнем углу передней панели. После включения осциллографа выполняется его самопроверка. Через несколько секунд осциллограф готов к работе.

## 1.5 Присоединение пробников к осциллографу

1. Присоедините прилагаемый пробник к соединителю BNC канала на передней панели осциллографа.
2. Присоедините выдвижной концевой крючок пробника к интересующей вас точке схемы. Присоедините "земляной" провод пробника к общей точке схемы.

#### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**



**Внимание: Предельно допустимые уровни входных сигналов**

- CAT I 300 Вэфф, 400 Впик, броски напряжения 1,6 кВпик
- С пробником 10:1 10073С: CAT I 500 Впик, CAT II 400 Впик
- С пробником 10:1 N2862A или N2863A: 300 Вэфф

#### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**



**Не допускайте "плавающего" потенциала шасси осциллографа**

Нарушение соединения с заземлением, в результате чего шасси осциллографа приобретает "плавающий" потенциал, приводит не только к ухудшению точности измерений, но и может вызвать повреждение оборудования. "Земляной" провод пробника соединяется с шасси осциллографа и с проводом защитного заземления в сетевом шнуре. Если нужно измерять сигнал между двумя точками, находящимися под напряжением, пользуйтесь дифференциальным пробником с достаточным для этого динамическим диапазоном.

#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**Не пренебрегайте защитным действием заземления осциллографа. Осциллограф должен быть постоянно заземлен через сетевой шнур. Прерывание цепи защитного заземления создает угрозу поражения электрическим током.**

## 1.6 Подача сигнала на вход осциллографа

Первым сигналом, который вы подадите на вход осциллографа, должен быть сигнал Demo 2, Probe Comp. Этот сигнал используется для коррекции переходных характеристик пробников.

1. Присоедините пробник от канала 1 к выводу **Demo 2** (Probe Comp) на передней панели.
2. Присоедините "земляной" провод пробника к выводу заземления, который находится рядом с выводом **Demo 2**.

## 1.7 Вызов принятого по умолчанию набора параметров осциллографа

Чтобы вызвать принятый по умолчанию набор параметров осциллографа, нажмите клавишу **[Default Setup]**. Это переводит осциллограф в известное состояние. В таблице 2 перечислены основные принятые по умолчанию установки параметров.

**Таблица 2** Принятые по умолчанию установки параметров конфигурации осциллографа

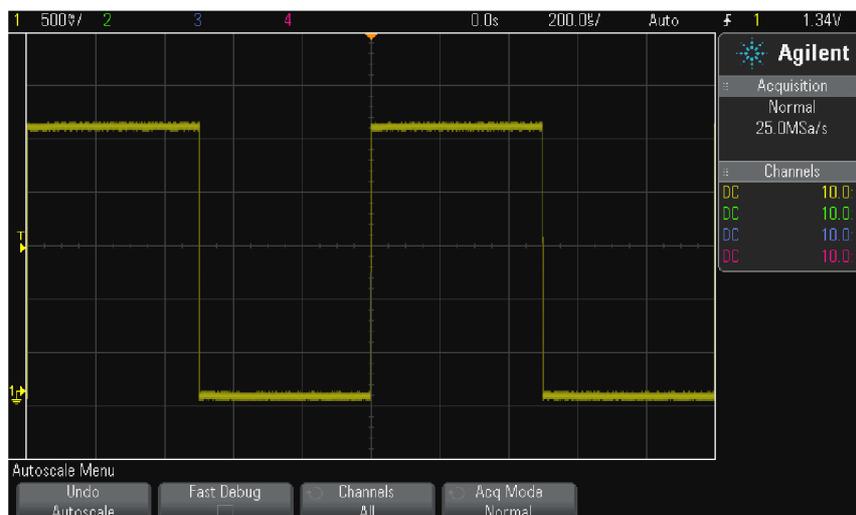
Система отображения по горизонтали	Нормальный (Normal) режим, масштаб 100 мкс/дел., центральная опорная временная точка.
Система отображения по вертикали (аналоговая)	Включен канал 1, масштаб 5 В/дел., связь по постоянному напряжению (DC), положение 0 В.
Запуск	Запуск по перепаду уровня, режим автоматического запуска, уровень 0 В, источник – канал 1, связь по постоянному напряжению (DC), нарастающий фронт, время выдержки 40 нс.
Дисплей	Послесвечение выключено, яркость сетки 20%.
Прочие параметры	Нормальный режим сбора данных, <b>[Run/Stop]</b> в положении Run, курсоры и виды измерений выключены.
Метки	Все пользовательские метки, созданные вами в библиотеке меток (Label Library), сохраняются (не стираются), однако восстанавливаются все исходные наименования (метки) каналов.

В меню Save/Recall имеются также пункты для восстановления всех заводских установок параметров и для стирания памяти с целью защиты конфиденциальных данных (см. раздел 16.2).

## 1.8 Применение автоматического масштабирования (AutoScale)

Пользуйтесь клавишей **[Auto Scale]** для автоматического конфигурирования осциллографа на наилучшее отображение входных сигналов.

1. Нажмите клавишу **[Auto Scale]**. Вы увидите осциллограмму наподобие той, что показана на рисунке.



2. Если вы захотите вернуться к тем установкам параметров, которые действовали перед этим, нажмите функциональную клавишу **Undo AutoScale**.
3. Если вы хотите задействовать автоматическое масштабирование для быстрого определения характера входного сигнала, нажмите функциональную клавишу **Fast Debug**. Если вы хотите сохранять автоматическое масштабирование при переключении каналов, нажмите функциональную клавишу **Channels**. Если вы хотите, чтобы во время автоматического масштабирования сохранялся выбранный вами режим сбора данных, нажмите функциональную клавишу **Acq Mode**.

Это те же самые функциональные клавиши, которые появляются в меню AutoScale Preferences (см. раздел 18.4).

Если вы увидите осциллограмму, форма которой отличается от прямоугольной (показанной на рисунке), то выполните процедуру коррекции переходной характеристики пробника (см. раздел 1.9). Если вы не увидите осциллограмму, проверьте правильность присоединения пробника к входному соединителю BNC и расположенному слева выводу Demo 2, Probe Comp.

### Как работает функция Auto Scale

Функция Auto Scale анализирует сигналы на входе каждого канала и входе внешнего запуска. Это относится и к цифровым каналам, если они подключены.

Функция Auto Scale находит, включает и масштабирует любой канал, на входе которого действует повторяющийся сигнал с частотой по меньшей мере 20 Гц, с коэффициентом заполнения  $> 0,5\%$  и с амплитудой не менее 10 мВ (от пика до пика). При этом отключаются все каналы, которые не соответствуют этим требованиям.

Источник запуска выбирается путем поиска первого действительного сигнала, начинающегося с внешнего запуска, затем продолжается от аналогового канала с наименьшим номером до аналогового канала с наибольшим номером и в заключение (если подключены цифровые пробники) до цифрового канала с наибольшим номером.

Во время автоматического масштабирования устанавливается задержка 0,0 секунд; установка скорости развертки зависит от входного сигнала (примерно два периода синхронизированного сигнала на экране); при этом устанавливается режим запуска по фронту сигнала (Edge).

## 1.9 Коррекция переходных характеристик пассивных пробников

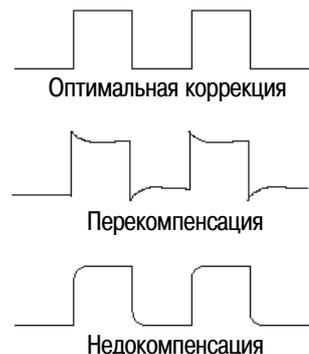
Коррекцию переходной характеристики каждого пассивного пробника вашего осциллографа следует выполнить для согласования его характеристик с каналом осциллографа, к которому он подключен. Плохо скорректированный пробник может вносить существенные погрешности измерений.

1. Подайте на вход осциллографа через пробник сигнал Probe Comp (см. раздел 1.6).
2. Нажмите клавишу **[Default Setup]**, чтобы вызвать принятый по умолчанию набор параметров конфигурации осциллографа (см. раздел 1.7).
3. Нажмите клавишу **[Auto Scale]**, чтобы автоматически сконфигурировать осциллограф для сигнала Probe Comp (см. раздел 1.8).
4. Нажмите клавишу с номером канала, к которому подключен пробник (**[1]**, **[2]**, и т.д.).
5. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Probe**.
6. В меню Channel Probe нажмите функциональную клавишу **Probe Check**, далее следуйте инструкциям на экране.

При необходимости воспользуйтесь диэлектрической отверткой (прилагается к пробнику) для регулировки подстроечного конденсатора в пробнике для получения идеально прямоугольной осциллограммы с плоской вершиной.

У пробников N2862/63/90 желтый подстроечник находится в наконечнике пробника. У других пробников подстроечный конденсатор находится на соединителе BNC пробника.

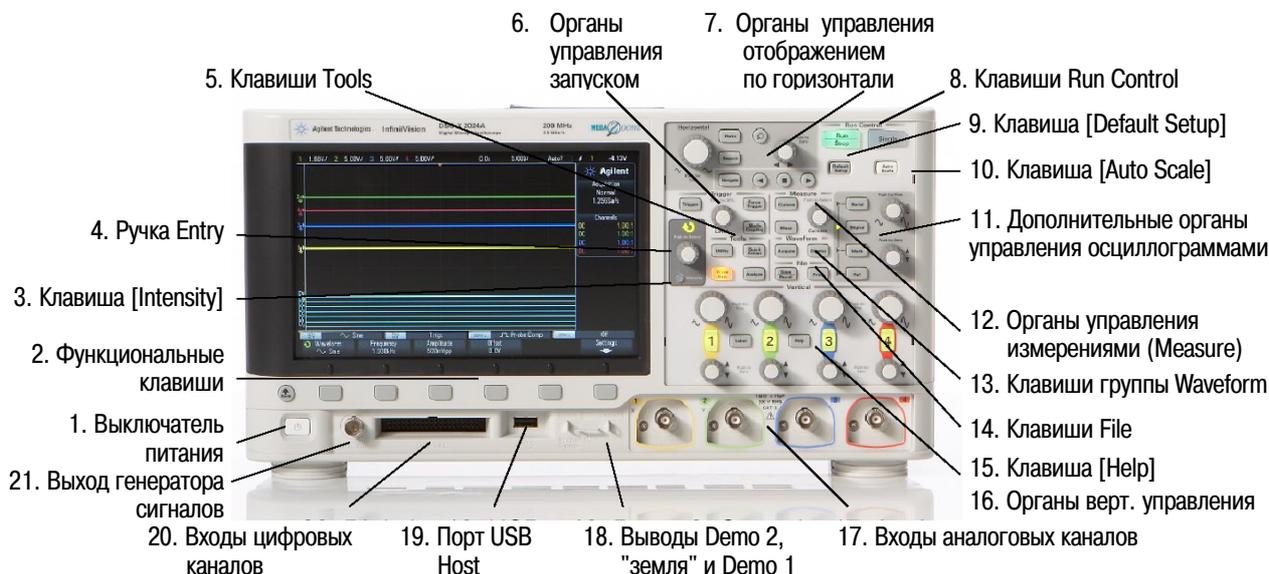
7. Присоедините пробники ко всем остальным каналам осциллографа (канал 2 у двухканального осциллографа или каналы 2, 3, 4 у четырехканального осциллографа).
8. Повторите эту процедуру для каждого канала.



## 1.10 Органы управления и соединители на передней панели

На передней панели имеются клавиши (кнопки) с фиксированным назначением и функциональные клавиши. Функциональные клавиши (6 шт.) расположены прямо под дисплеем. Над каждой функциональной клавишей отображается на дисплее ее текущая функция, которая изменяется по мере перемещения через систему меню осциллографа.

Ниже приведено описание органов управления и соединителей на передней панели.



### 1. Выключатель питания

Нажатием этой кнопки включается питание осциллографа. Чтобы выключить питание, следует еще раз нажать эту кнопку (см. раздел 1.4).

### 2. Функциональные клавиши

Функции этих клавиш изменяются в зависимости от меню, которые отображаются на дисплее прямо над клавишами.

Клавиша  Back/Up служит для перехода вверх в иерархии меню функциональных клавиш.

На вершине иерархии нажатие этой клавиши отключает меню; на дисплее появляется осциллографическая информация.

### 3. Клавиша [Intensity]

Эта клавиша подсвечивается при ее нажатии. Когда подсвечена эта клавиша, вращайте ручку Entry для регулировки яркости осциллограмм. Здесь можно изменять яркость для выявления подробностей формы сигнала, как и у аналогового осциллографа.

Яркость осциллограмм у цифровых каналов не регулируется.

Дополнительная информация о применении регулировки яркости для наблюдения подробностей формы сигнала изложена в разделе 7.1.

### 4. Ручка Entry

Ручка Entry используется для выбора пунктов в меню и для изменения значений параметров. Функция этой ручки зависит от выбора текущего меню и функциональных клавиш.

Имейте в виду, что символ  над ручкой светится всегда, когда можно пользоваться ручкой Entry для выбора значения. Кроме того, когда символ ручки Entry  появляется на функциональной клавише, это означает, что вы можете пользоваться этой ручкой для выбора значений.

Зачастую бывает достаточно вращения ручки, чтобы сделать выбор. Временами вы можете нажать ручку Entry, чтобы задействовать или отменить выбор. При нажатии ручки Entry исчезают также всплывающие меню.

## 5. Клавиши Tools

Здесь относятся следующие клавиши:

- Клавиша **[Utility]** – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню Utility, которое позволяет вам конфигурировать установки параметров ввода-вывода, пользоваться функцией File Explorer, задавать предпочтительные установки параметров, обращаться к меню Service и выбирать другие возможности (см. главу 18).
- Клавиша **[Quick Action]** – Эту клавишу нажимают, чтобы выбрать быстрое действие: измерение всего снимка экрана, печать, сохранение или вызов данных, фиксация отображения и т.д. (см. раздел 18.8).
- Клавиша **[Analyze]** – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям анализа, например, к тестированию на соответствие маске (см. главу 14), к установке порогов запуска или измерительных порогов.
- Клавиша **[Wave Gen]** – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям генератора сигналов (см. главу 15).

## 6. Органы управления запуском

Эти органы управления определяют характер запуска осциллографа для сбора данных (см. главу 9 и главу 10).

## 7. Органы управления отображением по горизонтали

В эту группу входят следующие органы управления:

- Ручка регулировки масштаба отображения по горизонтали – Чтобы отрегулировать коэффициент развертки (скорость развертки), вращайте ручку с маркировкой , расположенную в секции Horizontal. Эти символы под ручкой указывают на то, что эта ручка служит для сжатия и растяжки наблюдаемых осциллограмм по горизонтальной оси, т.е. для изменения масштаба, выраженного в секундах на деление шкалы.
- Ручка регулировки положения по горизонтали – Вращайте ручку с маркировкой ◀ ▶ для перемещения осциллограмм по горизонтали (это называется панорамированием). Вы можете наблюдать зарегистрированную осциллограмму до момента запуска (вращая ручку по часовой стрелке) и после момента запуска (вращая ручку против часовой стрелки). Если вы выполняете эту операцию, когда остановлен сбор данных, то на экране отображаются осциллограммы от последней завершенной регистрации данных.
- Клавиша **[Horiz]** – Нажмите эту клавишу для обращения к меню Horizontal, в котором вы можете выбрать режимы отображения XY и Roll, задействовать или отменить растяжку развертки (Zoom), задействовать и отменить точную подстройку (верньер) коэффициента развертки, а также выбрать опорную точку момента запуска.
- Клавиша Zoom  – Эту клавишу нажимают, чтобы разделить экран на две секции – главное окно (Normal) и окно растянутой развертки (Zoom).
- Клавиша **[Search]** – Эта клавиша служит для поиска событий в зарегистрированных данных.
- Клавиши **[Navigate]** – Эту клавишу нажимают для перемещения по зарегистрированным данным (Time), при поиске событий или сегментированных регистраций в памяти (см. раздел 2.8).

За дополнительной информацией обращайтесь к главе 2.

## 8. Клавиши управления сбором данных

Когда клавиша **[Run/Stop]** подсвечивается зеленым, осциллограф занимается сбором данных, когда выполняются условия запуска. Чтобы остановить сбор данных, следует нажать клавишу **[Run/Stop]**.

Когда клавиша **[Run/Stop]** подсвечивается красным, сбор данных остановлен. Чтобы начать сбор данных, следует нажать клавишу **Run/Stop**.

Для выполнения однократного сбора данных (независимо от того, занят ли осциллограф сбором данных или же этот процесс остановлен) следует нажать клавишу **[Single]**. Клавиша **[Single]** подсвечивается желтым, пока не произойдет запуск осциллографа.

За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 11.1.

## 9. Клавиша [Default Setup]

Эту клавишу нажимают, чтобы восстановить принятый по умолчанию набор параметров конфигурации осциллографа (см. раздел 1.7).

## 10. Клавиша [Auto Scale]

При нажатии клавиши AutoScale осциллограф быстро определяет каналы, в которых имеются сигналы, включает эти каналы и масштабирует их для отображения осциллограмм входных сигналов (см. раздел 1.8).

## 11. Дополнительные органы управления осциллограммами

В эту группу входят следующие органы управления:

- Клавиша **[Math]** – Обеспечивает доступ к математическим функциям обработки осциллограмм (сложение, вычитание и т.д.). См. главу 4.
- Клавиша **[Ref]** – Обеспечивает доступ к функциям образцовых осциллограмм. Образцовые осциллограммы хранятся в памяти. Их можно выводить на экран и сравнивать с осциллограммами в других каналах или с графиками математических функций (см. главу 5).
- Клавиша **[Digital]** – Эту клавишу нажимают, чтобы включить или выключить цифровые каналы (это индицируется свечением расположенного слева от клавиши указателя ►).

Когда светится указатель ► слева от клавиши **[Digital]**, верхняя переключающая ручка используется для выбора (и выделения красным) отдельных цифровых каналов, а нижняя переключающая ручка – для позиционирования выбранного цифрового канала.

Если при перемещении осциллограммы она накладывается на существующую осциллограмму, то индикатор у левой кромки осциллограммы изменяется с **D<sub>n</sub>** (где **n** – это номер цифрового канала от 0 до 7) на **D\***. Звездочка (\*) указывает на наложение двух каналов.

Вы можете вращать верхнюю ручку для выбора канала, перекрытого другой осциллограммой, затем вращать нижнюю ручку для изменения его положения точно так же, как и для любого другого канала.

За дополнительной информацией в отношении цифровых каналов обращайтесь к главе 6.

- Клавиша **[Serial]** – Эта клавиша в настоящее время не задействована в осциллографах InfiniiVision 2000 серии X.
- Переключающая ручка масштаба – Эта ручка используется с клавишами **[Math]**, **[Ref]** и **[Digital]**, а именно – с той клавишей, слева от которой светится указатель ►. Совместно с клавишами **[Math]** и **[Ref]** эта ручка действует так же, как ручка изменения масштаба по вертикали у аналогового канала.
- Переключающая ручка позиции – Эта ручка используется с клавишами **[Math]**, **[Ref]** и **[Digital]**, а именно – с той клавишей, слева от которой светится указатель ►. Совместно с клавишами **[Math]** и **[Ref]** эта ручка действует так же, как ручка перемещения по вертикали у аналогового канала.

## 12. Органы управления измерениями (Measure)

В эту группу входят следующие органы управления:

- Ручка **Cursors** – Эту ручку нажимают, чтобы выбрать курсоры из всплывающего меню. Затем после закрывания всплывающего меню (спустя некоторое время или после повторного нажатия ручки) вращают эту ручку, чтобы отрегулировать позицию выбранного курсора.
- Клавиша **[Cursors]** – Эту клавишу нажимают, чтобы открыть меню, позволяющее вам выбрать режим курсоров и источник.
- Клавиша **[Meas]** – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к набору заранее заданных измерений (см. главу 15).

## 13. Клавиши группы Waveform

- Клавиша **[Acquire]** позволяет вам выбирать режим сбора данных: Normal, Peak detect, Averaging или High Resolution (см. раздел 11.3) и использовать сегментированную память (см. раздел 11.4).
- Клавиша **[Display]** позволяет вам обратиться к меню, в котором вы можете выбрать послесвечение экрана (см. раздел 7.2), очистить экран, а также отрегулировать яркость масштабной сетки (см. разделы 7.3 и 7.4).

## 14. Клавиши File

Клавишу **[Save/Recall]** нажимают, чтобы сохранить в памяти или вызвать из памяти осциллограмму или набор параметров (см. главу 16).

Клавиша **[Print]** открывает меню Print Configuration, чтобы вы смогли вывести на печать отображаемые на экране осциллограммы (см. главу 17).

## 15. Клавиша [Help]

При нажатии этой клавиши открывается меню справочной системы Help, в котором вы можете просматривать темы справочной системы и выбрать нужный язык (см. раздел 1.13).

## 16. Органы управления отображением по вертикали

В эту группу входят следующие органы управления:

- Клавиши включения и выключения каналов – Эти клавиши служат для включения и выключения каналов, а также для обращения к меню канала в функциональных клавишах. Для каждого канала имеется своя клавиша включения и выключения.
- Ручки регулировки чувствительности (коэффициента отклонения) по вертикали – Для каждого канала имеется своя ручка с маркировкой  $\sim$   $\downarrow$ . Эти ручки служат для регулировки чувствительности по вертикали (усиления) каждого аналогового канала.
- Ручки управления положением по вертикали – Эти ручки служат для изменения положения осциллограмм каналов по вертикали (по одной ручке для каждого аналогового канала).
- Клавиша [Label] –Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню Label, которое позволяет вам ввести метки для идентификации каждой осциллограммы на экране осциллографа (см. главу 8).

За дополнительной информацией обращайтесь к главе 3.

## 17. Входы аналоговых каналов

К этим соединителям BNC присоединяют осциллографические пробники или кабели BNC. У осциллографов InfiniiVision 2000 серии X аналоговые каналы имеют входной импеданс 1 МОм. Здесь нет функции автоматического обнаружения пробника, поэтому вы должны правильно установить коэффициент ослабления пробника для получения точных результатов измерений (см. раздел 3.8).

## 18. Выводы Demo 2, и Demo 1

- Вывод Demo 2 – Это гнездо служит выходом сигнала Probe Comp, который используется при коррекции переходной характеристики пробника для согласования входной емкости пробника с осциллографическим каналом, к которому он подключен (см. раздел 1.9). С некоторыми лицензионными функциями это гнездо служит также выходом демонстрационных или учебных сигналов.
- "Земляной" вывод  – Служит для присоединения "земляных" проводов осциллографических пробников, присоединяемых к выводам Demo 1 и Demo 2.
- Вывод Demo 1 – С некоторыми лицензионными функциями это гнездо служит выходом демонстрационных или учебных сигналов.

## 19. Порт USB Host

Этот порт служит для присоединения к осциллографу принтеров или устройств памяти USB. Сюда можно присоединять соответствующее стандарту USB устройство внешней памяти (флэш-модуль, дисковод и т.п.) для сохранения и вызова файлов настройки осциллографа и графических файлов осциллограмм (см. главу 16).

Для печати присоедините к этому порту принтер с соединителем USB. За дополнительной информацией в отношении печати обращайтесь к главе 17. Вы можете также использовать порт USB для обновления программного обеспечения осциллографа, когда имеются обновленные версии.

Перед извлечением устройства памяти USB из гнезда USB осциллографа не требуются специальные меры предосторожности. Просто выньте устройство памяти USB из гнезда, когда будут завершены операции с файлами.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:**  Не пытайтесь подключить к этому порту главный компьютер. Пользуйтесь для этого портом USB Device на задней панели (см. раздел 18.1).

На задней панели имеется второй порт USB Host.

## 20. Входы цифровых каналов

Подключите к этому соединителю кабель цифрового пробника (только модели MSO) – см. главу 6.

## 21. Выход генератора сигналов

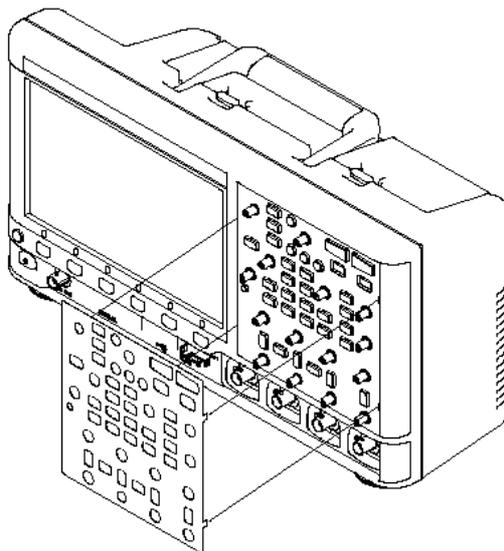
Соединитель BNC для вывода сигналов синусоидальной, прямоугольной, пилообразной формы, а также сигналов постоянного напряжения и шумовых сигналов. Для установки параметров генератора сигналов следует нажать клавишу [Wave Gen] (см. главу 15).

## Накладки на переднюю панель на других языках

Накладки на переднюю панель, содержащие перевод надписей на передней панели с английского языка, выпускаются на десяти других языках. Если вы заказали языковую опцию, отличающуюся от английской, то вы получите соответствующую накладку на переднюю панель.

Чтобы установить эту накладку, действуйте следующим образом:

1. Осторожно оттяните на себя и снимите ручки на передней панели.
2. Вставьте боковые язычки наклейки в соответствующие пазы на передней панели.
3. Установите на место ручки.

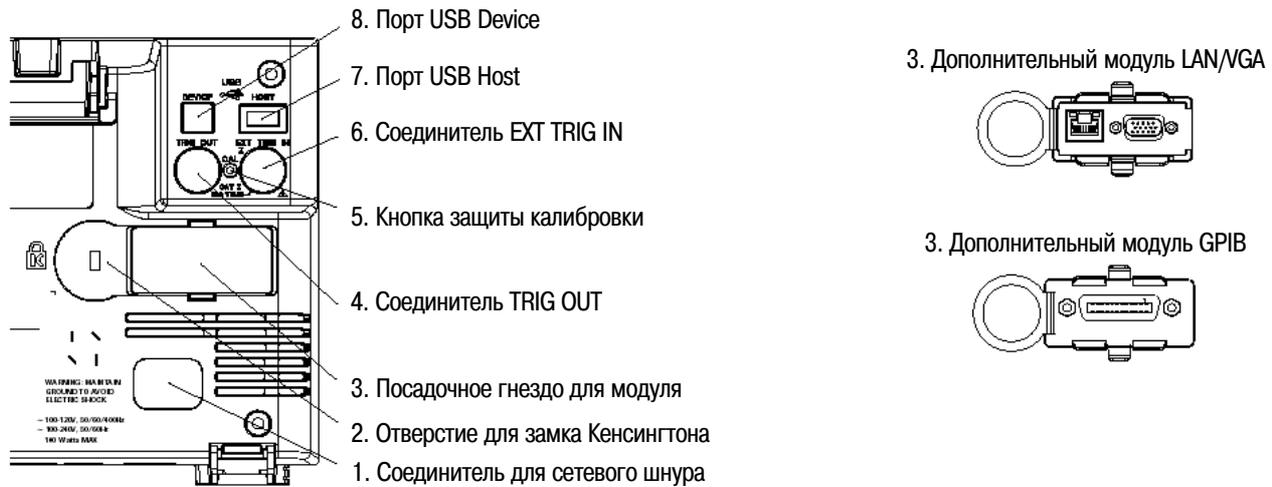


Накладки на переднюю панель можно заказать на сайте [www.parts.agilent.com](http://www.parts.agilent.com); при этом следует указать соответствующий номер для заказа:

Язык	Двухканальная наклейка	Четырехканальная наклейка
Французский	75019-94324	75019-94316
Немецкий	75019-94326	75019-94318
Итальянский	75019-94323	75019-94331
Японский	75019-94311	75019-94312
Корейский	75019-94329	75019-94321
Португальский	75019-94327	75019-94319
Русский	75019-94322	75019-94315
Упрощенный китайский	75019-94328	75019-94320
Испанский	75019-94325	75019-94317
Традиционный китайский	75019-94330	75019-94310

## 1.11 Соединители на задней панели

Ниже показаны соединители на задней панели и приведено их описание.



### 1. Соединитель для сетевого шнура

Служит для подключения сетевого шнура.

### 2. Отверстие для замка Кенсингтона

Здесь вы можете установить специальный замок для защиты прибора от хищения.

### 3. Посадочное гнездо для модуля

Модули не входят в комплект поставки осциллографа.

Вы можете отдельно заказать и установить модуль LAN/VGA DSOXLAN/VGA.

- Порт LAN – Позволяет взаимодействовать с прибором через локальную сеть при дистанционном управлении (см. главу 19).
- Вывод VGA – Позволяет присоединить внешний монитор или проектор для увеличения размера изображения или для дистанционного наблюдения. Встроенный дисплей осциллографа продолжает действовать при подключении внешнего монитора. Сигнал всегда подается на соединитель видеовыхода.

Для достижения хорошего качества изображения рекомендуется применять экранированный кабель с ферритовыми кольцами.

Вы можете также отдельно заказать и установить модуль GPIB DSOXGPIB.

### 4. Соединитель TRIG OUT

Это выходной соединитель запуска BNC (см. раздел 18.6).

### 5. Кнопка защиты калибровки

См. описание процедуры калибровки в разделе 18.7.

### 6. Соединитель EXT TRIG IN

Это входной соединитель BNC для внешнего запуска (см. описание этой функции в разделе 10.6).

### 7. Порт USB Host

Этот порт функционирует так же, как порт USB host на передней панели. Он используется для сохранения данных с осциллографа и для загрузки обновлений программного обеспечения. См. также описание порта USB Host на стр. 19.

### 8. Порт USB Device

Этот порт служит для соединения осциллографа с главным компьютером. С главного компьютера можно подавать через этот порт команды дистанционного управления осциллографом (см. раздел 19.2).

## 1.12 Описание компонентов экрана

На экране осциллографа отображаются зарегистрированные осциллограммы, информация о настройке прибора, результаты измерений и функциональные клавиши для установки параметров.

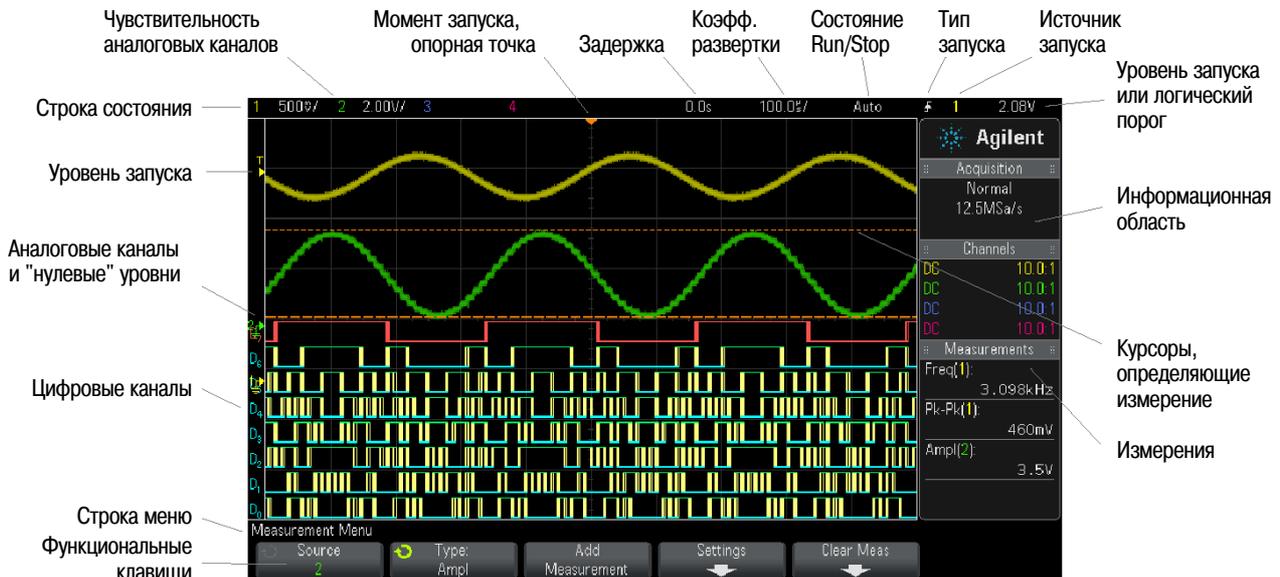


Рис. 1 Компоненты экрана

**Строка состояния** – Здесь индицируются данные настройки запуска и параметров отображения по вертикали и горизонтали.

**Область отображения осциллограмм** – Здесь отображаются зарегистрированные осциллограммы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и "нулевого" уровня. Данные каждого аналогового канала отображаются определенным цветом. Подробности сигнала отображаются с использованием 256 уровней яркости. За дополнительной информацией в отношении настройки изображения и наблюдения подробностей осциллограмм обращайтесь к главе 7.

**Информационная область** – Здесь обычно отображается режим сбора данных, аналоговый канал, результаты автоматических измерений и измерений с курсорами.

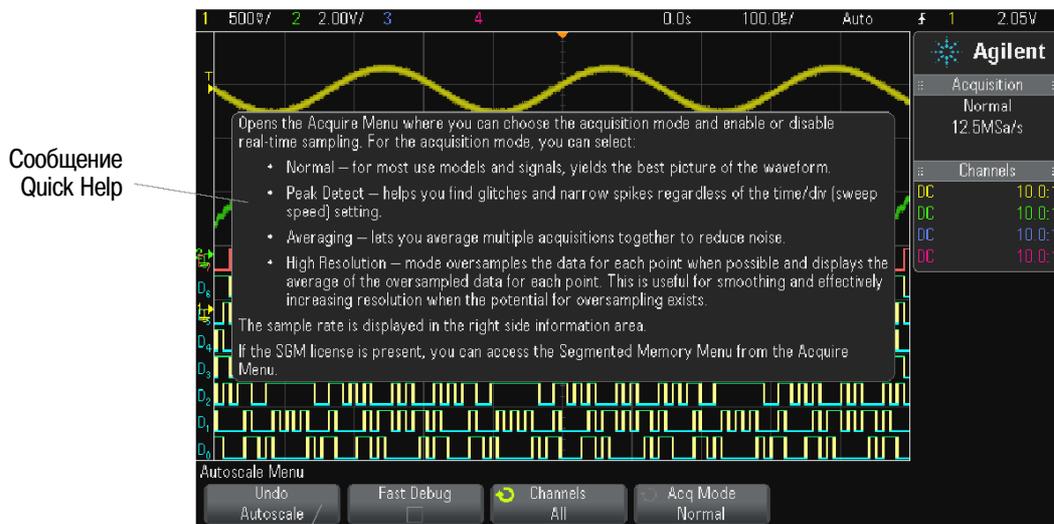
**Строка меню** – Здесь обычно отображается имя меню и другая информация, связанная с выбранным меню.

**Наименования (метки) функциональных клавиш** – Эти метки описывают функции функциональных клавиш. Обычно функциональные клавиши позволяют вам установить дополнительные параметры для выбранного режима или меню.

Нажатие клавиши  Back/Up на вершине иерархии меню отключает метки функциональных клавиш и выводит на экран дополнительную информацию состояния, описывающую смещение каналов и другие параметры конфигурации.

### 1.13 Использование встроенной справочной системы Quick Help

Нажмите и удерживайте нажатой клавишу или функциональную клавишу, для которой вы хотите получить оперативную справочную информацию.



Сообщение Quick Help

Нажмите и удерживайте нажатой клавишу на передней панели или функциональную клавишу (или нажмите правую кнопку мыши на функциональной клавише при управлении через Web-браузер)

Сообщение справочной системы остается на экране, пока вы не нажмете другую клавишу или повернете ручку.

#### Как выбрать язык пользовательского интерфейса и оперативной справочной информации

1. Нажмите клавишу **[Help]**, затем функциональную клавишу **Language**.
2. Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Language** или вращайте ручку Entry, пока не будет выбран нужный язык.

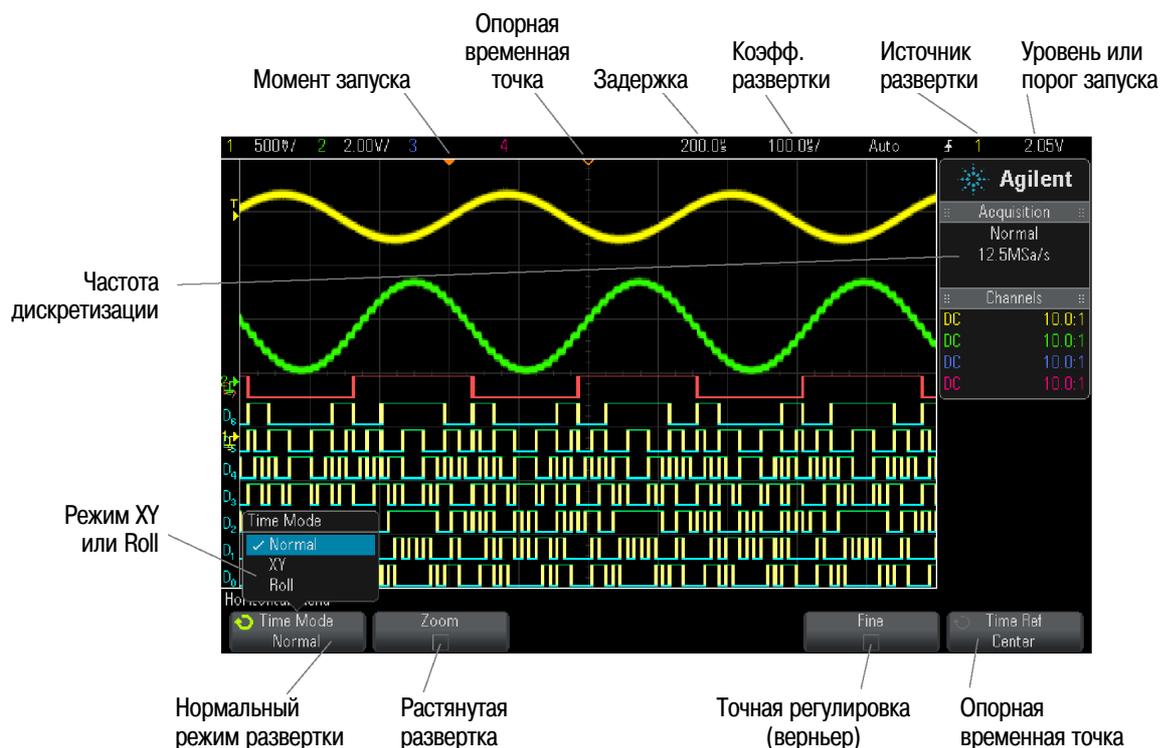
Здесь представлены на выбор следующие языки: английский, французский, немецкий, итальянский, японский, корейский, португальский, русский, упрощенный китайский, испанский и традиционный китайский.

## 2 Органы управления отображением по горизонтали

Здесь имеются следующие органы управления отображением по горизонтали:

- Ручки регулировки масштаба и позиции по горизонтали.
- Клавиша **[Horiz]** для обращения к меню Horizontal.
- Клавиша **Zoom**  для быстрого включения и выключения режима разделения экрана на две секции.
- Клавиша **[Search]** для поиска событий в аналоговых каналах.
- Клавиша **[Navigate]** для перемещения по оси времени, поиска событий или накопленных данных в сегментированной памяти.

На этом рисунке показано меню Horizontal, которое появляется после нажатия клавиши **[Horiz]**.



**Рис. 2** Меню Horizontal

Это меню позволяет выбрать режим развертки (Normal, XY или Roll), задействовать растянутую развертку (Zoom), а также установить верньер развертки и опорную временную точку.

Над функциональными клавишами **Fine** и **Time Ref** индицируется текущее значение частоты дискретизации (Sample Rate).

## 2.1 Регулировка масштаба отображения по горизонтали (коэффициента развертки)

Вращайте большую ручку регулировки масштаба отображения по горизонтали (с маркировкой  $\sim$ ), чтобы изменить установку коэффициента развертки. Следите при этом за изменениями в строке состояния.

Символ  $\nabla$  в верхней части экрана указывает опорную временную точку.

Ручка регулировки масштаба отображения по горизонтали (в нормальном режиме развертки) действует как во время сбора данных, так и по завершении сбора данных. При вращении этой ручки в процессе сбора данных изменяется частота дискретизации. Когда сбор данных остановлен, вращение этой ручки позволяет вам сделать растяжку зарегистрированной осциллограммы по горизонтали (см. раздел 2.3).

Имейте в виду, что эта ручка имеет другое назначение в окне растянутой развертки (см. раздел 2.5).

## 2.2 Регулировка задержки (позиции по горизонтали)

Вращайте ручку  $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ , чтобы отрегулировать задержку, т.е. положение осциллограммы по горизонтали. При этом перемещается по горизонтали точка запуска; у нуля задержки возникает небольшая пауза, имитирующая механический фиксатор. Значение задержки индицируется в строке состояния.

Изменение времени задержки перемещает развертку по горизонтали и изменяет положение момента запуска  $\blacktriangledown$  относительно опорной временной точки  $\nabla$ . Эти индикаторы отображаются в верхней части масштабной сетки экрана.

На рис. 2 показан момент запуска с задержкой, установленной на 200 мкс. Это численное значение характеризует интервал времени между моментом запуска и опорной временной точкой. Если установить нулевое значение задержки, то индикатор момента запуска перекроет индикатор опорной временной точки.

Все события, отображаемые на экране слева от момента запуска, случились до возникновения запуска. Они называются предпусковой информацией. Эта особенность полезна в том смысле, что вы можете видеть события, которые привели к запуску.

Все, что находится на экране справа от момента запуска, называется послепусковой информацией. Возможный диапазон задержки (предпусковая и послепусковая информация) зависит от выбранного коэффициента развертки и глубины памяти.

Ручка регулировки задержки (в нормальном режиме развертки) действует как во время сбора данных, так и по завершении сбора данных. При вращении ручки регулировки масштаба отображения по горизонтали в процессе сбора данных изменяется частота дискретизации. Когда сбор данных остановлен, вращение этой ручки позволяет вам сделать растяжку зарегистрированной осциллограммы по горизонтали (см. раздел 2.3).

Имейте в виду, что ручка регулировки задержки имеет другое назначение в окне растянутой развертки (см. раздел 2.5).

## 2.3 Панорамирование и изменение масштаба отображения однократной или остановленной регистрации

Когда остановлен сбор данных, пользуйтесь ручками регулировки масштаба и позиции по горизонтали для панорамирования (перемещения вправо-влево) и растяжки осциллограммы. Осциллограмма после завершения сбора данных может содержать несколько моментов запуска, однако для панорамирования и изменения масштаба изображения доступна только регистрация от последнего запуска.

Возможности панорамирования и растяжки (или сжатия) зарегистрированной осциллограммы весьма полезны, поскольку это позволяет получить более подробную информацию о форме сигнала. Наблюдение осциллограммы в разном масштабе дает наиболее полное представление о характере сигнала.

Возможность обследования деталей осциллограммы после того, как она зарегистрирована, является достоинством, характерным для цифровых осциллографов. Зачастую это означает возможность просто зафиксировать отображение осциллограммы на экране, чтобы можно было выполнять измерения с помощью курсоров или вывести отображение экрана на печать. Некоторые цифровые осциллографы идут на шаг дальше и предоставляют пользователю дополнительные возможности выявления подробностей сигнала за счет панорамирования осциллограммы и изменения масштаба отображения по горизонтали.

В общем здесь не накладываются ограничения на коэффициент развертки, при котором были зарегистрированы данные, и на коэффициент развертки, при котором вы просматриваете данные. Однако существует некоторое практическое ограничение, которое зависит от анализируемого вами сигнала.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ** Растяжка осциллограмм после остановки сбора данных

На экране получается изображение достаточно хорошего качества при растяжке по горизонтали до 1000 крат и при увеличении по вертикали до 10 крат относительно исходного. Помните о том, что на отображаемых данных вы можете выполнять только автоматические измерения.

## 2.4 Переключение режима развертки (Normal, XY или Zoom)

1. Нажмите клавишу **[Horiz]**.
2. В меню Horizontal нажмите функциональную клавишу **Time Mode** и выберите режим развертки:

- **Режим Normal** – Это нормальный режим отображения осциллограмм.

В нормальном режиме развертки события, которые возникли до запуска, отображаются слева от точки запуска (▼), а события, возникшие после момента запуска, отображаются справа от точки запуска.

- **Режим XY** – В режиме XY отображаются сигналы в координатах "напряжение-напряжение" вместо координат "напряжение-время". Развертка по времени выключена. По оси X откладывается напряжение сигнала в канале 1, а по оси Y – напряжение сигнала в канале 2.

Режим XY можно использовать для сравнения частотных и фазовых соотношений между двумя сигналами. Этот режим можно также использовать при работе с измерительными преобразователями для отображения на экране графиков зависимости механического напряжения от перемещения, расхода от давления, тока от напряжения или напряжения от частоты.

Для измерений на графиках в режиме XY пользуйтесь курсорами. За дополнительной информацией по применению режима XY для измерений обращайтесь к описанию "Режим развертки XY" на следующей странице.

- **Режим прокрутки осциллограммы (Roll)** – В режиме Roll осуществляется медленная прокрутка осциллограммы по экрану справа налево. Этот режим действует при установке коэффициента развертки не менее 50 мс/дел. Если в данный момент установлен коэффициент развертки менее 50 мс/дел., то при выборе режима Roll он устанавливается на 50 мс/дел.

В режиме Roll нет момента запуска. Фиксированной опорной точкой является правая кромка экрана, которая относится к текущему моменту времени. Возникающие события перемещаются влево от опорной точки. Поскольку запуск отсутствует, то нет и предпусковой информации.

Если вы хотите сделать паузу в режиме прокрутки, нажмите клавишу **[Single]**. Чтобы очистить экран и снова запустить регистрацию в режиме Roll, еще раз нажмите клавишу **[Single]**.

Режим Roll применяют для регистрации низкочастотных сигналов; при этом прокрутка осциллограмм напоминает движение диаграммной ленты самописца.

## Режим развертки XY

В режиме XY отображаются сигналы в координатах "напряжение-напряжение" вместо координат "напряжение-время" с использованием двух входных каналов. По оси X откладывается напряжение сигнала в канале 1, а по оси Y – напряжение сигнала в канале 2. Этот режим можно использовать при работе с измерительными преобразователями для отображения на экране графиков зависимости механического напряжения от перемещения, расхода от давления, тока от напряжения или напряжения от частоты.

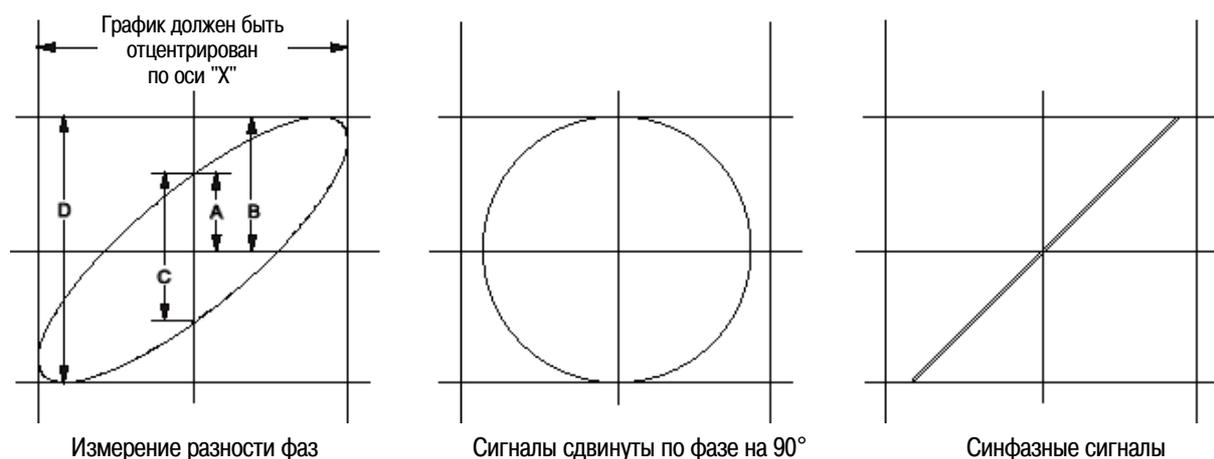
### Пример

Этот пример иллюстрирует распространенное применение режима отображения XY при измерении разности фаз двух сигналов одинаковой частоты (фигуры Лиссажу).

1. Подайте на канал 1 синусоидальный сигнал, а на канал 2 – синусоидальный сигнал с той же частотой, но сдвинутый по фазе относительно сигнала в канале 1.
2. Нажмите клавишу **[AutoScale]**, затем клавишу **[Horiz]**, затем функциональную клавишу **Time Mode** и выберите "XY".
3. Отцентрируйте график на экране с помощью ручек позиционирования (◆) каналов 1 и 2. Приведите график на экране к удобному для наблюдения виду с помощью ручек регулировки коэффициента отклонения каналов 1 и 2 и функциональных клавиш **Fine** каналов 1 и 2.

При равенстве амплитуд сигналов в обоих каналах можно вычислить угол разности фаз ( $\theta$ ) по следующей формуле:

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



**Рис. 3** Отображение сигналов в режиме XY с центрированием на дисплее

4. Нажмите клавишу **[Cursors]**.
5. Установите курсор Y2 на верхушку графика, а курсор Y1 – на низшую точку графика. Запишите значение  $\Delta Y$ , которое индицируется в нижней части экрана. В данном примере мы используем курсоры Y, однако вместо них можно использовать курсоры X.
6. Переместите курсоры Y1 и Y2 до пересечения графика и оси Y. Снова запишите значение  $\Delta Y$ .
7. Вычислите значение разности фаз по следующей формуле.

Предположим, первое значение  $\Delta Y = 1,688$ , а второе значение  $\Delta Y = 1,031$ . Тогда получим:

$$\sin \theta = \Delta Y_2 / \Delta Y_1 = 1,031/1,688; \quad \theta = 37,65^\circ$$

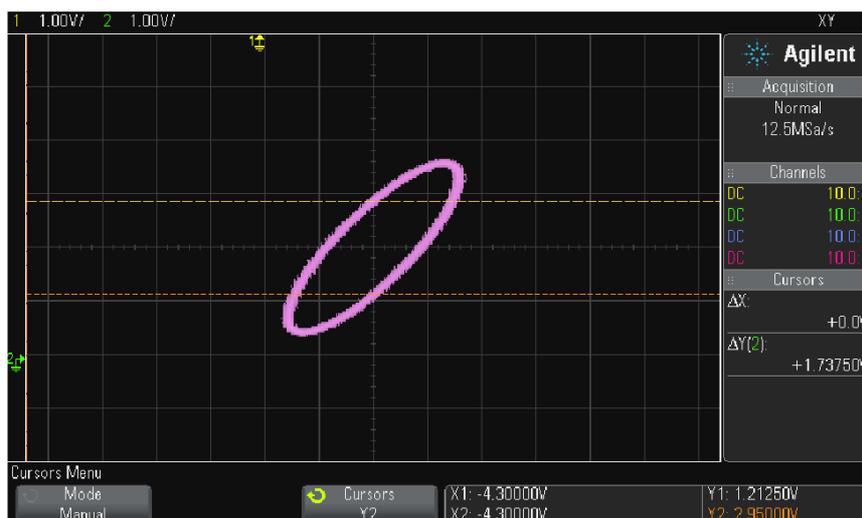


Рис. 4 Измерения разности фаз, автоматические и с помощью курсоров

#### ПРИМЕЧАНИЕ Вход оси Z в режиме отображения XY (гашение)

В режиме отображения XY выключена развертка по времени. Канал 1 является входом оси X, канал 2 – входом оси Y, а соединитель EXT TRIG IN на задней панели является входом оси Z. Если вы хотите видеть лишь фрагменты графика в координатах XY, пользуйтесь входом оси Z, который может включать и выключать отображение графика. У аналоговых осциллографов управление по оси Z называется модуляцией яркости или гашением луча. Когда на входе Z действует уровень лог. 0 ( $< 1,4$  В), отображается график зависимости Y от X. Когда на входе Z действует уровень лог. 1 ( $> 1,4$  В), отображение графика выключено.

## 2.5 Отображение в режиме растянутой развертки

В режиме Zoom, который раньше назывался режимом задержанной развертки, отображается растянутый по горизонтали вариант отображения в основном (Main) режиме. Когда выбран режим Zoom, экран делится пополам. Верхняя половина экрана является окном основной развертки, а нижняя половина – окном растянутой (более скоростной) развертки Zoom. Окно Zoom представляет собой увеличенный фрагмент основной развертки. Вы можете использовать режим Zoom для выделения и растяжки по горизонтали участка основной развертки с целью более детального анализа сигналов с более высоким разрешением.

Ниже описано, как пользоваться режимом Zoom.

Нажмите клавишу  (или клавишу **[Horiz]**, затем функциональную клавишу **Zoom**).

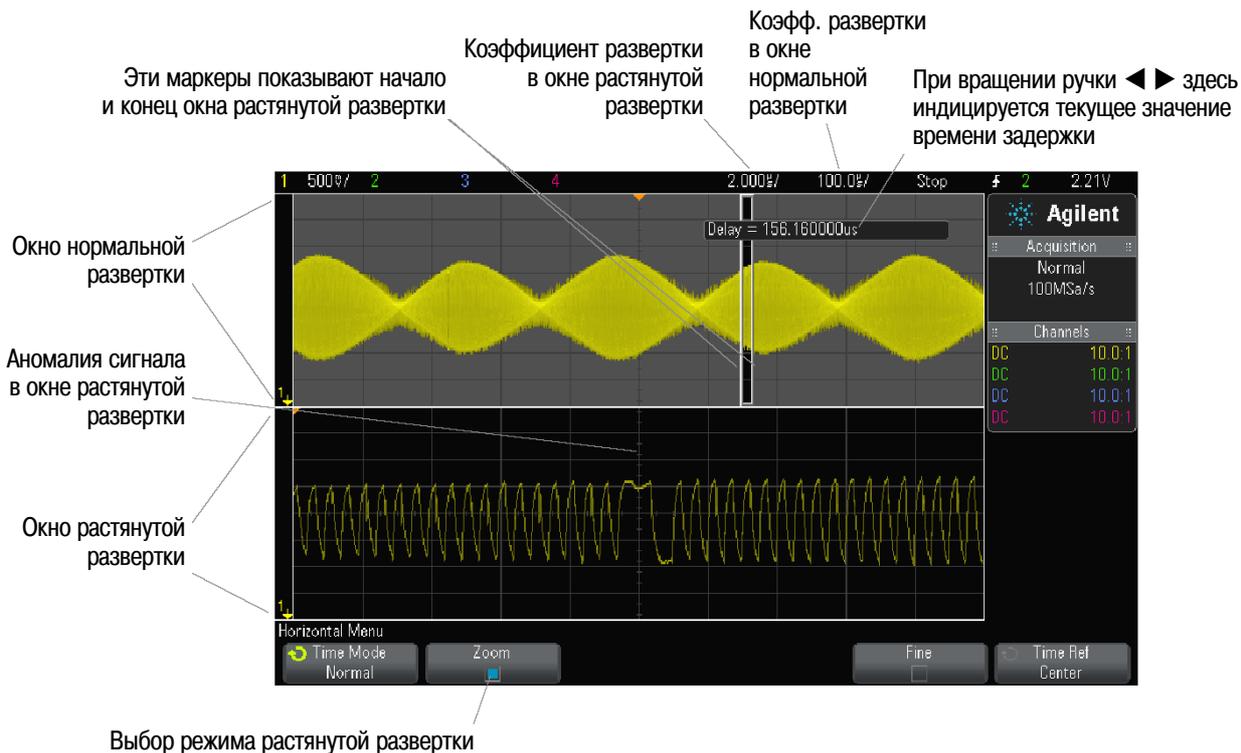
Область основного отображения, которая растягивается, очерчена прямоугольной рамкой, а остальная часть основного отображения имеет бледный оттенок. Эта прямоугольная рамка очерчивает участок основной развертки, который растягивается в нижней половине экрана.

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне Zoom, вращайте ручку регулировки коэффициента развертки. При этом выделяется индикация коэффициента развертки в строке состояния над областью отображения осциллограмм.

Ручка регулировки коэффициента развертки управляет размером этой рамки, ручка регулировки положения по горизонтали (времени задержки) устанавливает положение окна развертки Zoom. При вращении ручки регулировки задержки ( ) в правой верхней части экрана отображается текущее значение задержки, т.е. интервала времени относительно момента запуска.

Отрицательное значение задержки означает, что вы наблюдаете часть осциллограммы, предшествующую моменту запуска. Положительное значение задержки означает, что вы наблюдаете осциллограмму после момента запуска.

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне основной развертки, отключите растянутую развертку, затем вращайте ручку регулировки коэффициента развертки.



Применение режима растянутой развертки при измерениях описано в разделе 13.3 на стр. 96 и в разделе 13.4 на стр. 100.

## 2.6 Включение и выключение верньера развертки

Чтобы переключиться на точную регулировку коэффициента развертки (т.е. задействовать верньер развертки), нажмите ручку регулировки коэффициента развертки  $\sim$  (или нажмите клавиши [Horiz] > Fine). Чтобы выйти из этого режима, снова нажмите эту ручку.

Когда задействован верньер развертки, вращение ручки  $\sim$  изменяет коэффициент развертки с меньшей дискретностью, чем в обычном режиме регулировки. Когда включен верньер, полностью сохраняется калибровка коэффициента развертки. Это значение индицируется в строке состояния в верхней части экрана.

Когда верньер выключен, ручка регулировки коэффициента развертки изменяет это значение в последовательности 1-2-5.

## 2.7 Установка положения опорной временной точки (слева, в центре или справа)

Это опорная точка на экране, относительно которой отсчитывается время задержки (позиция по горизонтали).

1. Нажмите клавишу [Horiz].
2. В меню Horizontal нажмите функциональную клавишу **Time Ref** и выберите нужный вариант:
  - **Left** – опорная точка устанавливается на расстоянии одного деления от левой кромки экрана;
  - **Center** – опорная точка устанавливается в середине экрана;
  - **Right** – опорная точка устанавливается на расстоянии одного деления от правой кромки экрана.

Положение временной опорной точки индицируется символом  $\nabla$  в верхней части масштабной сетки экрана. Когда установлено нулевое время задержки, то этот символ перекрывается индикатором момента запуска  $\blacktriangledown$ .

Позиция опорной временной точки задает начальную позицию события запуска в пределах памяти сбора данных и на экране при установке нулевой задержки.

Вращение ручки регулировки коэффициента развертки ( $\updownarrow$ ) вызывает растяжение или сжатие осциллограммы относительно временной опорной точки ( $\nabla$ ) – см. раздел 2.1.

Вращение ручки регулировки позиции по горизонтали ( $\leftarrow \rightarrow$ ) в режиме нормальной (но не растянутой) развертки приводит к перемещению индикатора момента запуска  $\blacktriangledown$  влево или вправо от опорной временной точки  $\nabla$  – см. раздел 2.2.

## 2.8 Перемещение по оси времени

Вы можете пользоваться клавишей **[Navigate]** и другими органами управления для перемещения:

- по зарегистрированным данным;
- по сегментам, когда задействован сбор данных с занесением в сегментированную память.

### Перемещение по оси времени

Когда остановлен сбор данных, вы можете перемещаться по зарегистрированным данным, как описано ниже.

1. Нажмите клавишу **[Navigate]**.
2. В меню **Navigate** нажмите функциональную клавишу **Navigate**, затем выберите **Time**.
3. Нажимайте навигационные клавиши  $\leftarrow \blacksquare \rightarrow$  для перемещения назад, остановки и перемещения вперед по оси времени. Вы можете нажимать клавиши  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  несколько раз для ускорения перемещения. Здесь имеется три уровня скорости перемещения.

### Перемещение по сегментам

Когда задействован сбор данных с занесением в сегментированную память, то после остановки сбора данных вы можете пользоваться навигационными органами управления для перемещения по зарегистрированным сегментам.

1. Нажмите клавишу **[Navigate]**.
2. В меню **Navigate** нажмите функциональную клавишу **Navigate**, затем выберите **Segments**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Play Mode**, затем выберите один из следующих вариантов:
  - **Manual** – для ручного управления перемещением по сегментам.
 

В режиме **Manual**:

    - Нажимайте клавиши  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  для перехода к предыдущему или следующему сегменту.
    - Нажимайте функциональную клавишу **I←** для перехода к первому сегменту.
    - Нажимайте функциональную клавишу **▶I** для перехода к последнему сегменту
  - **Auto** – для автоматического перемещения по сегментам.
 

В режиме **Auto**:

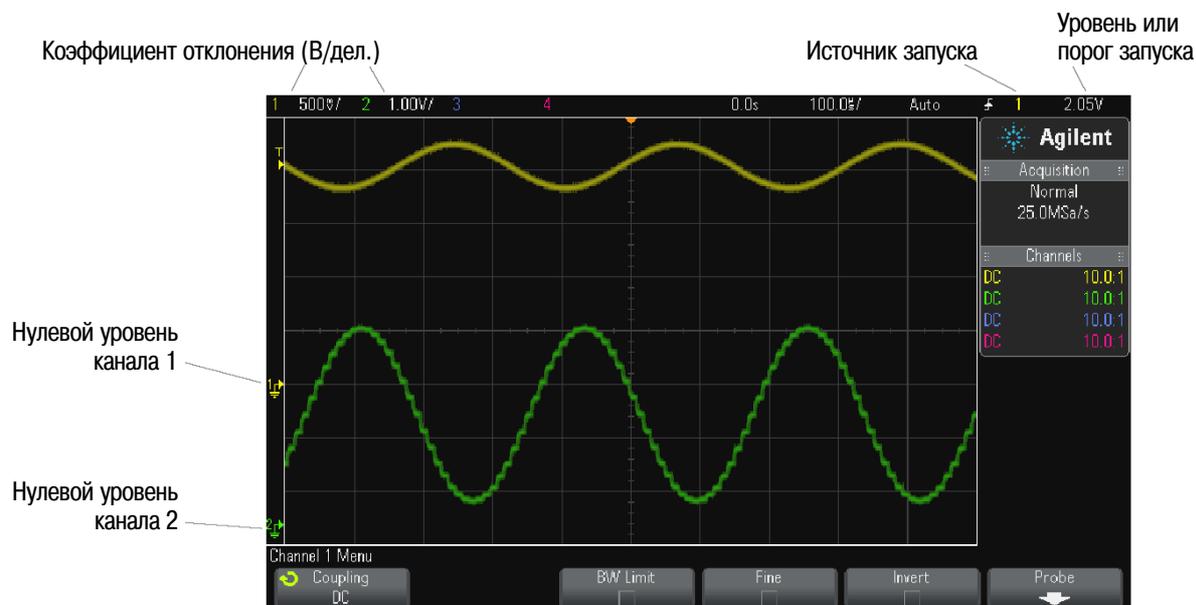
    - Нажимайте навигационные клавиши  $\leftarrow \blacksquare \rightarrow$  для перемещения назад, остановки и перемещения вперед по оси времени. Вы можете нажимать клавиши  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  несколько раз для ускорения перемещения. Здесь имеется три уровня скорости перемещения.

### 3 Органы управления отображением по вертикали

Здесь имеются следующие органы управления отображением по вертикали:

- Ручки регулировки масштаба (коэффициента отклонения) и позиции по вертикали.
- Клавиши каналов для включения-выключения канала и обращения к меню функциональных клавиш канала.

На этом рисунке показано меню канала 1, которое появляется после нажатия клавиши канала [1].



Нулевой ("земляной") уровень сигнала для каждого аналогового канала идентифицируется положением индикатора  $\uparrow$  у левой кромки экрана..

#### 3.1 Включение и выключение осциллограмм (канал или математическая функция)

Чтобы включить (и вывести на экран меню канала) или выключить канал, нажмите клавишу с номером канала. Эта клавиша подсвечивается, когда включен канал.

##### ПРИМЕЧАНИЕ Выключение каналов

Прежде чем вы сможете выключить канал, вы должны видеть его меню. Например, если включены каналы 1 и 2, и при этом отображается меню канала 2, то для выключения канала 1 следует нажать клавишу [1], чтобы вывести на экран меню канала 1, затем еще раз нажать клавишу [1], чтобы выключить канал 1.

#### 3.2 Регулировка масштаба отображения по вертикали

Чтобы установить чувствительность канала в вольтах на деление, вращайте большую ручку с маркировкой  $\sim$ , расположенную над клавишей канала. Чувствительность (коэффициент отклонения) аналогового канала регулируется ступенчато в последовательности 1-2-5 (с подключенным пробником 1:1). См. также раздел 3.6.

В строке состояния индицируется значение коэффициента отклонения аналогового канала в В/дел.

По умолчанию принят режим растяжки осциллограммы по вертикали, при котором растяжка производится относительно нулевого уровня канала при вращении ручки регулировки чувствительности по вертикали. Можно также задать режим растяжки осциллограммы относительно середины экрана (см. раздел 18.4).

### 3.3 Регулировка положения осциллограммы по вертикали

Для перемещения осциллограммы канала вверх и вниз по экрану вращайте малую ручку () регулировки смещения по вертикали.

Значение напряжения, которое мгновенно индицируется в правой верхней части экрана, характеризует разность напряжений между серединой экрана по вертикали и индикатором "земляного" уровня . Когда растяжка осциллограммы по вертикали производится относительно "земли", то это значение характеризует напряжение в середине экрана (см. раздел 18.4).

### 3.4 Установка характера связи на входе канала

Вы можете выбрать связь на входе канала по переменному напряжению (**AC**) или по постоянному напряжению (**DC**).

#### УКАЗАНИЕ

Если на входе канала действует связь по постоянному напряжению (DC), то вы можете быстро измерить постоянную составляющую сигнала путем оценки расстояния этого уровня от индикатора "земляного" уровня .

Если на входе канала действует связь по переменному напряжению (AC), то удаляется постоянная составляющая сигнала, что позволяет вам использовать более высокую чувствительность для отображения на экране переменной составляющей сигнала.

1. Нажмите клавишу с номером нужного канала.
2. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Coupling**, чтобы выбрать характер связи на входе канала.
  - **DC** – Связь по постоянному напряжению целесообразно применять для отображения осциллограмм от 0 Гц, если сигналы не имеют большой постоянной составляющей.
  - **AC** – Связь по переменному напряжению целесообразно применять для отображения осциллограмм сигналов с большой постоянной составляющей. При этом последовательно со входом включается фильтр верхних частот с частотой среза 10 Гц, который убирает из осциллограммы постоянное напряжение смещения.

Имейте в виду, что характер связи на входе канала (Channel Coupling) не зависит от выбора характера связи в тракте запуска (Trigger Coupling). Чтобы выбрать характер связи в тракте запуска, обращайтесь к разделу 10.2.

### 3.5 Ограничение полосы пропускания

1. Нажмите клавишу с номером нужного канала.
2. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **BW Limit**, чтобы включить или выключить ограничение полосы пропускания.

Когда включено ограничение полосы пропускания, то верхнее ее значение для данного канала составляет примерно 20 МГц. Для сигналов, не имеющих более высокочастотных составляющих, такое ограничение полосы пропускания удаляет нежелательный высокочастотный шум на осциллограмме. Ограничение полосы пропускания ограничивает также полосу в тракте сигнала запуска любого канала, для которого включена функция **BW Limit**.

### 3.6 Включение и выключение точной регулировки чувствительности по вертикали

Чтобы переключиться на точную регулировку чувствительности по вертикали, нажмите ручку регулировки чувствительности  (или нажмите клавишу с номером канала, затем функциональную клавишу **Fine** в меню Channel). Чтобы выйти из этого режима, снова нажмите эту ручку.

Когда выбрана точная регулировка, вы можете изменять чувствительность канала по вертикали с малым шагом дискретности. Когда включен режим **Fine**, то полностью сохраняется калибровка чувствительности канала. Значение чувствительности индицируется в строке состояния в верхней части экрана. Когда выключена точная регулировка, то ручка регулировки чувствительности ступенчато изменяет коэффициент отклонения (чувствительность) в последовательности 1-2-5.

### 3.7 Инвертирование осциллограммы

1. Нажмите клавишу с номером нужного канала.
2. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Invert**, чтобы инвертировать осциллограмму в выбранном канале.

Когда выбрана функция Invert, инвертируются значения напряжения на осциллограмме. Инвертирование влияет только на отображение осциллограммы. Однако при использовании основных видов запуска осциллограф пытается сохранить ту же точку запуска за счет измерения установок параметров запуска.

Инвертирование осциллограммы канала изменяет результат выполнения любой функции, выбранной в меню Waveform Math, и любого измерения.

### 3.8 Установка параметров пробника аналогового канала

1. Нажмите клавишу с номером канала, связанного с пробником.
2. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Probe**, чтобы вызвать меню Channel Probe.

Это меню позволяет выбрать такие дополнительные параметры пробника, как коэффициент ослабления и единицу измерения с данным пробником.



Функциональная клавиша **Probe Check** сопровождает вас через процедуру коррекции переходной характеристики пассивного пробника (например, типа N2862A/B, N2863A/B, N2889A, N2890A, 10073C, 10074C или 1165A).

#### Выбор единицы измерения сигнала в канале

1. Нажмите клавишу с номером канала, связанного с пробником.
2. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Probe**.
3. В меню Channel Probe нажмите функциональную клавишу **Units**, затем выберите **Volts** для пробника напряжения или **Amps** для токового пробника. От выбора единицы измерения зависит индикация чувствительности канала, уровня запуска, результатов измерений и математических функций.

#### Установка коэффициента ослабления пробника

Для получения точных результатов измерений необходимо правильно установить коэффициент ослабления пробника.

Действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу с номером нужного канала.
2. Нажимайте функциональную клавишу **Probe**, чтобы выбрать форму представления ослабления пробника – в относительных единицах (**Ratio**) или же в децибелах (**Decibels**).
3. Вращайте ручку Entry  $\curvearrowright$ , чтобы установить коэффициент ослабления для подключенного пробника.

При измерении значений напряжения можно установить коэффициент ослабления пробника от 0,1:1 до 1000:1 в последовательности 1-2-5.

При измерении значений тока с токовым пробником можно установить коэффициент преобразования от 10 В/А до 0,001 В/А.

При установке ослабления в децибелах можно выбирать значения от –20 дБ до 60 дБ.

Когда в качестве единицы измерения выбран ампер и вручную выбран коэффициент преобразования, то над функциональной клавишей Probe индицируется единица измерения и коэффициент преобразования.



## Компенсация асимметрии пробников

При измерении временных интервалов в наносекундном диапазоне небольшие различия в длине кабелей могут влиять на результаты измерений. Для устранения погрешностей, обусловленных различием задержки сигналов в кабелях между двумя каналами, пользуйтесь функциональной клавишей **Skew**.

1. Присоедините оба пробника к одной точке.
2. Нажмите клавишу с номером одного из каналов, связанных с пробниками.
3. В меню Channel нажмите функциональную клавишу **Probe**.
4. В меню Channel Probe нажмите функциональную клавишу **Skew**, затем выберите нужное значение задержки. Здесь можно отрегулировать задержку в каждом аналоговом канале в пределах  $\pm 100$  нс с дискретностью 10 пс для компенсации разности до 200 нс.

На эту установку не влияет нажатие клавиши **[Default Setup]** или **[Auto Scale]**.

## 4 Математическая обработка осциллограмм

Математические функции можно применять в аналоговых каналах. Осциллограмма, полученная в результате математической обработки, отображается розовым цветом. Вы можете использовать математическую функцию в канале, даже если этот канал не отображается на экране.

Вы можете:

- выполнять математическую операцию (сложение, вычитание или умножение) в каналах 1 и 2 или в каналах 3 и 4;
- выполнять быстрое преобразование Фурье (FFT) сигнала в аналоговом канале;
- выполнять быстрое преобразование Фурье с результатом арифметической операции.

### 4.1 Вывод на экран осциллограмм математических функций

1. Нажмите клавишу **[Math]** на передней панели, чтобы вывести на экран меню Waveform Math.



2. Если на функциональной клавише **Function** все еще на значится **f(t)**, нажмите эту функциональную клавишу и выберите **f(t):Displayed**.
3. С помощью функциональной клавиши **Operator** выберите оператор.  
За дополнительной информацией в отношении операторов обращайтесь к разделам:
  - 4.4 "Сложение и вычитание"
  - 4.5 "Умножение"
  - 4.6 "Измерения с применением быстрого преобразования Фурье"
4. Пользуйтесь функциональной клавишей **Source 1**, чтобы выбрать аналоговый канал для выполнения математической обработки. Чтобы сделать выбор, можно вращать ручку Entry или повторно нажимать функциональную клавишу **Source 1**. Если выбрать функцию преобразования (FFT), отображается результат.
5. Если вы выбираете арифметическую операцию, пользуйтесь функциональной клавишей **Source 2** для выбора второго источника для арифметической операции. Отображается результат.
6. Чтобы изменить размер и положение осциллограммы, полученной в результате математической обработки, обращайтесь к разделу 4.3.

#### **УКАЗАНИЕ** Рекомендации по применению математических функций

Если осциллограмма сигнала в аналоговом канале или математической функции ограничивается рамкой экрана (отображается не полностью), то результирующая осциллограмма также будет ограничена (срезана).

Когда отображается осциллограмма функции, можно выключить аналоговые каналы для удобства наблюдения осциллограммы, полученной в результате математической обработки.

Для удобства наблюдения и измерения можно регулировать масштаб отображения по вертикали и смещение осциллограммы каждой математической функции.

Для выполнения измерений на результирующей осциллограмме можно пользоваться клавишами **[Cursors]** и/или **[Meas]**.

## 4.2 Выполнение быстрого преобразования Фурье с результатом арифметической операции

Чтобы выполнить быстрое преобразование Фурье (FFT) с результатом арифметической операции (сложение, вычитание или умножение), действуйте следующим образом:

1. Нажмите функциональную клавишу **Function** и выберите **g(t):Internal**.
2. Для установки арифметической операции пользуйтесь функциональными клавишами **Operator**, **Source 1** и **Source 2**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Function** и выберите **f(t):Displayed**.
4. С помощью функциональной клавиши **Function** выберите функцию быстрого преобразования Фурье (FFT).
5. Нажмите функциональную клавишу **Source 1** и выберите в качестве источника **g(t)**. Имейте в виду, что этот выбор возможен только тогда, когда вы выбрали функцию FFT на предыдущем этапе.

## 4.3 Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций

1. Убедитесь в том, что для осциллограммы математической функции задействованы ручки масштабирования и позиционирования справа от клавиши **[Math]**. Если не светится индикатор ► слева от клавиши **[Math]**, нажмите эту клавишу.
2. Пользуйтесь ручками изменения масштаба и позиции справа от клавиши **[Math]**, чтобы изменить размер и положение осциллограммы математической функции.

### УКАЗАНИЕ Автоматическая установка масштаба и смещения осциллограмм

Всякий раз при изменении определения отображаемой в данный момент осциллограммы математической функции производится автоматическая подстройка масштаба отображения и смещения. При ручной установке масштаба и смещения для некоторой функции выберите новую функцию, затем выберите первоначальную функцию. Первоначальная функция будет перемасштабирована автоматически.

См. также раздел 4.7 "Единицы измерений для осциллограмм математических функций".

## 4.4 Умножение

При выборе функции умножения (Multiply) производится поточечное умножение значений **Source 1** и **Source 2** с последующим отображением результата. Функция умножения полезна для наблюдения сигнала мощности, когда сигнал в одном из каналов пропорционален току.

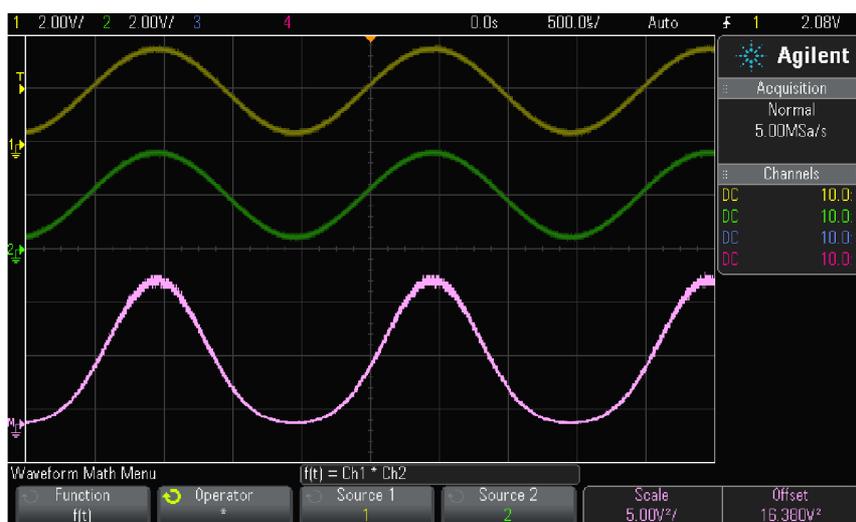


Рис. 5 Пример умножения сигналов в каналах 1 и 2

См. также раздел 4.7 "Единицы измерений для осциллограмм математических функций".

## 4.5 Сложение и вычитание

При выборе функции сложения или вычитания производится поточечное вычитание значений **Source 1** и **Source 2** с последующим отображением результата. Функцию вычитания можно использовать для выполнения дифференциальных (разностных) измерений или для сравнения двух осциллограмм. Может возникнуть необходимость применения дифференциального пробника, если постоянная составляющая сигналов превышает динамический диапазон входного канала осциллографа.

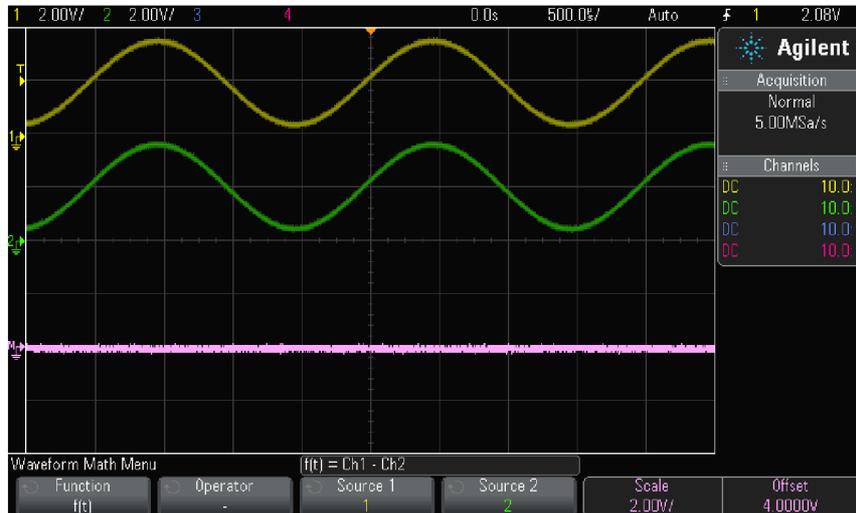


Рис. 6 Пример вычитания сигнала канала 2 из сигнала канала 1

См. также раздел 4.7 "Единицы измерений для осциллограмм математических функций".

## 4.6 Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)

Функция FFT применяется для вычисления быстрого преобразования Фурье с использованием аналоговых входных каналов или математической операции  $g(t)$ . Функция FFT берет оцифрованную запись временной зависимости сигнала заданного источника и преобразует ее в частотную область. Когда выбрана функция FFT, то на экране осциллографа отображается спектр FFT как зависимость уровня в децибелах от вольта (dBV) от частоты. При этом по горизонтальной оси вместо времени откладывается частота (Гц), а по вертикальной оси – уровень в децибелах.

Функцию FFT применяют для выявления проблем, связанных с перекрестными помехами, для выявления причин нелинейных искажений в усилителях, а также для настройки аналоговых фильтров.

Чтобы вывести на экран график, полученный в результате быстрого преобразования Фурье, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Math]**, нажмите функциональную клавишу **Function** и выберите **f(t)**, затем нажмите функциональную клавишу **Operator** и выберите **FFT**.



- **Source** – выбор источника сигнала для быстрого преобразования Фурье (см. раздел 4.2 о выборе  $g(t)$  в качестве источника).
- **Preset** – установка значений частотного диапазона и центральной частоты, обеспечивающих отображение всего спектра. Максимально возможная частота равна половине эффективной частоты дискретизации FFT, которая зависит от установки коэффициента развертки (время/деление). Текущее значение частоты дискретизации FFT индицируется над функциональными клавишами.
- **More FFT** – вызов на экран меню дополнительных установок параметров FFT.

2. Нажмите функциональную клавишу **More FFT**, чтобы вывести на экран меню дополнительных установок параметров FFT.



- **Window** – выбор окна цифровой фильтрации для применения к входному сигналу FFT:
  - **Hanning** – окно Хеннинга для выполнения точных частотных измерений или для разрешения двух близких частотных составляющих.
  - **Flat Top** – окно с плоской вершиной для выполнения точных амплитудных измерений спектральных пиков.
  - **Rectangular** (прямоугольное окно) – хорошее частотное разрешение и амплитудная точность, однако применение этого окна ограничено случаями отсутствия просачивания спектральных составляющих. Применяется с такими сигналами, как псевдослучайный шум, импульсы, синусоидальные пачки и затухающие синусоидальные колебания.
  - **Blackman Harris** – окно Блэкмана-Харриса снижает временное разрешение по сравнению с прямоугольным окном, но повышает способность обнаружения импульсов благодаря тому, что оно обладает менее выраженными боковыми максимумами.
- **Span** – установка общей ширины спектра FFT, отображаемого на экране (слева направо). Чтобы получить цену деления шкалы в герцах на деление, следует разделить на 10 значение ширины спектра. Вы можете установить значение параметра Span выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите функциональную клавишу **Span**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить желаемый частотный диапазон для отображения на экране.
- **Center** – установка частоты в спектре FFT, которая должна отображаться на центральной вертикальной линии сетки экрана. Можно установить значение параметра Center ниже половины частотного диапазона или выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите функциональную клавишу **Center**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить желаемую центральную частоту на дисплее.
- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для FFT, выраженные в децибелах на деление. См. раздел 4.3 "Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций".
- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для FFT. Значение смещения выражается в децибелах и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. См. раздел 4.3 "Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций".

#### ПРИМЕЧАНИЕ Особенности регулировки масштаба и смещения

Если вы не изменяете вручную установки масштаба и смещения FFT, то при вращении ручки регулировки коэффициента развертки происходит автоматическое изменение частотного диапазона и центральной частоты, чтобы обеспечить оптимальное наблюдение полного спектра.

Если же вы вручную устанавливаете масштаб и смещение, то вращение ручки регулировки коэффициента развертки не изменяет установки частотного диапазона и центральной частоты, что обеспечивает более подробное отображение в окрестности определенной частоты.

Нажатие функциональной клавиши FFT **Preset** приводит к автоматическому перемасштабированию осциллограммы; при этом значения частотного диапазона и центральной частоты автоматически отслеживают установку коэффициента развертки.

3. Для выполнения курсорных измерений нажмите клавишу **Cursors** и установите функциональную клавишу **Source** на **Math:f(t)**.

Для измерения значений частоты и разности двух значений частоты ( $\Delta X$ ) пользуйтесь курсорами X1 и X2. Для измерения амплитуды в децибелах и разности амплитуд ( $\Delta Y$ ) пользуйтесь курсорами Y1 и Y2.

4. Для выполнения прочих измерений нажмите клавишу **[Meas]** и установите функциональную клавишу **Source** на **Math:f(t)**.

На графике FFT можно выполнять измерения междупиковых значений, максимума и минимума в децибелах. Вы можете также найти значение частоты при первом появлении максимума сигнала с помощью измерения параметра **X at Max Y**.

Показанный на следующем рисунке спектр FFT получен при подаче на канал 1 сигнала прямоугольной формы 4 В, 75 кГц. Коэффициент развертки установлен на 50 мкс/дел., чувствительность по вертикали на 1 В/дел., параметр Units/div на 20 dBV, смещение (Offset) на -60,0 dBV, центральная (Center) частота на 250 кГц, частотный диапазон (Span) на 500 кГц и параметр Window на Hanning.



См. также следующую информацию:

- Раздел 4.2 "Выполнение быстрого преобразования Фурье с результатом арифметической операции"
- "Рекомендации по измерениям FFT" (на этой странице)
- "Единицы измерений FFT" (стр. 40)
- "Значение постоянной составляющей при вычислении FFT" (стр. 40)
- "Ложные частотные составляющие и наложение спектров" (стр. 40)
- "Просачивание спектральных составляющих" (стр. 41)
- Раздел 4.7 "Единицы измерений для математических функций"

## Рекомендации по измерениям FFT

Количество точек, регистрируемых для записи FFT, может достигать до 65536. Отображаются все точки, когда частотный диапазон максимален. Когда на экране отображается спектр FFT, органы управления частотным диапазоном и центральной частотой применяются для обследования спектра в области интересующей вас частоты примерно так же, как у анализатора спектра. Поместите интересующую вас часть спектра в центр экрана и уменьшайте частотный диапазон, чтобы увеличить разрешение отображения спектра. При уменьшении частотного диапазона уменьшается количество отображаемых точек и происходит растяжка отображаемого на экране спектра.

Когда на экране отображается спектр FFT, пользуйтесь клавишами **[Math]** и **[Cursors]** для переключения между измерительными функциями и средствами управления частотной областью в меню FFT.

### ПРИМЕЧАНИЕ Разрешение FFT

Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT ( $f_s/N$ ). При фиксированном количестве точек FFT (до 65536) чем меньше частота дискретизации, тем лучше разрешение.

Уменьшение эффективной частоты дискретизации путем выбора более низкой скорости развертки (более высокого значения коэффициента развертки) приводит к повышению низкочастотного разрешения отображения спектра FFT, однако увеличивает вероятность появления ложных частотных составляющих.

Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT. Реальное разрешение отображения спектра будет не столь высоким, поскольку способность разрешать две близкие частоты в действительности ограничивается формой окна-фильтра. Хороший способ проверки разрешения двух близких частот состоит в обследовании боковых полос амплитудно-модулированного синусоидального сигнала.

Для достижения наилучшей точности воспроизведения спектра по вертикали при измерении пиков:

- Правильно установите коэффициент ослабления пробника. Его устанавливают из меню Channel, если объектом действий (операндом) является канал.
- Установите чувствительность канала-источника так, чтобы сигнал отображался почти во весь экран, но без ограничения.
- Применяйте окно с плоской вершиной (Flat Top).
- Установите высокую чувствительность FFT, например, 2 децибела на деление.

Для достижения наилучшей точности воспроизведения частоты на пиках:

- Применяйте окно Хеннинга (Hanning).
- Пользуйтесь меню Cursors для установки курсора X на интересующую вас частоту.
- Отрегулируйте частотный диапазон для повышения точности позиционирования курсора.
- Вернитесь к меню Cursors для точного позиционирования курсора X.

За дополнительной информацией по применению быстрого преобразования Фурье обращайтесь к публикации Agilent № 243 "The Fundamentals of Signal Analysis":

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898SE.pdf>

Дополнительная информация на этот счет содержится также в главе 4 книги:  
Robert A. Witte – "Spectrum and Network Measurements".

## Единицы измерений FFT

Уровень 0 dBV соответствует синусоидальному сигналу с напряжением 1 В<sub>эфф</sub>. Когда источником сигнала FFT является канал 1 или канал 2 (либо канал 3 или 4 у четырехканального осциллографа), то единицей измерения для осциллограмм FFT является децибел от вольта (dBV), когда единицей измерения сигнала в каналах является вольт и входной импеданс каналов установлен на 1 МОм.

Единицей измерения для графиков FFT является децибел от милливатта (dBm), когда единицей измерения сигнала в каналах является вольт и входной импеданс каналов установлен на 50 Ом.

Единицей измерения для графиков FFT является децибел (dB) для всех прочих источников FFT или в том случае, когда единицей измерения сигнала в каналах-источниках является ампер.

## Значение постоянной составляющей при вычислении FFT

В результате вычисления FFT получается неправильное значение постоянной составляющей. При этом не учитывается смещение у центра экрана. Значение постоянной составляющей не корректируется ради точного отображения близких к нулевой частоте частотных составляющих.

## Ложные частотные составляющие и наложение спектров

При применении FFT важно иметь представление о ложных частотных составляющих, возникающих при дискретизации. При выполнении измерений с применением FFT оператор должен понимать, что именно должно содержаться в частотной области, и учитывать частоту дискретизации, частотный диапазон и полосу пропускания осциллографа. Частота дискретизации FFT индицируется прямо над функциональными клавишами, когда на экране отображается меню FFT.

### **ПРИМЕЧАНИЕ** Частота Найквиста и наложение спектров в частотной области

Частота Найквиста является максимальной частотой, которую может зарегистрировать без появления ложных частотных составляющих любой осциллограф, осуществляющий оцифровку сигналов в реальном масштабе времени. Эта частота равна половине частоты дискретизации. Частотные компоненты, превышающие частоту Найквиста, не могут быть правильно обработаны, что приводит к так называемому наложению спектров. Частота Найквиста соответствует максимальной частоте сигнала, который может быть обработан без искажений.

Наложение спектров возникает, когда частотные составляющие сигнала превышают половину частоты дискретизации. Поскольку спектр FFT ограничен этой частотой, то любые более высокочастотные составляющие отображаются на более низкой (ложной) частоте.

На следующем рисунке показан пример наложения спектров. Это спектр меандра с частотой 990 Гц, который содержит множество гармоник. Частота дискретизации FFT составляет в данном примере 100 кГц. На этой осциллограмме составляющие входного сигнала с частотой, превышающей частоту Найквиста, отображаются зеркально относительно правой кромки экрана.



Рис. 7 Наложение спектров

Поскольку частотный диапазон простирается от нуля до частоты Найквиста, то для предотвращения возникновения ложных частотных составляющих необходимо, чтобы верхняя граница частотного диапазона превышала частоту существенных (по энергии) частотных составляющих входного сигнала.

### Просачивание спектральных составляющих

Функция FFT работает с повторяющимися записями временной зависимости сигнала. В конце записи образуется разрыв, если только запись не содержит целое число периодов оцифрованного сигнала. Этот разрыв называется просачиванием спектральных составляющих. Для минимизации просачивания спектральных составляющих в качестве фильтров для FFT применяются окна, плавно приближающиеся к нулю в начале и в конце сигнала. В меню FFT предлагается четыре окна – окно Хеннинга (Hanning), окно с плоской вершиной (Flat Top), прямоугольное окно (Rectangular) и окно Блэкмана-Харриса (Blackman-Harris). За дополнительной информацией в отношении просачивания спектральных составляющих обращайтесь к публикации Agilent № 243 "The Fundamentals of Signal Analysis":

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.

## 4.7 Единицы измерений для осциллограмм математических функций

Для каждого входного канала можно установить в качестве единицы измерения вольт или ампер с помощью функциональной клавиши **Units** меню Probe канала. Ниже перечислены единицы измерений для осциллограмм математических функций.

Математическая функция	Единица измерения
Сложение и вычитание	V или A
Умножение	V <sup>2</sup> , A <sup>2</sup> или W (вольт-ампер)
FFT	dB * (децибел). См. также "Единицы измерений FFT" на стр. 40.
<p>* Если источником FFT является канал 1, 2, 3 или 4, то единицей измерения при отображении FFT является dBV (децибел от вольта), когда единицей измерения в канале является вольт и входной импеданс канала установлен на 1 МОм.  Единицей измерения при отображении FFT является dBm (децибел от милливатта), когда единицей измерения в канале является вольт и входной импеданс канала установлен на 50 Ом.  Единицей измерения при отображении FFT является dB (децибел) для всех прочих источников FFT или в том случае, когда единицей измерения в канале является ампер.</p>	

Безразмерная единица шкалы **U** индицируется для математических функций, когда в двух каналах-источниках установлены разнородные единицы измерений.

## 5 Образцовые осциллограммы

Осциллограммы аналоговых каналов или математических функций можно занести в одну из двух ячеек памяти образцовых (контрольных) осциллограмм. Впоследствии можно будет вызывать образцовую осциллограмму из памяти и сравнивать ее с другими осциллограммами. Одновременно может отображаться только одна образцовая осциллограмма.

Когда переключаящие ручки назначены образцовым осциллограммам (когда вы нажмете клавишу **[Ref]** и засветится индикатор ► слева от нее), вы можете пользоваться этими ручками для масштабирования и позиционирования образцовых осциллограмм. Для образцовых осциллограмм можно также скомпенсировать рассогласование по времени. Можно также дополнительно вывести на дисплей индикацию масштаба, смещения и рассогласования по времени для образцовой осциллограммы.

Осциллограммы аналоговых каналов, математических функций или образцовые осциллограммы можно сохранять в файле образцовой осциллограммы на USB-накопителе. Вы можете вызвать файл образцовой осциллограммы с USB-накопителя в одну из ячеек памяти образцовых осциллограмм.

### 5.1 Сохранение осциллограммы в ячейке памяти образцовых осциллограмм

1. Нажмите клавишу **[Ref]**, чтобы включить функцию образцовых осциллограмм.
2. В меню Reference Waveform нажмите функциональную клавишу **Ref** и вращайте ручку Entry **↻**, чтобы выбрать нужную ячейку памяти образцовых осциллограмм.
3. Нажмите функциональную клавишу **Source** и вращайте ручку Entry **↻**, чтобы выбрать осциллограмму-источник.
4. Нажмите функциональную клавишу **Save to R1/R2**, чтобы сохранить осциллограмму в ячейке памяти образцовых осциллограмм.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Это энергонезависимая память; ее содержание сохраняется после выключения питания и после установки принятой по умолчанию конфигурации (Default Setup).

#### Как очистить ячейку памяти образцовых осциллограмм

1. Нажмите клавишу **[Ref]**, чтобы включить функцию образцовых осциллограмм.
2. В меню Reference Waveform нажмите функциональную клавишу **Ref** и вращайте ручку Entry **↻**, чтобы выбрать нужную ячейку памяти образцовых осциллограмм.
3. Нажмите функциональную клавишу **Clear R1/R2**, чтобы очистить ячейку памяти образцовых осциллограмм.

Образцовые осциллограммы стираются также при восстановлении заводских установок параметров (Factory Default) или при стирании для защиты конфиденциальных данных (Secure Erase) – см. раздел 16.2.

### 5.2 Вывод образцовой осциллограммы на экран

1. Нажмите клавишу **[Ref]**, чтобы включить функцию образцовых осциллограмм.
2. В меню Reference Waveform нажмите функциональную клавишу **Ref** и вращайте ручку Entry **↻**, чтобы выбрать нужную ячейку памяти образцовых осциллограмм.
3. Снова нажимайте функциональную клавишу **Ref**, чтобы задействовать или отменить отображение образцовой осциллограммы.

Одновременно может отображаться только одна образцовая осциллограмма (см. рисунок на следующей странице).

См. также раздел 5.5.



### 5.3 Масштабирование и смещение образцовых осциллограмм

1. Убедитесь в том, что для образцовой осциллограммы задействованы ручки масштабирования и позиционирования справа от клавиши **[Ref]**. Если не светится индикатор **▶** слева от клавиши **[Ref]**, нажмите эту клавишу.
2. Вращайте верхнюю переключающую ручку, чтобы отрегулировать масштаб отображения образцовой осциллограммы.
3. Вращайте нижнюю переключающую ручку, чтобы отрегулировать положение образцовой осциллограммы по вертикали.

### 5.4 Компенсация рассогласования образцовой осциллограммы по времени

Когда на экране отображаются образцовые осциллограммы, вы можете скомпенсировать их рассогласование по времени.

1. Выведите на экран нужную образцовую осциллограмму (см. раздел 5.2).
2. Нажмите функциональную клавишу **Skew** и вращайте ручку Entry **↻**, чтобы скомпенсировать рассогласование осциллограмм по времени.

### 5.5 Вывод на экран отображения данных образцовой осциллограммы

1. Нажмите клавишу **[Ref]**, чтобы включить функцию образцовых осциллограмм.
2. В меню Reference Waveform нажмите функциональную клавишу **Options**.
3. В меню Reference Waveform Options нажимайте функциональную клавишу **Display Info**, чтобы задействовать или отменить отображение данных образцовой осциллограммы на экране.
4. Нажимайте функциональную клавишу **Transparent**, чтобы задействовать или отменить режим прозрачного фона для индикации данных.

Эта установка применяется также при отображении другой осциллографической информации (например, статистики тестирования на соответствие маске).

### 5.6 Применение USB-накопителя для сохранения и вызова файлов образцовых осциллограмм

Осциллограммы аналоговых каналов, математических функций и образцовые осциллограммы можно сохранить в файле на USB-накопителе (см. раздел 16.1). Можно также вызвать файл образцовой осциллограммы с USB-накопителя в одну из ячеек памяти образцовых осциллограмм (см. раздел 16.2).

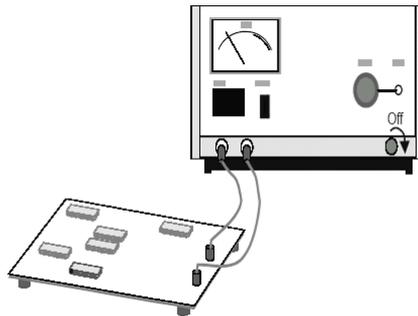
## 6 Цифровые каналы

В этой главе описано применение цифровых каналов у осциллографа смешанных сигналов (MSO). Цифровые каналы задействованы у моделей MSOX2000 серии X и у моделей DSOX2000 серии X, у которых инсталлирована лицензия модернизации DSOX2MSO.

### 3.1 Присоединение цифровых пробников к испытываемой схеме

1. Выключите питание испытываемой схемы, если вы считаете это нужным.

Выключение питания испытываемой схемы должно предотвратить ее повреждение при случайном коротком замыкании проводов в процессе присоединения пробников. Осциллограф можно оставить включенным, поскольку на входах пробников нет напряжения.



2. Присоедините кабель цифрового пробника к соединителям DIGITAL Dn ÷ D0 на задней панели осциллографа смешанных сигналов. Этот кабель снабжен ключом, поэтому его можно присоединить только одним способом. При этом не нужно выключать питание осциллографа.

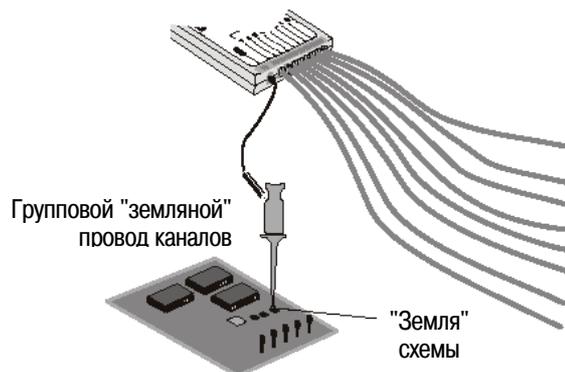
#### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



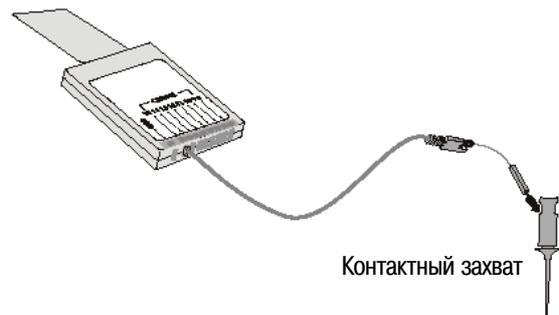
#### Кабель пробника для цифровых каналов

Пользуйтесь только логическим пробником Agilent и комплектом принадлежностей, который прилагается к осциллографу смешанных сигналов (см. раздел 20.4).

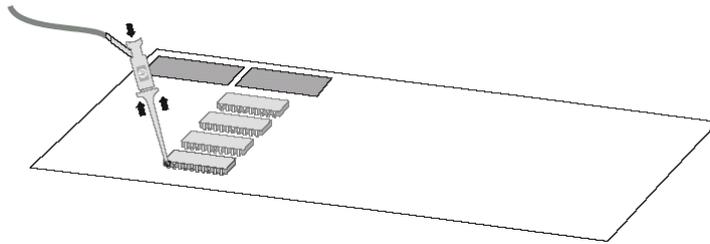
3. Присоедините "земляной" провод к каждому набору каналов (к каждой группе) с помощью контактного захвата пробника. Этот "земляной" провод улучшает качество отображения формы сигнала, обеспечивая таким образом точные измерения.



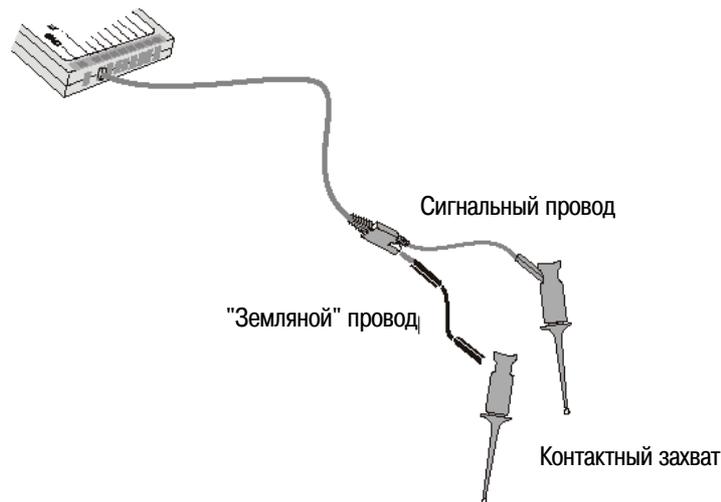
4. Присоедините контактный захват к одному из проводов пробника. (Для упрощения на этом рисунке не показаны остальные провода пробника).



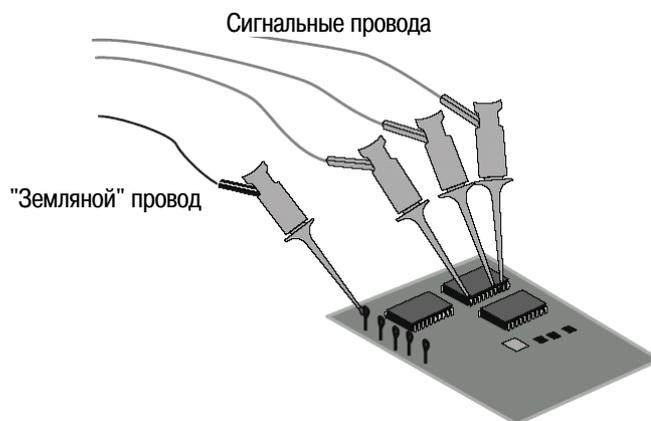
5. Присоедините контактный захват к интересующей вас точке схемы.



6. При работе с высокоскоростными сигналами присоедините "земляной" провод к проводу пробника, присоедините контактный захват к "земляному" проводу, затем присоедините контактный захват к "земле" испытываемой схемы.



7. Повторяйте эти операции, чтобы присоединить пробник ко всем интересующим вас точкам схемы.



## 6.2 Регистрация осциллограмм с применением цифровых каналов

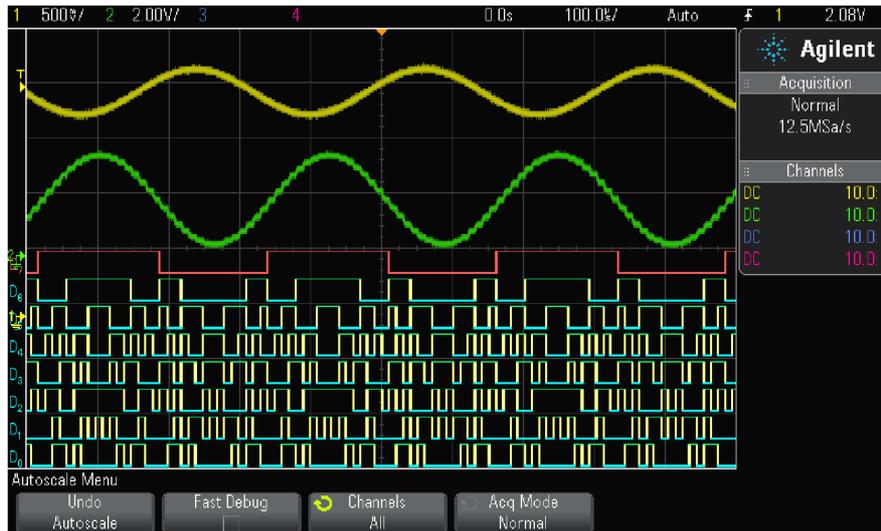
При нажатии клавиши **[Run/Stop]** или **[Single]** для инициирования сбора данных осциллограф обследует входное напряжение на каждом входном пробнике. При выполнении условия запуска осциллограф запускается и отображает результат сбора данных.

Каждый раз, когда осциллограф производит выборку у цифровых каналов, он сравнивает входное напряжение с логическим порогом. Если напряжение превышает этот порог, то в память выборка записывается 1; в противном случае записывается 0.

### 6.3 Применение функции AutoScale при работе с цифровыми каналами

Когда цифровые каналы присоединены к источникам сигналов (не забывайте присоединять "земляные" провода), функция AutoScale быстро конфигурирует осциллограф и выводит на экран осциллограммы сигналов в цифровых каналах.

- Нажмите клавишу **[AutoScale]**, чтобы быстро сконфигурировать прибор. Отображаются осциллограммы всех цифровых каналов, где есть активные сигналы. При этом выключаются все цифровые каналы, не имеющие активных сигналов.



**Рис. 8** Пример автоматического масштабирования цифровых каналов (только модели MSO)

- Чтобы отменить действие функции AutoScale, нажмите функциональную клавишу **Undo AutoScale**, прежде чем нажимать любую другую клавишу. Это полезно в тех случаях, когда вы нечаянно нажмете клавишу **[AutoScale]**, или вас не устраивают установки параметров, выбранные функцией AutoScale. Это возвращает осциллограф к предыдущим установкам параметров.

Объяснение действия функции автоматического масштабирования приведено в разделе 1.8.

Чтобы восстановить заводские установки параметров прибора, нажмите клавишу **[Default Setup]**.

## 6.4 Описание отображения цифровых осциллограмм

На следующем рисунке показан типичный пример отображения осциллограмм цифровых каналов.



### Индикатор активности

Когда включены какие-либо цифровые каналы, в строке состояния в нижней части экрана появляется индикатор активности. Цифровой канал может постоянно находиться в состоянии лог. 1 (—), в состоянии лог. 0 (—) или активно переключаться из одного состояния в другое (↕).

Выключенные каналы выделяются на индикаторе активности светло-серой маркировкой.

## 6.5 Изменение высоты осциллограмм цифровых каналов

1. Нажмите клавишу **[Digital]**.
2. Для выбора размера осциллограмм цифровых каналов по вертикали нажимайте функциональную клавишу  $\square \square \square$ . Это позволяет вам выбрать наиболее удобный вариант отображения осциллограмм цифровых каналов.

## 6.6 Включение и выключение отдельных каналов

1. Когда на экране отображается меню цифровых каналов, вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный канал из всплывающего меню.
2. Чтобы включить или выключить выбранный канал, нажмите функциональную клавишу, которая находится прямо под всплывающим меню.

## 6.7 Включение и выключение всех цифровых каналов

Для включения или выключения отображения цифровых каналов нажимайте клавишу **[Digital]**. Над функциональными клавишами отображается меню цифровых каналов.

Если вы хотите выключить цифровые каналы, когда на экране еще не отображается меню цифровых каналов, то вам придется дважды нажать клавишу **[Digital]**, чтобы выключить цифровые каналы. При первом нажатии этой клавиши вызывается меню цифровых каналов, а при втором нажатии выключаются каналы.

## 6.8 Включение и выключение группы каналов

1. Нажмите клавишу **[Digital]** на передней панели, если на экране еще не отображается меню цифровых каналов.
2. Нажмите функциональную клавишу **Turn off** (или **Turn on**) для группы **D7 ÷ D0**. При каждом нажатии этой функциональной клавиши переключается ее функция (с **Turn on** на **Turn off** и обратно).

## 6.9 Изменение логического порога цифровых каналов

1. Нажмите клавишу **[Digital]**, чтобы вывести на экран меню цифровых каналов.
2. Нажмите функциональную клавишу **Thresholds**.
3. Нажмите функциональную клавишу **D7 - D0**, затем выберите одно из стандартных логических семейств или выберите пункт **User**, чтобы задать нестандартный логический порог.

Логическое семейство	Пороговое напряжение
TTL	+ 1,4 В
CMOS	+2,5 В
ECL	-1,3 В
User	можно установить от -8 В до +8 В

Установленное вами значение порога применяется ко всем каналам в пределах группы D7 ÷ D0. Значения напряжения, превышающие порог, считаются уровнем лог. 1, а значения ниже порога считаются уровнем лог. 0.

Если функциональная клавиша **Thresholds** установлена на **User**, нажмите функциональную клавишу **User** для группы каналов, затем установите логический порог вращением ручки Entry. Для каждой группы каналов имеется одна функциональная клавиша **User**.

## 6.10 Изменение позиции осциллограммы цифрового канала

1. Убедитесь в том, что для цифровых каналов задействованы ручки масштабирования и позиционирования справа от клавиши **[Digital]**. Если не светится индикатор ► слева от клавиши **[Digital]**, нажмите эту клавишу.
2. Вращайте верхнюю переключающую ручку, чтобы выбрать канал. Выбранная осциллограмма выделяется красным цветом.
3. Вращайте нижнюю переключающую ручку, чтобы отрегулировать позицию осциллограммы выбранного канала по вертикали.

Если в результате изменения позиции осциллограмма окажется расположенной поверх осциллограммы другого канала, то индикатор у левого края осциллограммы изменяет обозначение с **D<sub>nn</sub>** (где **nn** – это номер цифрового канала) на **D\***. Эта звездочка указывает на то, что перекрываются осциллограммы двух каналов.

## 6.11 Отображение цифровых каналов в виде сигналов шины

Цифровые каналы можно группировать и отображать на экране в виде сигналов шины с индикацией каждого шинного значения в нижней части экрана в шестнадцатиричном или двоичном формате. Вы можете составить до двух шин. Чтобы сконфигурировать и вывести на экран каждую шину, нажмите клавишу **[Digital]** на передней панели, затем нажмите функциональную клавишу **Bus**.



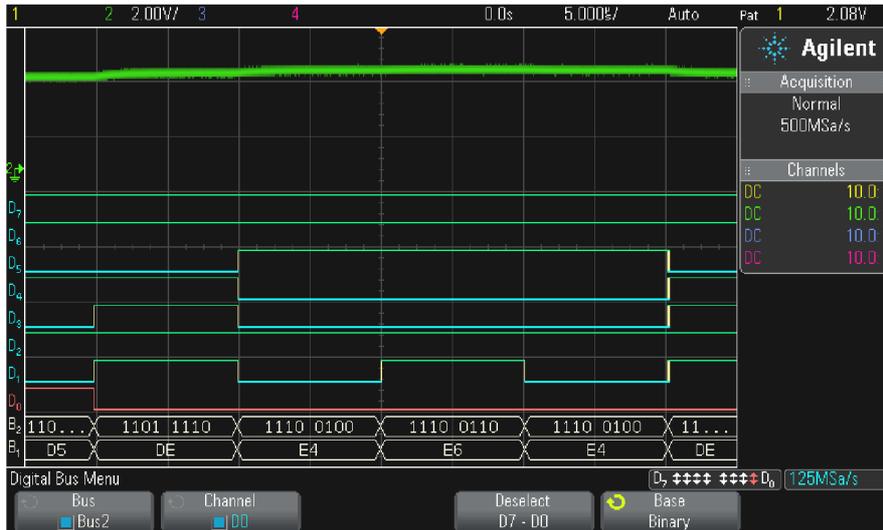
Далее выберите шину. Вращайте ручку Entry, затем нажмите ее или функциональную клавишу **Bus1/Bus2**, чтобы включить шину.

Теперь воспользуйтесь функциональной клавишей **Channel** и ручкой Entry для выбора отдельных каналов, составляющих шину. Для выбора каналов можно вращать и нажимать ручку Entry либо нажимать эту функциональную клавишу. Можно также нажимать функциональную клавишу **Select/Deselect D7-D0** для включения в состав шины или исключения из нее групп из восьми каналов.



Если шинный экран окажется пустым, полностью белым или если на экране отображаются серии точек "...", то следует растянуть масштаб по горизонтали, чтобы обеспечить место для отображения данных, или воспользоваться курсорами для индикации значений (см. ниже).

С помощью функциональной клавиши **Base** можно выбрать индикацию шинных значений в шестнадцатиричном (Hex) или двоичном (Binary) формате. Шинные значения отображаются в нижней части экрана.

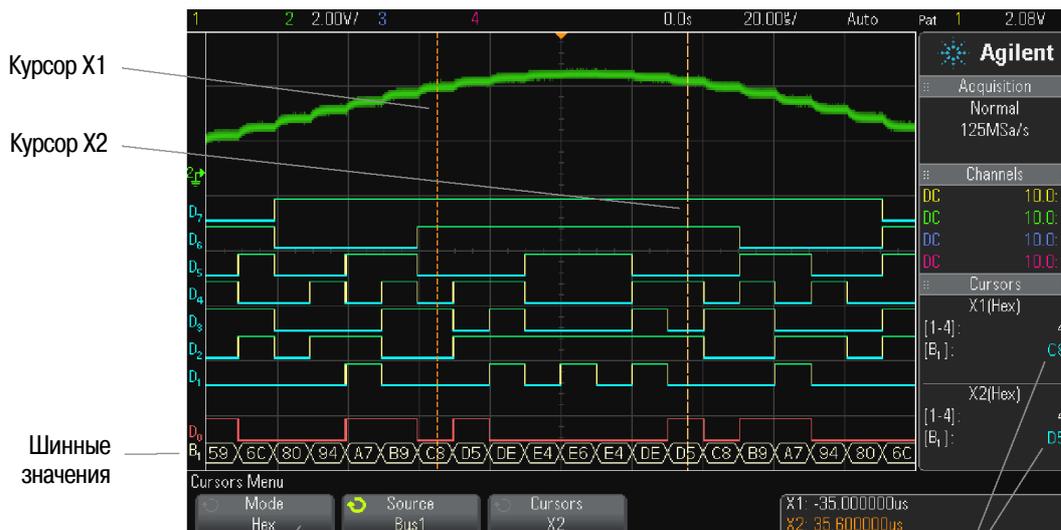


Шинные значения могут индексироваться шестнадцатиричном (Hex) или двоичном (Binary) формате.

### Применение курсоров для считывания шинных значений

Для считывания цифрового шинного значения в любой точке можно пользоваться курсорами.

1. Нажмите клавишу **Cursor** на передней панели, чтобы включить курсоры.
2. Нажмите функциональную клавишу курсора **Mode** и выберите режим – **Hex** или **Binary**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Source** и выберите **Bus1** или **Bus2**.
4. С помощью ручки Entry и функциональных клавиш **X1** и **X2** поместите курсоры в места считывания шинных значений.



Установка режима индикации (Binary или Hex)

Выбор источника Bus1 или Bus2

Здесь индексируются шинные значения у курсоров

При нажатии клавиши **[Digital]** для вызова меню цифровых каналов отображается индикатор цифровой активности там, где были значения курсоров, а на масштабной сетке индицируются шинные значения у курсоров.

### Индикация шинных значений при применении запуска по кодовой комбинации

Шинные значения индицируются также при применении функции запуска по кодовой комбинации (Pattern). Нажмите клавишу **[Pattern]** на передней панели, чтобы вызвать меню Pattern Trigger. Над функциональными клавишами в правой части экрана индицируются шинные значения.

Когда невозможна индикация шинного значения в виде шестнадцатиричной величины, то в шинном значении отображается знак доллара (\$). Это возникает, когда одно или несколько "безразличных" состояний (X) комбинируются с уровнями лог. 0 и лог. 1 в спецификации кодовой комбинации, или когда в спецификацию кодовой комбинации включены индикаторы переключения уровня (положительный перепад  $\uparrow$  или отрицательный перепад  $\downarrow$ ). Байт, который состоит только из "безразличных" состояний (X), индицируется в шине как X ("не имеет значения").



Определение запуска по кодовой комбинации

Индикация шинных значений

Значения аналоговых каналов у курсора

Значения цифровых каналов у курсора

За дополнительной информацией в отношении запуска по кодовой комбинации обращайтесь к разделу 9.4.

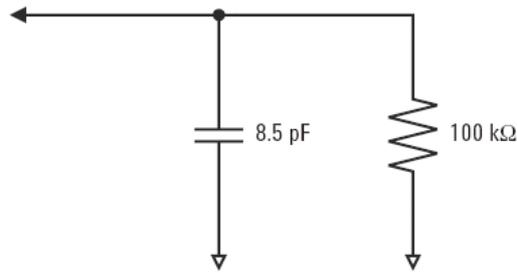
## 6.12 Верность воспроизведения сигналов в цифровых каналах – импеданс и заземление пробника

При работе с осциллографом смешанных сигналов вы можете столкнуться с проблемами, относящимися к применению пробников. Эти проблемы делятся на две категории – нагрузка со стороны пробника и заземление пробника. Нагрузка со стороны пробника на испытываемую схему оказывает на нее нежелательное влияние, а проблемы, связанные с заземлением пробника, ухудшают точность измерений. Первая проблема минимизируется конструкцией пробника, а решение второй проблемы требует правильного применения пробника.

### Входной импеданс

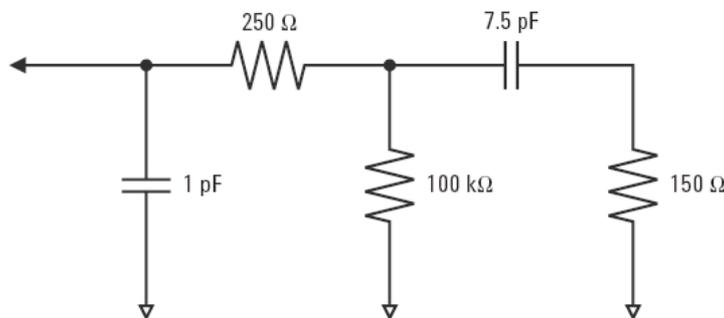
Логические пробники являются пассивными, что обеспечивает высокий входной импеданс и широкую полосу пропускания. Они обычно вносят некоторое ослабление в подаваемый на осциллограф сигнал (типично 20 дБ).

Входной импеданс пассивного пробника обычно характеризуется параллельной емкостью и сопротивлением. Это сопротивление представляет собой сумму сопротивления наконечника и входного сопротивления измерительного прибора (см. следующий рисунок).



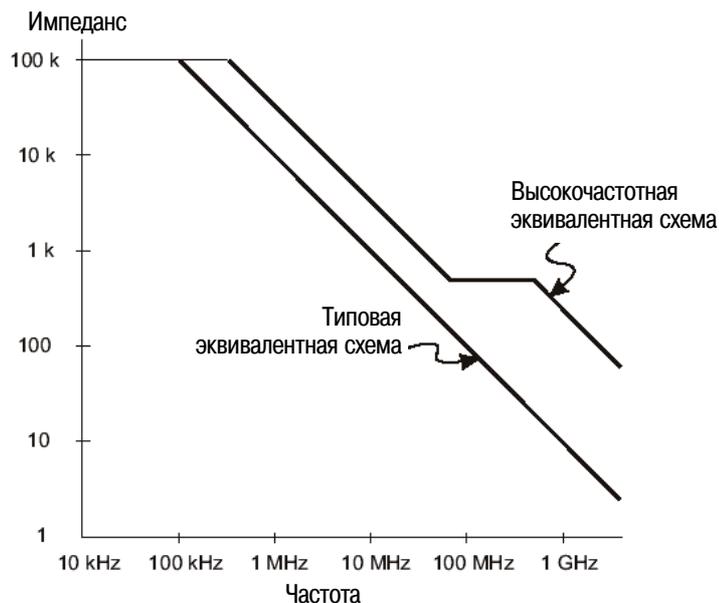
**Рис. 9** Эквивалентная схема пробника для постоянного и низкочастотного напряжения

Емкость является результатом последовательного соединения корректирующего конденсатора наконечника и кабеля плюс емкость прибора в параллель с распределенной емкостью наконечника относительно земли. Такая характеристика входного импеданса является точной моделью для постоянного и низкочастотного напряжения, однако более полезной является высокочастотная модель входа пробника (см. следующий рисунок). Эта высокочастотная модель учитывает емкость наконечника относительно земли, а также последовательное сопротивление наконечника и волновое сопротивление кабеля ( $Z_0$ ).



**Рис. 10** Высокочастотная эквивалентная схема пробника

На рис. 11 показаны графики частотной зависимости импеданса для этих двух эквивалентных схем. Как можно видеть из сравнения этих двух графиков, учет последовательного сопротивления наконечника и волнового сопротивления кабеля заметно расширяет частотную характеристику входного импеданса. Небольшая (порядка 1 пФ) распределенная емкость наконечника определяет конечную точку излома частотной характеристики импеданса.



**Рис. 11** Частотная зависимость импеданса для двух эквивалентных схем пробника

Логические пробники характеризуются показанной выше высокочастотной эквивалентной схемой. Они сконструированы так, чтобы реализовать как можно более высокое последовательное сопротивление наконечника. Распределенная емкость наконечника относительно земли сводится к минимуму механической конструкцией узла наконечника пробника. Это обеспечивает максимальный входной импеданс на высоких частотах.

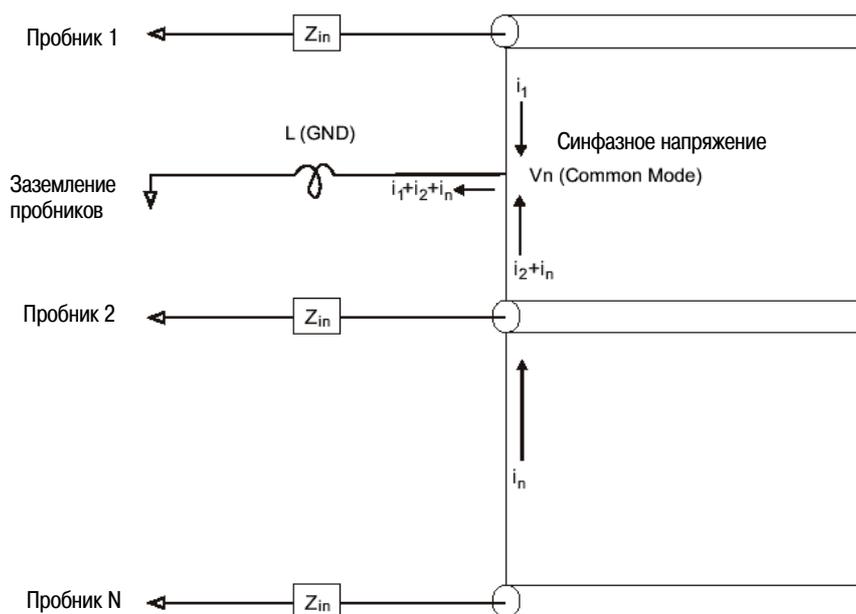
### Заземление пробника

Заземление пробника образует низкоимпедансный путь возврата тока к источнику от пробника. Увеличение длины этого пути приводит к тому, что на высоких частотах на входе пробника создается значительное синфазное напряжение. Возникающее напряжение ведет себя так, как если бы провод заземления представлял собой индуктивность согласно формуле:

$$V = L \frac{di}{dt}$$

Увеличение индуктивности провода заземления ( $L$ ), увеличение тока ( $di$ ) или уменьшение длительности переходного процесса ( $dt$ ) приводит к увеличению напряжения ( $V$ ). Когда это напряжение превысит заданный в осциллографе пороговый уровень, появляются ошибочные результаты измерений.

Применение общего для нескольких пробников провода заземления приводит к тому, что через одну и ту же индуктивность общего провода заземления одного пробника протекают возвратные токи всех пробников. В итоге возрастает ток ( $di$ ) (см. приведенную выше формулу), и в зависимости от длительности переходного процесса ( $dt$ ) возможно повышение синфазного напряжения до уровня, вызывающего появление ложных данных.



**Рис. 12** Модель возникновения синфазного входного напряжения

Помимо появления синфазного входного напряжения, длинный провод заземления ухудшает также верность воспроизведения формы импульсов в системе пробников. Увеличивается время нарастания и амплитуда "звона", обусловленного незадемпфированным LC-контуром на входе пробника. Поскольку цифровые каналы отображают "реконструированную" форму сигналов, то они не воспроизводят "звон" и прочие искажения формы импульсов. Поэтому отображаемая на экране осциллограмма не позволяет выявить проблемы, связанные с заземлением. На практике вы можете выявить такие проблемы в случае появления случайных выбросов и противоречивых результатов измерений. Для наблюдения "звона" и прочих искажений формы импульсов пользуйтесь аналоговыми каналами.

## Рекомендации по оптимальному применению пробников

Ввиду наличия переменных  $L$ ,  $d_i$  и  $d_t$  вы можете испытывать неуверенность в наличии достаточного запаса у вашей измерительной системы. Ниже приведены рекомендации по оптимальному применению пробников.

- "Земляной" провод от каждой группы цифровых каналов ( $D_{15} \div D_8$  и  $D_7 \div D_0$ ) должен быть присоединен к "земляной" шине испытываемой схемы, если какой-либо канал в группе используется для сбора данных.
- При сборе данных в условиях наличия электромагнитных помех следует использовать "земляной" провод каждого третьего пробника цифровых каналов в дополнение к "земляному" проводу группы каналов.
- Измерения быстрых сигналов (время нарастания  $< 3$  нс) должны выполняться с использованием "земляного" провода каждого пробника цифрового канала.

При разработке быстродействующей цифровой системы вы должны предусмотреть предписанные контрольные порты, непосредственно стыкующиеся с системой пробников прибора. Это облегчит настройку измерений и обеспечит воспроизводимый способ получения измерительных данных. 16-канальный логический пробник 01650-61607 и оконечный адаптер 01650-63203 рассчитаны на подключение к стандартным 20-контактным соединителям печатной платы. Этот пробник содержит двухметровый кабель пробника логического анализатора и оконечный адаптер, который обеспечивает надлежащие RC-цепочки в очень удобном комплекте. Эти компоненты, а также 20-контактный узко-профильный прямой соединитель для печатных плат 1251-8106 можно заказать у компании Agilent Technologies.

### 6.13 Замена проводов цифрового пробника

Чтобы вынуть провод пробника из кабельного соединителя, вставьте скрепку или тому подобный предмет в соответствующее отверстие и нажмите, чтобы освободить фиксатор, вытягивая при этом провод.

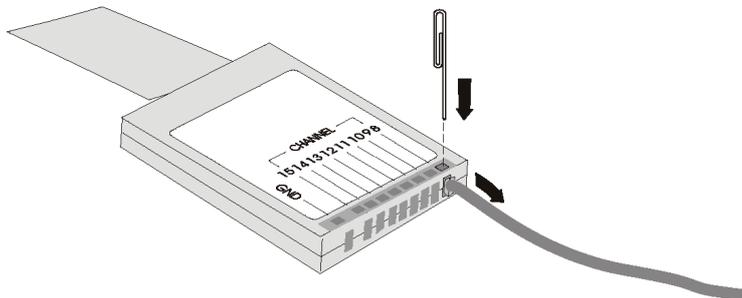


Таблица 3 Запасные части для цифрового пробника

Номер для заказа	Наименование
N6459-60001	Комплект цифрового пробника. В составе: – 8-канальный кабель N6459-61601 – "Земляные" провода пробника 01650-82103 длиной 5 см (3 шт.) – Контактные захваты 5090-4832 (10 шт.)
N6459-61601	8-канальный кабель с 8 проводами пробника и одним групповым "земляным" проводом (1 шт.)
5959-9333	Запасные провода пробника (5 шт.) с набором этикеток пробника 01650-94309
5959-9334	Запасные "земляные" провода пробника (5 шт.)
5959-9335	Запасные групповые "земляные" провода (5 шт.)
5090-4833	Контактные захваты (20 шт.)
01650-94309	Комплект этикеток пробника

Информация о других запасных частях содержится в *Сервисном руководстве для осциллографов InfiniiVision 2000/3000 серии X*.

## 7 Настройка экрана

### 7.1 Регулировка яркости осциллограмм

Вы можете регулировать яркость отображаемых осциллограмм для компенсации различных характеристик сигналов (таких, как высокая скорость развертки и низкая частота запуска). Увеличение яркости позволяет увидеть максимальное количество шумовых компонентов и редких событий. Уменьшение яркости может способствовать выявлению подробностей сигналов сложной формы, как показано на следующих рисунках.

1. Нажмите клавишу **[Intensity]**, чтобы она засветилась. Эта клавиша расположена под ручкой Entry.
2. Вращайте ручку Entry, чтобы отрегулировать яркость осциллограмм.

Регулировка яркости оказывает воздействие только на осциллограммы аналоговых каналов и не влияет на яркость отображения математических функций, образцовых осциллограмм, цифровых осциллограмм и т.п.



Рис. 13 Отображение амплитудной модуляции при яркости 100%

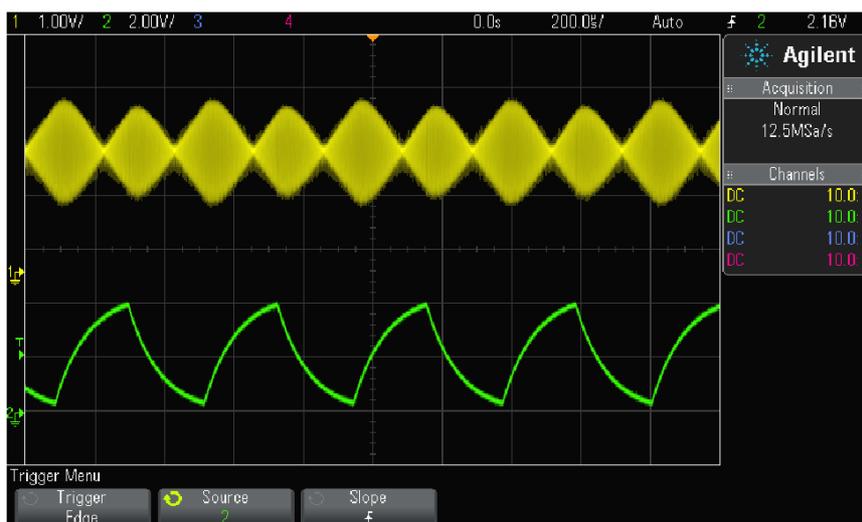


Рис. 14 Отображение амплитудной модуляции при яркости 40%

## 7.2 Установка и отмена послесвечения

Когда задействовано послесвечение, осциллограф обновляет отображение новыми регистрациями, но не сразу стирает результаты предыдущих регистраций. Все предыдущие регистрации отображаются с пониженной яркостью, а новые регистрации отображаются обычным цветом с нормальной яркостью.

Послесвечение осциллограмм поддерживается только в пределах текущей области экрана. Невозможно панорамировать и подвергать растяжке осциллограмму с послесвечением.

Чтобы задействовать послесвечение:

1. Нажмите клавишу **[Display]**.



2. Нажмите функциональную клавишу **Persistence**, затем выберите нужный вариант с помощью поворотной ручки Entry:

- **Off** – послесвечение выключено.

Когда выключено послесвечение, вы можете нажать функциональную клавишу **Capture Waveforms**, чтобы включить бесконечное послесвечение для однократной регистрации сигнала. Результат однократной регистрации отображается с пониженной яркостью и сохраняется на экране, пока вы не отмените послесвечение или очистите экран.

- **∞ Persistence** – бесконечное послесвечение; при этом не стираются результаты предыдущих регистраций.

Пользуйтесь бесконечным послесвечением для измерения шума и джиттера, для наблюдения экстремальных изменений осциллограмм, для поиска нарушений синхронизации, а также для регистрации редких событий.

- **Variable Persistence** – регулируемое послесвечение; результаты предыдущих регистраций стираются спустя некоторое время.

Регулируемое послесвечение обеспечивает вид осциллограмм, как у аналогового осциллографа. Когда выбрано регулируемое послесвечение, нажмите функциональную клавишу **Time** и задайте с помощью ручки Entry длительность отображения предыдущих регистраций. Тогда начнется накопление многократных регистраций.

3. Чтобы стереть с экрана результаты предыдущих регистраций, нажмите функциональную клавишу **Clear Persistence**. Осциллограф снова начинает накопление регистраций.

4. Чтобы выключить послесвечение и вернуться в обычный режим отображения, нажмите функциональную клавишу **Clear Persistence**.

Выключение послесвечения не приводит к очистке экрана. Экран очищается при нажатии функциональной клавиши **Clear Display** или при нажатии клавиши **[AutoScale]** (которая тоже отменяет послесвечение).

Другой способ наблюдения экстремальных изменений осциллограмм описан в разделе 11.3 под заголовком "Регистрация выбросов и коротких импульсов".

## 7.3 Очистка экрана

Нажмите клавишу **[Display]**, затем функциональную клавишу **Clear Display**.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на очистку экрана (см. раздел 18.8).

## 7.4 Регулировка яркости масштабной сетки

Чтобы отрегулировать яркость масштабной сетки, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Display]**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Grid**, затем вращайте ручку Entry **↻**, чтобы изменить яркость сетки. Уровень яркости индицируется на функциональной клавише **Grid** и допускает регулировку в пределах от 0 до 100%.

Каждое большое деление масштабной сетки по вертикали соответствует значению чувствительности по вертикали, которое индицируется в строке состояния в верхней части экрана.

Каждое большое деление масштабной сетки по горизонтали соответствует коэффициенту развертки, который индицируется в строке состояния в верхней части экрана.

## 7.5 Фиксация изображения на экране

Чтобы можно было фиксировать изображение на экране, не останавливая процессы сбора данных, вы должны сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** (см. раздел 18.8).

1. После того, как будет сконфигурирована клавиша **[Quick Action]**, нажмите ее, чтобы зафиксировать изображение на экране.
2. Чтобы отменить этот режим, еще раз нажмите клавишу **[Quick Action]**.

На зафиксированном изображении можно пользоваться курсорами с ручным управлением.

Такие действия, как регулировка уровня запуска, изменение установок параметров отображения по вертикали и горизонтали или сохранение данных, отменяют режим фиксации изображения.

## 8 Применение меток каналов

Вы можете задать метки и назначить их каждому аналоговому входному каналу. При необходимости можно отключить отображение меток, чтобы расширить область отображения осциллограмм. Можно также снабдить метками цифровые каналы у осциллографов смешанных сигналов (MSO).

### 8.1 Включение и выключение отображения меток каналов

1. Нажмите клавишу **[Label]** на передней панели.

Тем самым включается отображение меток для аналоговых и цифровых каналов. Метки каналов отображаются слева от осциллограмм. На этом рисунке показан пример отображения меток.



2. Чтобы выключить отображение меток, еще раз нажмите клавишу **Label**.

### 8.2 Присвоение каналу predetermined метки

1. Нажмите клавишу **[Label]**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel**, затем вращайте ручку Entry или же последовательно нажимайте функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал, которому вы хотите присвоить метку.



На этом рисунке показан список каналов и принятых по умолчанию меток каналов. Здесь нет необходимости включать канал, чтобы присвоить ему метку.

3. Нажмите функциональную клавишу **Library**, затем вращайте ручку Entry или же последовательно нажимайте функциональную клавишу **Library**, чтобы выбрать из библиотеки предопределенную метку.
4. Нажмите функциональную клавишу **Apply New Label**, чтобы присвоить эту метку выбранному вами каналу.
5. Повторите эту процедуру для назначения предопределенных меток другим каналам.

### 8.3 Определение новой метки

1. Нажмите клавишу **[Label]**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel**, затем вращайте ручку Entry или же последовательно нажимайте функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал, которому вы хотите присвоить метку.  
Здесь нет необходимости включать канал, чтобы присвоить ему метку. Если канал включен, то выделяется его текущая метка.
3. Нажмите функциональную клавишу **Spell**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать первый символ в новой метке. Вращением ручки Entry выбирается символ для ввода в выделенной позиции в строке "New label =" над функциональными клавишами и на функциональной клавише **Label**. Метка может содержать максимум десять символов.
4. Нажмите функциональную клавишу **Entry**, чтобы ввести выбранный символ и перейти к следующей позиции в строке ввода.
5. Вы можете поместить выделение на любой символ в имени метки, последовательно нажимая функциональную клавишу **Enter**.
6. Чтобы удалить некоторый символ из имени метки, нажимайте функциональную клавишу **Enter**, пока не будет выделен символ, который вы хотите удалить, затем нажмите функциональную клавишу **Delete Character**.
7. По завершении ввода всех символов для метки нажмите функциональную клавишу **Apply New Label**, чтобы присвоить эту метку выбранному каналу.

Когда вы определите новую метку, она добавляется к списку меток в долговременной памяти.

#### Функция автоматического приращения номера при присвоении меток

Когда вы присваиваете новую метку, конечным символом которой является цифра (например, ADDR0 или DATA0), то осциллограф автоматически увеличивает эту цифру на единицу и отображает модифицированную метку в поле "New label" после нажатия функциональной клавиши **Apply New Label**. Поэтому для присвоения метки каналу вам нужно лишь выбрать новый канал и еще раз нажать функциональную клавишу **Apply New Label**. В списке меток сохраняется только исходная метка. Эта особенность облегчает присвоение меток с последовательными номерами пронумерованным проводам управления и линиям шины данных.

### 8.4 Как загрузить список меток из созданного вами текстового файла

В ряде случаев бывает удобно составить список меток с помощью текстового редактора, затем загрузить его в осциллограф. Вводить имена меток с клавиатуры удобнее, чем редактировать список меток с помощью органов управления осциллографом.

Вы можете составить список, содержащий до 75 имен меток, и загрузить его в осциллограф. Метки добавляются в начало списка. Если загрузить более 75 меток, то в памяти сохраняются только первые 75 меток.

Чтобы загрузить в осциллограф метки из текстового файла, действуйте следующим образом:

1. С помощью текстового редактора составьте имена меток длиной не более десяти символов. Отделите метки друг от друга символами перевода строки.
2. Присвойте этому файлу имя `labellist.txt` и запишите его на внешнее устройство памяти USB, например, на флэш-модуль.
3. Загрузите этот список в осциллограф с помощью файлового обозревателя (нажмите **[Utility] > File Explorer**).

**ПРИМЕЧАНИЕ** Работа со списком меток

При нажатии функциональной клавиши **Library** вы увидите список из 75 последних применяемых меток. В этом списке не сохраняются дублированные метки. Метки могут заканчиваться любым количеством цифр. Если основная строка соответствует существующей метке в библиотеке, то новая метка не вносится в библиотеку. Например, если в библиотеке имеется метка A0, а вы создали новую метку под именем A12345, то эта новая метка не добавляется в библиотеку.

Когда вы сохраняете новую пользовательскую метку, то новая метка заменяет самую старую метку в списке. Самая старая метка характеризуется максимальной давностью с того момента, когда ее присваивали каналу в последний раз. Всякий раз, когда вы присваиваете каналу метку, эта метка перемещается в списке на место самой новой метки. Поэтому после того, как вы попользуетесь некоторое время списком меток, ваши метки будут занимать доминирующее положение, что облегчает адаптацию экрана прибора к вашим потребностям.

При восстановлении списка библиотеки меток (см. ниже раздел 8.5) удаляются все ваши пользовательские метки и восстанавливается заводская конфигурация списка меток.

## 8.5 Восстановление заводской конфигурации библиотеки меток

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При нажатии функциональной клавиши **Default Library** из библиотеки меток удаляются все заданные пользователем метки и восстанавливаются принятые по умолчанию заводские установки меток. Восстановление удаленных пользовательских меток невозможно.

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences > More**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Default Library**.

Это приводит к удалению из библиотеки всех пользовательских меток и к восстановлению заводской конфигурации списка меток. Однако это не приводит к удалению меток, присвоенных каналам в данный момент, т.е. тех меток, которые индицируются в области отображения осциллограмм.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

### Восстановление принятых по умолчанию меток без стирания библиотеки меток

Нажатие клавиши **[Default Setup]** приводит к восстановлению принятых по умолчанию меток всех каналов, однако при этом не стирается список пользовательских меток в библиотеке.

## 9 Типы запуска

Установка параметров запуска определяет условия, при выполнении которых начинается сбор и отображение данных. Например, вы можете настроить осциллограф на запуск по положительному перепаду уровня сигнала в аналоговом канале 1.

С помощью ручки Trigger Level вы можете установить уровень по вертикали для обнаружения фронта сигнала в аналоговом канале.

Помимо запуска по перепаду уровня (фронту) вы можете выбрать другой тип запуска – по длительности импульсов, по кодовой комбинации или по видеосигналам.

Для большинства типов запуска вы можете использовать в качестве источника запуска любой входной канал или соединитель BNC (вход внешнего запуска – см. раздел 10.6).

Изменения в установке параметров запуска вводятся в действие немедленно. Если вы измените параметры запуска, когда остановлен сбор данных, то это новое определение будет использовано осциллографом, как только вы нажмете клавишу **[Run/Stop]** или **[Single]**. Если вы измените параметры запуска, когда идет процесс сбора данных, то это новое определение будет использовано осциллографом, когда он начнет следующий цикл сбора данных.

Когда не возникают события запуска, вы можете нажать клавишу **[Force Trigger]** для запуска регистрации и отображения данных.

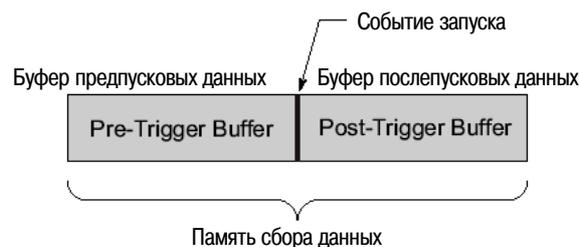
Вы можете пользоваться клавишей **[Mode/Coupling]** для установки опций, оказывающих влияние на все типы запуска (см. главу 10).

Вы можете сохранять в памяти установки параметров запуска вместе с параметрами конфигурации осциллографа (см. главу 16).

### Выбор режимов и условий запуска

Осциллограмма является синхронизированной, когда осциллограф начинает построение осциллограммы от левой кромки экрана до правой всякий раз, когда выполняется определенное условие запуска. Это обеспечивает стабильное отображение таких периодических сигналов, как синусоида или меандр, а также непериодических сигналов, например, потоков последовательных данных.

На следующем рисунке показано концептуальное представление памяти сбора данных. Можно считать, что событие запуска делит память сбора данных на буфер предпусковых данных и буфер послепусковых данных. Положение события запуска в памяти сбора данных определяется установкой опорной временной точки и задержки, т.е. позиции по горизонтали (см. раздел 2.2).



### 9.1 Регулировка уровня запуска

Вы можете отрегулировать уровень запуска для выбранного аналогового канала вращением ручки Trigger Level.

Вы можете нажать ручку Trigger Level, чтобы установить уровень запуска на 50% от размаха сигнала. Когда используется связь по переменному напряжению (AC), то при нажатии ручки Trigger Level устанавливается уровень запуска около 0 В.

Положение уровня запуска для аналогового канала индицируется значком уровня запуска **T** (если включен аналоговый канал) у левой кромки экрана. Значение уровня запуска аналогового канала индицируется в правом верхнем углу экрана.

Уровень запуска для выбранного цифрового канала устанавливается с помощью меню порогов в меню Digital Channel. Нажмите клавишу **[Digital]** на передней панели, затем нажмите функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень (TTL, CMOS, ECL или пользовательский уровень) для выбранной группы цифровых каналов. Значение порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

Уровень запуска от сети не регулируется. Запуск синхронизируется с сетевым питанием осциллографа.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы изменить уровень запуска для всех каналов, можно также нажать клавишу **[Analyze]**, затем функциональную клавишу **Features** и выбрать **Trigger Levels**.

## 9.2 Принудительный запуск

Нажатие клавиши **[Force Trigger]** вызывает запуск осциллографа и отображение осциллограммы. Эта клавиша полезна в режиме обычного (Normal) запуска, когда сбор данных производится только при выполнении условия запуска. Если в этом режиме не возникает запуск (т.е. отображается индикатор "Trig'd?"), вы можете нажать клавишу **[Force Trigger]**, чтобы сделать принудительный запуск и посмотреть, что собой представляет входной сигнал.

Если не выполняется условие запуска в режиме Auto, то осуществляется принудительный запуск и отображается индикатор "Auto?".

## 9.3 Запуск по фронту сигнала (Edge Trigger)

Этот тип запуска идентифицирует событие запуска путем поиска определенного фронта (перепада уровня) и уровня напряжения сигнала. В меню запуска вы можете задать источник запуска и фронт (положительный или отрицательный). Можно задавать положительный фронт, отрицательный фронт, чередующиеся фронты (положительный и отрицательный) или любой (произвольный) фронт сигнала для всех источников, кроме сети (Line). В правом верхнем углу экрана индицируется тип запуска, источник и уровень запуска.

1. Нажмите клавишу **[Trigger]** на передней панели в секции Trigger.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger** и выберите пункт **Edge** с помощью ручки Entry.
3. Выберите источник запуска.
  - Аналоговый канал: **1 ÷ <количество каналов>**
  - Цифровой канал (у осциллографов смешанных сигналов): **D0 ÷ <количество цифровых каналов – 1>**
  - **External** (внешний запуск)
  - **Line** (запуск от сети)
  - **WaveGen** (генератор сигналов)

В качестве источника запуска по фронту сигнала можно выбрать канал, который выключен (не отображается на экране).

Выбранный источник запуска индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с символом фронта сигнала:

- **1 ÷ 4** – аналоговые каналы
- **D0 ÷ Dn** – цифровые каналы
- **E** – вход внешнего запуска
- **L** – запуск от сети
- **W** – генератор сигналов

4. Нажмите функциональную клавишу **Slope** и выберите направление фронта сигнала: положительный фронт (Rising), отрицательный фронт (Falling), чередующиеся фронты (Alternating) или любой, т.е. произвольный фронт (Either). Ваш выбор индицируется в правом верхнем углу экрана.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Режим запуска по чередующимся фронтам полезен, когда вы хотите производить запуск по обоим фронтам тактовых импульсов (например, сигналы DDR). Этот режим полезен также тогда, когда вы хотите производить запуск по любой активности выбранного источника.

Все режимы запуска работают вплоть до максимальной частоты полосы пропускания осциллографа, за исключением режима Either edge, который имеет ограничения. В этом режиме возможен запуск по непрерывным сигналам (Constant Wave) до 100 МГц, однако запуск по отдельным импульсам возможен до 1/2 полосы пропускания осциллографа.

### Применение функции AutoScale для установки запуска по фронту сигнала

Простейшим способом установки запуска по фронту сигнала является применение функции AutoScale. Просто нажмите клавишу **[AutoScale]**. Осциллограф попытается реализовать внутренний запуск с применением простого типа запуска Edge (см. раздел 1.8).

### ПРИМЕЧАНИЕ

#### Технология MegaZoom упрощает запуск

При применении встроенной технологии MegaZoom вы можете автоматически масштабировать (AutoScale) сигналы, затем остановить осциллограф для регистрации осциллограммы. После этого можно изучать осциллограмму с применением функций панорамирования (pan) и изменения масштаба изображения (zoom) с помощью ручек управления отображением по горизонтали и вертикали для нахождения стабильной точки запуска. Функция AutoScale зачастую обеспечивает синхронизированную осциллограмму.

## 9.4 Запуск по кодовой комбинации (Pattern)

В этом типе запуска идентифицируется условие запуска путем поиска заданной кодовой комбинации, представляющей собой комбинацию состояний каналов по логической функции И. Каждый канал может находиться в состоянии лог. 0, лог. 1 или в "безразличном" состоянии (X). Для одного из каналов, включенных в комбинацию, можно задать положительный или отрицательный перепад уровня. Возможен также запуск по шестнадцатичному шинному значению, как описано на следующей странице.

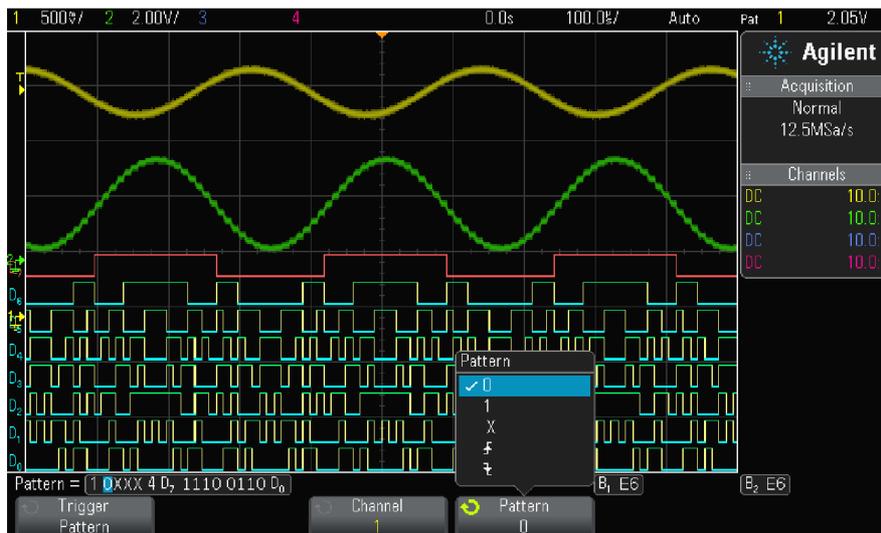
1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Pattern**.
3. Для каждого аналогового или цифрового канала, который вы хотите включить в желаемую кодовую комбинацию, нажмите функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал.

Это канал-источник для состояний 0, 1, X или направления перепада уровня. При нажатии функциональной клавиши **Channel** (или при вращении ручки Entry) выбранный вами канал выделяется в строке "Pattern =" над функциональными клавишами и в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "Pat".

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала вращением ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **[Digital]** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или порогового уровня индицируется в правом верхнем углу экрана.

4. Для каждого выбираемого вами канала нажмите функциональную клавишу **Pattern**, затем вращайте ручку Entry, чтобы задать состояние для этого канала в кодовой комбинации.
  - **0** задает логический ноль у выбранного канала. Логическим нулем считается уровень, меньший уровня или порога запуска.
  - **1** задает логическую единицу у выбранного канала. Логической единицей считается уровень, превышающий уровень или порог запуска.
  - **X** задает безразличное состояние ("не имеет значения") у выбранного канала. Канал, для которого задано безразличное состояние, игнорируется и не используется в качестве составной части кодовой комбинации. Однако осциллограф не будет запускаться, если выбрать безразличное состояние у всех каналов.
  - Функциональная клавиша  $\uparrow$  (положительный перепад) или  $\downarrow$  (отрицательный перепад) устанавливает кодовую комбинацию на направление перепада у выбранного канала. Только один положительный или отрицательный перепад может быть задан в кодовой комбинации. Когда задано направление перепада, осциллограф будет запускаться по указанному перепаду в случае истинности кодовой комбинации, заданной для остальных каналов.

Если не задан перепад уровня, то осциллограф будет запускаться по последнему перепаду, который реализует истинность кодовой комбинации.



#### ПРИМЕЧАНИЕ Задание перепада уровня в кодовой комбинации

В кодовой комбинации допускается задавать лишь один элемент положительного или отрицательного перепада уровня. Если вы зададите такой элемент, затем выберите другой канал и зададите другой элемент такого же рода, то предыдущее определение перепада заменяется на безразличное состояние (X).

### Запуск по шестнадцатиричной кодовой комбинации шины

Вы можете задать шинное значение, по которому должен производиться запуск. Для этого следует сначала определить шину. За подробностями обращайтесь к разделу 6.11. Запуск по шинному значению может производиться независимо от того, отображаются ли цифровые каналы в виде сигналов шины.

Чтобы реализовать запуск по шинному значению, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Pattern]** на передней панели.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать шину **Bus1** или **Bus2**.

3. Нажмите функциональную клавишу **Digit** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать разряд выбранной шины.
4. Нажмите функциональную клавишу **Hex** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать значение для этого разряда.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если разряд составлен менее чем из четырех битов, то значение этого разряда будет ограничено значением, которое можно составить из выбранных битов.

5. Вы можете воспользоваться функциональной клавишей **Set all Digits**, чтобы установить определенное значение во всех разрядах.

Когда шестнадцатиричный разряд шины содержит один или несколько битов "безразличного" состояния (X) и один или несколько битов со значением 0 или 1, то для этого разряда отображается знак доллара "\$".

За дополнительной информацией в отношении индикации шинных значений при применении запуска по кодовой комбинации обращайтесь к описанию на стр. 51.

## 9.5 Запуск по длительности импульса (Pulse Width)

Этот тип запуска (glitch) означает запуск осциллографа по положительному или отрицательному импульсу определенной длительности. Если вы хотите производить запуск по определенной длительности паузы, выберите вариант **Pattern** в меню Trigger (см. раздел 9.4).

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Pulse Width**.



3. Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал в качестве источника запуска. Выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с символом полярности.

Источником запуска может быть любой аналоговый или цифровой канал вашего осциллографа.

4. Отрегулируйте уровень запуска:
  - Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
  - Для цифровых каналов нажмите клавишу **[Digital]** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень.

Значение уровня запуска или порогового уровня индицируется в правом верхнем углу экрана.

5. Нажмите функциональную клавишу полярности, чтобы выбрать положительную ( $\sqcup$ ) или отрицательную ( $\sqcap$ ) полярность для импульса, который вы хотите регистрировать.

Выбранная полярность импульса индицируется в правом верхнем углу экрана. Вершина положительного импульса находится выше текущего значения уровня или порога запуска, а вершина отрицательного импульса – ниже текущего значения уровня или порога запуска.

При запуске по положительному импульсу запуск производится на отрицательном фронте импульса, если является истинным условие классификации. При запуске по отрицательному импульсу запуск производится на положительном фронте импульса, если является истинным условие классификации.

6. Нажмите функциональную клавишу классификатора (< > > <), чтобы выбрать временной классификатор.

С помощью этой функциональной клавиши можно задать запуск осциллографа по импульсу, длительность которого:

- меньше заданного значения (<)

например, при установке  $t < 10$  нс для положительного импульса:



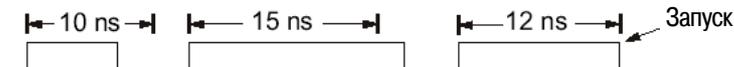
- больше заданного значения (>)

например, при установке  $t > 10$  нс для положительного импульса:



- в пределах заданного интервала (> <)

например, при установке  $10 \text{ нс} < t < 15 \text{ нс}$  для положительного импульса:



7. Выберите функциональную клавишу установки контрольной длительности для классификатора (< или >), затем вращайте ручку Entry, чтобы установить контрольную длительность.

Возможны следующие варианты установки:

- $2 \text{ нс} \div 10 \text{ с}$  для классификаторов ">" и "<"  
( $5 \text{ нс} \div 10 \text{ с}$  у осциллографов с полосой пропускания 350 МГц)
- $10 \text{ нс} \div 10 \text{ с}$  для классификатора "> <" с минимальной разностью 5 нс между верхним и нижним значением.

#### Функциональная клавиша "<" установки контрольной длительности для классификатора

- Когда выбран классификатор "<", то ручкой Entry устанавливается запуск по импульсу с длительностью меньше длительности, указанной на функциональной клавише.
- Когда выбран классификатор "> <", то ручкой Entry устанавливается верхнее значение диапазона длительности.

#### Функциональная клавиша ">" установки контрольной длительности для классификатора

- Когда выбран классификатор ">", то ручкой Entry устанавливается запуск по импульсу с длительностью больше длительности, указанной на функциональной клавише.
- Когда выбран классификатор "> <", то ручкой Entry устанавливается нижнее значение диапазона длительности.

## 9.6 Запуск по видеосигналам

Запуск по видеосигналам можно использовать для регистрации сложных осциллограмм большинства стандартных аналоговых видеосигналов и видеосигналов высокой четкости. Схема запуска определяет вертикальный и горизонтальный интервал формы сигнала и обеспечивает запуск на основе выбранных вами настроек.

Технология MegaZoom IV вашего осциллографа обеспечивает яркое и хорошо наблюдаемое отображение любой части видеосигнала. Анализ видеосигналов упрощается благодаря способности осциллографа запускаться по любой выбранной строке видеосигнала.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При применении пробника 10:1 важно, чтобы у него была правильно скорректирована переходная характеристика. Осциллограф чувствителен к этому так, что может не запускаться, если неправильно скорректирован пробник, особенно при прогрессивных форматах.

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.



3. Нажмите функциональную клавишу **Source** и выберите любой аналоговый канал в качестве источника запуска по видеосигналам.

Выбранный источник запуска индицируется в правом верхнем углу экрана. Вращение ручки Trigger Level не приводит к изменению уровня запуска, поскольку уровень запуска автоматически устанавливается на синхриимпульс. Характер связи на входе запуска автоматически устанавливается на **TV** в меню Trigger Mode and Coupling.

### ПРИМЕЧАНИЕ Следите за правильным согласованием

Многие видеосигналы происходят от 75-омных источников. Для обеспечения правильного согласования с этими источниками следует присоединить на вход осциллографа согласованную нагрузку 75 Ом (например, Agilent 11094B).

4. Нажмите функциональную клавишу полярности синхриимпульсов, чтобы установить видеозапуск по синхриимпульсам положительной ( $\sqcup$ ) или отрицательной ( $\sqcap$ ) полярности.
5. Нажмите функциональную клавишу **Settings**.



6. В меню Video Trigger нажмите функциональную клавишу **Standard**, чтобы установить телевизионный стандарт.

Осциллограф поддерживает запуск по сигналам перечисленных ниже телевизионных стандартов и видеостандартов.

Стандарт	Тип развертки	Синхроимпульс
NTSC	чересстрочная (interlaced)	двухуровневый (bi-level)
PAL	чересстрочная	двухуровневый
PAL-M	чересстрочная	двухуровневый
SECAM	чересстрочная	двухуровневый

7. Нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы выбрать часть видеосигнала, по которой должен производиться запуск осциллографа.

Возможны следующие режимы видеозапуска:

- **Field1** и **Field2** – Запуск по положительному фронту первого пилообразного импульса полукадра 1 или полукадра 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой).
  - **All Fields** – Запуск по положительному фронту первого импульса в интервале кадровой (вертикальной) синхронизации.
  - **Vertical** – (в настоящее время этот режим не реализуется).
  - **All Lines** – Запуск по всем строчным (горизонтальным) синхроимпульсам.
  - **Line** – (в настоящее время этот режим не реализуется).
  - **Line:Field1** и **Line:Field2** – Запуск по строке с выбранным номером в полукадре 1 или в полукадре 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой).
  - **Line: Alternate** – Поочередный запуск по строке с выбранным номером в полукадре 1 и полукадре 2 (только NTSC, PAL, PAL-M и SECAM).
  - **Count:Vertical** – (в настоящее время этот режим не реализуется).
8. Если вы выбираете режим запуска по номеру строки, нажмите функциональную клавишу **Line #**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать номер строки для запуска.
9. Если вы выбираете режим запуска по номеру строки или **Count:Vertical** при использовании стандарта Genepic, нажмите функциональную клавишу **Count #** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный порядковый номер.

Ниже приведены данные по количеству строк в каждом полукадре (поле) для каждого видеостандарта.

Видеостандарт	Field 1	Field 2	Alt Field
NTSC	1 ÷ 263	1 ÷ 262	1 ÷ 262
PAL	1 ÷ 313	414 ÷ 625	1 ÷ 312
PAL-M	1 ÷ 263	264 ÷ 525	1 ÷ 262
SECAM	1 ÷ 313	314 ÷ 625	1 ÷ 312

### Примеры реализации видеозапуска

Следующие примеры призваны ознакомить вас с видеозапуском. В этих примерах используется видеостандарт NTSC.

- Запуск по определенной строке видеосигнала – стр. 69
- Запуск по всем синхроимпульсам – стр. 69
- Запуск по определенному полукадру видеосигнала – стр. 70
- Запуск по всем полукадрам видеосигнала – стр. 71
- Запуск по нечетным или четным полям – стр. 71

## Запуск по определенной строке видеосигнала

Для реализации видеозапуска необходимо, чтобы амплитуда синхроимпульса превышала 1/2 деления сетки с любым аналоговым каналом в качестве источника запуска. Уровень запуска не изменяется при вращении ручки Trigger Level, поскольку он устанавливается автоматически на вершины синхроимпульсов.

Одним примером запуска по определенной строке видеосигнала является наблюдение тестовых сигналов вертикальных интервалов (VITS), которые обычно находятся в строке 18. Другим примером являются замкнутые титры, которые обычно находятся в строке 21.

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт (NTSC в данном примере).
4. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите полукадр строки, по которой вы хотите запускать осциллограф. Вы можете выбрать **Line:Field1**, **Line:Field2** или **Line:Alternate**.
5. Нажмите функциональную клавишу **Line #** и выберите номер строки, которую вы хотите обследовать.

### ПРИМЕЧАНИЕ Поочередный запуск

Если выбран вариант **Line:Alternate**, то осциллограф будет поочередно запускаться по выбранному номеру строки в полукадре Field 1 и в полукадре Field 2. Это является быстрым способом сравнения тестовых сигналов (VITS) полукадров Field 1 и Field 2 или проверки правильности вставки половины строки в конце полукадра Field 1.

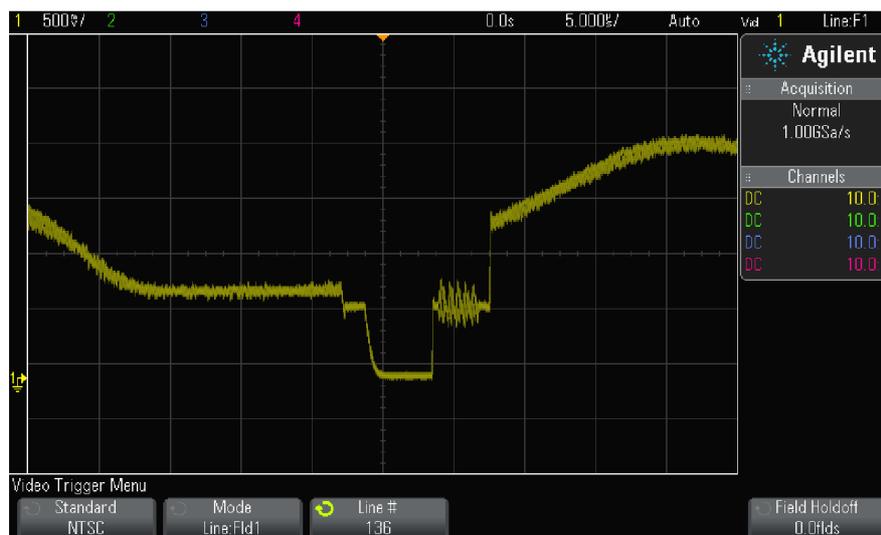


Рис. 15 Пример: запуск по строке 136

## Запуск по всем синхроимпульсам

Для быстрого нахождения максимальных уровней видеосигнала можно запускать осциллограф по всем синхроимпульсам. Когда выбран режим запуска **All Lines**, осциллограф запускается по всем строчным синхроимпульсам.

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
4. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите вариант **All Lines**.



Рис. 16 Запуск по всем строкам (All Lines)

### Запуск по определенному полукадру видеосигнала

Для обследования компонентов видеосигнала можно производить запуск осциллографа либо по полукадру Field 1, либо по полукадру Field 2 (для стандартов с чересстрочной разверткой). Когда выбран определенный полукадр, осциллограф запускается по положительному фронту первого пилообразного импульса в интервале кадровой (вертикальной) синхронизации в определенном полукадре (1 или 2).

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
4. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите вариант **Field1** или **Field2**.



Рис. 17 Запуск по полукадру 1 (Field1)

## Запуск по всем полукадрам видеосигнала

Для быстрого наблюдения переходов между полукадрами или для выявления амплитудных различий между полукадрами можно применять режим запуска по всем полукадрам (All Fields).

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
4. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите вариант **All Fields**.

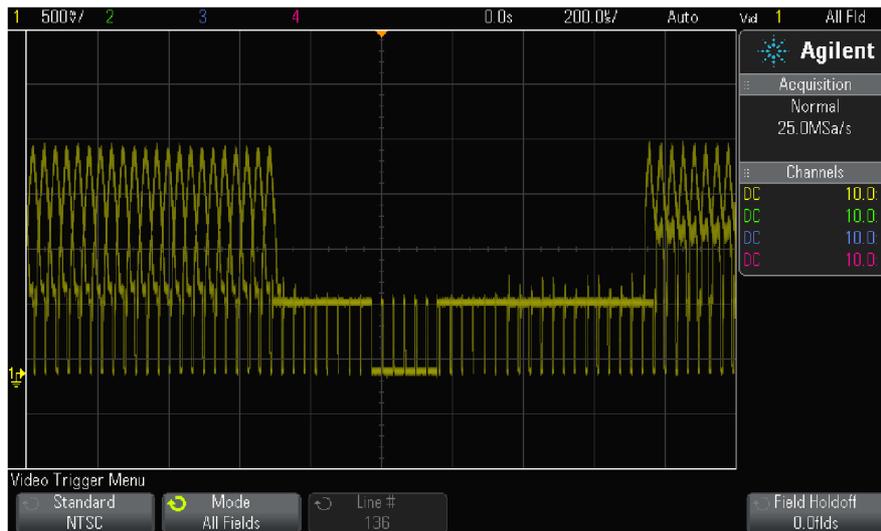


Рис. 18 Запуск по всем полукадрам (All Fields)

## Запуск по нечетным или четным полям

Для проверки огибающей видеосигналов или для измерения максимальных искажений (дисторсии) можно запускать осциллограф по нечетным или четным полям. Когда выбран вариант Field 1, осциллограф запускается по цветным полям 1 или 3. Когда выбран вариант Field 2, осциллограф запускается по цветным полям 2 или 4.

1. Нажмите клавишу **[Trigger]**.
2. В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
4. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите вариант **Field1** или **Field2**.

Система запуска ищет положение начала кадровой синхронизации для определения поля. Однако это определение поля не учитывает фазу опорной поднесущей. Когда выбран вариант Field 1, система запуска будет находить любое поле, где кадрная синхронизация начинается на строке 4. В случае видеосигнала в стандарте NTSC осциллограф будет запускаться поочередно по цветному полю 1 и цветному полю 3 (см. следующий рисунок). Эту настройку можно использовать для измерения огибающей опорного пакета.

Если нужен более подробный анализ, то можно выбрать для запуска только одно цветное поле. Вы можете сделать это с помощью функциональной клавиши **Field Holdoff** в меню Video Trigger. Нажмите функциональную клавишу **Field Holdoff** и с помощью ручки Entry регулируйте выдержку с приращением в половину поля, пока осциллограф не станет запускаться только по одной фазе сигнала цветного пакета.

Быстрый способ синхронизироваться по другой фазе состоит в том, чтобы отсоединить сигнал на короткое время и снова присоединить его. Повторяйте эту процедуру, пока на экране не появится надлежащая фаза.



Рис. 19 Запуск по цветному полю 1 поочередно с цветным полем 3

При регулировке выдержки с помощью функциональной клавиши **Field Holdoff** и ручки Entry соответствующее время выдержки индицируется в меню Trigger Mode/Coupling.

Таблица 4 Время выдержки для половины поля

Стандарт	NTSC	PAL	PAL-M	SECAM
Время	8,35 мс	10 мс	10 мс	10 мс



Рис. 20 Применение выдержки (Field Holdoff) для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим Field 1)

## 10 Режимы запуска (меню Trigger Mode and Coupling)

Чтобы обратиться к меню Trigger Mode and Coupling, нажмите клавишу **[Mode/Coupling]** в секции Trigger на передней панели.



### Зашумленные сигналы

При работе с зашумленными сигналами вы можете установить параметры осциллографа на подавление шумов в тракте запуска и на самой осциллограмме. Первое стабилизирует отображение осциллограммы благодаря снижению шумов в тракте запуска. Второе сглаживает осциллограмму.

1. Подайте сигнал на вход осциллографа и получите стабильную осциллограмму.
2. Чтобы удалить шумы из тракта запуска, можно задействовать подавление высокочастотных составляющих (см. раздел 10.4), низкочастотных составляющих (см. раздел 10.2) или ввести гистерезис в тракт запуска (см. раздел 10.3).
3. Для снижения шумов в отображаемой осциллограмме применяйте режим сбора данных с усреднением (раздел 11.3).

### 10.1 Режимы запуска: обычный и автоматический

Когда осциллограф занимается сбором данных, режим запуска определяет характер поведения осциллографа в тех случаях, когда не возникают события запуска.

Если не выполняются заданные условия запуска в режиме **Auto** (этот режим принят по умолчанию), осуществляется принудительный запуск и выполняются циклы сбора данных, чтобы отобразить характер сигнала на экране.

В обычном (**Normal**) режиме запуска производится запуск и сбор данных только при обнаружении заданных условий запуска.

Чтобы выбрать режим запуска, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**.
2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите **Auto** или **Normal**.

Рекомендации по выбору режима запуска приведены на следующей странице.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на переключение режима запуска (**Auto** или **Normal**) – см. раздел 18.8.

### Запуск и буферы предпусковых и послепусковых данных

Когда осциллограф начинает работать (после нажатия клавиши **[Run]** или **[Single]** либо после изменения условия запуска), то сначала производится заполнение буфера предпусковых данных. После заполнения буфера предпусковых данных начинается поиск события запуска и продолжается поток данных через эту буферную память в процессе поиска события запуска. При реперполнении буфера предпусковых данных производится вытеснение старых данных новыми по известному принципу FIFO ("первым вошел – первым вышел").

Когда будет обнаружено событие запуска, этот буфер будет содержать события, которые возникли перед самым моментом запуска. Затем производится заполнение буфера послепусковых данных и отображение содержания памяти сбора данных в виде осциллограммы. Если сбор данных был инициирован нажатием клавиши **[Run/Stop]**, этот процесс повторяется. Если сбор данных был инициирован нажатием клавиши **Single**, сбор данных прекращается, и вы можете просматривать осциллограмму с применением функций панорамирования (Pan) и растяжки (Zoom).

При определенных условиях возможен пропуск события запуска в режиме автоматического запуска (Auto) или в режиме обычного запуска (Normal), если это событие возникает в процессе заполнения буфера предпусковых данных. Это может случаться вероятнее всего тогда, когда установлена медленная развертка, например, 500 мс/дел.

## Индикатор запуска

Индикатор запуска в правой верхней части экрана указывает, возникают ли события запуска.

В режиме запуска **Auto** это индикатор может принимать следующие состояния:

- **Auto?** (мигает) – условие запуска не обнаружено (после заполнения буфера предпусковых данных); применяется принудительный запуск и сбор данных.
- **Auto** (не мигает) – обнаружено условие запуска (или заполняется буфер предпусковых данных).

В режиме запуска **Normal** это индикатор может принимать следующие состояния:

- **Trig'd?** (мигает) – условие запуска не обнаружено (после заполнения буфера предпусковых данных); сбор данных не производится.
- **Trig'd** (не мигает) – обнаружено условие запуска (или заполняется буфер предпусковых данных).

Когда сбор данных остановлен, в области индикатора запуска отображается **Stop**.

## Когда применять режим запуска Auto

Режим автоматического запуска рекомендуется применять в следующих случаях:

- При проверке наличия сигналов постоянного напряжения или сигналов неизвестного характера.
- Когда условия запуска возникают столь часто, что нет необходимости в принудительном запуске.

## Когда применять режим запуска Normal

Режим обычного запуска рекомендуется применять в следующих случаях:

- Вы хотите регистрировать только определенные события, заданные установками параметров запуска.
- Требуется запуск по нерегулярному сигналу от последовательной шины (например, I2C, SPI, CAN, LIN и т.п.) или по другому сигналу, который поступает в пакетах. Обычный режим запуска позволит вам стабилизировать осциллограмму благодаря предотвращению автоматического запуска.
- Однократная регистрация сигналов с помощью клавиши **[Single]**.

Зачастую при однократных регистрациях вы должны инициировать некоторое действие у объекта испытаний; при этом вы не хотите, чтобы произошел автоматический запуск осциллографа прежде, чем вы это сделаете. Перед тем, как производить нужное действие в контролируемой схеме, подождите, пока не замигает индикатор **Trig'd?** (это будет означать, что заполнен буфер предпусковых данных).

См. также разделы 2.7, 9.2 и 10.5.

## 10.2 Выбор характера связи в тракте запуска

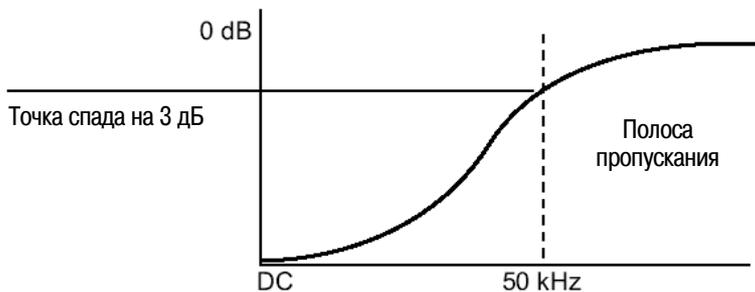
1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**.
2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **Config** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный вариант:

- **DC** – это связь по постоянному напряжению, пропускающая в тракт запуска сигналы постоянного и переменного напряжения.
- **AC** – связь по переменному напряжению. В этом случае в тракт запуска вводится фильтр верхних частот с частотой среза 10 Гц, устраняющий постоянную составляющую в тракте запуска. Фильтр верхних частот на входе внешнего запуска имеет частоту среза 3,5 Гц у всех моделей.

Выбирайте вариант **AC** для получения стабильного запуска по фронту, если измеряемый сигнал характеризуется высоким уровнем постоянной составляющей.

- **LF Reject** – подавление низких частот. В этом случае в тракт запуска вводится фильтр верхних частот с частотой среза 50 кГц, удаляющий нежелательные низкочастотные компоненты из сигнала, который используется для запуска (те компоненты, которые могут мешать нормальному запуску, например, помехи с частотой питающей сети).

Выбирайте этот вариант, чтобы получить стабильный запуск при наличии в сигнале низкочастотных помех.



- **TV** – этот вариант обычно недоступен (выделен светло-серым цветом), однако он автоматически активизируется, когда задействован пункт **Video** в меню Trigger.

Имейте в виду, что характер связи в тракте запуска не зависит от выбора характера связи на входе канала. Выбор характера связи на входе канала описан в разделе 3.4.

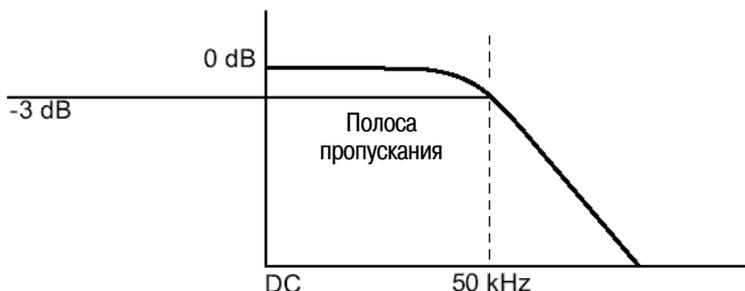
### 10.3 Подавление шумов в тракте запуска

Для подавления шумов вводится дополнительный гистерезис в схему запуска. За счет увеличения зоны гистерезиса уменьшается вероятность запуска осциллографа шумовыми сигналами. Когда включено подавление шумов в тракте запуска, схема запуска менее чувствительна к шуму, однако требует несколько более высокого уровня сигнала для запуска осциллографа.

1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**.
2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **Noise Rej**, чтобы включить или отключить функцию подавления шумов.

### 10.4 Подавление высоких частот в тракте запуска

Для подавления высоких частот (HF reject) вводится фильтр нижних частот с верхней границей полосы пропускания 50 кГц на уровне -3 дБ. Этот фильтр удаляет из тракта запуска высокочастотные шумы, например, помехи от радиовещательных станций с амплитудной или частотной модуляцией, а также высокочастотные помехи от импульсов системной синхронизации.

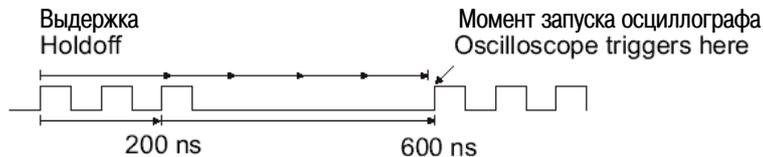


1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**.
2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **HF Rej**, чтобы включить или отключить функцию подавления высокочастотных составляющих.

## 10.5 Установка времени выдержки запуска (Holdoff)

Параметр Holdoff определяет время, в течение которого осциллограф находится в режиме ожидания перед повторной активизацией схемы запуска. Применяйте выдержку запуска при наблюдении периодических сигналов сложной формы, содержащих несколько фронтов между циклами повторения. Вы можете также применять выдержку для запуска по первому фронту пакетного сигнала, если вам известен минимальный интервал времени между пакетами.

Например, для получения стабильного запуска при наблюдении показанного ниже повторяющегося пакета импульсов установите время выдержки запуска больше 200 нс, но меньше 600 нс.



Чтобы установить выдержку запуска:

1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**.
2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **Holdoff**, затем вращайте ручку Entry, чтобы увеличить или уменьшить время выдержки запуска.

### Рекомендации по применению функции выдержки (Holdoff)

Оптимальной установкой является время выдержки, чуть меньшее периода повторения сигнала. Это обеспечивает стабильный момент запуска при регистрации повторяющихся сигналов. Изменение коэффициента развертки не влияет на установку времени выдержки.

Технология MegaZoom дает вам возможность нажать клавишу **[Stop]**, затем просмотреть осциллограмму с применением функций панорамирования (pan) и изменения масштаба изображения (zoom), чтобы определить период повторения сигнала. Измерьте этот период с помощью курсоров, затем установите время выдержки.

## 10.6 Вход внешнего запуска

Вход внешнего запуска можно использовать в качестве источника сигнала нескольких типов запуска. Входом внешнего запуска является соединитель BNC на передней панели с маркировкой **Ext Trigger**.

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ Максимальное напряжение на входе внешнего запуска

CAT I 300 Вэфф, 400 Впик, броски напряжения 1,6 кВпик

Вход 1 МОм: Для стационарных синусоидальных сигналов максимально допустимое напряжение на частотах свыше 57 кГц снижается с повышением частоты на 20 дБ на декаду до минимального значения 5 Впик.

С пробником 10:1 N2863A: CAT I 600 В, CAT II 300 В (постоянное напряжение + пиковое значение переменного напряжения)

С пробником 10:1 типа 10073С или 10074С: CAT I 500 Впик, CAT II 400 Впик

Вход внешнего запуска имеет импеданс 1 МОм. Это позволяет вам применять пассивные пробники для измерений общего назначения. Высокий импеданс минимизирует нагрузку со стороны осциллографа на объект измерений.

Чтобы установить коэффициент ослабления пробника и единицу измерения, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]** в секции Trigger на передней панели.



2. В меню Trigger Mode and Coupling нажмите функциональную клавишу **External**.



3. В меню External Trigger нажмите функциональную клавишу **Units**, чтобы выбрать единицу измерения:

- **Volts** – для пробника напряжения
- **Amps** – для токового пробника

От выбора единицы измерения зависит индикация результатов измерений, чувствительности канала и уровня запуска.

4. Нажмите функциональную клавишу **Probe**, затем вращайте ручку Entry, чтобы задать коэффициент ослабления пробника.

Здесь можно установить коэффициент ослабления от 0,1:1 до 1000:1 в последовательности 1-2-5.

Для получения правильных результатов измерений важно правильно установить коэффициент ослабления пробника.

## 11 Управление сбором данных

В этой главе описано, как пользоваться органами управления сбором данных у осциллографа.

### 11.1 Пуск и останов сбора данных

На передней панели предусмотрены две клавиши для пуска и останова системы сбора данных. Это клавиши **[Run/Stop]** и **[Single]**.

- Когда клавиша **[Run/Stop]** светится зеленым, осциллограф работает, т.е. занимается сбором данных, когда выполняются условия запуска.

Чтобы остановить регистрацию данных, следует нажать клавишу **[Run/Stop]**. В состоянии остановки отображается последняя зарегистрированная осциллограмма.

- Когда клавиша **[Run/Stop]** светится красным, сбор данных остановлен. В строке состояния в верхней части экрана индицируется "Stop" рядом с индикацией типа запуска.

Чтобы запустить регистрацию данных, следует нажать клавишу **[Run/Stop]**.

- Для выполнения однократной регистрации данных (независимо от того, работает ли в данный момент осциллограф или остановлен), следует нажать клавишу **[Single]**.

Нажатие клавиши **[Single]** позволяет вам наблюдать однократные события без перезаписи отображаемой на экране осциллограммы последующими данными. Пользуйтесь клавишей **[Single]**, когда вы хотите иметь максимальную глубину памяти для панорамирования (Pan) и растяжки (Zoom).

При нажатии клавиши **[Single]** очищается экран, временно устанавливается обычный (Normal) режим запуска (чтобы предотвратить немедленный автоматический запуск), активизируется схема запуска, подсвечивается клавиша **[Single]** и осциллограф ждет возникновения условия запуска, прежде чем выводить на экран осциллограмму.

После запуска отображается осциллограмма как результат однократной регистрации. Сбор данных останавливается, и клавиша **[Run/Stop]** подсвечивается красным. Чтобы зарегистрировать следующую осциллограмму, следует снова нажать клавишу **[Single]**.

Если осциллограф не запускается, вы можете нажать клавишу **[Force Trigger]** для запуска по любому событию и выполнения однократной регистрации.

Для отображения результатов нескольких регистраций применяйте послесвечение (см. раздел 7.2).

#### Глубина памяти и длина записи (сравнение действия клавиш **[Single]** и **[Run/Stop]**)

При однократной регистрации обеспечивается большая длина записи данных, чем в режиме непрерывного сбора данных (или после остановки непрерывного сбора данных).

- **Однократная регистрация (Single)** – Однократная регистрация всегда использует максимум доступной памяти – по крайней мере вдвое больше памяти, чем регистрация в режиме непрерывного сбора данных (Run) – и осциллограф заносит в память по меньшей мере вдвое больше выборок. При низкой скорости развертки осциллограф работает с более высокой частотой дискретизации, когда используется режим Single, ввиду повышенного размера доступной памяти.
- **Режим непрерывного сбора данных** – В режиме непрерывного сбора данных (в отличие от режима однократной регистрации) память делится пополам. Это позволяет системе сбора данных заниматься сбором данных одной регистрацией, одновременно обрабатывая предыдущую регистрацию, что значительно увеличивает количество осциллограмм, обрабатываемых осциллографом в единицу времени. В режиме непрерывного сбора данных реализация максимальной скорости формирования осциллограмм на экране обеспечивает наилучшее отображение входного сигнала.

Для сбора данных с максимально возможной длиной записи нажимайте клавишу **[Single]**.

За дополнительной информацией в отношении установок параметров, которые влияют на длину записи, обращайтесь к разделу 16.5.

## 11.2 Дискретизация

Для понимания режимов дискретизации и сбора данных у осциллографа полезно ознакомиться с теорией дискретизации, с явлением наложения спектров, с такими понятиями, как ширина полосы пропускания осциллографа и частота дискретизации, время нарастания переходной характеристики и необходимая ширина полосы частот, а также уяснить ограничения, связанные с глубиной памяти и частотой дискретизации.

### Теория дискретизации

Теорема дискретизации Найквиста гласит, что для однозначного неискаженного восстановления сигнала с частотным спектром, ограниченным максимальной частотой  $f_{MAX}$ , частота дискретизации  $f_S$  должна вдвое превышать максимальную частоту  $f_{MAX}$ .

$$f_{MAX} = f_S / 2 = \text{частота Найквиста } (f_N) = \text{максимальная частота сигнала}$$

### Появление ложных низкочастотных сигналов

При недостаточно высокой частоте дискретизации ( $f_S < 2f_{MAX}$ ) возникает наложение спектров, которое проявляется в искажении восстановленного сигнала, вызванного появлением ложных низкочастотных составляющих вследствие недостаточного количества точек выборки.

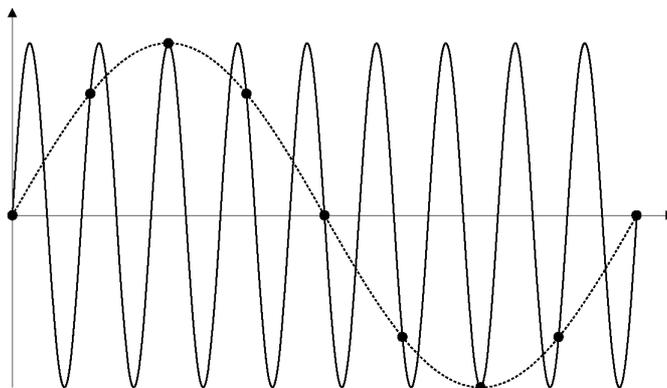


Рис. 21 Появление ложного низкочастотного сигнала

### Ширина полосы пропускания осциллографа и частота дискретизации

Ширина полосы пропускания осциллографа обычно характеризуется верхней границей частотного диапазона, т.е. частотой спада амплитудно-частотной характеристики на 3 дБ (что соответствует амплитудной погрешности -30%).

На верхней границе частотного диапазона согласно теории дискретизации требуется частота дискретизации  $f_S = 2f_{BW}$ . Однако теоретически предполагается отсутствие в спектре сигнала составляющих с частотой, превышающей  $f_{MAX}$  ( $f_{BW}$  в данном случае). Это означает, что система в идеале должна иметь прямоугольную амплитудно-частотную характеристику.

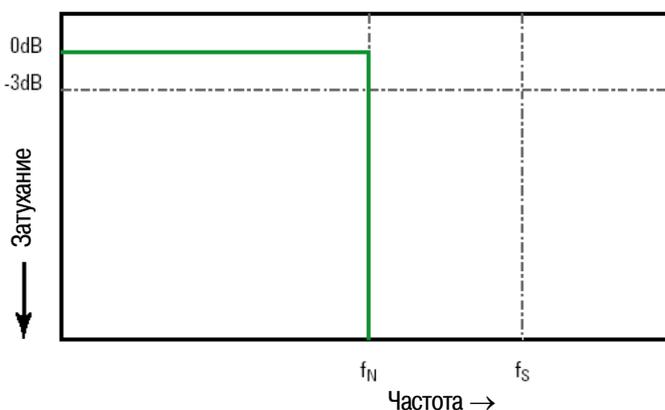
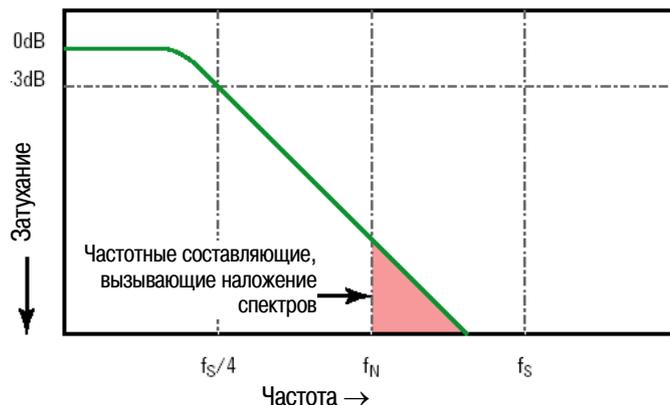


Рис. 22 Идеальная прямоугольная амплитудно-частотная характеристика

Однако цифровые сигналы имеют широкий частотный спектр (т.е. содержат множество высших гармоник), а осциллографы с шириной полосы пропускания не более 1 ГГц обычно имеют гауссову амплитудно-частотную характеристику.



Ограничение ширины полосы пропускания осциллографа ( $f_{BW}$ ) до  $1/4$  от частоты дискретизации ( $f_s/4$ ) снижает вклад частотных составляющих, превышающих частоту Найквиста ( $f_N$ ).

**Рис. 23** Частота дискретизации и ширина полосы пропускания осциллографа

Таким образом, на практике частота дискретизации у осциллографа должна как минимум в четыре раза превышать его ширину полосы пропускания:  $f_s = 4f_{BW}$ . Это позволяет снизить вклад частотных составляющих, вызывающих появление ложных низкочастотных составляющих.

См. также "Оценка точности квантования сигналов от частоты дискретизации у осциллографов: Как выполнять наиболее точные цифровые измерения", Agilent Application Note 1587

(<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5732EN.pdf>)

### Время нарастания переходной характеристики осциллографа

С шириной полосы пропускания осциллографа тесно связан такой параметр, как время нарастания переходной характеристики осциллографа. У осциллографов с гауссовой частотной характеристикой время нарастания между уровнями 10% и 90% составляет  $0,35/f_{BW}$ .

Время нарастания переходной характеристики осциллографа не характеризует минимальную длительность фронта импульса, которую способен точно измерить осциллограф. Этот параметр характеризует максимальную скорость отклика осциллографа на перепад входного сигнала с бесконечно малым временем нарастания.

### Требования к ширине полосы пропускания осциллографа

Ширина полосы пропускания осциллографа, необходимая для точного измерения сигнала, определяется в первую очередь временем нарастания сигнала, а не его частотой. Для вычисления необходимой ширины полосы пропускания осциллографа можно воспользоваться следующей процедурой:

1. Определите длительность самых коротких фронтов сигнала.

Данные о времени нарастания сигнала можно получить из опубликованных технических характеристик изделий, применяемых в вашей разработке.

2. Вычислите "практически значимую" максимальную частоту в спектре сигнала.

Все быстрые перепады уровня имеют бесконечный частотный спектр, как следует из книги: Dr. Howard W. Johnson, *High-Speed Digital Design – A Handbook of Black Magic*.

Однако частотный спектр быстрых перепадов имеет точку излома ("knee"), где частотные составляющие, превышающие частоту излома  $f_{knee}$ , несущественны для определения формы сигнала.

$$f_{knee} = 0,5 / \text{время нарастания сигнала (между уровнями 10\% \div 90\%)}$$

$$f_{knee} = 0,4 / \text{время нарастания сигнала (между уровнями 20\% \div 80\%)}$$

3. Для определения необходимой ширины полосы пропускания в зависимости от необходимой точности применяйте соответствующий коэффициент.

Необходимая точность	Необходимая ширина полосы пропускания осциллографа
20%	$f_{BW} = 1,0 \times f_{knee}$
10%	$f_{BW} = 1,3 \times f_{knee}$
3%	$f_{BW} = 1,9 \times f_{knee}$

См. также "Выбор осциллографа с надлежащей шириной полосы пропускания для вашего применения", Agilent Application Note 1588 (<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5733EN.pdf>).

### Глубина памяти и частота дискретизации

Количество точек (выборок) в памяти осциллографа является фиксированной величиной. Максимальная частота дискретизации определяется применяемым аналого-цифровым преобразователем. Однако реальная частота дискретизации определяется временем сбора данных, которое устанавливается в соответствии коэффициентом развертки.

Частота дискретизации = количество выборок / время сбора данных

Например, при занесении в память 50 мкс данных в 50000 выборок реальная частота дискретизации составляет 1 Гвыб/с.

Аналогичным образом, при занесении в память 50 мс данных в 50000 выборок реальная частота дискретизации составляет 1 Мвыб/с.

Реальная частота дискретизации индицируется в информационной области в правой части экрана.

Осциллограф применяет реальную частоту дискретизации за счет децимации (прореживания) выборок.

### 11.3 Выбор режима сбора данных

При выборе режима дискретизации имейте в виду, что при медленной развертке обычно применяется децимация выборок. При медленной развертке снижается частота дискретизации, поскольку увеличивается время сбора данных и система дискретизации осциллографа делает выборки быстрее, чем это требуется для заполнения памяти.

Предположим, к примеру, что период дискретизации равен 1 нс (максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с) и глубина памяти составляет 10М выборок. При этой частоте дискретизации память заполняется за одну миллисекунду. Если время сбора данных составляет 100 мс (10 мс/дел.), то для заполнения памяти достаточно использовать лишь каждую сотую выборку.

Чтобы выбрать режим сбора данных, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Acquire]** на передней панели.
2. В меню Acquire нажмите функциональную клавишу **Acq Mode**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать режим сбора данных.

У осциллографов InfiniiVision имеются следующие режимы сбора данных:

- **Normal** – нормальный режим с нормальной децимацией при низкой скорости развертки, без усреднения. Применяйте этот режим для регистрации большинства сигналов.
- **Peak Detect** – режим пикового детектирования при низкой скорости развертки, в память заносятся выборки минимальных и максимальных значений в эффективном периоде выборок. Применяйте этот режим для отображения редких коротких импульсов.
- **Averaging** – режим усреднения заданного количества регистраций при любой скорости развертки. Применяйте этот режим для снижения шума и повышения разрешения периодических сигналов без ухудшения полосы пропускания и времени нарастания.
- **High Resolution** – режим высокого разрешения при низкой скорости развертки, усредняются все выборки в эффективном периоде выборок и в память заносится среднее значение. Применяйте этот режим для снижения случайного шума.

## Нормальный режим сбора данных (Normal)

В нормальном режиме сбора данных отбрасываются (подвергаются децимации) лишние выборки при медленной развертке. Этот режим обеспечивает наилучшее отображение большинства сигналов.

## Режим пикового детектирования (Peak Detect)

В режиме пикового детектирования при медленной развертке (когда должна обычно производиться децимация) сохраняются выборки минимальных и максимальных значений для регистрации редких и коротких событий (за счет повышенного проявления шумов). В этом режиме отображаются все импульсы с длительностью не меньше периода дискретизации.

У осциллографов InfiniiVision 2000 серии X, у которых максимальная частота дискретизации составляет 2 Гвыб/с, выборки сигнала производятся с периодом 500 пс.

См. ниже:

- "Регистрация выбросов (пичков) и коротких импульсов"
- "Применение режима пикового детектирования для обнаружения выбросов"

## Регистрация выбросов (пичков) и коротких импульсов

Выбросы (пички) представляют собой быстрые изменения сигнала с длительностью, значительно меньшей периода сигнала. Для наблюдения выбросов и коротких импульсов можно использовать режим пикового детектирования. В этом режиме повышается яркость отображения коротких выбросов и крутых фронтов в сравнении с нормальным режимом сбора данных.

Для измерения параметров выбросов пользуйтесь курсорами или возможностями автоматических измерений.

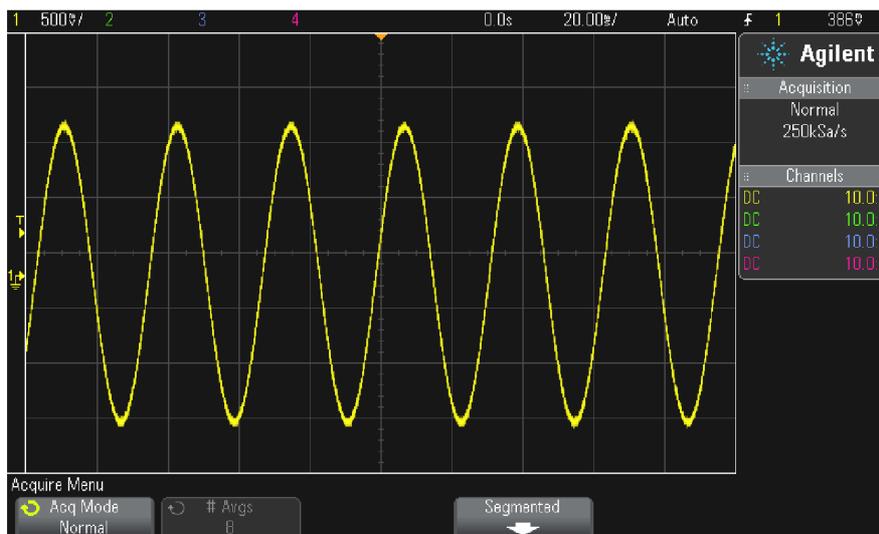


Рис. 24 Синусоидальный сигнал с пичками, нормальный режим сбора данных



Рис. 25 Синусоидальный сигнал с пиками, режим пикового детектирования

### Применение режима пикового детектирования для обнаружения выбросов

1. Подайте сигнал на вход осциллографа и получите стабильную осциллограмму.
2. Для поиска выброса нажмите клавишу **[Acquire]**, затем нажимайте функциональную клавишу **Acq Mode**, пока не будет выбран режим пикового детектирования (**Peak Detect**).
3. Нажмите клавишу **[Display]**, затем нажмите функциональную клавишу  $\infty$  **Persistence** (бесконечное послесвечение).

При бесконечном послесвечении осциллограф обновляет отображение новыми регистрациями, но не стирает результаты предыдущих регистраций. Все предыдущие регистрации отображаются серым цветом с пониженной яркостью, а новые регистрации отображаются с нормальной яркостью. Послесвечение осциллограмм не поддерживается за пределами экрана.

Нажмите функциональную клавишу **Clear Display**, чтобы стереть с экрана ранее зарегистрированные точки. Накопление точек на экране продолжается до тех пор, пока не будет выключено бесконечное послесвечение.

4. Для измерения параметров выбросов воспользуйтесь режимом Zoom:
  - а) Нажмите клавишу Zoom  $\text{\textcircled{Z}}$  (или нажмите клавишу **[Horiz]**, затем функциональную клавишу **Zoom**).
  - б) Для повышения разрешения при наблюдении выброса растяните осциллограмму по горизонтали. Пользуйтесь ручкой регулировки положения по горизонтали  $\blacktriangleleft \blacktriangleright$  для панорамирования, чтобы установить растянутый участок основной развертки в области выброса.

### Режим усреднения (Averaging)

Режим усреднения позволяет усреднять многократные регистрации для снижения шума и повышения разрешения по вертикали при всех значениях коэффициента развертки. Усреднение требует стабильного запуска.

Кратность усреднения можно установить от 1 до 65536 степенями, соответствующими степеням числа 2. Повышение кратности усреднения приводит к снижению шумов и повышению разрешения по вертикали.

Кратность усреднения (# Avgs)	2	4	16	64	$\geq 256$
Разрешение	8 бит	9 бит	10 бит	11 бит	12 бит

Чем выше кратность усреднения, тем медленнее отображаемая на экране осциллограмма реагирует на изменения формы сигнала. Поэтому вы должны выбрать компромисс между скоростью реакции осциллограммы на изменения формы сигнала и степенью снижения шумовых компонентов.

Применение режима усреднения:

1. Нажмите клавишу **[Acquire]**, затем нажимайте функциональную клавишу **Acq Mode**, пока не будет выбран режим усреднения (Averaging).
2. Нажмите функциональную клавишу **# Avgs** и вращайте ручку Entry, чтобы установить кратность усреднения, при которой наилучшим образом удаляется шум на осциллограмме. Кратность усреднения индицируется на функциональной клавише **# Avgs**.

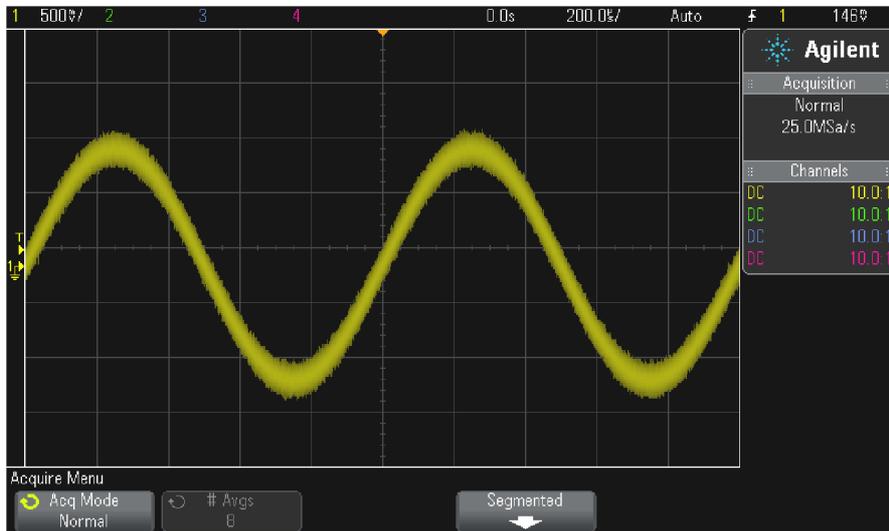


Рис. 26 Случайный шум на осциллограмме

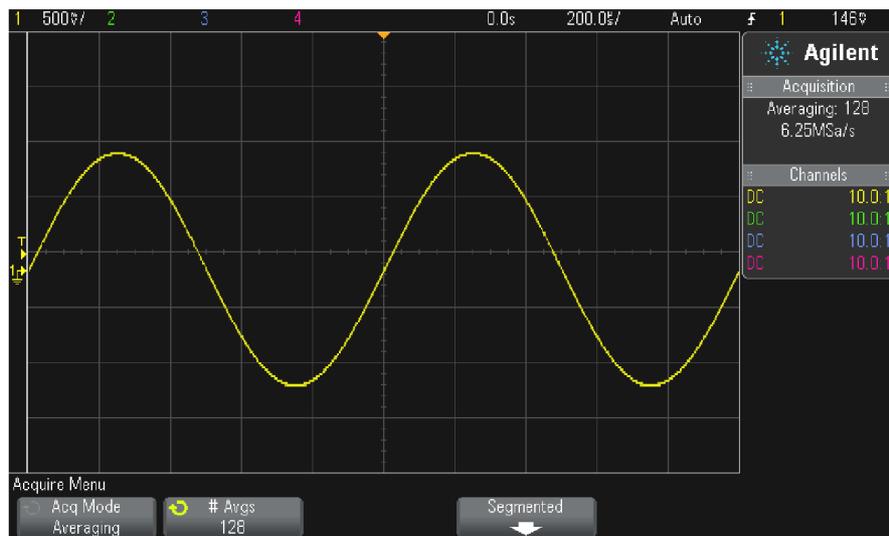


Рис. 27 Снижение случайного шума при кратности усреднения 128

См. также главу 10.

## Режим высокого разрешения (High Resolution)

В режиме высокого разрешения при медленной развертке производится усреднение избыточных выборок для снижения случайного шума, что позволяет получить сглаженную осциллограмму и увеличить разрешение по вертикали.

В режиме высокого разрешения усредняются и объединяются последовательные точки выборок в одной и той же регистрации. При каждом четырехкратном усреднении получается дополнительный бит разрешения по вертикали. Количество дополнительных битов разрешения по вертикали зависит от коэффициента развертки и индицируемой частоты дискретизации.

Чем ниже скорость развертки, тем большее количество выборок усредняется для формирования каждой точки осциллограммы.

Режим высокого разрешения можно использовать как для однократных, так и для повторяющихся сигналов. Он не замедляет обновление осциллограмм, поскольку вычисление производится в специализированной микросхеме MegaZoom. Режим высокого разрешения ограничивает полосу пропускания осциллографа в реальном масштабе времени, поскольку он действует по принципу фильтра нижних частот.

Индицируемая частота дискретизации (sr, на канал, макс. 1 Гвыб/с)	Индицируемая частота дискретизации (sr, перемежающаяся, макс. 2 Гвыб/с)	Разрешение
$250 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 1 \text{ Гвыб/с}$	$500 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 2 \text{ Гвыб/с}$	8 бит
$62,5 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 250 \text{ Мвыб/с}$	$125 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 500 \text{ Мвыб/с}$	9 бит
$12,5 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 62,5 \text{ Мвыб/с}$	$25 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 125 \text{ Мвыб/с}$	10 бит
$2,5 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 12,5 \text{ Мвыб/с}$	$5 \text{ Мвыб/с} < sr \leq 25 \text{ Мвыб/с}$	11 бит
$sr \leq 2,5 \text{ Мвыб/с}$	$\leq 5 \text{ Мвыб/с}$	12 бит

### 11.4 Сбор данных в сегментированную память

Вы можете приобрести осциллограф с установленной на заводе опцией сегментированной памяти (опция SGM), однако у вас есть также возможность установить лицензию для ввода в действие этой опции (заказать модель DSOX2SGM "Segmented Memory").

При регистрации множества редких нерегулярных событий запуска целесообразно разделить память осциллографа на сегменты. Это позволяет вам регистрировать активность сигнала, не занимаясь сбором данных в течение длительных периодов отсутствия сигнала.

Каждый сегмент заполняется данными всех аналоговых и цифровых каналов (у моделей MSO).

При применении сегментированной памяти пользуйтесь функцией Analyze Segments (см. описание "Бесконечное послесвечение с сегментированной памятью" на стр. 86), чтобы реализовать бесконечное послесвечение по всем сегментам накопленных данных. За дополнительными подробностями обращайтесь к разделу 7.2.

#### Как установить сбор данных в сегментированную память

1. Установите условие запуска (см. главу 9).
2. Нажмите клавишу **[Acquire]** в секции Waveform на передней панели.
3. Нажмите функциональную клавишу **Segmented**.
4. В меню Segmented Memory нажмите функциональную клавишу **Segmented**, чтобы задействовать сбор данных с использованием сегментированной памяти.
5. Нажмите функциональную клавишу **# of Segs** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать количество сегментов, на которые вы хотите разбить память осциллографа. Количество сегментов может находиться в пределах от 2 до 2000.
6. Нажмите клавишу **[Run]** или **[Single]**.

Осциллограф начинает сбор данных и заполняет сегмент памяти для каждого события запуска. Когда осциллограф занят заполнением нескольких сегментов, этот процесс индицируется прогресс-индикатором в правой верхней части экрана. Осциллограф продолжает запускаться, пока не заполнится память, после чего прекращается сбор данных.

Если период бездействия интересующего вас сигнала превышает одну секунду, то вы можете выбрать обычный (**Normal**) режим запуска, чтобы устранить возможность автоматического запуска (AutoTriggering) – см. раздел 10.1.



### Просмотр сегментов

Нажмите функциональную клавишу **Current Seg** и вращайте ручку Entry, чтобы вывести на экран интересующий вас сегмент вместе с временной отметкой, указывающей время после первого события запуска. Вы можете также просматривать сегменты с помощью клавиши **[Navigate]** и органов управления (см. раздел 2.8).

### Бесконечное послесвечение с сегментированной памятью

Когда данные будут занесены в сегментированную память, вы можете включить бесконечное послесвечение (в меню Display) и нажать функциональную клавишу **Analyze Segments**, чтобы создать отображение с бесконечным послесвечением. Функциональная клавиша **Analyze Segments** появляется, когда остановлен сбор данных и задействована функция сегментированной памяти.

## Время повторной активизации сегментированной памяти

После заполнения каждого сегмента происходит повторная активизация осциллографа; он будет готов к запуску примерно через 8 мкс.

Однако имейте в виду следующее. Если коэффициент развертки установлен, например, на 5 мкс/дел., а опорная временная точка (Time Reference) установлена на **Center**, то потребуется не менее 50 мкс, чтобы заполнились все десять делений и произошла повторная активизация. (Здесь требуется 25 мкс на сбор предпусковых данных и 25 мкс на сбор послепусковых данных).



## Сохранение данных из сегментированной памяти

Вы можете сохранить как отображаемый в данный момент сегмент (**Save Segment - Current**), так и все сегменты (**Save Segment - All**) в следующих форматах данных: CSV, ASCII XY и BIN.

Установите регулятор Length так, чтобы захватить количество точек, достаточное для точного представления собранных данных. Когда осциллограф занят сохранением нескольких сегментов, этот процесс индицируется прогресс-индикатором в правой верхней части экрана.

За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 16.3.

## 12 Курсоры

Курсоры представляют собой горизонтальные и вертикальные маркеры, которые указывают значения по оси X (обычно это время) и по оси Y (обычно это напряжение) у выбранного источника осциллограммы. Вы можете пользоваться курсорами для выполнения специальных (нестандартных) измерений напряжения и временных параметров сигналов. Данные курсоров индицируются в информационной области в правой части экрана.

Курсоры не всегда ограничиваются видимым на экране изображением. Если вы установите курсор, затем будете панорамировать осциллограмму и изменять ее масштаб, пока курсор не выйдет за пределы экрана, то значение курсора не изменится, и он вернется на прежнее место после панорамирования в обратном направлении.

### Курсоры X

Курсоры X представляют собой вертикальные штриховые линии, которые регулируются по горизонтали. Они обычно указывают время относительно момента запуска. При использовании в качестве источника математической функции FFT курсоры X указывают частоту.

Курсор X1 (мелкоштриховая вертикальная линия) и курсор X2 (крупноштриховая вертикальная линия) регулируются по горизонтали и указывают время относительно момента запуска для всех источников, кроме математической функции FFT (в этом случае индицируется частота).

В режиме отображения XY курсоры X индицируют значения канала 1 (в вольтах или амперах). Значения курсоров X1 и X2 для выбранного источника сигнала индицируются в области меню функциональных клавиш.

Значения разности между X1 и X2 ( $\Delta X$ ) и  $1/\Delta X$  индицируются в секции Cursors в информационной области в правой части экрана.

### Курсоры Y

Курсоры Y представляют собой горизонтальные штриховые линии, которые регулируются по вертикали. Они обычно указывают уровень сигнала в вольтах или амперах в зависимости от установки единицы измерения в меню канала **Probe Units**. Когда в качестве источника используется математическая функция, то единица измерения соответствует этой математической функции.

Курсор Y1 (мелкоштриховая горизонтальная линия) и курсор Y2 (крупноштриховая горизонтальная линия) регулируются по вертикали и указывают значения относительно "нулевой" точки осциллограммы, за исключением математической функции FFT, где значения отсчитываются от уровня 0 дБ.

В режиме отображения XY курсоры Y индицируют значения канала 2 (в вольтах или амперах). Значения курсоров Y1 и Y2 для выбранного источника сигнала индицируются в области меню функциональных клавиш.

Значения разности между Y1 и Y2 ( $\Delta Y$ ) индицируются в секции Cursors в информационной области в правой части экрана.

### 12.1 Выполнение курсорных измерений

1. Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
2. Нажмите клавишу **[Cursors]**.

В информационной области в правой части экрана появляется секция Cursors, указывающая на то, что задействованы курсоры. (Если вы хотите отключить курсоры, снова нажмите клавишу **[Cursors]**).

3. В меню Cursors нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите нужный режим:

- **Manual** – индицируются значения  $\Delta X$ ,  $1/\Delta X$  и  $\Delta Y$ .  $\Delta X$  – это разность между курсорами X1 и X2, а  $\Delta Y$  – разность между курсорами Y1 и Y2.



- **Track Waveform** – по мере перемещения маркера по горизонтали отслеживается и измеряется амплитуда сигнала (значение по вертикали). Для маркеров индицируются позиции по шкале времени и по шкале напряжения. Разность между маркерами по вертикали (Y) и по горизонтали (X) индицируется в виде значений  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ .
- **Binary** – над функциональными клавишами индицируются двоичные логические уровни в текущих позициях курсоров X1 и X2. Цвет индикации соответствует цвету осциллограммы определенного канала.



- **Hex** – над функциональными клавишами индицируются шестнадцатиричные логические уровни в текущих позициях курсоров X1 и X2.



Режимы **Manual** и **Track Waveform** можно использовать на осциллограммах аналоговых каналов (включая математические функции).

Режимы **Binary** и **Hex** применяются к цифровым сигналам (у осциллографов MSO).

В режимах **Hex** и **Binary** уровень может индицироваться как 1 (выше уровня запуска), 0 (ниже уровня запуска),  $\updownarrow$  (неопределенное состояние) или X (не имеет значения, т.е. безразличное состояние).

Если канал выключен, то в режиме **Binary** индицируется X.

В режиме **Hex** выключенный канал интерпретируется как 0.

4. Нажмите функциональную клавишу **Source** (или **X1 Source**, **X2 Source** в режиме **Track Waveform**), затем выберите входной источник для значений курсоров.
5. Выберите подлежащие настройке курсоры:
  - Нажмите ручку **Cursors** и вращайте ее. Для подтверждения сделанного вами выбора либо нажмите ручку **Cursors** еще раз, либо подождите секунд пять, пока не исчезнет всплывающее меню. или
  - Нажмите функциональную клавишу **Cursors**, затем вращайте ручку **Entry**.

Варианты выбора **X1 X2 linked** и **Y1 Y2 linked** позволяют вам одновременно настраивать два курсора при сохранении разности между ними. Это может оказаться полезным, например, для проверки вариаций длительности импульсов в импульсном пакете.

Выбранные в данный момент курсоры отображаются повышенной яркостью по сравнению с остальными курсорами.

6. Для регулировки выбранных курсоров вращайте ручку **Cursors**.

## 12.2 Примеры курсорных измерений

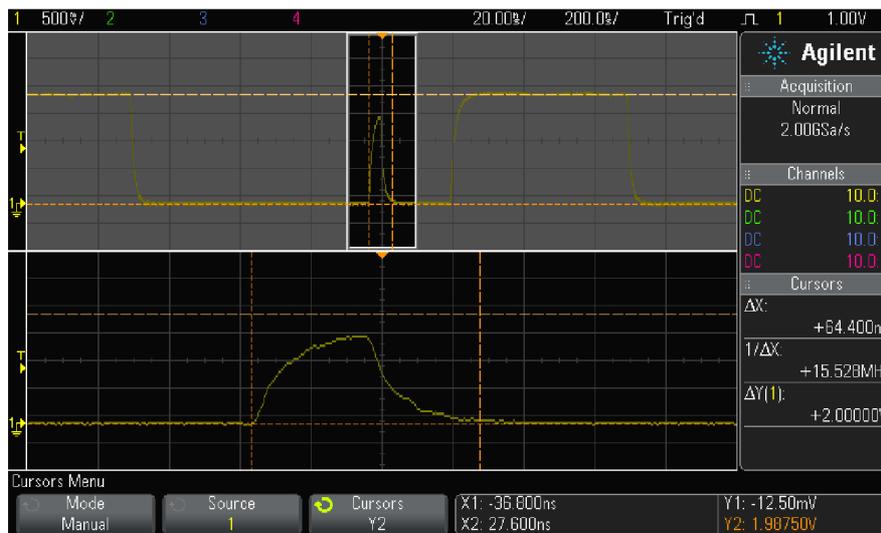


Рис. 28 Применение курсоров для измерения длительности импульса на произвольном уровне



Рис. 29 Применение курсоров для измерения частоты "звона" после фронта импульса

Растяните осциллограмму в режиме Zoom, затем выясните подробности с помощью курсоров.



**Рис. 30** Курсоры отслеживают окно растянутой развертки

Поместите курсор **X1** на один фронт импульса, а курсор **X2** на другой фронт импульса.



**Рис. 31** Измерение длительности импульса с помощью курсоров

Нажмите функциональную клавишу **X1 X2 linked** и перемещайте оба курсора одновременно, чтобы проверить вариации длительности импульсов в импульсной последовательности.



**Рис. 32** Одновременное перемещение курсоров для проверки вариаций длительности импульсов

## 13 Измерения

Клавиша **[Meas]** позволяет вам выполнять автоматические измерения на осциллограммах. Некоторые виды измерений возможны только на аналоговых каналах.

Результаты последних четырех выбранных измерений индицируются в информационной области Measurements в правой части экрана.

Здесь включены курсоры для указания участка измеряемой осциллограммы в последних выбранных измерениях (нижняя позиция в области измерений справа).

### ПРИМЕЧАНИЕ **Обработка данных после их сбора**

В дополнение к возможности изменения параметров отображения после сбора данных вы можете выполнять все измерения и применять математические функции после сбора данных. Результаты измерений и математической обработки данных пересчитываются, когда вы применяете панорамирование (pan) и изменение масштаба изображения (zoom) или включаете и выключаете каналы. Когда вы изменяете масштаб изображения осциллограммы в ту или иную сторону с помощью ручек регулировки коэффициента развертки (по горизонтали) и коэффициента отклонения (по вертикали), то вы оказываете воздействие на разрешающую способность отображения осциллограмм. Поскольку измерения и математические операции выполняются на отображаемых на экране данных, то это влияет на разрешающую способность функций и измерений.

### 13.1 Выполнение автоматических измерений

1. Нажмите клавишу **[Meas]**, чтобы вызвать на экран меню Measurement.

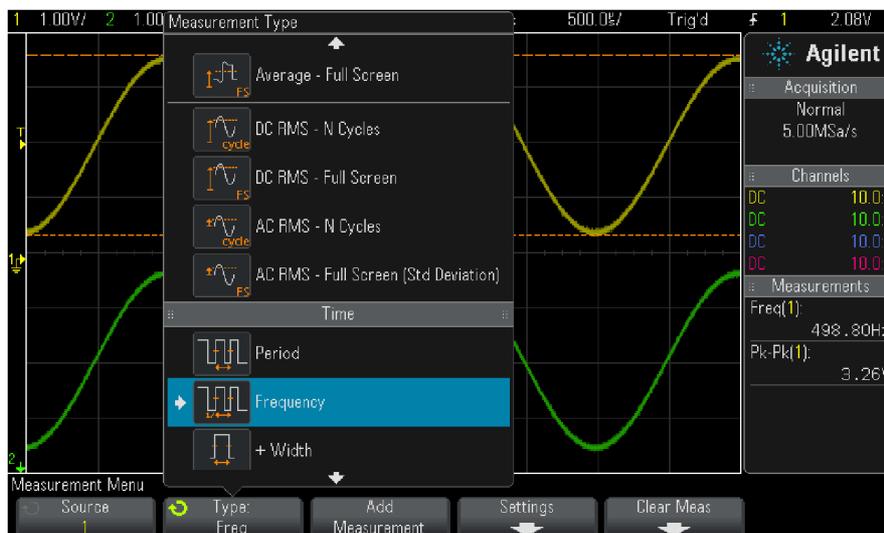


2. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать подлежащий измерению канал, действующую математическую функцию или образцовую осциллограмму.

В меню показаны только доступные для измерений каналы, математические функции и образцовые осциллограммы.

Если на экране не отображается или отображается с недостаточным разрешением часть осциллограммы, необходимая для измерения, то в качестве результата измерения отображается сообщением о его недостоверности, например: "No Edges" (нет фронтов), "Clipped" (амплитудное ограничение), "Low Signal" (слабый сигнал), "< value" (меньше этого значения) или "> value" (больше этого значения).

3. Нажмите функциональную клавишу **Type**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный вид измерения.



За дополнительной информацией о видах измерений обращайтесь к разделу 13.2.

4. Для некоторых видов измерений доступна функциональная клавиша **Settings**, позволяющая выполнить дополнительные настройки измерений.
5. Нажмите функциональную клавишу **Add Measurement** или вращайте ручку Entry, чтобы получить индикацию измерения.
6. Чтобы выключить измерения, еще раз нажмите клавишу **[Meas]**.  
Измерения стираются с экрана.
7. Чтобы прекратить выполнение одного или нескольких видов измерений, нажмите функциональную клавишу **Clear Meas** и выберите подлежащее удалению измерение или нажмите функциональную клавишу **Clear All**.



После того, как будут удалены все виды измерений, при следующем нажатии клавиши **[Meas]** останутся принятые по умолчанию измерения частоты и междупикового значения.

## 13.2 Сводка видов измерений

В следующей таблице перечислены все виды измерений, которые обеспечивает осциллограф в автоматическом режиме. Все эти виды измерений доступны для выполнения на осциллограммах аналоговых каналов. Все измерения доступны для выполнения на математических функциях, за исключением FFT. На графиках FFT и осциллограммах цифровых каналов может выполняться ограниченный набор измерений, как описано в этой таблице.

Виды измерений	Для FFT*	Для цифровых каналов	Примечания
Общий снимок (стр. 95)			
Амплитуда (раздел 13.3)			
Среднее значение (раздел 13.3)	Да, полный экран		
Основание (раздел 13.3)			
Длительность пакета (раздел 13.4)			
Задержка (раздел 13.4)			Измеряется между двумя источниками. Нажмите <b>Settings</b> , чтобы задать второй источник.
Коэффициент заполнения (раздел 13.4)		Да	
Время нарастания (раздел 13.4)			
Частота (раздел 13.4)	Да	Да	
Максимальное значение (раздел 13.3)	Да		
Минимальное значение (раздел 13.3)	Да		
Выброс на фронте сигнала (раздел 13.3)			
Междупиковое значение (раздел 13.3)	Да		
Период (раздел 13.4)		Да	
Фазовый сдвиг (раздел 13.4)			Измеряется между двумя источниками. Нажмите <b>Settings</b> , чтобы задать второй источник.
Выброс перед фронтом (раздел 13.3)			
Время нарастания (раздел 13.4)			

Виды измерений	Для FFT*	Для цифровых каналов	Примечания
Эффективное значение с учетом постоянной составляющей (раздел 13.3)			
Эффективное значение переменной составляющей (раздел 13.3)			
Вершина (раздел 13.3)			
Длительность положительной части сигнала (раздел 13.4)		Да	
Длительность отрицательной части сигнала (раздел 13.4)		Да	

\* Пользуйтесь курсорами для выполнения других измерений на графике FFT.

### Общий снимок (Snapshot All)

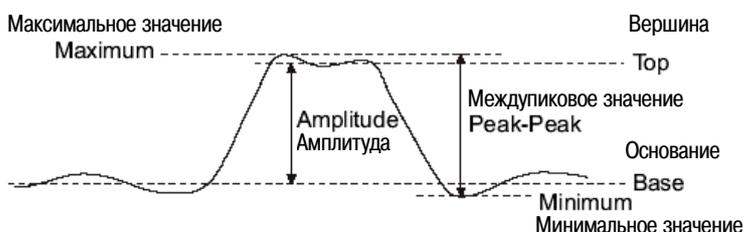
Этот вид измерений отображает всплывающее окно, содержащее сводку результатов всех видов измерений на осциллограмме.



Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на отображение этого всплывающего окна (см. раздел 18.8).

### 13.3 Измерения напряжения

На следующем рисунке показаны характерные точки измерения напряжения.



В качестве единицы измерений для каждого канала можно выбрать вольт (V) или ампер (A) с помощью функциональной клавиши **Probe Units** (см. раздел 3.8).

Единицы измерений для осциллограмм математических функций описаны в разделе 4.7.

### Междупиковое значение (Peak-Peak)

Междупиковое значение представляет собой разность максимального и минимального значений. Курсор Y указывает измеряемое значение.

### Максимальное значение (Maximum)

Максимальным считается самое высокое значение на осциллограмме. Курсор Y указывает измеряемое значение.

### Минимальное значение (Minimum)

Минимальным считается самое низкое значение на осциллограмме. Курсор Y указывает измеряемое значение.

### Амплитуда (Amplitude)

Амплитуда представляет собой разность между значениями вершины и основания осциллограммы. Курсоры Y указывают измеряемые значения.

### Вершина (Top)

Вершиной осциллограммы является основное значение верхней части осциллограммы. Если вершина выражена не вполне четко, то вершиной считается максимальное значение. Курсор Y указывает измеряемое значение.

### Выделение импульса для измерения вершины

На следующем рисунке показано применение режима Zoom для выделения импульса с целью измерения значения вершины.

У вас может возникнуть необходимость изменения установки параметров измерительного окна с тем, чтобы измерение производилось в нижнем окне растянутой развертки. Обратитесь к разделу 13.6.



Рис. 33 Область выделения для измерения вершины

### Основание (Base)

Основанием осциллограммы является основное значение нижней части осциллограммы. Если основание выражено не вполне четко, то основанием считается минимальное значение. Курсор Y указывает измеряемое значение.

## Выброс на фронте импульса (Overshoot)

Выброс на фронте импульса представляет собой искажение формы сигнала, следующее за основным фронтом. Значение выброса выражается в процентах от амплитуды. Курсор X указывает измеряемый фронт (ближайший к опорной точке запуска).

$$\text{Выброс на фронте положительного импульса} = \frac{\text{локальный максимум} - \text{вершина}}{\text{амплитуда}} \times 100\%$$

$$\text{Выброс на фронте отрицательного импульса} = \frac{\text{основание} - \text{локальный минимум}}{\text{амплитуда}} \times 100\%$$

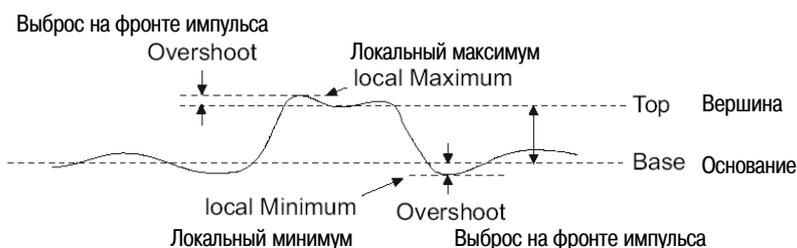


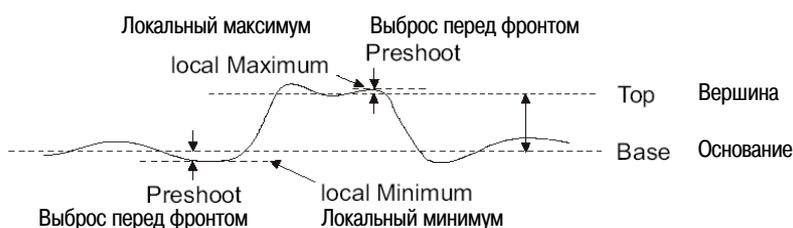
Рис. 34 Автоматическое измерение выброса на фронте импульса

## Выброс перед фронтом импульса (Preshoot)

Выброс перед фронтом импульса представляет собой искажение формы сигнала, предшествующее основному фронту. Значение выброса выражается в процентах от амплитуды. Курсор X указывает измеряемый фронт (ближайший к опорной точке запуска).

$$\text{Выброс перед фронтом положит. импульса} = \frac{\text{основание} - \text{локальный минимум}}{\text{амплитуда}} \times 100\%$$

$$\text{Выброс перед фронтом отрицат. импульса} = \frac{\text{локальный максимум} - \text{вершина}}{\text{амплитуда}} \times 100\%$$



### Среднее значение (Average)

Среднее значение представляет собой результат деления выборочных значений уровней осциллограммы на количество выборок.

$$\text{Среднее значение} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Здесь  $x_i$  = измеренное значение в  $i$ -й точке;  $n$  = количество точек в измерительном интервале.

Вариация измерительного интервала Full Screen измеряет значение на всех отображаемых точках данных.

Вариация измерительного интервала N Cycles измеряет значение в общем количестве периодов отображаемого сигнала. Если имеется менее трех фронтов, индицируется результат "No edges".

Курсоры X указывают измеряемый интервал осциллограммы.

### Эффективное значение с учетом постоянной составляющей (DC RMS)

Среднеквадратическое (эффективное) значение DC RMS представляет собой результат квадратичного усреднения сигнала за один или несколько полных периодов сигнала.

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

Здесь  $x_i$  = измеренное значение в  $i$ -й точке;  $n$  = количество точек в измерительном интервале.

Вариация измерительного интервала Full Screen измеряет значение на всех отображаемых точках данных.

Вариация измерительного интервала N Cycles измеряет значение в общем количестве периодов отображаемого сигнала. Если имеется менее трех фронтов, индицируется результат "No edges".

Курсоры X указывают измеряемый интервал осциллограммы.

### Эффективное значение переменной составляющей (AC RMS)

Здесь измеряется среднеквадратическое (эффективное) значение переменной составляющей сигнала без учета постоянной составляющей. Это полезно, например, при измерении шумов и пульсаций выходного напряжения источников питания.

Вариация измерительного интервала N Cycles измеряет значение в общем количестве периодов отображаемого сигнала. Если имеется менее трех фронтов, индицируется результат "No edges".

Курсоры X указывают измеряемый интервал осциллограммы.

Вариация измерительного интервала Full Screen (Std Deviation) измеряет среднеквадратическое значение на всех отображаемых на экране точках данных осциллограммы, полученной без постоянной составляющей. Это показывает стандартное отклонение отображаемых значений напряжения.

Стандартное отклонение результата измерения является мерой отклонения результатов измерений от среднего значения. Среднее значение получается в результате статистического усреднения измерительных данных.

На следующем рисунке графически проиллюстрированы понятия среднего значения и стандартного отклонения. Стандартное отклонение обозначается греческой буквой  $\sigma$  (сигма). Для распределения Гаусса в интервал "два сигма" ( $\pm 1\sigma$ ) укладываются 68,3% результатов измерений. В интервал "шесть сигма" ( $\pm 3\sigma$ ) укладываются 99,7% результатов измерений.



Среднее значение вычисляется по формуле:

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

Здесь:

- $\bar{x}$  – среднее значение
- N – количество результатов измерений
- $x_i$  – результат i-го измерения

Стандартное отклонение вычисляется по формуле:

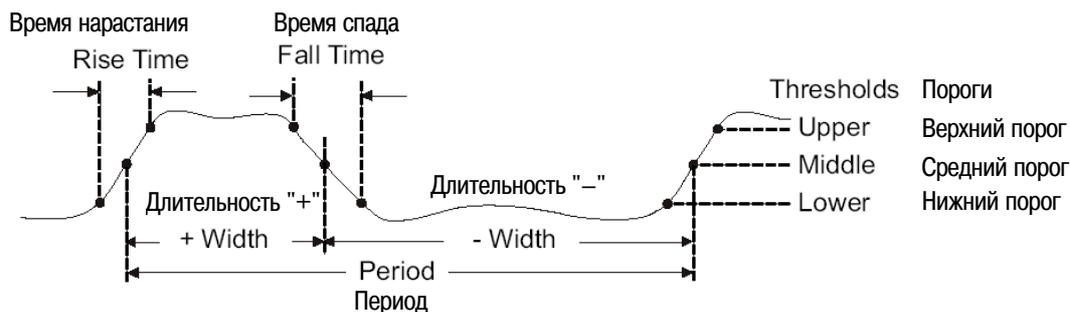
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Здесь:

- $\sigma$  – стандартное отклонение
- N – количество результатов измерений
- $x_i$  – результат i-го измерения
- $\bar{x}$  – среднее значение

## 13.4 Измерения временных параметров

На следующем рисунке показаны характерные точки измерения временных параметров.



Нижний, средний и верхний измерительные пороги по умолчанию установлены на 10%, 50% и 90% от уровня между значениями вершины и основания осциллограммы. Установка других относительных и абсолютных значений измерительных порогов описана в разделе 13.5.

### Период

Период – это временной интервал, равный циклу полного сигнала. Этот временной интервал измеряется между точками пересечения среднего порога двумя последовательными фронтами одинаковой полярности. Пересечение среднего порога должно также проходить через нижний и верхний пороговые уровни, чтобы исключить влияние низкоамплитудных импульсов. Курсоры X указывают измеряемую часть осциллограммы. Курсор Y указывает среднюю пороговую точку.

## Частота

Частота определяется как величина, обратная периоду. Период определяется как длительность интервала времени между точками пересечения среднего порога двумя последовательными фронтами одинаковой полярности. Пересечение среднего порога должно также проходить через нижний и верхний пороговые уровни, чтобы исключить влияние низкоамплитудных импульсов. Курсоры X указывают измеряемую часть осциллограммы. Курсор Y указывает среднюю пороговую точку.

### Выделение события для измерения частоты

На следующем рисунке показано, как применять режим Zoom для выделения некоторого события для измерения частоты. У вас может возникнуть необходимость изменения установки параметров измерительного окна с тем, чтобы измерение производилось в нижнем окне растянутой развертки. Обратитесь к разделу 13.6.

Если осциллограмма "срезана" (т.е. ограничена по амплитуде), то может оказаться, что невозможно выполнить измерение.

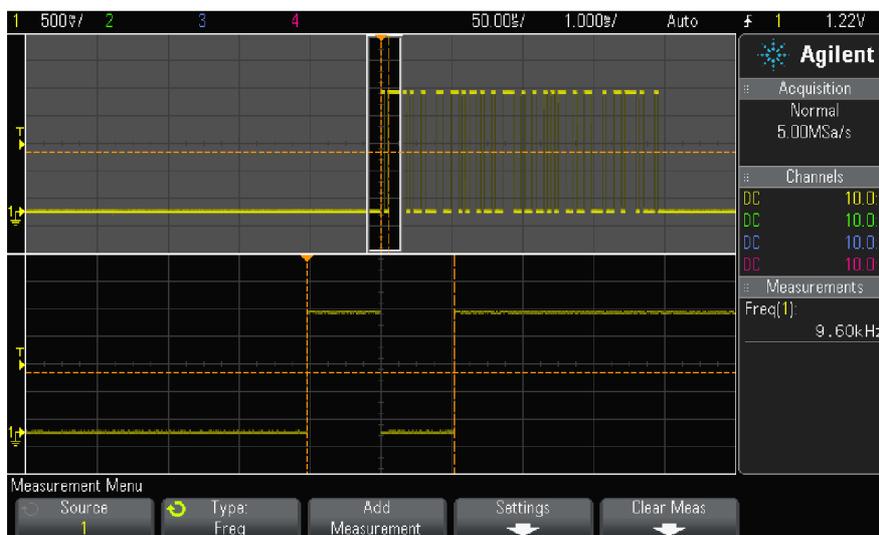


Рис. 35 Выделение события для измерения частоты

### Длительность "+" (+ Width)

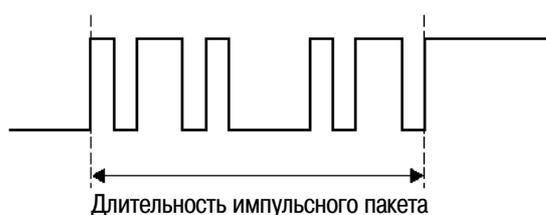
Длительность "+" представляет собой длительность интервала времени между точками пересечения среднего порога положительным фронтом и следующим отрицательным фронтом. Курсоры X указывают измеряемый импульс. Курсор Y указывает среднюю пороговую точку.

### Длительность "-" (- Width)

Длительность "-" представляет собой длительность интервала времени между точками пересечения среднего порога отрицательным фронтом и следующим положительным фронтом. Курсоры X указывают измеряемый импульс. Курсор Y указывает среднюю пороговую точку.

### Длительность импульсного пакета (Burst Width)

Длительность импульсного пакета представляет собой длительность интервала времени между первым и последним фронтом сигнала на экране.



## Коэффициент заполнения (Duty Cycle)

Коэффициент заполнения импульсной последовательности определяется как выраженное в процентах отношение длительности положительного импульса к периоду. Измеряемый период отмечается курсорами X. Курсор Y указывает среднюю пороговую точку.

$$\text{Коэффициент заполнения} = (\text{длительность "+"} / \text{период}) \times 100\%$$

## Время нарастания (Rise Time)

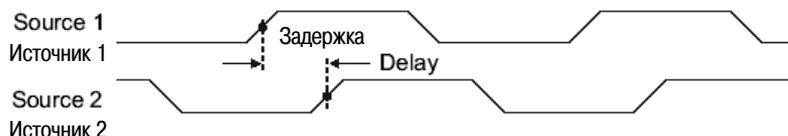
Время нарастания сигнала представляет собой длительность временного интервала между точками пересечения нижнего и верхнего порога положительным фронтом сигнала. Курсор X указывает измеряемый фронт. Для достижения максимальной точности измерений установите как можно более низкий коэффициент развертки, при котором на экране полностью помещается положительный фронт. Курсоры Y указывают точки нижнего и верхнего порога.

## Время спада (Fall Time)

Время спада сигнала представляет собой длительность временного интервала между точками пересечения верхнего и нижнего порога отрицательным фронтом сигнала. Курсор X указывает измеряемый фронт. Для достижения максимальной точности измерений установите как можно более низкий коэффициент развертки, при котором на экране полностью помещается отрицательный фронт. Курсоры Y указывают точки нижнего и верхнего порога.

## Задержка (Delay)

Здесь измеряется длительность временного интервала между средними пороговыми точками от выбранного фронта сигнала источника 1 до выбранного фронта сигнала источника 2, ближайшего к опорной точке запуска. Отрицательное значение задержки указывает на то, что выбранный фронт сигнала источника 1 возникает после выбранного фронта сигнала источника 2.

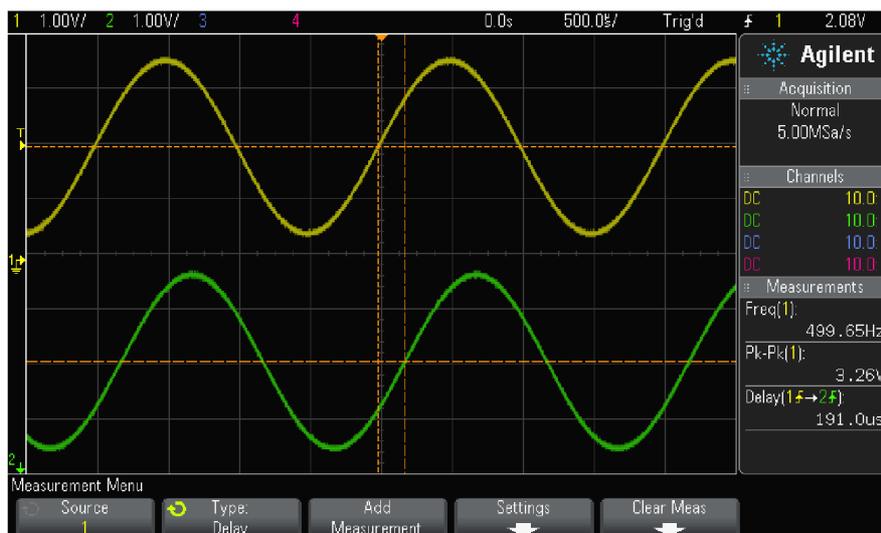


1. Нажмите клавишу **[Meas]**, чтобы вывести на экран меню Measurement.
2. Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать первый аналоговый канал-источник.
3. Нажмите функциональную клавишу **Type:**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Delay**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы выбрать второй аналоговый канал-источник и фронт сигнала для измерения задержки.

По умолчанию измеряется задержка от нарастающего фронта сигнала в канале 1 до нарастающего фронта сигнала в канале 2.

5. Нажмите функциональную клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Measurement.
6. Нажмите функциональную клавишу **Add Measurement**, чтобы выполнить измерение.

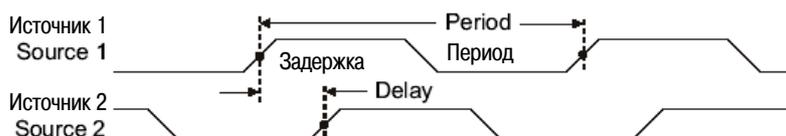
На следующем рисунке показан пример измерения задержки между положительным фронтом сигнала в канале 1 и положительным фронтом сигнала в канале 2.



## Фаза (Phase)

Здесь вычисляется фазовый сдвиг в градусах от сигнала источника 1 до сигнала источника 2. Отрицательное значение фазового сдвига указывает на то, что положительный фронт сигнала источника 1 появляется после положительного фронта сигнала источника 2.

$$\text{Фаза} = (\text{задержка} / \text{период сигнала источника 1}) \times 360^\circ$$

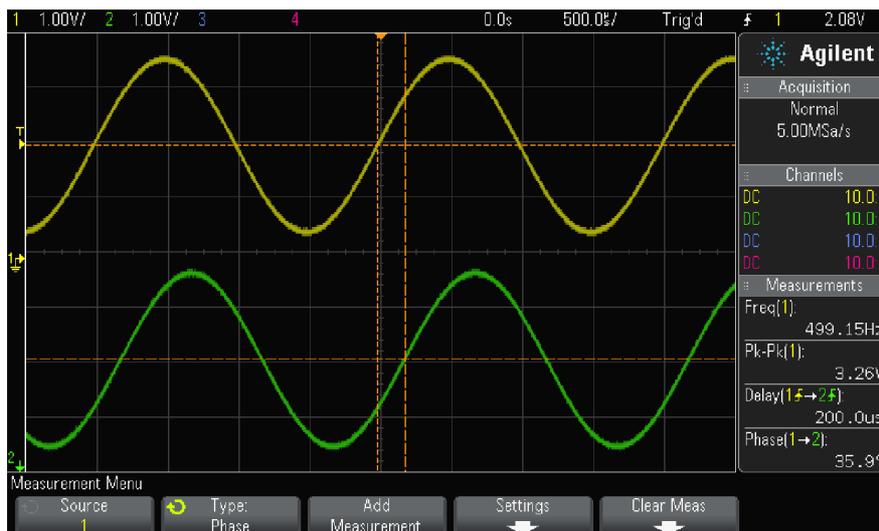


1. Нажмите клавишу **[Meas]**, чтобы вывести на экран меню Measurement.
2. Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать первый аналоговый канал-источник.
3. Нажмите функциональную клавишу **Type:**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Phase**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы выбрать второй аналоговый канал-источник и фронт сигнала для измерения фазы.

По умолчанию измеряется фазовый сдвиг от сигнала источника 1 до сигнала источника 2.

5. Нажмите функциональную клавишу Back/Up, чтобы вернуться в меню Measurement.
6. Нажмите функциональную клавишу **Add Measurement**, чтобы выполнить измерение.

На следующем рисунке показан пример измерения фазового сдвига между сигналом канала 1 и математической функцией дифференцирования (d/dt) сигнала в канале 1.



### 13.5 Измерительные пороги

Установка измерительных порогов задает вертикальные уровни, на которых производятся измерения на осциллограмме аналогового канала или математической функции.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**Изменение принятых по умолчанию порогов может привести к изменению результатов измерений**

По умолчанию приняты следующие значения измерительных порогов: нижний порог 10%, средний порог 50% и верхний порог 90% от размаха осциллограммы между основанием и вершиной. Изменение этих порогов может привести к искажению результатов измерений среднего значения, задержки, коэффициента заполнения импульсной последовательности, времени нарастания, частоты, периода, времени спада, выброса перед фронтом и выброса на фронте, а также длительности импульсов +Width и –Width.

1. В меню Measurement нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем нажмите функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы установить измерительные пороги аналоговых каналов.

Вы можете также открыть меню Measurement Threshold путем нажатия клавиш **[Analyze] > Features**, затем выбрать пункт **Measurement Thresholds**.

2. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать аналоговый канал или источник осциллограммы математической функции, для которого вы хотите изменить измерительные пороги.

Каждому аналоговому каналу и осциллограмме математической функции можно назначить индивидуальные пороговые значения.



3. Нажмите функциональную клавишу **Type**, чтобы выбрать тип порога – относительный порог % (в процентах) или абсолютный порог **Absolute**.

- Относительный порог можно устанавливать в пределах от 5% до 95%.
- Единица измерения абсолютного порога для каждого канала устанавливается в меню пробника канала.
- Когда источник (**Source**) установлен на **Math:f(t)**, то в качестве типа порога (**Type**) можно выбрать только относительный порог (%).

**УКАЗАНИЕ** Рекомендации по установке абсолютных порогов

- Абсолютные пороги зависят от масштабирования канала, коэффициента ослабления пробника и единицы измерения для пробника. Обязательно установите эти значения перед установкой абсолютных порогов.
  - Значения минимального и максимального порога ограничены экранными значениями.
  - Если какое-либо из значений абсолютных порогов находится выше или ниже минимального или максимального значения осциллограммы, то результат измерений может оказаться недостоверным.
4. Нажмите функциональную клавишу **Lower**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить значение нижнего измерительного порога.
- Если увеличивать значение нижнего порога так, что оно превысит установленное значение среднего порога, то значение среднего порога автоматически увеличивается так, чтобы оно превышало значение нижнего порога. По умолчанию принято значение нижнего порога 10% или 800 мВ.
- Если тип порога (**Type**) установлен на %, то значение нижнего порога можно установить в пределах от 5% до 93%.
5. Нажмите функциональную клавишу **Middle**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить значение среднего измерительного порога.
- Значение среднего порога ограничено значениями, установленными для нижнего и верхнего порога. По умолчанию принято значение среднего порога 50% или 1,20 В.
- Если тип порога (**Type**) установлен на %, то значение среднего порога можно установить в пределах от 6% до 94%.
6. Нажмите функциональную клавишу **Upper**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить значение верхнего измерительного порога.
- Если уменьшать значение верхнего порога так, что оно станет меньше установленного значения среднего порога, то значение среднего порога автоматически уменьшается так, чтобы оно стало меньше значения верхнего порога. По умолчанию принято значение верхнего порога 90% или 1,50 В.
- Если тип порога (**Type**) установлен на %, то значение верхнего порога можно установить в пределах от 7% до 95%.

**13.6 Окно измерений с окном растянутой развертки**

Когда отображается растянутая осциллограмма, вы можете выбрать, в каком окне следует выполнять измерения – в основном окне (Main) или же в окне растянутой развертки (Zoom).

1. Нажмите клавишу **[Meas]**.
2. В меню Measurement нажмите функциональную клавишу **Settings**.
3. В меню Measurement Settings нажмите функциональную клавишу **Meas Window**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный вариант:
  - **Auto Select** – Осциллограф пытается выполнить измерение в нижнем окне (Zoom). Если это оказывается невозможным, то используется верхнее окно (Main).
  - **Main** – Измерительным окном является верхнее окно.
  - **Zoom** – измерительным окном является нижнее окно.

## 14 Испытания на соответствие маске

Одним из способов проверки соответствия формы сигнала определенному набору параметров является испытание на соответствие маске. Маска задает область дисплея осциллографа, в которой должна находиться осциллограмма, чтобы соответствовать выбранным параметрам. Соответствие маске проверяется поточечно на дисплее. Испытание на соответствие маске действует в отображаемых аналоговых каналах и не действует в каналах, которые не отображаются на экране.

Чтобы можно было задействовать испытание на соответствие маске, закажите опцию LMT при оформлении заказа на новый осциллограф или закажите опцию DSOX2MASK для дооборудования имеющегося осциллографа.

### 14.1 Как создать маску из "эталонной" осциллограммы (Automask)

Эталонная осциллограмма удовлетворяет всем выбранным параметрам. Это именно та форма сигнала, с которой будут сравниваться все остальные осциллограммы.

1. Сконфигурируйте осциллограф на отображение эталонной осциллограммы.
2. Нажмите клавишу **[Analyze]**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Features**, затем выберите пункт **Mask Test**.
4. Еще раз нажмите функциональную клавишу **Features**, чтобы задействовать испытание на соответствие маске.

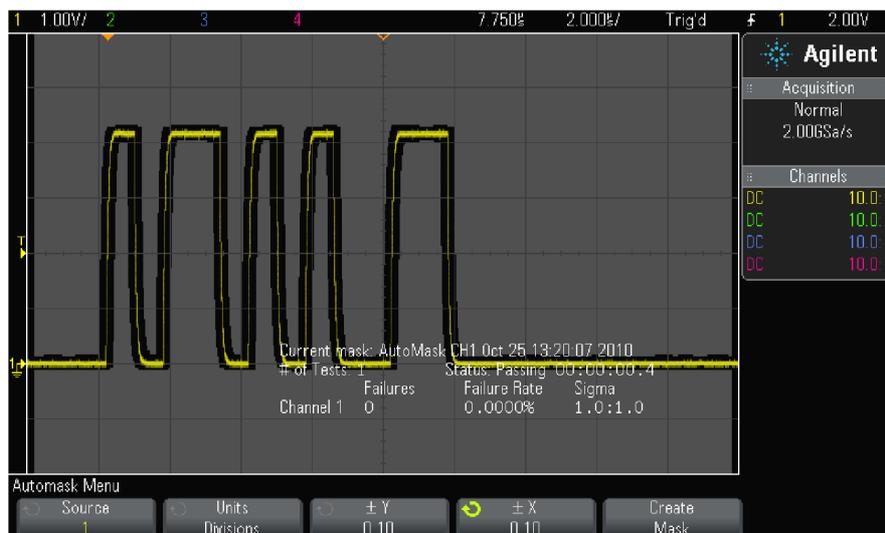


5. Нажмите функциональную клавишу **Automask**.
6. В меню Automask нажмите функциональную клавишу **Source** и выберите нужный аналоговый канал.



7. Отрегулируйте допуск относительно маски по горизонтали ( $\pm Y$ ) и по вертикали ( $\pm X$ ). Эти параметры можно задать как в делениях масштабной сетки, так и в абсолютных единицах (вольт и секунда). Для выбора единиц измерений пользуйтесь функциональной клавишей **Units**.
8. Нажмите функциональную клавишу **Create Mask**.  
Создается маска и начинается испытание. При каждом нажатии клавиши **Create Mask** стирается старая маска и создается новая маска.
9. Чтобы удалить маску и выключить испытание на соответствие маске, нажмите функциональную клавишу **Back/Up** для возврата в меню Mask Test, затем нажмите функциональную клавишу **Clear Mask**.

Если включен режим бесконечного послесвечения экрана (см. раздел 7.1), когда задействовано испытание на соответствие маске, то этот режим сохраняется. Если бесконечное послесвечение выключено, когда задействовано испытание на соответствие маске, то при включении испытания на соответствие маске включается бесконечное послесвечение, а при выключении испытания выключается бесконечное послесвечение.



### Устранение проблем при настройке испытаний на соответствие маске

Если при нажатии функциональной клавиши **Create Mask** появляется маска, перекрывающая весь экран, то следует проверить установки параметров  $\pm Y$  и  $\pm X$  в меню Automask. Если установить нулевые значения этих параметров, то результирующая маска будет слишком плотно облегать осциллограмму.

Если при нажатии функциональной клавиши **Create Mask** обнаружится, что маска не создана, то следует проверить установки параметров  $\pm Y$  и  $\pm X$ . Маска может быть не видна, если установить слишком большие значения этих допусков.

## 14.2 Установка параметров испытаний на соответствие маске

В меню Mask Test нажмите функциональную клавишу **Setup**, чтобы войти в меню Mask Setup.

### Функциональная клавиша Run Until

Функциональная клавиша **Run Until** позволяет вам задать условие, по которому должно прекращаться испытание.

- **Forever** – Осциллограф работает непрерывно. Однако при возникновении ошибки выполняется действие, заданное с помощью функциональной клавиши **On Error**.
- **Minimum # of Tests** – Выберите этот пункт, затем с помощью функциональной клавиши **# of Tests** выберите, сколько раз осциллограф должен запускаться, отображать осциллограммы и сравнивать их с маской. Осциллограф остановится по завершении указанного количества тестов. Возможно превышение заданного минимального количества тестов. При возникновении ошибки выполняется действие, заданное с помощью функциональной клавиши **On Error**. Реальное количество выполненных тестов индицируется над функциональными клавишами.
- **Minimum Time** – Выберите этот пункт, затем с помощью функциональной клавиши **Test Time** выберите длительность работы осциллографа. Осциллограф остановится по истечении указанного времени. Возможно превышение заданного времени. При возникновении ошибки выполняется действие, заданное с помощью функциональной клавиши **On Error**. Реальное время испытаний индицируется над функциональными клавишами.
- **Minimum Sigma** – Выберите этот пункт, затем с помощью функциональной клавиши **Sigma** выберите минимальное среднее квадратическое отклонение (с.к.о. или sigma). Испытание на соответствие маске длится, пока не будет испытано достаточное количество осциллограмм, чтобы получить заданное минимальное среднее квадратическое отклонение. (При возникновении ошибки выполняется действие, заданное с помощью функциональной клавиши **On Error**).

Имейте в виду, что это значение характеризует с.к.о. теста (максимально достижимое с.к.о. процесса при условии отсутствия дефектов у некоторого количества испытанных осциллограмм) в отличие от с.к.о. процесса (которое связано с количеством неудачных исходов испытания). Возможно превышение выбранного значения с.к.о. когда выбрано малое значение с.к.о. Индицируется реальное среднее квадратическое отклонение.

### Функциональная клавиша On Error

Установка **On Error** определяет действие, которое должно выполняться, когда входная осциллограмма не соответствует маске. Эта установка имеет более высокий приоритет, чем установка **Run Until**.

- **Stop** – Осциллограф останавливается, когда будет обнаружена первая ошибка (на первой осциллограмме, которая не соответствует маске). Эта установка имеет более высокий приоритет, чем установки **Minimum # of Tests** и **Minimum Time**.
- **Save** – Осциллограф записывает в память изображение на экране, когда обнаруживается ошибка. В меню Save (нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save**) выберите формат изображения (\*.bmp или \*.png), место для сохранения файла (на USB-накопителе) и имя файла, которое может назначаться с автоматическим приращением номера. Если ошибки возникают слишком часто, и осциллограф тратит все время на сохранение изображений, нажмите клавишу **[Stop]**, чтобы прекратить сбор данных.
- **Print** – При появлении первой ошибки осциллограф выводит на печать изображение на экране. Этот пункт доступен только тогда, когда к осциллографу подключен принтер, как описано в разделе 17.1.
- **Measure** – Измерения (и статистика измерений, если ваш осциллограф поддерживает эту функцию) выполняются только на осциллограммах, которые выходят за пределы маски. На эти измерения не влияют осциллограммы, соответствующие маске. Это режим невозможен, когда режим сбора данных установлен на Averaging (усреднение).

Имейте в виду, что вы можете выбрать либо **Print**, либо **Save**, но не оба варианта одновременно. Все остальные действия могут быть выбраны одновременно. Например, вы можете выбрать два пункта **Stop** и **Measure**, чтобы осциллограф выполнял измерения и останавливался при первой ошибке.

Вы можете также выводить сигнал на соединитель BNC TRIG OUT на задней панели, когда будет обнаружено несоответствие маске (см. раздел 18.6).

### Функциональная клавиша Source Lock

Если включить функцию Source Lock с помощью функциональной клавиши **Source Lock**, то маска формируется на экране заново для согласования с источником всякий раз, когда вы перемещаете осциллограмму. Например, при изменении коэффициента развертки или усиления по вертикали маска формируется на экране заново в соответствии с новыми установками.

Если выключить функцию Source Lock, то маска не формируется заново при изменении установок параметров отображения по горизонтали или по вертикали.

### Функциональная клавиша Source

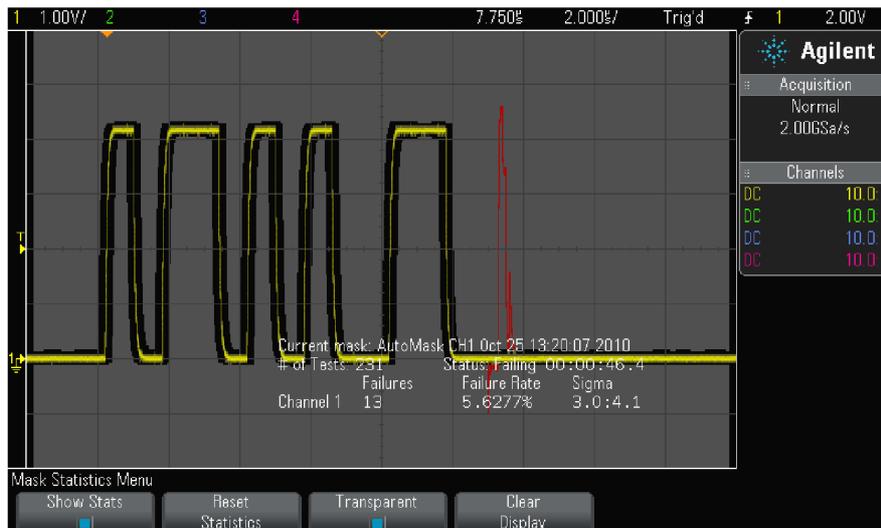
Если вы измените канал-источник (Source), то маска не стирается. Она перемасштабируется для адаптации к установкам усиления по вертикали и смещения канала, которому она назначена. Чтобы создать новую маску для выбранного канала-источника, следует вернуться назад в иерархии меню, нажать функциональную клавишу **Automask**, затем функциональную клавишу **Create Mask**.

### Функция Test All

Когда задействована эта функция, то все отображаемые на экране аналоговые каналы включаются в испытание на соответствие маске. Когда эта функция отключена, то в испытание включается только выбранный канал-источник.

### 14.3 Статистика испытаний на соответствие маске

В меню Mask Test нажмите функциональную клавишу **Statistics**, чтобы обратиться к меню Mask Statistics.



#### Функциональная клавиша Show Stats

Если задействовать функцию **Show Statistics**, на экране отображается следующая информация:

- Текущая маска, имя маски, номер канала, дата и время.
- Количество тестов (**# of Tests**), т.е. общее количество выполненных испытаний на соответствие маске.
- Статус (**Passing** = положительный результат испытания, **Failing** = отрицательный результат, **Un-tested** = не испытано).
- Суммарное время испытаний в часах, минутах, секундах и десятых долях секунды.

И для каждого аналогового канала:

- **Failures** – количество неудачных исходов (регистраций с выходом сигнала за пределы маски).
- **Failure rate** – процентное значение неудачных исходов.
- **Sigma** – отношение с.к.о. процесса к максимально достижимому с.к.о. на основе количества испытанных осциллограмм.

#### Функциональная клавиша Reset Statistics

Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы обнулить показания всех счетчиков статистики.

Имейте в виду, что данные статистики обнуляются также в следующих случаях:

- при включении испытания на соответствие маске после того, как оно было выключено;
- при нажатии функциональной клавиши **Clear Mask**;
- при создании маски нажатием функциональной клавиши **Automask**.

Кроме того, счетчик суммарного времени обнуляется всякий раз, когда осциллограф начинает регистрацию после того, как был остановлен сбор данных.

#### Функциональная клавиша Transparent

Когда задействован режим **Transparent**, данные измерений и статистики отображаются на экране без фона. Когда этот режим отключен, эти данные отображаются на сером фоне. Это относится к отображению статистики испытаний на соответствие маске, статистики измерений и данных образцовой осциллограммы.

#### Функциональная клавиша Clear Display

Служит для стирания с экрана результатов сбора данных.

## 14.4 Внесение изменений в файл маски

Вы можете вручную внести изменения в файл маски, созданный с применением функции Automask.

1. Выполните операции по пунктам 1 ÷ 7 раздела 14.1. Не стирайте маску после того, как она будет создана.
2. Присоедините к осциллографу накопитель USB.
3. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Save**.
5. Нажмите функциональную клавишу **Format** и выберите пункт **Mask**.
6. Нажмите вторую функциональную клавишу и выберите директорию для сохранения файла на накопителе USB.
7. Нажмите функциональную клавишу **Press to Save**. При этом создается текстовый файл ASCII, который описывает маску.
8. Отсоедините накопитель USB от осциллографа и присоедините его к компьютеру.
9. С помощью текстового редактора (например, WordPad) откройте созданный вами файл .msk.
10. Отредактируйте, сохраните и закройте этот файл.

Файл маски содержит следующие разделы:

- Идентификатор файла маски
- Наименование маски
- Области выхода за пределы маски
- Информация о настройке осциллографа

### Идентификатор файла маски

Идентификатор файла маски выглядит как MASK\_FILE\_548XX.

### Наименование маски

Наименование маски представляет собой строку символов ASCII.

Пример: autoMask CH1 OCT 03 09:40:28 2008

Когда в наименование маски входит ключевое слово "autoMask", то кромка маски дает положительный результат теста (Passing) по определению. В противном случае кромка маски определяется как несоответствие (Failure).

### Области выхода за пределы маски

Для маски можно определить до восьми областей, которым можно присвоить номера 1 ÷ 8. Они могут появляться в файле .msk в любой последовательности. Номера областей должны возрастать сверху вниз и слева направо.



Файл Automask содержит две особых области: область, "прикрепленную" к верхней части экрана, и область, "прикрепленную" к нижней части экрана. Верхняя область обозначается значениями Y "MAX" у первой и последней точки. Нижняя область обозначается значениями Y "MIN" у первой и последней точки.

Верхней областью должна быть область с наименьшим номером в файле. Нижней областью должна быть область с наибольшим номером в файле.

Область № 1 (Region 1) является верхней областью маски. Узловые точки в области № 1 характеризуют точки на линии, которая является нижней кромкой верхней части маски.

Аналогичным образом узловые точки в области № 2 (Region 2) характеризуют линию, которая образует верхушку нижней части маски.

Узловые точки в файле маске нормированы. Нормирование значений определяется следующими четырьмя параметрами:

- X1
- ΔX
- Y1
- Y2

Эти четыре параметра определяются в разделе Oscilloscope Setup (настройка осциллографа) файла маски.

Значения Y (обычно это напряжение) нормируются в файле по формуле:

$$Y_{\text{norm}} = (Y - Y1) / \Delta Y$$

где  $\Delta Y = Y2 - Y1$

Для преобразования нормированных значений Y в маске в напряжение применяется формула:

$$Y = (Y_{\text{norm}} \times \Delta Y) + Y1$$

где  $\Delta Y = Y2 - Y1$

Значения X (обычно это время) нормируются в файле по формуле:

$$X_{\text{norm}} = (X - X1) / \Delta X$$

Для преобразования нормированных значений X в маске в значение времени применяется формула:

$$X = (X_{\text{norm}} \times \Delta X) + X1$$

### Информация о настройке осциллографа

Ключевые слова "setup" и "end\_setup" (каждое в отдельной строке) обозначают начало и конец раздела настройки осциллографа в файле маски. Информация о настройке осциллографа содержит команды на языке дистанционного программирования, которые выполняет осциллограф при загрузке файла маски.

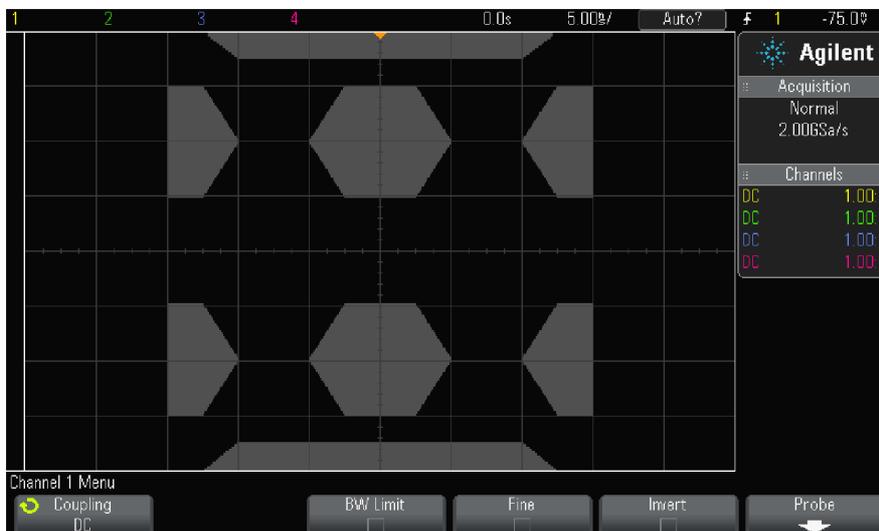
В этом разделе можно вводить любые действительные команды дистанционного программирования.

Масштабирование маски определяет, как интерпретируются нормированные векторы. Это в свою очередь определяет характер отображения маски на экране. Масштабированием маски управляют следующие команды дистанционного программирования:

```
:MTES:SCAL:BIND 0
:MTES:SCAL:X1 -400.000E-06
:MTES:SCAL:XDEL +800.000E-06
:MTES:SCAL:Y1 +359.000E-03
:MTES:SCAL:Y2 +2.35900E+00
```

## 14.5 Создание файла маски

Следующая маска использует все восемь областей маски. Наиболее трудной задачей в создании файла маски является нормирование значений X и Y на основе значений времени и напряжения. Следующий пример демонстрирует простой способ преобразования значений напряжения и времени в нормированные значения X и Y в файле маски.



Показанная выше маска образована следующим файлом маски:

```

MASK_FILE_548XX

"All Regions"

/* Region Number */ 1
/* Number of vertices */ 4
  -12.50,    MAX
  -10.00,   1.750
   10.00,   1.750
  12.50,    MAX

/* Region Number */ 2
/* Number of vertices */ 5
  -10.00,   1.000
  -12.50,   0.500
  -15.00,   0.500
  -15.00,   1.500
  -12.50,   1.500

/* Region Number */ 3
/* Number of vertices */ 6
  -05.00,   1.000
  -02.50,   0.500
   02.50,   0.500
   05.00,   1.000
   02.50,   1.500
  -02.50,   1.500

/* Region Number */ 4
/* Number of vertices */ 5
  10.00,   1.000
  12.50,   0.500
  15.00,   0.500
  15.00,   1.500
  12.50,   1.500

```

```

/* Region Number */ 5
/* Number of vertices */ 5
-10.00, -1.000
-12.50, -0.500
-15.00, -0.500
-15.00, -1.500
-12.50, -1.500

/* Region Number */ 6
/* Number of vertices */ 6
-05.00, -1.000
-02.50, -0.500
02.50, -0.500
05.00, -1.000
02.50, -1.500
-02.50, -1.500

/* Region Number */ 7
/* Number of vertices */ 5
10.00, -1.000
12.50, -0.500
15.00, -0.500
15.00, -1.500
12.50, -1.500

/* Region Number */ 8
/* Number of vertices */ 4
-12.50, MIN
-10.00, -1.750
10.00, -1.750
12.50, MIN

setup
:MTES:ENAB 1
:CHAN1:RANG +4.00E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 1;BWL 0;INV 0
:CHAN1:LAB "1";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN2:RANG +16.0E+00;OFFS +1.62400E+00;COUP DC;IMP FIFT;DISP 0;BWL 0;INV
0
:CHAN2:LAB "2";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN3:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN3:LAB "3";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN4:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN4:LAB "4";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:EXT:BWL 0;IMP ONEM;RANG +5E+00;UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:STYP SING
:TIM:MODE MAIN;REF CENT;MAIN:RANG +50.00E-09;POS +0.0E+00
:TRIG:MODE EDGE;SWE AUTO;NREJ 0;HFR 0;HOLD +60E-09
:TRIG:EDGE:SOUR CHAN1;LEV -75.00E-03;SLOP POS;REJ OFF;COUP DC
:ACQ:MODE RTIM;TYPE NORM;COMP 100;COUNT 8;SEGM:COUN 2
:DISP:LAB 0;CONN 1;PERS MIN;SOUR PMEM1
:HARD:APR "";AREA SCR;FACT 0;FFE 0;INKS 1;PAL NONE;LAY PORT
:SAVE:FIL "mask_0"
:SAVE:IMAG:AREA GRAT;FACT 0;FORM NONE;INKS 0;PAL COL
:SAVE:WAV:FORM NONE
:MTES:SOUR CHAN1;ENAB 1;LOCK 1
:MTES:AMAS:SOUR CHAN1;UNIT DIV;XDEL +3.00000000E-001;YDEL +2.00000000E-00
1
:MTES:SCAL:BIND 0;X1 +0.0E+00;XDEL +1.0000E-09;Y1 +0.0E+00;Y2 +1.00000E+0
0
:MTES:RMOD FOR;RMOD:TIME +1E+00;WAV 1000;SIGM +6.0E+00
:MTES:RMOD:FACT:STOP 0;PRIN 0;SAVE 0
end_setup

```

**Как происходит испытание на соответствие маске**

Осциллографы InfiniiVision начинают испытание на соответствие маске с создания базы данных размером  $20 \times 640$  элементов для области отображения осциллограмм. Каждый элемент в этой матрице назначается в качестве области соответствия маске или в качестве области несоответствия. Всякий раз при попадании точки осциллограммы в область несоответствия регистрируется несоответствие (failure). Когда выбран вариант **Test All**, каждый активный аналоговый канал тестируется на соответствие базе данных маски для каждого цикла сбора данных. Здесь может быть зарегистрировано до двух миллиардов случаев несоответствия для каждого канала. Количество протестированных циклов сбора данных также регистрируется и отображается на экране как "# of Tests".

Файл маски обеспечивает более высокое разрешение, чем база данных  $200 \times 640$ . Некоторое огрубление данных производится с целью уменьшения объема файла данных маски для отображения на экране.

## 15 Генератор сигналов

Осциллограф содержит встроенный генератор сигналов. Он подключается опцией WGN или опцией модернизации DSOX2WAVEGEN. Этот генератор является удобным источником сигналов при испытании электронных схем с помощью осциллографа.

Установки параметров генератора сигналов можно сохранять в памяти и вызывать из памяти вместе с наборами параметров конфигурации осциллографа (см. главу 16).

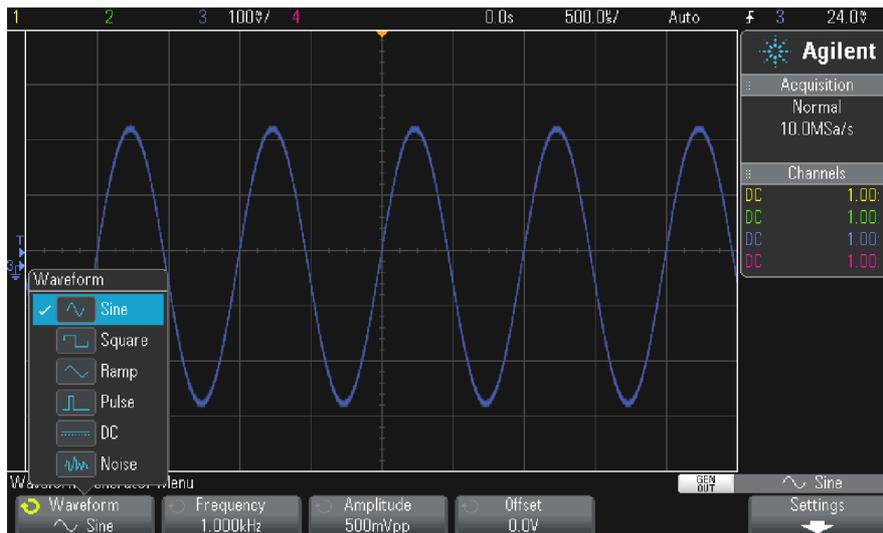
### 15.1 Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров

1. Нажмите клавишу **[Wave Gen]**, чтобы обратиться к меню генератора сигналов и включить либо выключить выход генератора на соединителе BNC Gen Out на передней панели.

Когда включен выход генератора сигналов, светится клавиша **[Wave Gen]**. Когда выключен выход генератора сигналов, клавиша **[Wave Gen]** не светится.

При первоначальном включении осциллографа выход генератора сигналов всегда выключен. Выход генератора сигналов автоматически выключается, когда на соединитель BNC Gen Out подается чрезмерное напряжение.

2. В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Waveform** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать тип сигнала.



3. В зависимости от выбранного типа (формы) сигнала пользуйтесь остальными функциональными клавишами и ручкой Entry для установки характеристик сигнала.

Для всех типов сигналов можно регулировать выходную амплитуду (междупиковое значение напряжения) от 10 мВ до 2,5 В на нагрузке 50 Ом или от 10 мВ до 5 В в режиме холостого хода на выходе.

При нажатии функциональной клавиши параметра сигнала может открыться меню для выбора типа регулировки. Например, вы можете вводить значения амплитуды и смещения либо значения высокого и низкого уровня сигнала. Вы можете также вводить значения частоты или периода. Чтобы выбрать тип регулировки, нажмите и удерживайте функциональную клавишу. Вращайте ручку Entry, чтобы установить нужное значение.

Имейте в виду, что при установке значений частоты, периода и длительности импульсов вы можете пользоваться грубой и точной регулировкой. Нажимайте ручку Entry для поочередного переключения грубой и точной регулировки.

Функциональная клавиша **Settings** открывает меню Waveform Generator Settings, которое позволяет вам выполнить другие установки параметров, относящихся к генератору сигналов.



Тип сигнала	Характеристики
Sine	Сигнал синусоидальной формы Для установки параметров синусоидального сигнала пользуйтесь функциональными клавишами <b>Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level</b> и <b>Offset/Low-Level</b> . Частоту можно регулировать в пределах от 100 мГц до 20 МГц.
Square	Сигнал прямоугольной формы Для установки параметров сигнала прямоугольной формы пользуйтесь функциональными клавишами <b>Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level</b> и <b>Duty Cycle</b> . Частоту можно регулировать в пределах от 100 мГц до 20 МГц. Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 20% до 80%.
Ramp	Сигнал пилообразной формы Для установки параметров сигнала пилообразной формы пользуйтесь функциональными клавишами <b>Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level</b> и <b>Symmetry</b> . Частоту можно регулировать в пределах от 100 мГц до 20 МГц. Коэффициент симметрии (Symmetry) характеризует относительную часть периода повторения сигнала, в течение которой нарастает уровень сигнала. Этот параметр можно устанавливать в пределах от 0% до 100%.
Pulse	Импульсная последовательность Для установки параметров импульсного сигнала пользуйтесь функциональными клавишами <b>Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level</b> и <b>Width/Width Fine</b> . Частоту можно регулировать в пределах от 100 мГц до 20 МГц. Длительность импульсов можно регулировать в пределах 20 нс ÷ (период – 20 нс).
DC	Постоянное напряжение Для установки уровня постоянного напряжения пользуйтесь функциональной клавишей <b>Offset</b> .
Noise	Шумовой сигнал Для установки параметров шумового сигнала пользуйтесь функциональными клавишами <b>Amplitude/High-Level</b> и <b>Offset/Low-Level</b> .

## 15.2 Вывод синхронизирующих импульсов генератора

1. Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
2. В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
3. В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Trig Out** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Waveform Generator Sync Pulse**.

Тип сигнала	Характеристики синхронизирующего сигнала
Sine, Ramp, Pulse	Сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%.
Square	Сигнал прямоугольной формы с таким же коэффициентом заполнения, как и сигнал на основном выходе.
DC	–
Noise	–

Синхронизирующий сигнал выводится в стандарте TTL, причем он имеет высокий уровень (лог. 1), когда выходной сигнал генератора имеет положительное значение относительно нуля (или заданного смещения). Синхронизирующий сигнал имеет низкий уровень (лог. 0), когда выходной сигнал генератора имеет отрицательное значение относительно нуля (или заданного смещения).

### 15.3 Установка выходной нагрузки генератора сигналов

1. Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
2. В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
3. В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Out Load** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный вариант выходной нагрузки:
  - **50 Ω**
  - **High Z**

Выходной импеданс генератора на соединителе BNC Gen Out имеет фиксированное значение 50 Ом. Однако выбор значения выходной нагрузки нужен для обеспечения правильной индикации амплитуды выходного сигнала и смещения по постоянному напряжению для ожидаемой нагрузки на выходе генератора.

Если реальный импеданс нагрузки отличается от выбранного значения, то будут индицироваться неверные значения амплитуды и смещения.

### 15.4 Выбор предустановок стандартных логических уровней

Пользуясь предустановками стандартных логических уровней, вы можете быстро установить уровни выходного напряжения генератора сигналов, совместимые со стандартными уровнями микросхем TTL, CMOS (5,0 В), CMOS (3,3 В), CMOS (2,5 В) и ECL.

1. Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
2. В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
3. В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Logic Presets**.
4. В меню Waveform Generator Logic Level Presets нажмите одну из перечисленных ниже функциональных клавиш, чтобы обеспечить совместимость уровней генерируемого сигнала с логическими уровнями соответствующего семейства микросхем.

Функциональная клавиша	Уровень лог. 0	Уровень лог. 1, ожидаемая выходная нагрузка 50 Ом	Уровень лог. 1, ожидаемая выходная нагрузка High-Z
TTL	0 В	+2,5 В (совместимо с TTL)	+5 В
CMOS (5.0V)	0 В	–	+5 В
CMOS (3.3V)	0 В	+2,5 В (совместимо с CMOS)	+3,3 В
CMOS (2.5V)	0 В	+2,5 В	+2,5 В
ECL	–1,7 В	–0,8 В (совместимо с ECL)	–0,9 В

### 15.5 Восстановление принятых по умолчанию установок параметров генератора

1. Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
2. В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
3. В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Default Wave Gen**.

При этом восстанавливаются принятые по умолчанию заводские установки параметров генератора сигналов: синусоидальный сигнал 1 кГц, 500 мВ (между дублированное значение), смещение 0 В, выходная нагрузка High-Z.

## 16 Сохранение и вызов данных и наборов параметров

Параметры настройки осциллографа, образцовые осциллограммы и файлы масок можно сохранять во внутренней памяти осциллографа или записывать на внешний USB-накопитель с тем, чтобы впоследствии вызывать их памяти. Можно также вызывать заводские или принятые по умолчанию параметры настройки осциллографа.

Экранные изображения можно сохранять в памяти в форматах BMP или PNG.

Данные зарегистрированных осциллограмм можно записывать на USB-накопитель в форматах CSV (значения, разделяемые запятой), ASCII XY, BIN (двоичные данные) и ALB (двоичный формат Agilent для логических анализаторов).

Существует также команда для защитного стирания внутренней энергонезависимой памяти осциллографа.

### 16.1 Сохранение параметров настройки, экранных изображений и данных

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Save**.
3. В меню Save Trace and Setup нажмите функциональную клавишу **Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать формат файла, который вы хотите сохранить.
  - **Setup (\*.scp)** – Установки таких параметров, как коэффициент развертки, чувствительность по вертикали, режим запуска, уровень запуска, виды измерений, курсоры и математические функции. Этот набор параметров используется осциллографом для выполнения конкретных измерений.
  - **8-bit Bitmap image (\*.bmp)** – Все экранное изображение в растровом графическом формате с невысоким (8-битовым) качеством цветовоспроизведения.
  - **24-bit Bitmap image (\*.bmp)** – Все экранное изображение в растровом графическом формате с высоким (24-битовым) качеством цветовоспроизведения.
  - **24-bit image (\*.png)** – Все экранное изображение в 24-битовом цветном формате PNG, который реализует алгоритм сжатия без потери информации. Эти файлы обладают значительно меньшим размером по сравнению с файлами формата BMP.
  - **CSV data (\*.csv)** – Этот файл содержит значения всех отображаемых на экране каналов и осциллограмм математических функций в виде переменных, разделяемых запятой. Этот формат пригоден для анализа данных в электронных таблицах.
  - **ASCII XY data (\*.csv)** – Создаются отдельные файлы для каждого отображаемого на экране канала, которые содержат значения в виде переменных, разделяемых запятой. Этот формат также пригоден для анализа данных в электронных таблицах.
  - **Reference Waveform data (\*.h5)** – Сохранение данных осциллограмм в формате, который может быть вызван в одну из ячеек памяти образцовых осциллограмм.
  - **ALB data (\*.alb)** – Создается файл в фирменном формате Agilent, который может быть импортирован в программу *Agilent Logic Analyzer* с помощью средства импорта данных Agilent B4610A для последующего автономного наблюдения и анализа.
  - **Binary data (\*.bin)** – Создается файл двоичных данных с заголовком; данные представляются в виде пар значений времени и напряжения. Этот файл имеет существенно меньший размер в сравнении с файлом формата ASCII XY.
  - **Mask (\*.msk)** – Создается файл маски в фирменном формате Agilent, который может читаться осциллографами Agilent InfiniiVision. Файл данных маски включает в себя часть данных настройки осциллографа (но не все эти данные). Чтобы сохранить все данные настройки осциллографа, включая файл данных маски, следует выбрать вместо этого формата формат **Setup (\*.scp)**.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на сохранение параметров настройки, экранных изображений или данных (см. раздел 18.8).

## Сохранение наборов параметров настройки осциллографа

Файлы с наборами параметров настройки можно сохранять в одну из десяти внутренних ячеек памяти (Agilent Flash) или записывать на внешний USB-накопитель.

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Setup (\*.scp)**.
2. Нажмите эту функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
3. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

Файлы с наборами параметров настройки осциллографа имеют расширение имени SCP. Это расширение имени можно видеть при применении файлового обозревателя (File Explorer – см. раздел 18.3), однако оно не отображается при использовании меню вызова (Recall).

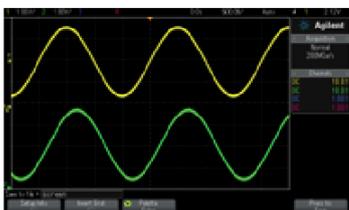
## Сохранение графических файлов в формате BMP или PNG

Графические файлы (изображения) можно записывать на внешний USB-накопитель.

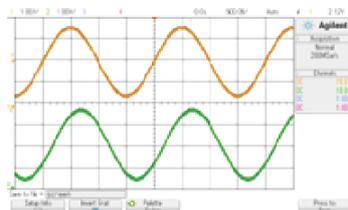
1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный формат: **8-bit Bitmap image (\*.bmp)**, **24-bit Bitmap image (\*.bmp)** или **24-bit image (\*.png)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**.

В меню File Settings вы увидите следующие функциональные клавиши и варианты выбора:

- **Setup Info** – В отдельном файле с расширением имени TXT сохраняются также данные настройки осциллографа (чувствительность по вертикали, коэффициент развертки, параметры запуска, параметры сбора данных, математические функции и настройки экрана).
- **Invert Grate** – Инвертирование изображения, в результате которого отображается масштабная сетка на белом фоне вместо обычного черного.



Неинвертированное изображение



Инвертированное изображение

- **Palette** – Вы можете выбрать цветное (**Color**) или черно-белое (**Grayscale**) изображение.

4. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При сохранении экранных изображений осциллограф использует последнее меню, к которому вы обращались перед нажатием клавиши **[Save/Recall]**. Это позволяет вам сохранить все релевантные данные в пределах данной области меню функциональных клавиш.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете также сохранить экранное изображение осциллографа с помощью Web-браузера. За подробностями обращайтесь к разделу 19.4.

## Сохранение файлов данных в форматах CSV, ASCII XY и BIN

Файлы данных можно записать на внешний USB-накопитель

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный вариант: **CSV data (\*.csv)**, **ASCII XY data (\*.csv)** или **Binary data (\*.bin)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**.

В меню File Settings вы увидите следующие функциональные клавиши и варианты выбора:

- **Setup Info** – В отдельном файле с расширением имени TXT сохраняются также данные настройки осциллографа (чувствительность по вертикали, коэффициент развертки, параметры запуска, параметры сбора данных, математические функции и настройки экрана).
- **Length** – Задаёт количество точек данных для сохранения в файле (см. "Управление длиной данных" на стр. 120).
- **Save Seg** – Когда данные записываются в сегментированную память, вы можете задать сохранение сегмента, который отображается в данный момент, либо сохранение всех зарегистрированных сегментов (см. раздел 11.4).

4. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

## Сохранение файлов данных в формате ALB

Файлы данных в двоичном формате логического анализатора Agilent (ALB) можно просматривать и анализировать отдельно на компьютере с помощью программы *Agilent Logic Analyzer* и средства импорта данных Agilent B4610A. Обратитесь к документу *Agilent Technologies B4610A Data Import Tool for Offline Viewing and Analysis Data Sheet* (публикация № 5989-7834EN).

Файлы данных в формате ALB можно записать на внешний USB-накопитель.

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **ALB data (\*.alb)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**.

В меню File Settings вы увидите следующие функциональные клавиши и варианты выбора:

- **Setup Info** – В отдельном файле с расширением имени TXT сохраняются также данные настройки осциллографа (чувствительность по вертикали, коэффициент развертки, параметры запуска, параметры сбора данных, математические функции и настройки экрана).
- **Length** – Задаёт количество точек данных для сохранения в файле (см. "Управление длиной данных" на стр. 120).
- **Alb Format** – Имеются следующие варианты формата последовательных данных ALB:
  - Default
  - CAN
  - I2C
  - LIN
  - UART/RS232
  - SPI (2 Wire Serial)
  - SPI (3 Wire Serial)
  - SPI (4 Wire Serial)

Если на экране отображаются осциллограммы от аналоговых каналов, когда вы выбираете формат ALB, отличающийся от принятого по умолчанию (Default), то они также оцифровываются и отображаются как цифровые осциллограммы. Уровень запуска аналогового канала определяет точку перехода напряжения от уровня лог. 0 к уровню лог. 1.

Когда вы подаете на осциллограф сигналы последовательных шин, как показано в этой таблице, то имена шин и сигналов в приложении *Agilent Logic Analyzer* будут правильными. В противном случае вы должны преобразовать сигналы в приложении *Agilent Logic Analyzer*.

**Таблица 5** Рекомендуемое преобразование сигналов

Имя	Сигнал	Канал осциллографа	Преобразование в канал логического анализатора
TxRS232	Tx	Ch1	D0
RxRS232	Rx	Ch2	D1
I2C	Data	Ch1	D0
	Clk	Ch2	D1
SPI2 (2-wire)	Clk	Ch1	D0
	Data	Ch2	D1
SPI3 (3-wire)	~Chip Select	Ch1	D0
	Clk	Ch2	D1
	Data	Ch3	D2
SPI4 (4-wire)	~Chip Select	Ch1	D0
	Clk	Ch2	D1
	DataIn	Ch3	D2
	DataOut	Ch4	D3
CAN	Data	Ch1	D0
LIN	Data	Ch1	D0

4. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

### Управление длиной данных (Length)

Функциональная клавиша **Length** доступна, когда выбран формат CSV, ASCII XY, BIN или ALB. Параметр **Length** задает количество точек данных для сохранения в файле. Выводятся только отображаемые на экране точки данных

Максимальное количество точек данных зависит от следующих факторов:

- От того, действует ли в данный момент сбор данных. Когда сбор данных остановлен, данные поступают от необработанной записи. Когда действует сбор данных, данные поступают с измерительной записи меньшего размера.
- От того, каким образом остановлен сбор данных (клавишей **[Stop]** или **[Single]**). В процессе сбора данных память делится на части для обеспечения быстрого обновления осциллограмм. Однократные регистрации используют всю память.
- От того, включен ли один канал или пара каналов. (Одну пару образуют каналы 1 и 2, другую пару – каналы 3 и 4). Память сбора данных делится между каналами в паре.
- От того, отображаются ли образцовые осциллограммы, которые занимают часть памяти сбора данных.
- От того, включены ли цифровые каналы. Отображаемые на экране цифровые каналы занимают часть памяти сбора данных.
- От того, задействована ли сегментированная память. Память сбора данных делится на количество сегментов.
- От установки коэффициента развертки. При более быстрой развертке на экране отображается меньшее количество точек данных.
- При сохранении файлов в формате CSV максимальное количество точек данных равно 50000.

При необходимости производится децимация (отбрасывание) данных по принципу "1 из n". Например, если значение **Length** установлено на 1000, а на экране отображается осциллограмма, содержащая 5000 точек данных, то отбрасываются четыре из каждых пяти точек данных, чтобы длина данных в файле составляла 1000 точек.

При сохранении данных осциллограмм время сохранения зависит от выбранного формата:

<b>Формат файла данных</b>	BIN, ALB	ASCII XY	CSV
<b>Время сохранения</b>	минимальное	среднее	максимальное

См. также разделы 20.7 и 20.8.

## Сохранение файлов образцовых осциллограмм на USB-накопителе

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню **Save/Recall** нажмите функциональную клавишу **Save**.
3. В меню **Save** нажмите функциональную клавишу **Format** и вращайте ручку **Entry**, чтобы выбрать пункт **Reference Waveform data (\*.h5)**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Source** и вращайте ручку **Entry**, чтобы выбрать осциллограмму-источник.
5. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку **Entry**, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
6. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.  
Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

## Сохранение файлов масок

Файлы масок можно сохранять в одну из четырех внутренних ячеек памяти (Agilent Flash) или записывать на внешний USB-накопитель.

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**, затем вращайте ручку **Entry**, чтобы выбрать пункт **Mask (\*.msk)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку **Entry**, чтобы перейти к месту сохранения файла (см. раздел 16.8).
3. В заключение нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.  
Появляется сообщение, подтверждающее сохранение файла.

Файлы масок имеют расширение имени MSK.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Маски сохраняются также в качестве части файлов наборов параметров настройки осциллографа (см. стр. 118).

См. также главу 4.

## Выбор места сохранения файлов

При сохранении и вызове файлов следует пользоваться функциональной клавишей во второй позиции меню **Save** или меню **Recall** вместе с ручкой **Entry** для перемещения к соответствующей ячейке памяти. Здесь могут использоваться ячейки внутренней памяти осциллографа (для файлов параметров настройки и файлов масок) или ячейки памяти на подключенном к осциллографу внешнем USB-накопителе.

У функциональной клавиши во второй позиции могут быть следующие наименования:

- **Press to go** – когда вы нажимаете ручку **Entry** для перехода к новой директории или ячейке памяти.
- **Location** – когда вы переходите к текущей директории (и не сохраняете файлы).
- **Save to** – когда вы сохраняете файл в выбранную ячейку памяти.
- **Load from** – когда вы вызываете из памяти выбранный файл.

При сохранении файлов:

- В строке над функциональными клавишами отображается предлагаемое имя файла.
- Чтобы перезаписать существующий файл, перейдите к этому файлу и выделите его. Чтобы создать новое имя файла, обращайтесь к разделу 16.9.

## Ввод имени файла

Чтобы создать новое имя файла при записи его на внешний USB-накопитель, действуйте следующим образом:

1. В меню Save нажмите функциональную клавишу **File Name**.  
Чтобы действовала эта функциональная клавиша, к осциллографу должен быть присоединен USB-накопитель.
2. В меню File Name пользуйтесь функциональными клавишами **Spell**, **Enter** и **Delete Character** для ввода имени файла:
  - **Spell** – Нажмите эту функциональную клавишу и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать символ в текущей позиции курсора.
  - **Enter** – Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы ввести символ и переместить курсор в позицию следующего символа. Нажатие ручки Entry действует так же, как нажатие функциональной клавиши **Enter**.
  - **Delete Character** – Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы удалить символ в текущей позиции курсора.

В ряде случаев вы можете пользоваться функциональной клавишей **Increment** для включения и отключения функции автоматического приращения номера в имени файла. Эта функция добавляет к имени файла численный суффикс, который увеличивается на единицу с каждым последующим сохранением. При необходимости символы обрезаются (отбрасываются) при достижении предельной длины имени файла, когда требуются дополнительные позиции для цифровой части имени файла.

## 16.2 Вызов из памяти файлов параметров настройки, файлов масок и образцовых осциллограмм

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Recall**.
3. В меню Recall нажмите функциональную клавишу **Recall**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать тип файла, который вы хотите вызвать:
  - **Setup (\*.scp)**
  - **Mask (\*.msk)**
  - **Reference Waveform data (\*.h5)**

Вы можете также вызывать файлы параметров настройки и файлы масок, загружая их с помощью файлового обозревателя (см. раздел 18.3).

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на вызов файлов параметров настройки, файлов масок или образцовых осциллограмм (см. раздел 18.8).

### Вызов из памяти файлов параметров настройки

Файлы параметров настройки можно вызывать из одной из десяти внутренних ячеек памяти (Agilent Flash) или с внешнего USB-накопителя.

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Recall > Recall**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Setup (\*.scp)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту нахождения файла (см. раздел 16.8).
3. Нажмите функциональную клавишу **Press to Recall**. Появляется сообщение, подтверждающее вызов файла.
4. Если вы хотите очистить экран, нажмите функциональную клавишу **Clear Display**.

## Вызов из памяти файлов масок

Файлы масок можно вызывать из одной из четырех внутренних ячеек памяти (\Agilent Flash) или с внешнего USB-накопителя.

1. Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Recall > Recall**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Mask (\*.msk)**.
2. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту нахождения файла (см. раздел 16.8).
3. Нажмите функциональную клавишу **Press to Recall**. Появляется сообщение, подтверждающее вызов файла.
4. Если вы хотите очистить экран или убрать с экрана вызванную маску, нажмите функциональную клавишу **Clear Display** или **Clear Mask**.

## Вызов файлов образцовых осциллограмм с USB-накопителя

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Recall**.
3. В меню Recall нажмите функциональную клавишу **Recall**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Reference Waveform data (\*.h5)**.
4. Нажмите функциональную клавишу **To Ref:** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать место нахождения нужной образцовой осциллограммы.
5. Нажмите функциональную клавишу во второй позиции и вращайте ручку Entry, чтобы перейти к месту нахождения файла (см. раздел 16.8).
6. Нажмите функциональную клавишу **Press to Recall**. Появляется сообщение, подтверждающее вызов файла.
7. Если вы хотите убрать с экрана все, кроме образцовой осциллограммы, нажмите функциональную клавишу **Clear Display**.

## 16.3 Вызов принятого по умолчанию набора параметров настройки

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Default/Erase**.
3. В меню Default нажмите одну из следующих функциональных клавиш:
  - **Default Setup** – Вызывает принятый по умолчанию набор параметров настройки осциллографа. Действует точно так же, как нажатие клавиши **[Default Setup]** на передней панели (см. раздел 1.7). Некоторые пользовательские установки параметров при этом не изменяются.
  - **Factory Default** – Вызывает заводские установки параметров осциллографа. Вы должны подтвердить этот вызов, поскольку при этом изменяются все пользовательские установки параметров.

## 16.4 Защитное стирание памяти

1. Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
2. В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Default/Erase**.
3. В меню Default нажмите функциональную клавишу **Secure Erase**.

При этом производится защитное стирание всей энергонезависимой памяти в соответствии с требованиями, изложенным в главе 8 документа National Industrial Security Program Operating Manual (NISPOМ).

Вы должны подтвердить защитное стирание, по завершении которого перезагружается осциллограф.

## 17 Печать (экраны)

Вы можете распечатывать весь экран, в том числе строку состояния и функциональные клавиши, на USB-принтере или сетевом принтере, когда установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA.

После нажатия клавиши **[Print]** появляется меню Print Configuration. Функциональные клавиши печати и функциональная клавиша **Press to Print** не действуют (выделяются серым цветом), пока не будет подключен принтер.

### 17.1 Вывод на печать содержания экрана осциллографа

1. Присоедините принтер. Вы можете:
  - Присоединить USB-принтер к порту USB на передней панели или к прямоугольному порту USB Host на задней панели.  
Новейший список принтеров, совместимых с осциллографами InfiniiVision, вы можете найти на сайте: [www.agilent.com/find/InfiniiVision-printers](http://www.agilent.com/find/InfiniiVision-printers)
  - Установить соединение с сетевым принтером (см. раздел 17.2).
2. Нажмите клавишу **[Print]** на передней панели.
3. В меню Print Configuration нажмите функциональную клавишу **Print to**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный принтер.
4. Нажмите функциональную клавишу **Options**, чтобы выбрать опции печати (см. раздел 17.3).



5. Нажмите функциональную клавишу **Palette**, чтобы выбрать палитру печати (см. раздел 17.4).
6. Нажмите функциональную клавишу **Print to Print**.

Вы можете остановить печать нажатием функциональной клавиши **Cancel Print**.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

На распечатке будет показано последнее меню, к которому вы обращались перед нажатием клавиши **[Print]**. Таким образом, если перед нажатием клавиши **[Print]** на экране отображались результаты измерений (амплитуда, частота и т.д.), то эти результаты измерений будут показаны и на распечатке.

Чтобы напечатать содержание экрана с меню Print Configuration в нижней части, нажмите клавишу **[Print]** дважды, затем нажмите функциональную клавишу **Press to Print**.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на печать экрана (см. раздел 18.8).

### 17.2 Настройка соединения с сетевым принтером

Когда установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, вы можете выполнить настройку соединения с сетевым принтером. *Сетевой принтер* – это принтер, подключенный к компьютеру или к серверу печати в сети.

1. Нажмите клавишу **[Print]** на передней панели.
2. В меню Print Configuration нажмите функциональную клавишу **Print to**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать сетевой принтер, который вы хотите сконфигурировать (либо #0, либо #1).
3. Нажмите функциональную клавишу **Network Setup**.
4. В меню Network Printer Setup нажмите функциональную клавишу **Modify**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать сетевой параметр, который вы хотите ввести.

Необходимо ввести установки следующих параметров:

- **Network Domain** – это имя домена сети Windows.
- **Username** – это ваш логин для сетевого домена Windows.
- **Password** – это пароль вашего логина для сетевого домена Windows.

Чтобы стереть введенный пароль, нажмите функциональную клавишу **Clear Password**.

- **Printer Address** – это имя сервера или компьютера и совместно используемое имя принтера в формате "\\server\share".

Установки параметров **Network Domain**, **Username** и **Password** являются общими для всех сетевых принтеров.

- С помощью функциональных клавиш **Spell**, **Enter** и **Delete Character** введите установки параметров сетевого принтера:
  - **Spell** – Нажмите эту функциональную клавишу и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать символ в текущей позиции курсора.
  - **Enter** – Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы ввести символ и переместить курсор в позицию следующего символа.
  - **Delete Character** – Нажимайте функциональную клавишу **Enter**, пока не будет выделен подлежащий удалению символ, затем нажмите функциональную клавишу **Delete Character**, чтобы удалить этот символ.
- Нажмите функциональную клавишу **Apply**, чтобы установить соединение с принтером. Появляется сообщение, подтверждающее установление соединения.

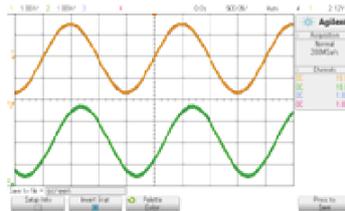
### 17.3 Опции печати

В меню Print Configuration нажмите функциональную клавишу **Options**, чтобы изменить следующие опции:

- **Setup Information** – Выберите эту опцию, чтобы на распечатке была напечатана информация о настройке осциллографа, включая установки параметров отображения по вертикали и горизонтали, параметров запуска, сбора данных, математических функций и экрана.
- **Invert Graticule Colors** – Эту опцию можно использовать для экономии чернил у струйного принтера при печати экранных изображений. При этом цвет фона меняется с черного на белый. Режим **Invert Graticule Colors** принят по умолчанию.



Неинвертированное изображение



Инвертированное изображение

- **Form Feed** – Эту опцию можно выбрать для посылки на принтер команды подачи страницы (Form Feed) после того, как будет напечатана осциллограмма, и перед тем, как будет печататься информация о настройке осциллографа. Выключите опцию **Form Feed**, если вы хотите, чтобы данные настройки осциллографа были напечатаны на том же листе, что и осциллограмма. Эта опция действует только тогда, когда выбрана опция **Setup Information**. Если данные настройки осциллографа не поместятся на одной странице с осциллограммой, они будут напечатаны на новой странице независимо от установки **Form Feed**.
- **Landscape** – Выберите эту опцию, чтобы изменить ориентацию листа бумаги с книжной на альбомную.

## 17.4 Выбор палитры

В меню Print Configuration нажмите функциональную клавишу **Palette**, чтобы изменить следующие опции:

- **Color** – Выберите эту опцию, чтобы печатать экранное изображение в цвете.

Драйвер принтера у осциллографа не позволяет печатать цветные изображения на цветных лазерных принтерах, поэтому опция **Color** недоступна, когда осциллограф соединен с лазерным принтером.

- **Grayscale** – Выберите эту опцию, чтобы печатать экранное изображение в оттенках серого цвета.

## 18 Вспомогательные функции (меню Utility)

В этой главе рассмотрены вспомогательные функции осциллографа.

### 18.1 Установка параметров интерфейсов ввода-вывода

Дистанционное обращение к осциллографу и дистанционное управление осциллографом возможно через интерфейсы ввода-вывода:

- Порт USB Device на задней панели (квадратный порт USB).
- Интерфейс локальной сети (LAN), когда в посадочное место на задней панели установлен модуль LAN/VGA.
- Интерфейс шины общего назначения (GPIB), когда в посадочное место на задней панели установлен модуль GPIB.

Чтобы сконфигурировать интерфейсы ввода-вывода, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **[Utility]** на передней панели осциллографа.
2. В меню **Utility** нажмите функциональную клавишу **I/O**.
3. В меню **I/O** нажмите функциональную клавишу **Configure**.
  - **LAN** – Когда установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, вы можете пользоваться функциональными клавишами **LAN Settings** и **LAN Reset** для конфигурирования интерфейса LAN (см. раздел 18.2).
  - **GPIB** – Когда установлен модуль DSOXGPIB GPIB, вы можете пользоваться функциональной клавишей **Address** для конфигурирования адреса GPIB.
  - Для интерфейса LAN здесь нет установок параметров конфигурации.

Когда установлен интерфейс ввода-вывода, постоянно задействовано дистанционное управление через этот интерфейс. Кроме того, возможно управление осциллографом через несколько интерфейсов одновременно (например, USB и LAN).

См. также:

- Глава 19 (когда осциллограф подключен к локальной сети)
- Раздел 19.2
- Прилагаемое к осциллографу Руководство для программиста (*Programmer's Guide*)

### 18.2 Настройка соединения осциллографа с локальной сетью (LAN)

Когда установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, вы можете поместить осциллограф в локальную сеть и настроить сетевое соединение. После этого вы сможете пользоваться Web-интерфейсом осциллографа и дистанционно управлять осциллографом через интерфейс LAN.

Осциллограф поддерживает методы автоматического и ручного конфигурирования LAN. Можно также установить двухточечное соединение между осциллографом и компьютером.

После того, как осциллограф будет сконфигурирован для работы в сети, вы сможете пользоваться Web-страницей осциллографа для наблюдения и изменения его сетевой конфигурации, а также обращаться к дополнительным установкам параметров (типа сетевого пароля и пр.). См. главу 19.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

При присоединении осциллографа к локальной сети целесообразно задать пароль для ограничения доступа к осциллографу. По умолчанию осциллограф не защищен паролем. Как установить пароль, описано в разделе 19.7.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Соединение между осциллографом и локальной сетью прерывается всякий раз, когда вы изменяете имя хоста (hostname). Тогда вы должны заново установить связь с осциллографом с использованием нового имени хоста.

## Как установить соединение LAN

### Автоматическая установка конфигурации

1. Нажмите клавиши **[Utility] > I/O**.
2. Нажмите функциональную клавишу **LAN Settings**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Config**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Automatic**, и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать этот пункт.

Если ваша сеть поддерживает протоколы DHCP или AutoIP, применение автоматической установки конфигурации позволит осциллографу использовать эти услуги для получения установок параметров его конфигурации LAN.

4. Если ваша сеть предоставляет динамический сервер доменных имен (DNS), то вы можете задействовать опцию **Dynamic DNS**, чтобы позволить осциллографу зарегистрировать свое имя хоста и использовать сервер DNS для разрешения имени.
5. Вы можете задействовать опцию **Multicast DNS**, чтобы позволить осциллографу использовать услугу Multicast DNS для разрешения имени в небольших сетях без обычного сервера DNS.
6. Чтобы присоединить осциллограф к локальной сети (LAN), вставьте кабель LAN в порт "LAN" на задней панели осциллографа.

Через несколько секунд осциллограф автоматически подключится к локальной сети.

Если осциллограф не подключится к сети автоматически, нажмите клавиши **[Utility] > I/O > LAN Reset**. Через несколько секунд осциллограф автоматически подключится к сети.

### Ручная установка конфигурации

1. Получите у своего сетевого администратора сетевые параметры осциллографа – имя хоста (hostname), IP-адрес, маску подсети, IP межсетевого интерфейса, DNS IP и т.п.
2. Нажмите клавиши **[Utility] > I/O**.
3. Нажмите функциональную клавишу **LAN Settings**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Config**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Automatic**, и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы отменить этот пункт.

Если не задействована автоматическая установка конфигурации, то следует установить конфигурацию LAN осциллографа вручную с помощью функциональных клавиш **Addresses** и **Host name**.

5. Сконфигурируйте интерфейс LAN осциллографа:
  - а) Нажмите функциональную клавишу **Addresses**.
  - б) Пользуйтесь функциональной клавишей **Modify** (и другими функциональными клавишами с ручкой Entry), чтобы ввести значения IP Address, Subnet Mask, Gateway IP и DNS IP. После этого вернитесь назад в иерархии меню.
  - в) Нажмите функциональную клавишу **Host name**. С помощью функциональных клавиш и ручки **Entry** введите имя хоста. После этого вернитесь назад в иерархии меню.
  - г) Нажмите функциональную клавишу **Apply**.
6. Чтобы присоединить осциллограф к локальной сети (LAN), вставьте кабель LAN в порт "LAN" на задней панели осциллографа.

### Двухточечное (автономное) соединение с компьютером

Ниже описана процедура установления двухточечного (автономного) соединения с осциллографом. Это полезно в тех случаях, когда вы хотите управлять осциллографом с помощью портативного или автономного компьютера.

1. Нажмите клавиши **[Utility] > I/O**.
2. Нажмите функциональную клавишу **LAN Settings**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Config**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Automatic**, и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать этот пункт.

Если ваша сеть поддерживает протоколы DHCP или AutoIP, применение автоматической установки конфигурации позволит осциллографу использовать эти услуги для получения установок параметров его конфигурации LAN.

4. Присоедините компьютер к осциллографу с помощью кроссоверного кабеля LAN (номер для заказа 5062-0701) – см. данные на сайте [www.parts.agilent.com](http://www.parts.agilent.com).
5. Выключите питание осциллографа и снова включите его. Подождите, пока не установится конфигурация соединения LAN:
  - Нажмите клавиши **[Utility]** → **I/O** и подождите, пока не появится индикация состояния LAN "configured". Это может занять несколько минут.

На этом завершается процедура установления соединения. Теперь можно пользоваться Web-интерфейсом прибора для дистанционного управления через интерфейс LAN..

### 18.3 Файловый обозреватель (File Explorer)

Файловый обозреватель служит для работы с файлами внутренней файловой системы осциллографа и файловых систем внешних USB-накопителей, присоединяемых к осциллографу.

Из внутренней файловой системы вы можете загружать файлы параметров настройки осциллографа и файлы масок.

С внешних устройств памяти USB вы можете загружать файлы параметров настройки осциллографа, файлы масок, файлы обновления микропрограммного обеспечения (\*.cab), файлы меток каналов и т.д. Кроме того, вы можете удалять файлы на присоединенном к осциллографу USB-накопителе.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

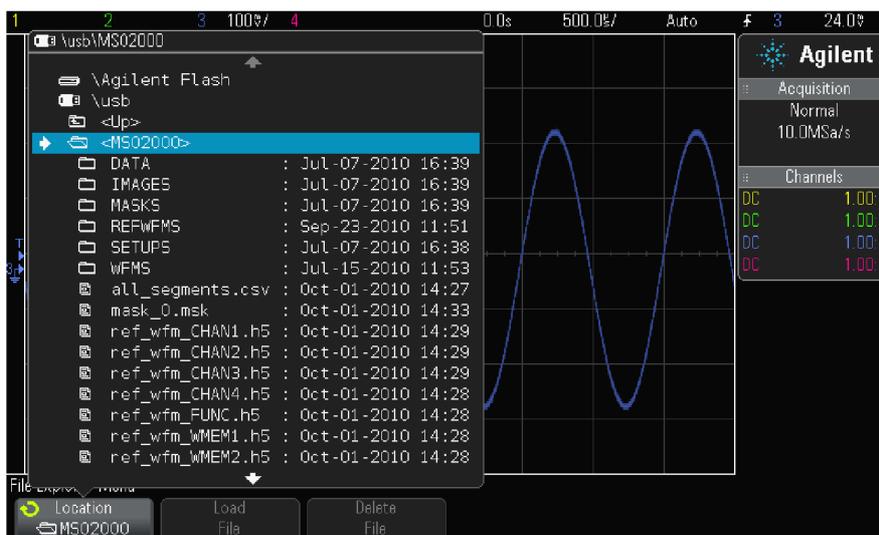
Порт USB на передней панели и порт USB на задней панели с маркировкой "HOST" представляют собой гнезда USB серии A. К этим гнездам можно присоединять USB-накопители и принтеры.

Квадратное гнездо на задней панели с маркировкой "DEVICE" предназначено для управления осциллографом через шину USB. За дополнительной информацией обращайтесь к Руководству для программиста (*Programmer's Guide*).

Внутренняя файловая система осциллографа (под "Agilent Flash") содержит 10 ячеек памяти для файлов параметров настройки осциллографа и четыре ячейки памяти для файлов масок.

#### Как работать с файловым обозревателем

1. Нажмите клавиши **[Utility]** > **File Explorer**.
2. В меню File Explorer нажмите функциональную клавишу в первой позиции и вращайте ручку Entry для перемещения по файловой системе.



Функциональная клавиша в первой позиции может иметь следующие метки (наименования):

- **Press to go** – когда вы нажимаете ручку Entry для перехода к новой директории или ячейке памяти;
- **Location** – когда вы указываете выбранную в данный момент директорию;
- **Selected** – когда вы указываете файл, который можно загрузить или удалить.

Когда появляется эта метка, вы можете нажать функциональную клавишу **Load File** ("загрузить файл") или **Delete File** ("удалить файл"), чтобы выполнить соответствующее действие.

Нажатие ручки Entry действует так же, как нажатие функциональной клавиши **Load File**.

Имейте в виду, что невозможно восстановить файл, который удален с USB-накопителя.

Пользуйтесь компьютером для создания директорий на USB-накопителе.

### Устройства памяти (накопители) USB

С осциллографом совместимо большинство устройств памяти USB. Однако некоторые устройства могут оказаться несовместимыми, т.е. не позволяющими ни считывать, ни записывать данные.

Когда к порту USB Host на передней или задней панели осциллографа присоединен USB-накопитель, то при считывании USB-накопителя на экране может появляться небольшая четырехцветная круглая пиктограмма.

Перед отсоединением USB-накопителя не нужно принимать никаких специальных мер предосторожности. Просто следует убедиться в том, что завершена та или иная операция с файлами, и вынуть USB-накопитель из порта USB осциллографа.

Не присоединяйте к осциллографу USB-накопители, которые идентифицируют себя как тип оборудования "CD", поскольку эти устройства несовместимы с осциллографами InfiniiVision серии X.

Если присоединить к осциллографу два USB-накопителя, то первый из них обозначается как "usb", а второй как "usb2".

См. также главу 16.

## 18.4 Установка предпочтительных настроек осциллографа

Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences**, чтобы обратиться к меню User Preferences, которое позволяет вам выполнить предпочтительные настройки осциллографа.

### Установка опорной точки для изменения масштаба осциллограммы по вертикали

При изменении чувствительности канала (В/дел.) можно задать растяжку (или сжатие) осциллограммы по вертикали относительно нулевого уровня сигнала (ground) или относительно середины экрана (center).

Чтобы установить опорную точку для изменения масштаба осциллограммы по вертикали действуйте следующим образом:

Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences > Expand** и выберите нужный вариант:

- **Ground** – Осциллограмма растягивается относительно положения нулевого уровня канала ("земли"). Эта установка принята по умолчанию.

Нулевой уровень сигнала идентифицируется положением индикатора  у левой кромки экрана. Этот уровень не смещается при вращении ручки регулировки чувствительность по вертикали (В/дел.).

Если нулевой уровень находится вне экрана, то осциллограмма растягивается относительно верхней или нижней кромки экрана в зависимости от того, в какую сторону смещен нулевой уровень.

- **Center** – Осциллограмма растягивается относительно середины экрана.

## Прозрачный или непрозрачный фон

Здесь имеется возможность выбора прозрачного или непрозрачного фона для отображения результатов измерений, статистических данных, данных образцовых осциллограмм и другой текстовой информации.

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences**.
2. Нажимайте функциональную клавишу **Transparent** для поочередного переключения прозрачного и непрозрачного фона для отображения текстовой информации.

## Загрузка принятой по умолчанию библиотеки меток каналов

Обращайтесь к разделу 8.5.

## Настройка хранителя экрана

Осциллограф можно сконфигурировать на включение хранителя экрана после определенного периода бездействия.

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences > Screen Saver**, чтобы вызвать меню хранителя экрана.



2. Нажмите функциональную клавишу **Saver**, чтобы выбрать тип хранителя экрана.

Вы можете выбрать гашение экрана (**Off**), выбрать изображение из списка или задать отображение определяемой пользователем текстовой строки.

Когда выбран вариант **User**, нажмите функциональную клавишу **Spell**, чтобы выбрать первый символ текстовой строки, и выберите первый символ с помощью ручки Entry. Затем нажмите функциональную клавишу **Enter**, чтобы перейти к следующему символу и повторите процедуру выбора. Заданная вами текстовая строка отображается в строке "Text =" над функциональными клавишами.



3. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать время задержки (в минутах) до активизации хранителя экрана. При вращении ручки Entry это время индицируется на функциональной клавише **Wait**. По умолчанию оно составляет 180 минут (3 часа).
4. Нажмите функциональную клавишу **Preview** для предварительного просмотра вида экрана, выбранного вами с помощью функциональной клавиши **Saver**.
5. Чтобы вернуться к обычному экрану после того, как будет включен хранитель экрана, нажмите любую клавишу или поверните любую ручку.

## Установка предпочтительных настроек автоматического масштабирования (AutoScale)

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Preferences > AutoScale**.
2. В меню AutoScale Preferences вы можете:
  - Нажать функциональную клавишу **Fast Debug**, чтобы задействовать или отменить этот тип автоматического масштабирования.
 

Когда задействована функция Fast Debug, автоматическое масштабирование позволяет вам сделать быструю визуальную оценку характера сигнала (постоянное напряжение, нулевой уровень или сигнал переменного напряжения).

При этом поддерживается соединение каналов для облегчения наблюдения периодических сигналов.
  - Нажать функциональную клавишу **Channels** и вращать ручку Entry, чтобы задать каналы, подлежащие автоматическому масштабированию:

- ▶ **All Channels** – При следующем нажатии клавиши **[AutoScale]** будут отображаться все каналы, удовлетворяющие требованиям автоматического масштабирования..
- ▶ **Only Displayed Channels** – При следующем нажатии клавиши **[AutoScale]** будет производиться обследование наличия сигнала только в тех каналах, которые включены. Это полезно в тех случаях, когда вы хотите наблюдать после нажатия клавиши **[AutoScale]** только определенные активные каналы.
- Нажать функциональную клавишу **Acq Mode** и вращать ручку Entry, чтобы выбрать, должен ли сохраняться режим сбора данных во время автоматического масштабирования:
  - ▶ **Normal** – Осциллограф должен переключаться в нормальный сбора данных всякий раз при нажатии клавиши **[AutoScale]**. Этот режим принят по умолчанию.
  - ▶ **Preserve** – При нажатии клавиши **[AutoScale]** осциллограф должен оставаться в выбранном вами режиме сбора данных.

## 18.5 Установка времени и даты

Меню Clock позволяет установить текущую дату и время в 24-часовом формате. Эта метка даты и времени появляется на распечатках и индицируется в качестве информации о директории на USB-накопителе.

Чтобы посмотреть и установить текущую дату и время, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Clock**.



2. Чтобы установить нужные численные значения, нажимайте функциональные клавиши **Year**, **Month**, **Day**, **Hour** и **Minute** и вращайте ручку Entry.

Время устанавливается в 24-часовом формате, например, 2 часа дня как 14:00.

Здесь допускается установка только действительных данных. Если выбрать число месяца и изменить месяц так, что это число окажется недействительным, то автоматически выбирается правильное число.

## 18.6 Установка источника сигнала для вывода на соединитель TRIG OUT

Вы можете выбрать источник сигнала для вывода на соединитель TRIG OUT на задней панели:

1. Нажмите клавиши **[Utility] > Options > Rear Panel**.
2. В меню Rear Panel нажмите функциональную клавишу **Trig Out**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать один из следующих вариантов:
  - **Triggers** – При каждом запуске осциллографа на выходе TRIG OUT появляется положительный перепад уровня, задержанный на 30 нс относительно момента запуска осциллографа. Выходной уровень составляет 0 ÷ 5 В при отсутствии нагрузки на выходе или 0 ÷ 2,5 В на нагрузке 50 Ом. За дополнительной информацией обращайтесь к главе 9.
  - **Mask** – Периодически оценивается состояние соответствия маске Pass/Fail. Когда получается отрицательный результат оценки в испытательном периоде, на выходе TRIG OUT возникает положительный перепад уровня (+5 В). В ином случае на этом выходе сохраняется низкий уровень (0 В). За дополнительной информацией обращайтесь к главе 14.
  - **Waveform Generator Sync Pulse** – Все выходные функции генератора сигналов (кроме постоянного напряжения и шумовых сигналов) сопровождаются соответствующим сигналом синхронизации:
    - ▶ Для синусоидальных, пилообразных и импульсных сигналов выводится сигнал синхронизации прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%.
    - ▶ Для сигналов прямоугольной формы выводится сигнал синхронизации прямоугольной формы с таким же коэффициентом заполнения, как и основной сигнал.

Синхронизирующий сигнал выводится в стандарте TTL, причем он имеет высокий уровень (лог. 1), когда выходной сигнал генератора имеет положительное значение относительно нуля (или заданного смещения). Синхронизирующий сигнал имеет низкий уровень (лог. 0), когда выходной сигнал генератора имеет отрицательное значение относительно нуля (или заданного смещения). За дополнительной информацией обращайтесь к главе 15.

## 18.7 Сервисные задачи

Нажмите клавиши **[Utility] > Service**, чтобы вызвать меню Service.



Меню Service позволяет вам выполнять следующие сервисные задачи:

- Пользовательская калибровка
- Самопроверка правильности функционирования осциллографа
- Самопроверка органов управления на передней панели
- Отображение информации об осциллографе
- Отображение состояния пользовательской калибровки

В конце данного раздела изложена прочая информация, относящаяся к техническому обслуживанию осциллографа.

### Пользовательская калибровка

Пользовательскую калибровку следует выполнять:

- раз в год или после 2000 часов эксплуатации;
- при отклонении температуры окружающей среды больше, чем на 10°C от температуры калибровки;
- при необходимости свести к минимуму погрешность измерений.

Необходимость выполнения более частой пользовательской калибровки определяется интенсивностью эксплуатации осциллографа, условиями окружающей среды, а также опытом работы с другими приборами.

При пользовательской калибровке выполняется процедура внутренней самонастройки для оптимизации сигнального тракта осциллографа. Эта процедура использует генерируемые осциллографом внутренние сигналы для оптимизации схем, влияющих на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

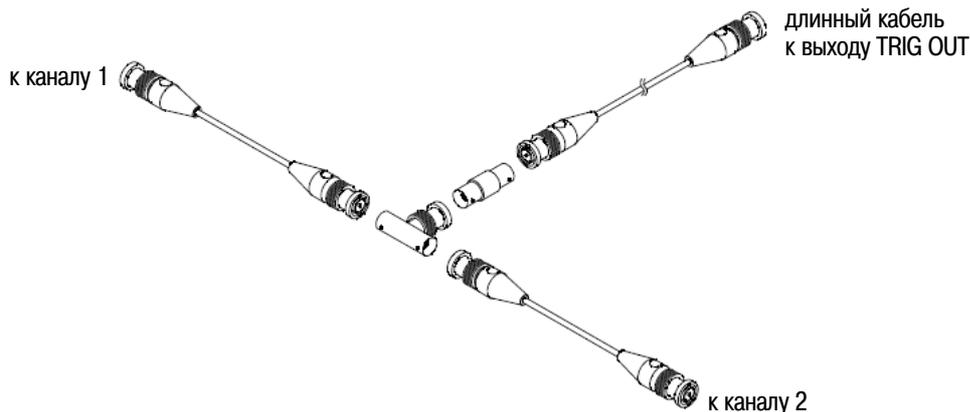
Выполнение пользовательской калибровки аннулирует действие Сертификата калибровки. Если необходима привязка к эталонной базе Национального института стандартов и технологий (NIST), то следует выполнить процедуру поверки рабочих характеристик с помощью образцовых средств измерений, как описано в *Сервисном Руководстве для осциллографов Agilent InfiniiVision 2000/3000 серии X*.

### Выполнение пользовательской калибровки

1. Отсоедините все входы на передней и задней панели, в том числе кабель цифровых каналов у MSO, и позвольте осциллографу прогреться перед выполнением этой процедуры.
2. Нажмите кнопку CAL на задней панели, чтобы отключить защиту калибровки.
3. Присоедините к каждому соединителю BNC аналоговых каналов на передней панели осциллографа короткие (не более 30 см) кабели одинаковой длины. Для двухканального осциллографа нужны два таких кабеля, а для четырехканального – четыре.

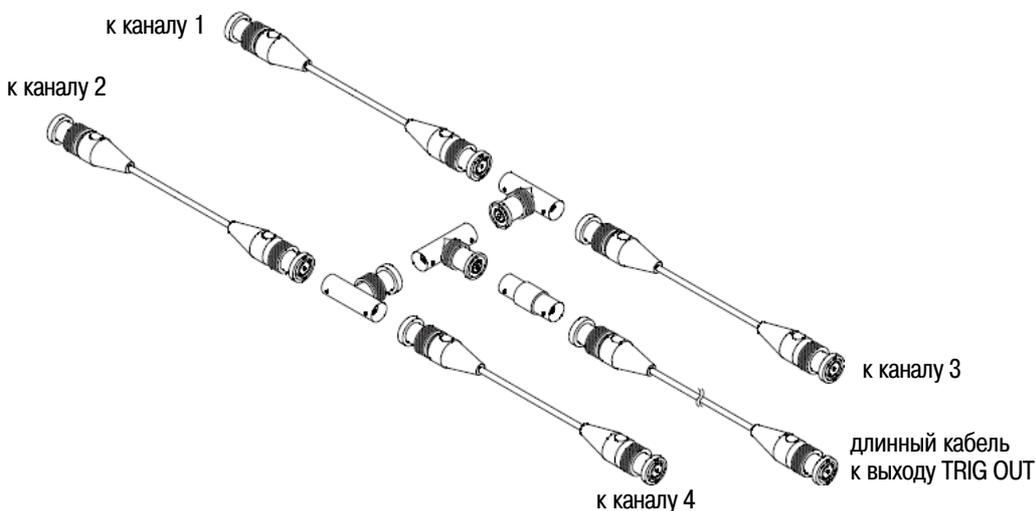
При выполнении пользовательской калибровки применяйте 50-омные кабели RG58AU или аналогичные кабели с соединителями BNC.

Для калибровки двухканального осциллографа присоедините тройник BNC к кабелям одинаковой длины. Затем присоедините к тройнику переходник "гнездо BNC - гнездо BNC", называемый также боочоным соединителем, как показано на следующем рисунке.



**Рис. 36** Соединение кабелей для пользовательской калибровки двухканального осциллографа

Для калибровки четырехканального осциллографа присоедините тройники BNC к кабелям одинаковой длины, как показано на рис. 37. Затем присоедините к тройнику переходник "гнездо BNC - гнездо BNC" (цилиндрический соединитель), как показано на рис. 37.



**Рис. 37** Соединение кабелей для пользовательской калибровки четырехканального осциллографа

4. Присоедините кабель с соединителями BNC (длиной не более 1 метра) от выхода TRIG OUT на задней панели осциллографа к цилиндрическому соединителю BNC.
5. Нажмите клавишу **[Utility]**, затем нажмите функциональную клавишу **Service**.
6. Чтобы начать пользовательскую калибровку, нажмите функциональную клавишу **Start User Cal**.

## Самопроверка

При нажатии клавиш **[Utility] > Service > Start Self Test** выполняется серия внутренних процедур проверки правильности функционирования осциллографа.

Рекомендуется выполнять самопроверку:

- после обнаружения аномального функционирования осциллографа;
- для получения дополнительной информации при описании характера неполадки;
- для проверки правильности функционирования осциллографа после ремонта.

Успешное прохождение самопроверки не дает стопроцентной гарантии правильности функционирования осциллографа. Этот тест рассчитан на подтверждение правильности функционирования с достоверностью 80%.

## Самопроверка органов управления на передней панели

Нажатие клавиш **[Utility] > Service > Front Panel Self Test** позволяет вам выполнить проверку функционирования клавиш и ручек на передней панели, а также дисплея осциллографа. Следуйте появляющимся на экране инструкциям.

## Вызов на экран информации об осциллографе

Нажмите клавиши **[Help] > About Oscilloscope**, чтобы вызвать на экран следующую информацию об осциллографе:

- номер модели
- серийный номер
- полоса пропускания
- установленные модули
- программная версия
- инсталлированные лицензии

## Вызов на экран состояния пользовательской калибровки

При нажатии клавиш **[Utility] > Service > User Cal Status** вызывается сводка результатов предыдущей пользовательской калибровки и состояние калибровки пробников, для которых возможна калибровка. Имейте в виду, что пассивные пробники не нуждаются в калибровке.

Results:	Результаты
User Cal Date:	Дата пользовательской калибровки
Change in temperature since last User Cal:	Изменение температуры после последней пользовательской калибровки
Failure:	Отрицательный результат
Comments:	Примечания
Probe Cal Status:	Состояние калибровки пробников

## Очистка осциллографа от загрязнений

1. Отсоедините прибор от сети.
2. Протрите внешние поверхности осциллографа мягкой тканью, увлажненной раствором нейтрального моющего средства.
3. Прежде чем присоединять прибор к сети, дождитесь полного высыхания его поверхности.

## Проверка гарантийного статуса и дополнительного обслуживания

Чтобы узнать гарантийный статус вашего прибора, действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к странице [www.agilent.com/find/warrantystatus](http://www.agilent.com/find/warrantystatus).
2. Введите номер модели вашего прибора и его серийный номер. Система производит поиск гарантийного статуса вашего прибора и отображает результаты. Если система не сможет найти эти данные, выберите **Contact Us** и побеседуйте с представителем компании Agilent Technologies.

## Возврат прибора для технического обслуживания или ремонта

Перед отправкой осциллографа изготовителю обратитесь за консультацией в местный сервисный центр компании Agilent Technologies. Информацию по обращению к Agilent Technologies вы можете найти на странице [www.agilent.com/find/contactus](http://www.agilent.com/find/contactus).

1. Запишите на этикетке следующую информацию и прикрепите ее к осциллографу.
  - Имя и адрес владельца
  - Номер модели
  - Серийный номер
  - Описание характера требуемого технического обслуживания или указание неполадки
2. Отсоедините принадлежности от осциллографа. Прилагайте принадлежности только тогда, когда они связаны с симптомами неполадки.

3. Упакуйте осциллограф. Вы можете использовать первоначальную упаковочную тару или собственные упаковочные материалы для защиты прибора от повреждений при транспортировании.
4. Надежно запакуйте тару и нанесите на нее маркировку "FRAGILE" ("хрупкое содержимое").

## 18.8 Конфигурирование клавиши [Quick Action]

Клавиша **[Quick Action]** позволяет вам выполнять рутинные повторяющиеся действия нажатием одной клавиши.

Чтобы сконфигурировать клавишу **[Quick Action]**, действуйте следующим образом:

Нажмите клавиши **[Utility] > Quick Action > Action**, затем выберите действие, которое должно выполняться:

- **Off** – Выводит из действия клавишу **[Quick Action]**.
- **Quick Measure All** – Выводит на экран всплывающее меню, содержащее сводку всех видов измерений осциллограмм. Функциональная клавиша **Source** позволяет вам выбрать осциллограмму-источник (которая становится также выбором источника в меню Measurement). За дополнительной информацией обращайтесь к главе 13.
- **Quick Print** – Выводит на печать текущее экранное изображение. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы настроить опции печати. За дополнительной информацией обращайтесь к главе 17.
- **Quick Save** – Сохраняет в памяти текущее изображение, данные осциллограммы или набор параметров настройки осциллографа. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы настроить опции сохранения. За дополнительной информацией обращайтесь к главе 16.
- **Quick Recall** – Вызывает из памяти набор параметров настройки осциллографа, маску или образцовую осциллограмму. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы настроить опции вызова данных из памяти. За дополнительной информацией обращайтесь к главе 16.
- **Quick Freeze Display** – Фиксирует изображение без остановки сбора данных или отменяет фиксацию зафиксированного изображения. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 7.5.
- **Quick Trigger Mode** – Поочередно переключает режим запуска – обычный (Normal) или автоматический (Auto). За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 10.1.
- **Quick Clear Display** – Очищает экран (см. раздел 7.3).

После того, как будет сконфигурирована клавиша **[Quick Action]**, ее просто нажимают, чтобы выполнить выбранное действие.

## 19 Применение Web-интерфейса

---

Когда осциллограф Agilent InfiniiVision серии X оборудован дополнительным модулем DSOXLAN LAN/VGA, вы можете обращаться к встроенному Web-серверу осциллографа с помощью Web-браузера, способного работать с языком Java™.

Web-интерфейс осциллографа позволяет вам:

- Просматривать информацию об осциллографе – номер модели, серийный номер, имя хоста, IP-адрес и строку соединения VISA (адрес).
- Управлять осциллографом с экрана дистанционной передней панели (Remote Front Panel).
- Посылать команды дистанционного программирования SCPI (стандартные команды для программируемых приборов) через апплет-окно SCPI Commands.
- Сохранять в памяти наборы параметров настройки, экранные изображения, данные осциллограмм и файлы масок.
- Вызывать из памяти наборы параметров настройки, файлы данных образцовых осциллограмм и файлы масок.
- Получать экранные изображения и сохранять или печатать их с браузера.
- Активизировать функцию Identification для идентификации определенного прибора по выводимому сообщению или по миганию световых индикаторов на передней панели.
- Просматривать установленные опции и информацию о версии микропрограммного обеспечения, а также устанавливать файлы обновления микропрограммного обеспечения и просматривать статус калибровки (через страницу Instrument Utilities).
- Просматривать и изменять сетевую конфигурацию осциллографа.

На каждой странице Web-интерфейса осциллографов InfiniiVision серии X имеется справочная информация (Help).

Для связи с осциллографом и для дистанционного управления осциллографом рекомендуется применять Web-браузер Microsoft Internet Explorer. Могут работать и другие Web-браузеры, однако не гарантируется их надежная работа с осциллографом. Web-браузер должен быть задействован для работы с языком Java с помощью программного модуля Sun Microsystems Java™.

Прежде чем вы сможете пользоваться Web-интерфейсом, вы должны поместить осциллограф в сеть и настроить соединение LAN.

### 19.1 Обращение к Web-интерфейсу

Чтобы получить доступ к Web-интерфейсу осциллографа, действуйте следующим образом:

1. Присоедините осциллограф к локальной сети или установите двухточечное соединение (см. раздел 18.2).

Можно применять двухточечное соединение, однако предпочтительным способом является применение обычного соединения с локальной сетью.

2. Введите в Web-браузере имя хоста (hostname) или IP-адрес осциллографа.

Появляется начальная страница Web-интерфейса осциллографа.

Support | Products | Agilent Site

Agilent Technologies Oscilloscope

Another web-enabled instrument from Agilent Technologies

Welcome Page

Welcome to your  
**Web-Enabled Oscilloscope**  
**MSO-X 2024A**

Browser Web Control

Save/Recall

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Print Page

Help with this Page

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	MSO-X 2024A Oscilloscope
Serial Number	US50210029
Description	Agilent MSO-X 2024A (US50210029)
Hostname	a-mx2024a-10029.cos.agilent.com
IP Address	130.29.70.169
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::a-mx2024a-10029:INSTN

Advanced Information Identification:  off  on

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

© Agilent Technologies, Inc. 2006-2010

## 19.2 Управление осциллографом с помощью Web-браузера

Страница Web-интерфейса Browser Web Control обеспечивает доступ к странице Remote Front Panel и к апплет-окну команд SCPI для дистанционного программирования.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если на вашем компьютере не установлен программный модуль Java, то на экране появится предложение установить программный модуль Sun Microsystems Java. Этот программный модуль должен быть установлен для управления из окна дистанционной передней панели.

Окно команд SCPI полезно для проверки команд или интерактивного ввода нескольких команд. При составлении программ для автоматического управления осциллографом вы можете пользоваться пакетом библиотечных программ Agilent IO Libraries из такой среды программирования, как Microsoft Visual Studio.

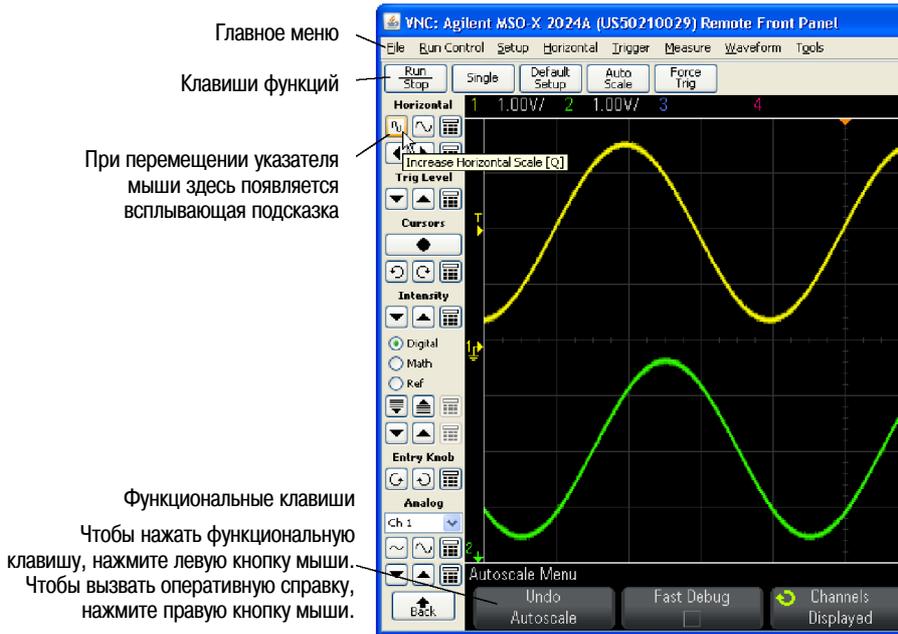
### Дистанционная передняя панель

Для управления осциллографом с помощью дистанционной передней панели (Remote Front Panel) Web-интерфейса действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-страница осциллографа, выберите пункт **Browser Web Control**, затем выберите пункт **Remote Front Panel**. Через несколько секунд на экране появляется окно дистанционной передней панели (Remote Front Panel).
3. Для управления осциллографом пользуйтесь главным меню и функциональными клавишами (см. рисунок на следующей странице). Чтобы вызвать оперативную справку (Quick Help), нажмите правую кнопку мыши на функциональной клавише.

### Разрешение монитора и прокрутка изображения

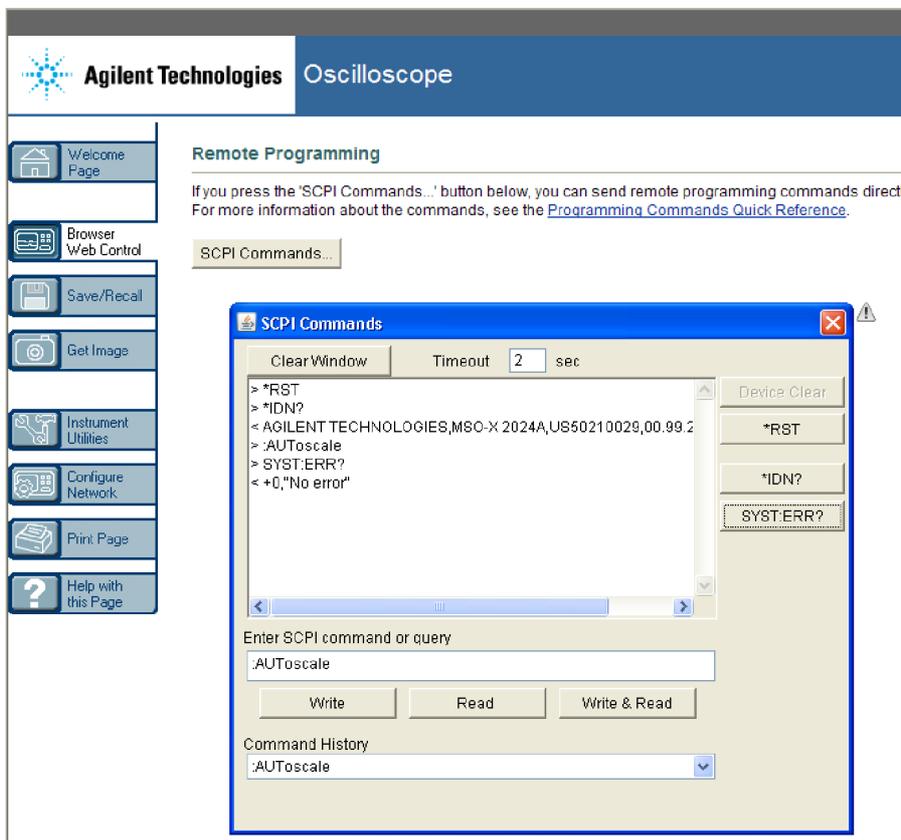
Когда монитор удаленного компьютера имеет разрешение 800 x 600 или более низкое, то приходится пользоваться полосами прокрутки экрана, чтобы иметь полный доступ к дистанционной передней панели. Чтобы получить на экране полное изображение дистанционной передней панели без полос прокрутки, монитор удаленного компьютера должен обладать разрешением выше 800 x 600.



## Дистанционное программирование через Web-интерфейс

Для отправки на осциллограф команд дистанционного управления через апплет-окно SCPI Commands действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-страница осциллографа, выберите пункт **Browser Web Control**, затем выберите пункт **Remote Programming**.
3. На странице Remote Programming нажмите кнопку **SCPI Commands....** Открывается апплет-окно SCPI Commands.



## Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries

Окно SCPI Commands позволяет вам вводить и посылать команды дистанционного программирования, однако дистанционное программирование для автоматизированных измерений и сбора данных обычно производится с применением библиотек ввода-вывода Agilent IO Libraries, которые существуют отдельно от Web-интерфейса прибора.

Библиотеки Agilent IO Libraries позволяют управляющему компьютеру взаимодействовать с осциллографами Agilent InfiniiVision через их интерфейсы USB, LAN (когда установлен дополнительный модуль LAN/VGA) или GPIB (когда установлен дополнительный модуль GPIB). Пакет библиотечных программ Agilent IO Libraries Suite обеспечивает возможность взаимодействия через эти интерфейсы.

Вы можете скачать этот программный пакет с нашего сайта: [www.agilent.com/find/iolib](http://www.agilent.com/find/iolib).

Информация об управлении осциллографом с применением команд дистанционного управления приведена в Руководстве для программиста (*Programmer's Guide*), которое содержится на прилагаемом к осциллографу компакт-диске с технической документацией. Вы можете также обратиться к этому документу на нашем сайте.

За дополнительной информацией о соединении с осциллографом обращайтесь к Руководству *Agilent Technologies USB/LAM/GPIB Connectivity Guide*. Чтобы получить электронную версию этого документа, зайдите на сайт [www.agilent.com](http://www.agilent.com) и поищите "Connectivity Guide".

### 19.3 Сохранение и вызов файлов

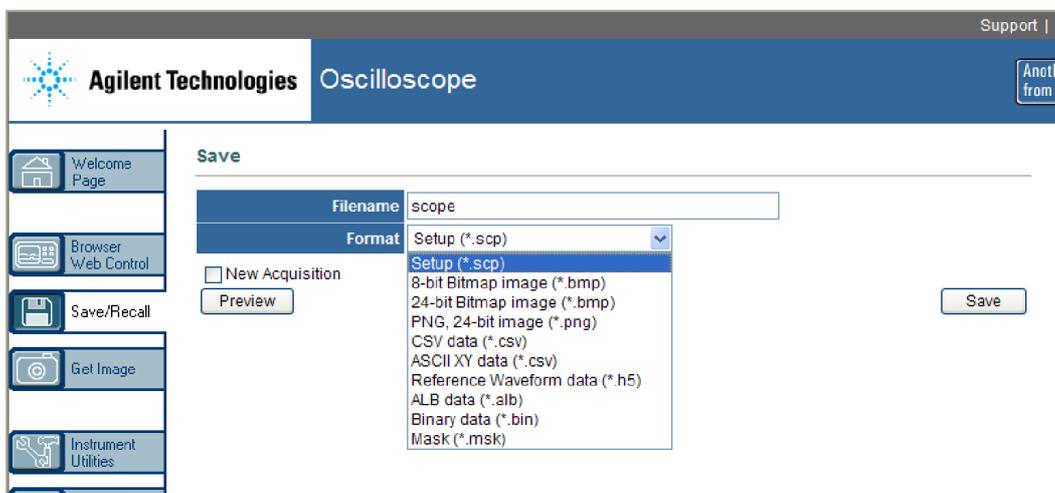
Через Web-интерфейс осциллографа вы можете сохранять на жестком диске вашего компьютера файлы параметров настройки, экранные изображения, файлы данных осциллограмм и файлы масок.

Через Web-интерфейс осциллографа вы можете вызывать с вашего компьютера файлы параметров настройки, файлы данных осциллограмм и файлы масок.

#### Сохранение файлов через Web-интерфейс

Чтобы сохранить на жестком диске вашего компьютера файлы параметров настройки, экранные изображения, файлы данных осциллограмм и файлы масок через Web-интерфейс осциллографа, действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-интерфейс осциллографа, выберите закладку **Save/Recall** в левой части экрана Welcome.
3. Нажмите кнопку **Save**.
4. На странице Save:
  - а) Введите имя подлежащего сохранению файла.
  - б) Выберите формат.



Вы можете нажать кнопку **Preview** для просмотра текущего изображения на экране осциллографа. При предварительном просмотре вы можете поставить "галочку" в пункте **New Acquisition**, чтобы инициировать новый цикл сбора данных до предварительного просмотра.

Для некоторых форматов вы можете щелкнуть мышью **Save Setup Info**, чтобы сохранить данные параметров настройки в формате ASCII .txt.

в) Нажмите кнопку **Save**.

Сохраняется текущая регистрация данных.

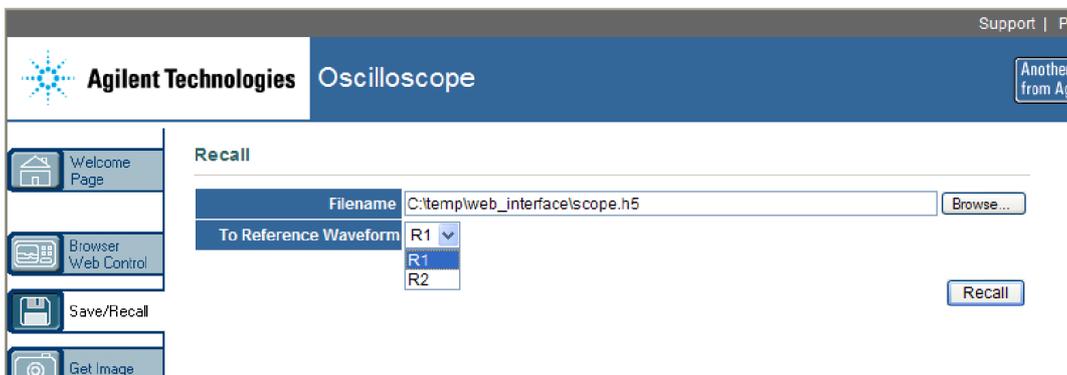
г) В диалоговом окне File Download нажмите кнопку **Save**.

д) В диалоге Save As перейдите к директории, в которой вы хотите сохранить файл, затем нажмите кнопку **Save**.

## Вызов файлов через Web-интерфейс

Чтобы вызвать через Web-интерфейс осциллографа с вашего компьютера файлы параметров настройки, файлы данных осциллограмм и файлы масок, действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-интерфейс осциллографа, выберите закладку **Save/Recall** в левой части экрана Welcome.
3. Нажмите кнопку **Recall**.
4. На странице Recall:
  - а) Нажмите кнопку **Browse...**
  - б) В диалоговом окне "Choose file" выберите файл, который вы хотите вызвать, затем нажмите кнопку **Open**.
  - в) При вызове файлов данных образцовых осциллограмм выберите ячейку памяти **To Reference Waveform**.



г) Нажмите кнопку **Recall**.

## 19.4 Получение изображения

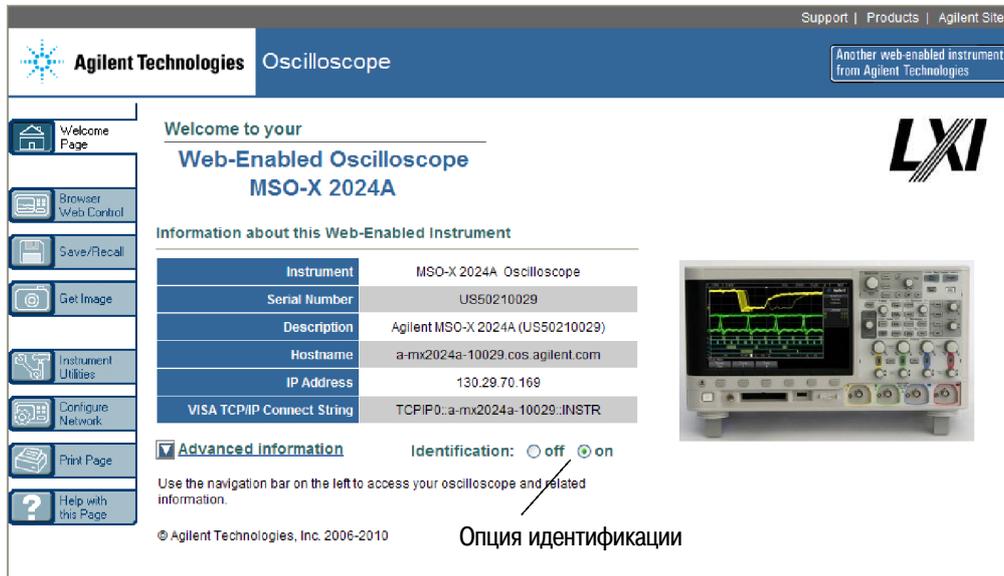
Чтобы сохранить (или напечатать) экран осциллографа с Web-интерфейса, действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-интерфейс осциллографа, выберите закладку **Get Image** в левой части экрана Welcome. Через несколько секунд появится экранное изображение осциллографа.
3. Нажмите правую кнопку мыши на изображении и выберите пункт **Save Picture As...** (или **Print Picture...**).
4. Выберите ячейку памяти для графического файла и нажмите кнопку **Save**.

## 19.5 Функция идентификации

Функция идентификации полезна для нахождения определенного прибора в стойке с оборудованием.

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-интерфейс осциллографа, поставьте метку **on** у кнопки-переключателя Identification. Появляется сообщение "Identify"; вы можете либо выбрать Identification **off**, либо нажать функциональную клавишу осциллографа **OK** для продолжения.

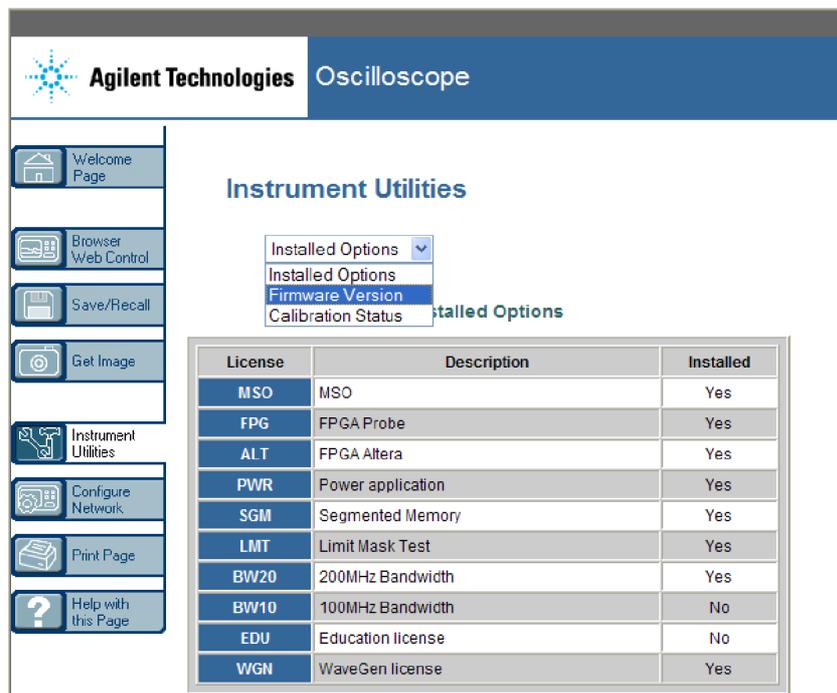


## 19.6 Страница Instrument Utilities

Страница Instrument Utilities Web-интерфейса позволяет вам:

- Просматривать установленные опции
- Просматривать версии микропрограммного обеспечения
- Инсталлировать файлы обновления микропрограммного обеспечения
- Просматривать статус калибровки

Вы можете выбрать эти возможности через раскрывающееся меню.



## 19.7 Установка пароля

При присоединении осциллографа к локальной сети рекомендуется установить пароль. Пароль предотвращает возможность дистанционного доступа посторонних лиц к осциллографу через Web-браузер и изменения его параметров. Удаленные пользователи при этом смогут наблюдать начальный экран (Welcome) и сетевой статус, однако без пароля они не смогут управлять прибором и изменять его настройки.

Чтобы задать пароль, действуйте следующим образом.

1. Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел 19.1).
2. Когда на экране появится Web-интерфейс осциллографа, выберите закладку Configure Network на экране Welcome.
3. Нажмите кнопку **Modify Configuration**.

The screenshot shows the Agilent Oscilloscope web interface. The header displays 'Agilent Technologies Oscilloscope'. The left navigation menu includes options like 'Welcome Page', 'Browser Web Control', 'Save/Recall', 'Get Image', 'Instrument Utilities', 'Configure Network' (highlighted with a callout 'Закладка Configure Network'), 'Print Page', and 'Help with this Page'. The main content area is titled 'Current Network Configuration' and features a 'Modify Configuration' button (also highlighted with a callout 'Modify Configuration'). Below the button is a table of network parameters.

Parameter	Currently in use
Configuration mode	Automatic
Dynamic DNS	ON
NetBIOS	ON
Multicast DNS	ON
Multicast DNS Description	Agilent MSO-X 2024A InfiniVision - US50210029
IP Address	130.29.70.189
Subnet Mask	255.255.248.0
Default Gateway	130.29.64.1
DHCP Server	130.29.64.128
DNS Server	130.29.64.128
Hostname	a-mx2024a-10029
Domain	cos.agilent.com
LAN KeepAlive Timeout	1800
Media Sense	ON
GPIB Control	OFF
GPIB Address	7
USB Control	ON
LAN Control	ON

4. Введите пароль и нажмите кнопку **Apply Changes**.

Support | P

Agilent Technologies Oscilloscope

Another from Ag

Welcome Page

Browser Web Control

Save/Recall

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Print Page

Help with this Page

### Modify Network Configuration

Undo Changes Factory Defaults Apply Changes

Parameter	Configured Value	Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:		
Automatic	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
IP Settings to use in non automatic mode:		
IP Address	169.254.254.254	<input type="text" value="169.254.254.254"/>
Subnet Mask	255.255.248.0	<input type="text" value="255.255.248.0"/>
Default Gateway	169.254.254.254	<input type="text" value="169.254.254.254"/>
Domain name and name service settings:		
DNS Server	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Hostname	a-mx2024a-10029	<input type="text" value="a-mx2024a-10029"/> *
Dynamic DNS	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Multicast DNS	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Multicast DNS Description	Agilent MSO-X 2024A InfiniiVision - US50210029	<input type="text" value="Agilent MSO-X 2024A InfiniiVision -"/>
Other settings:		
KeepAlive Timeout (sec)	1800	<input type="text" value="1800"/>
Description	Agilent MSO-X 2024A (US50210029)	<input type="text" value="Agilent MSO-X 2024A (US5021002)"/> *
Password		<input type="text" value="Agilent"/> Enter password
GPIB Address	7	<input type="text" value="7"/>

\*Set to blank for factory default value

При обращении к осциллографу, который защищен паролем, именем пользователя является IP-адрес осциллографа.

### Переустановка пароля

Существует два способа отмены пароля:

- с помощью клавиш на передней панели осциллографа – нажать клавиши **[Utility] > I/O > LAN Re-set**.
- с помощью Web-браузера – выбрать закладку **Configure Network**, нажать кнопку **Modify Configuration**, стереть пароль и нажать кнопку **Apply Changes**.

## 20 Справочная информация

### 20.1 Технические характеристики

Полные современные технические данные и характеристики осциллографов InfiniiVision приведены в бюллетенях технических данных (Data Sheets). Вы можете скачать бюллетень технических данных с нашего сайта: [www.agilent.com/find/2000X-Series](http://www.agilent.com/find/2000X-Series).

Выберите закладку **Library**, затем **Specifications**.

Можно также вести поиск "2000 X-Series oscilloscopes data sheet" с начальной страницы: [www.agilent.com](http://www.agilent.com).

Чтобы заказать бюллетень технических данных по телефону, обращайтесь в ближайшее представительство компании Agilent Technologies. Полный список наших офисов приведен на интернет-странице: [www.agilent.com/find/contactus](http://www.agilent.com/find/contactus).

### 20.2 Категория измерений

Осциллографы InfiniiVision предназначены для измерений в категории измерений I.

#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**Применяйте этот прибор только для измерений в пределах указанной для него категории измерений.**

#### Определения категорий измерений

К категории измерений I относятся измерения, выполняемые в цепях, не имеющих непосредственного соединения с **сетью**. Примерами таких измерений являются измерения в цепях, не являющихся ответвлениями от **сети**, и в специально защищенных (внутренних) цепях, являющихся ответвлениями от **сети**. В последнем случае воздействия от бросков напряжения являются переменными, поэтому пользователю должна быть известна стойкость оборудования к броскам.

К категории измерений II относятся измерения, выполняемые в цепях, имеющих непосредственное соединение с электрооборудованием низкого напряжения. Примерами являются измерения на бытовых электроприборах, переносных инструментах и тому подобном оборудовании.

К категории измерений III относятся измерения, выполняемые на электрооборудовании зданий. Примерами являются измерения, выполняемые на распределительных щитках и защитных выключателях, на электропроводке, включая кабели, сборные шины, распределительные коробки, выключатели, розетки в стационарном монтаже, а также на оборудовании для промышленного применения, например, на стационарных электродвигателях с постоянным присоединением к стационарному электрооборудованию.

К категории измерений IV относятся измерения, выполняемые на источниках для низковольтного электрооборудования. Примерами являются счетчики электроэнергии и измерения на первичных устройствах защиты от токовой перегрузки и блоках контроля пульсаций.

#### Стойкость к броскам напряжения

##### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**



**Максимальное напряжение на входе аналоговых каналов**

- CAT I 300 Вэфф, 400 Впик, броски напряжения 1,6 кВпик
- С пробником 10:1 10073C: CAT I 500 Впик, CAT II 400 Впик
- С пробником 10:1 N2862A или N2863A: 300 Вэфф

##### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**



**Максимальное напряжение на входе цифровых каналов**

- $\pm 40$  Впик CAT I, броски напряжения 800 Впик

### 20.3 Условия окружающей среды

Окружающая среда	Применение только в помещении.
Температура окружающей среды	При эксплуатации: 0°C ÷ +55°C При хранении: -40°C ÷ +71°C
Относительная влажность	При эксплуатации: не более 80% при температуре не более +40°C не более 45% при температуре не более +50°C При хранении: не более 95% при температуре до +40°C не более 45% при температуре не более +50°C
Высота над уровнем моря	до 4000 метров при эксплуатации и хранении
Категория перенапряжения	Этот прибор рассчитан на питание от электросети, которая соответствует категории перенапряжения II, что является типичным для оборудования, подключаемого к сетевой розетке.
Степень загрязненности	Осциллографы InfiniiVision 2000/3000 серии X могут работать в среде со степенью загрязненности 2 (или 1).
Определения степени загрязненности	Степень загрязненности 1: Загрязнение не возникает или возникает лишь сухое непроводящее загрязнение. Пример: чистая комната или офисное помещение с кондиционированием воздуха. Степень загрязненности 2: Временами может временно возникать проводимость вследствие конденсации. Пример: обычная среда в помещении. Степень загрязненности 3: Возникает проводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое становится проводящим вследствие ожидаемой конденсации. Пример: среда на открытом воздухе под навесом.

### 20.4 Пробники и принадлежности

В этом разделе перечислены пробники и принадлежности, совместимые с осциллографами InfiniiVision 2000 серии X:

- пассивные пробники
- дифференциальные пробники
- токовые пробники
- выпускаемые принадлежности

Поскольку у осциллографов InfiniiVision 2000 серии X нет кольца вокруг соединителя BNC для идентификации пробников, то вы должны вручную устанавливать коэффициент ослабления пробника (см. раздел 3.8).

За дополнительной информацией о пробниках и принадлежностях обращайтесь на сайт:

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

где имеется следующая документация:

- Probes and Accessories Selection Guide (5989- 6162EN)
- 5000, 6000, and 7000 Series InfiniiVision Oscilloscope Probes and Accessories Data Sheet (5968- 8153EN)

## Пассивные пробники

К осциллографам InfiniiVision 2000 серии X прилагаются пассивные пробники для каждого аналогового канала. С осциллографами InfiniiVision 2000 серии X можно применять перечисленные ниже пассивные пробники. Их можно применять в любой комбинации.

**Таблица 5** Пассивные пробники

Модель	Описание
1165A	Пассивный пробник 10:1, 600 МГц, 1,5 м
10070C/D	Пассивный пробник 1:1, 20 МГц, 1,5 м
10073C	Пассивный пробник 10:1, 500 МГц, 1,5 м
10074C	Пассивный пробник 10:1, 150 МГц, 1,5 м
10076A/B	Пассивный пробник 100:1, 4 кВ, 250 МГц
N2771A/B	Пассивный пробник 1000:1, 30 кВ, 50 МГц
N2862A/B	Пассивный пробник 10:1, 150 МГц, 1,5 м
N2863A/B	Пассивный пробник 10:1, 300 МГц, 1,2 м
N2889A	Пассивный пробник 10:1/1:1, 350 МГц, 1,2 м
N2890A	Пассивный пробник 10:1, 500 МГц, 1,2 м

## Дифференциальные пробники

С осциллографами InfiniiVision 2000 серии X можно применять перечисленные ниже дифференциальные пробники.

**Таблица 7** Дифференциальные пробники

Модель	Описание
1141A	Активный дифференциальный пробник, 200 МГц, макс. 200 В (сумма постоянного напряжения и пикового значения переменного напряжения); требуется блок питания 1142A.
1144A	Активный пробник, 800 МГц; требуется блок питания 1142A.
1145A	Активный пробник, 750 МГц, двухканальный; требуется блок питания 1142A.
N2772A	Активный дифференциальный пробник, 20 МГц, макс. 1,2 кВ (сумма постоянного напряжения и пикового значения переменного напряжения); требуется блок питания N2773A.
N2791A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 20 МГц, $\pm 700$ В, нагрузка 1 МОм, 10:1 или 100:1 (переключается).
N2792A	Дифференциальный пробник, 200 МГц, 10:1, нагрузка 50 Ом.
N2793A	Дифференциальный пробник 800 МГц, $\pm 15$ В, нагрузка 50 Ом.

## Токовые пробники

С осциллографами InfiniiVision 2000 серии X можно применять перечисленные ниже токовые пробники.

**Таблица 8** Токовые пробники

Модель	Описание
1146A	Токовый пробник, 100 кГц, 100 А, AC/DC
N2774A	(Устаревший пробник, вместо него N2782A) с блоком питания N2775A
N2780A	Токовый пробник, 2 МГц, 500 А, AC/DC (применять с блоком питания N2779A)
N2781A	Токовый пробник, 10 МГц, 500 А, AC/DC (применять с блоком питания N2779A)
N2782A	Токовый пробник, 50 МГц, 30 А, AC/DC (применять с блоком питания N2779A)
N2783A	Токовый пробник, 100 МГц, 30 А, AC/DC (применять с блоком питания N2779A)

## Выпускаемые принадлежности

В дополнение к пассивным, дифференциальным и токовым пробникам для осциллографов InfiniiVision 2000 серии X выпускаются перечисленные ниже принадлежности.

**Таблица 9** Принадлежности для осциллографов InfiniiVision 2000 серии X

Модель	Описание
DSOXLAN	Модуль соединения LAN/VGA
DSOXGPIB	Модуль соединения GPIB
N6456A	Комплект для монтажа в стойку
N6457A	Сумка для переноски и крышка передней панели
N2786A	Двухстоечное позиционирующее устройство для пробника
N2787A	Трехмерное позиционирующее устройство для пробника
1180CZ	Тестмобиль
N6458A	Печатный экземпляр Руководства для пользователя
различные	Накладки на переднюю панель для других языков (см. раздел 1.10)
N6459-60001	Восьмиканальный логический пробник и комплект принадлежностей (стандартный для моделей MSO и с модернизацией DSOX2MSO)

Вы можете найти эти позиции на сайте [www.agilent.com](http://www.agilent.com) или [www.parts.agilent.com](http://www.parts.agilent.com).

## 20.5 Загрузка лицензий и модернизация осциллографа

### Лицензионные опции

Многие из перечисленных ниже лицензионных опций можно легко установить без возврата осциллографа в сервисный центр. Не все опции могут быть установлены на всех моделях. За подробностями обращайтесь к бюллетеню технических данных.

**Таблица 10** Выпускаемые лицензионные опции

Опция	Описание	Номер модели после приобретения осциллографа
EDU	Учебный комплект Обеспечивает тренировочные сигналы на выводах Демо осциллографа и лабораторное руководство для учебных целей.	Заказать DSOX2EDK
LMT	Опция испытаний на соответствие маске Позволяет создавать маску и испытывать сигналы на предмет соответствия их маске	Заказать DSOX2MASK
MSO	Опция осциллографа смешанных сигналов (MSO) Обеспечивает модернизацию DSO до уровня MSO. Добавляет 8 цифровых каналов. При этом не требуется устанавливать дополнительное оборудование.	Заказать DSOX2MSO. С лицензией MSO поставляется комплект кабеля цифрового пробника.
SGM	Сегментированная память Позволяет регистрировать нерегулярные и пакетные сигналы за счет устранения регистрации периодов отсутствия активности сигнала.	Заказать DSOX2SGM.
WGN	Генератор сигналов	Заказать DSOX2WAVEGEN.

### Другие опции

**Таблица 11** Опция калибровки

Опция	Заказ
A6J	Калибровка согласно стандарту ANSI Z540

### Модернизация осциллографа до уровня MSO

Для активизации цифровых каналов осциллографа, который не был первоначально заказан в качестве осциллографа смешанных сигналов (MSO), можно установить соответствующую лицензию. Осциллограф смешанных сигналов имеет аналоговые каналы плюс 8 коррелированных по времени цифровых каналов.

За информацией по модернизации вашего осциллографа путем лицензирования обращайтесь в местное представительство компании Agilent Technologies или по адресу:

[www.agilent.com/find/2000X-Series](http://www.agilent.com/find/2000X-Series)

## 20.4 Обновление программного и микропрограммного обеспечения

Время от времени компания Agilent Technologies выпускает обновления программного и микропрограммного обеспечения для своих изделий. Для поиска микропрограммных обновлений для вашего осциллографа обращайтесь по адресу: [www.agilent.com/find/2000X-Series-sw](http://www.agilent.com/find/2000X-Series-sw)

Чтобы посмотреть установленные в данное время версии программного и микропрограммного обеспечения, нажмите клавиши **[Utility] > Service > About Oscilloscope**.

После того, как вы скачаете файл обновления микропрограммы, вы можете записать его на USB-накопитель и загрузить этот файл с помощью файлового обозревателя (см. раздел 18.3). Можно также воспользоваться страницей Instrument Utilities Web-интерфейса осциллографа (см. раздел 19.6).

## 20.5 Двоичные данные (.bin)

В формате двоичных данных сохраняются данные осциллограмм с заголовком, который описывает эти данные. Размер файла в этом формате примерно в пять раз меньше, чем в формате XYPairs. Если включено более одного источника, то вы можете сохранить в файле все отображаемые на экране источники, за исключением математических функций.

Когда используется сегментированная память, то каждый сегмент обрабатывается как отдельная осциллограмма. В память заносятся все сегменты для канала, затем все сегменты для следующего (в порядке номеров) канала. Это продолжается, пока не будут занесены в память все отображаемые на экране каналы.

Когда осциллограф работает в режиме пикового детектирования, то точки данных с минимальным и максимальным значением осциллограмм сохраняются в файле в отдельных буферах осциллограмм. Сначала сохраняются точки данных с минимальным значением, затем точки данных с максимальным значением.

### Данные BIN и использование сегментированной памяти

При занесении в память всех сегментов каждый сегмент имеет собственный заголовок осциллограммы (см. ниже "Двоичный формат заголовка"). В формате BIN данные представляются следующим образом:

- Данные канала 1 (все сегменты)
- Данные канала 2 (все сегменты)
- Данные канала 3 (все сегменты)
- Данные канала 4 (все сегменты)
- Данные цифровых каналов (все сегменты)
- Данные осциллограмм математических функций

Когда в память заносятся не все сегменты, то количество осциллограмм равно количеству активных каналов (включая каналы математических функций и цифровые каналы, до семи осциллограмм на каждую группу цифровых сигналов). Когда в память заносятся все сегменты, то количество осциллограмм равно произведению количества активных каналов на количество зарегистрированных сегментов.

### Двоичные данные в программе MATLAB

Двоичные данные из осциллографа InfiniiVision можно импортировать в программу MathWorks MATLAB®. Вы можете загрузить соответствующие функции MATLAB с сайта компании Agilent Technologies [www.agilent.com/find/2000X-Series-sw](http://www.agilent.com/find/2000X-Series-sw).

Компания Agilent Technologies предоставляет файлы с расширением имени .m, которые нужно скопировать в рабочую директорию для MATLAB. По умолчанию рабочей директорией является директория C:\MATLAB7\work.

### Формат заголовков двоичных данных

#### Заголовок файла

В двоичном файле имеется единственный заголовок, который содержит следующую информацию.

**Cookie (идентификатор)** – Двухбайтовые символы AG, которые указывают на то, что файл имеет формат Agilent Binary Data.

**Version (версия)** – Два байта, которые характеризуют версию файла.

**File Size (размер файла)** – 32-битовое целое число, которое означает количество байтов в файле.

**Number of Waveforms (количество осциллограмм)** – 32-битовое целое число, которое означает количество осциллограмм, записанных в файле.

## Заголовок осциллограммы

В одном файле можно сохранить несколько осциллограмм. Каждая осциллограмма имеет свой заголовок, который содержит информацию о типе данных осциллограммы, которая следует за заголовком данных осциллограммы.

**Header Size (размер заголовка)** – 32-битовое целое число, которое означает количество байтов в заголовке.

**Waveform Type (тип осциллограммы)** – 32-битовое целое число, которое означает тип записанной в файле осциллограммы:

- 0 = неизвестный тип
- 1 = нормальный режим сбора данных
- 2 = пиковое детектирование
- 3 = усреднение
- 4 = не применяется в осциллографах InfiniiVision
- 5 = не применяется в осциллографах InfiniiVision
- 6 = логический

**Number of Waveform Buffers (количество буферов осциллограмм)** – 32-битовое целое число, которое означает количество буферов осциллограмм, необходимых для считывания данных.

**Points (количество точек)** – 32-битовое целое число, которое означает количество точек осциллограммы в данных.

**Count (кратность)** – 32-битовое целое число, которое означает количество элементов в каждой временной области в записи осциллограммы, когда осциллограмма была сформирована с применением режима сбора данных типа усреднения. Например, кратность 4 при усреднении означает, что каждая точка данных осциллограмм в записи осциллограммы получена в результате как минимум четырехкратного усреднения. По умолчанию принято значение 0.

**X Display Range (диапазон отображения по оси X)** – 32-битовое число с плавающей запятой, которое означает длительность отображения осциллограммы по оси X. Для осциллограмм во временной области это означает длительность интервала времени по ширине экрана. Если это значение равно нулю, это означает, что не зарегистрировано никаких данных.

**X Display Origin (начало отображения по оси X)** – 64-битовое число с двойной точностью представления, которое означает значение по оси X у левого края экрана. Для осциллограмм во временной области это время начала отображения. Это значение рассматривается как число с двойной точностью и с плавающей запятой. Если это значение равно нулю, это означает, что не зарегистрировано никаких данных.

**X increment (приращение по оси X)** – 64-битовое число с двойной точностью представления, которое означает длительность интервала времени между точками данных по оси X. Для осциллограмм во временной области это означает время между точками. Если это значение равно нулю, это означает, что не зарегистрировано никаких данных.

**X Origin** – 64-битовое число с двойной точностью представления, которое означает значение по оси X первой точки данных в записи данных. Для осциллограмм во временной области это время первой точки. Это значение рассматривается как число с двойной точностью и с плавающей запятой. Если это значение равно нулю, это означает, что не зарегистрировано никаких данных.

**X Units (единица измерения по оси X)** – 32-разрядное целое число, которое идентифицирует единицу измерения значений по оси X для зарегистрированных данных:

- 0 = неизвестная единица
- 1 = вольт
- 2 = секунда
- 3 = константа
- 4 = ампер
- 5 = децибел
- 6 = герц

**Y Units (единица измерения по оси Y)** – 32-разрядное целое число, которое идентифицирует единицу измерения значений по оси Y для зарегистрированных данных. Возможные значения перечислены выше.

**Date (дата)** – 16-битовая группа символов; у осциллографов InfiniiVision оставлена пустой.

**Time (время)** – 16-битовая группа символов; у осциллографов InfiniiVision оставлена пустой.

**Frame (фрейм)** – 24-битовая группа символов, отображающая номер модели и серийный номер осциллографа в формате MODEL#:SERIAL#.

**Waveform Label (метка осциллограммы)** – 16-байтовая группа символов, которая содержит метку, присвоенную осциллограмме.

**Time Tags (временные метки)** – 64-битовое число с двойной точностью представления. Используется только при занесении в память нескольких сегментов. Это время (в секундах) с момента первого запуска.

**Segment Index (сегментный индекс)** – 32-битовое целое число без знака. Это номер сегмента. Используется только при занесении в память нескольких сегментов.

### Заголовок данных осциллограммы

Осциллограмма может иметь несколько наборов данных. Каждый набор данных осциллограммы имеет заголовок данных осциллограммы, который содержит информацию о наборе данных осциллограммы. Этот заголовок записывается непосредственно перед набором данных.

**Waveform Data Header Size (размер заголовка данных осциллограммы)** – 32-битовое целое число, которое означает размер заголовка данных осциллограммы.

**Buffer Type (тип буфера)** – 16-битовое число, означающее тип данных осциллограммы, записанной в файле:

- 0 = неизвестные данные
- 1 = нормальные 32-битовые данные с плавающей запятой
- 2 = данные максимума с плавающей запятой
- 3 = данные минимума с плавающей запятой
- 4 = не применяется в осциллографах InfiniiVision
- 5 = не применяется в осциллографах InfiniiVision
- 6 = цифровые 8-битовые символьные данные без знака (для цифровых каналов)

**Bytes Per Point (количество байтов на точку)** – 16-битовое число, означающее количество байтов на каждую точку данных.

**Buffer Size (размер буфера)** – 32-битовое целое число, означающее размер буфера, необходимый для хранения точек данных.

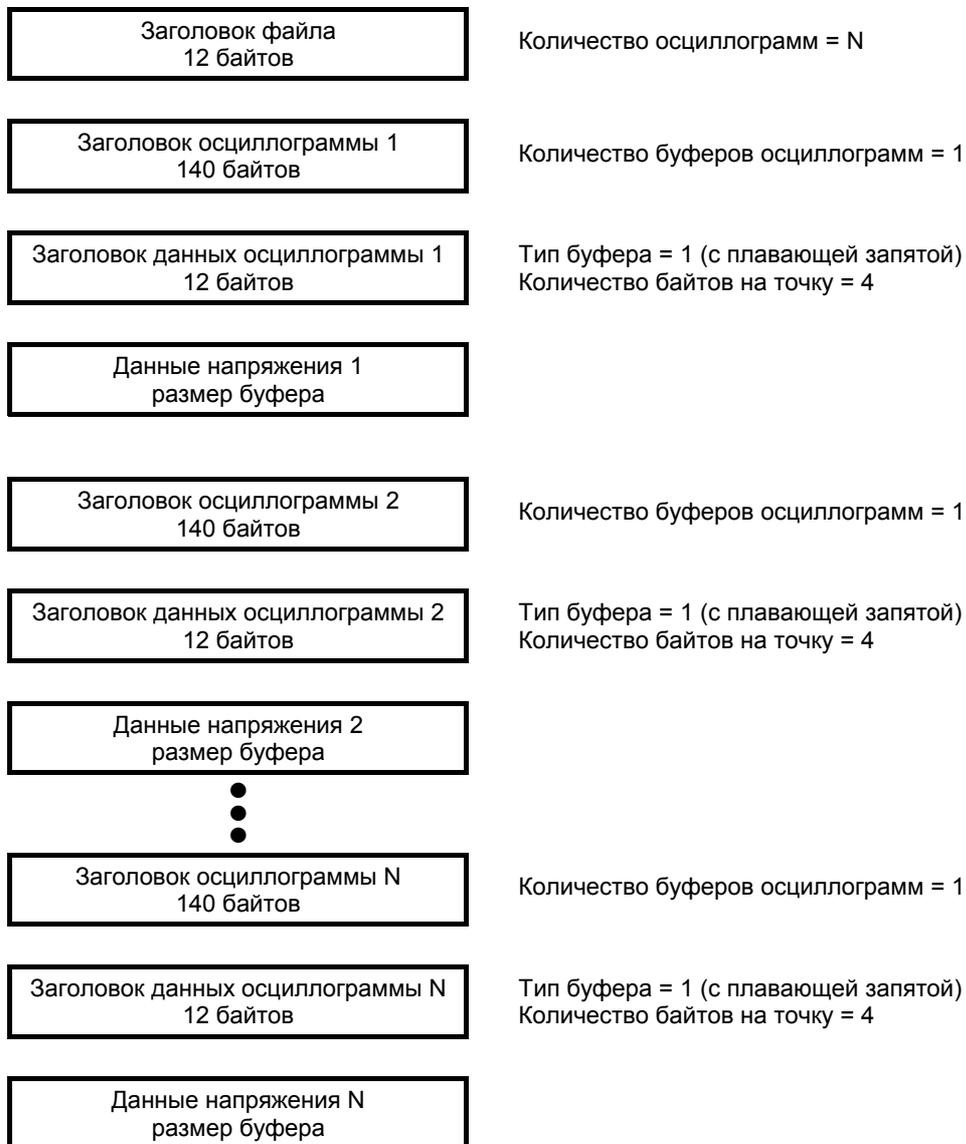
### Пример программы для считывания двоичных данных

Чтобы найти пример программы для считывания двоичных данных, зайдите на сайт [www.agilent.com/find/2000X-Series-sw](http://www.agilent.com/find/2000X-Series-sw) и выберите "Example Program for Reading Binary Data".

## Примеры двоичных файлов

### Однократный сбор данных в нескольких аналоговых каналах

На следующей схеме показана структура двоичного файла однократного сбора данных в нескольких аналоговых каналах.



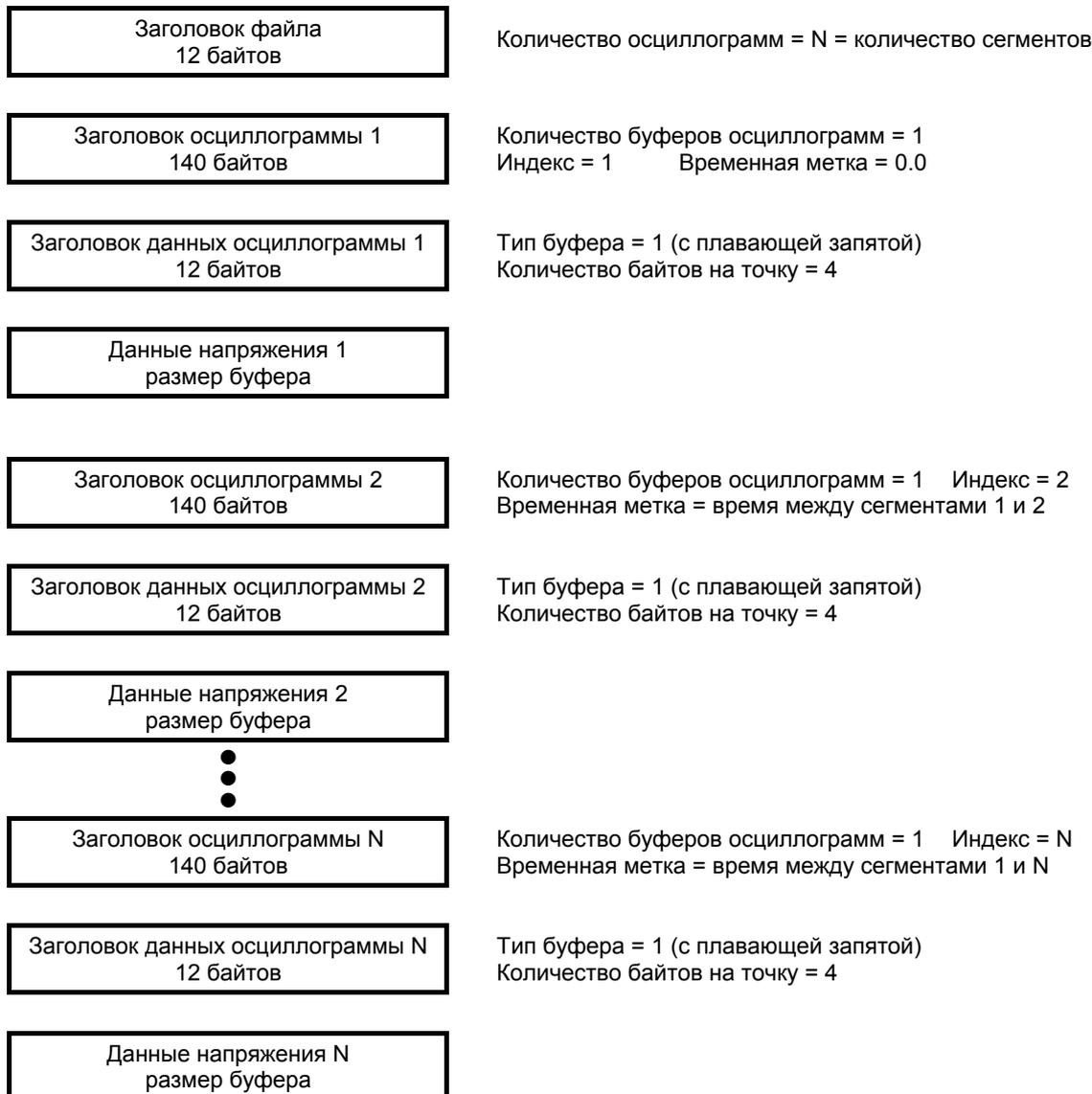
**Однократный сбор данных во всех группах логических каналов**

На следующей схеме показана структура двоичного файла однократного сбора данных при сохранении всех групп для логических каналов.

Заголовок файла 12 байтов	Количество осциллограмм = 2
Заголовок осциллограммы 1 140 байтов	Количество буферов осциллограмм = 1
Заголовок данных осциллограммы 1 12 байтов	Тип буфера = 6 (символы без знака) Количество байтов на точку = 1
Временные данные группы 1 размер буфера	
Заголовок осциллограммы 2 140 байтов	Количество буферов осциллограмм = 1
Заголовок данных осциллограммы 2 12 байтов	Тип буфера = 6 (символы без знака) Количество байтов на точку = 1
Временные данные группы 2 размер буфера	

## Сбор данных в сегментированную память в одном аналоговом канале

На следующей схеме показана структура двоичного файла сбора данных в сегментированную память в одном аналоговом канале.



## 20.6 Файлы CSV и ASCII XY

### Структура файлов CSV и ASCII XY

В формате CSV и ASCII XY элемент управления **Length** выбирает количество точек на сегмент. В файле CSV и в файле ASCII XY содержатся все сегменты.

Например, если установить элемент управления Length на 1000 точек, то получится 1000 точек (строк в электронной таблице) на каждый сегмент. При занесении в память всех сегментов получается три строки заголовков, поэтому данные для первого сегмента начинаются с четвертой строки. Данные второго сегмента начинаются со строки 1004. В столбце "время" указывается время с момента запуска в первом сегменте. В верхней строке указано выбранное количество точек на каждый сегмент.

Файлы формата BIN позволяют получить более быстрый перенос данных, чем файлы в форматах CSV и ASCII XY. Пользуйтесь этим форматом для ускорения переноса данных.

## Минимальные и максимальные значения в файлах CSV

Если вы выполняете измерение минимума или максимума, то минимальные и максимальные значения, которые индицируются на экране, могут не появляться в файле CSV.

### Объяснение:

Когда частота дискретизации у осциллографа равна 4 Гвыб/с, то выборка производится с периодом 250 пс. Если установлен коэффициент развертки 10 мкс/дел., то отображаются данные на интервале 100 мкс (поскольку ширина экрана соответствует десяти делениям). Чтобы найти общее количество сделанных осциллографом выборок, воспользуемся формулой:

$$100 \text{ мкс} \times 4 \text{ Гвыб/с} = 400\text{К} \text{ выборок}$$

Осциллограф должен отображать эти 400К выборок в столбцах по 640 пикселей. Для этого осциллограф подвергает децимации (прореживанию) эти 400К выборок до столбцов по 640 пикселей, которые помещаются на экране. Такая децимация отслеживает минимальные и максимальные значения всех точек, которые отображаются в каждом отдельном столбце. Эти минимальные и максимальные значения отображаются в этом экранном столбце.

Аналогичная процедура применяется для уменьшения объема зарегистрированных данных, чтобы получить запись, которой можно пользоваться для различных целей анализа, таких, как измерения и данные CSV. Длина этой *измерительной записи* значительно превышает 640 точек и может в реальности содержать до 65536 точек. Однако как только количество зарегистрированных точек превысит 65536, требуется некоторая форма децимации. Децимация, применяемая для получения записи CSV, конфигурируется так, чтобы обеспечить наилучшую оценку всех выборок, которые отображает каждая точка в записи. Поэтому минимальные и максимальные значения могут не появляться в файле CSV.

## 20.7 Ссылки на разработки

### Программа RealVNC

Программа RealVNC лицензирована под доступной для всеобщего использования лицензией GNU (проект по свободному распространению программного обеспечения).

© 2002 – 2005 RealVNC Ltd. Все права сохраняются.

Это бесплатная программа. Вы можете распространять и/или видоизменять ее согласно условиям доступной для всеобщего использования лицензии GNU, опубликованной Фондом бесплатного программного обеспечения (Free Software Foundation); либо версия 2 лицензии, либо (по вашему выбору) любая более новая версия.

Эта программа распространяется в предположении ее полезности, однако **без какой-либо гарантии**, без подразумеваемой гарантии **коммерческой пригодности** или **пригодности для определенного назначения**. За дополнительной информацией обращайтесь к доступной для всеобщего использования лицензии GNU. Эта лицензия содержится на компакт-диске с технической документацией для осциллографов Agilent InfiniiVision.

Чтобы получить код источника, следует обратиться к компании RealVNC или к компании Agilent Technologies. Компания Agilent Technologies взимает оплату расходов по физическому распространению источника.

### Формат HDF5

Образцовые осциллограммы используют формат HDF5. Формат HDF5 разработан группой "The HDF Group" и Национальным центром суперкомпьютерных приложений в университете штата Иллинойс, г. Урбана-Чемпейн.

## Алфавитный указатель

<b>А, Б</b>		<b>Е, Э</b>	
Автоматическая установка параметров .....	47	Единицы измерений FFT .....	40
Автоматическое масштабирование, отмена .....	15	Заводские установки параметров .....	123
цифровые каналы .....	47	Задержанная развертка .....	28
Автоматические измерения .....	93, 94	Запуск по видеосигналам .....	67
Автоматическое приращение номера в имени файла .....	122	Запуск по длительности импульса .....	65
Адрес GPIB .....	127	Запуск по кодовой комбинации .....	63
Анализ сегментов .....	85, 86	Запуск по любому фронту сигнала .....	63
Аналоговые фильтры, настройка .....	37	Запуск по фронту сигнала .....	62
Аналоговый канал, настройка .....	31	Запуск по чередующемуся фронту сигнала .....	63
коэффициент ослабления пробника .....	33	Зашумленные сигналы .....	73
Бесконечное послесвечение .....	56, 78, 82	Защитное стирание памяти .....	123
Бюллетень технических данных .....	145	"Земляной" вывод .....	19
		"Земляной" уровень .....	31
<b>В</b>		<b>И</b>	
Вентиляция, требования .....	13	Измерение FFT .....	37
Верньер .....	32	Измерение амплитуды .....	96
Версия микропрограммного обеспечения, информация .....	137	Измерение базового уровня .....	97
Видеовыход VGA .....	21	Измерение выброса перед фронтом .....	95, 97
Виды измерений, сводка .....	94	Измерение длительности пакетных сигналов .....	100
Включение канала .....	19	Измерение задержки .....	94, 101
Внешнее устройство памяти .....	19	Измерение коэффициента заполнения .....	101
Внешний запуск .....	76	Измерение междупикового значения .....	96
входной импеданс .....	76	Измерение минимального значения .....	96
коэффициент ослабления пробника .....	77	Измерение периода .....	99
Возврат прибора для технического обслуживания ..	135	Измерение фазового сдвига .....	95, 102
Время нарастания переходной характеристики осциллографа .....	80	Измерение частоты .....	100
Время нарастания, измерение .....	101	Измерения временных интервалов .....	99
Время спада, измерение .....	101	Измерения с курсорами .....	88
Встроенная справочная система .....	23	Измерительные пороги .....	103
Входы цифровых каналов .....	19	Импеданс, цифровые пробники .....	51
Выбор цифровых каналов .....	49	Импульсы синхронизации, генератор сигналов .....	115
Выводы Demo 1 и Demo 2 .....	19	Имя файла, новое .....	121
Выдержка запуска .....	76	Имя хоста .....	128, 137
Вызов файлов через Web-интерфейс .....	141	Инвертирование осциллограммы .....	33
Выход запуска .....	132	Индикатор активности .....	48
Выходная нагрузка генератора сигналов .....	116	Индикатор времени задержки .....	29
		Индикатор запуска Auto? .....	74
		Индикатор опорной временной точки .....	30
		Интерфейс GPIB, дистанционное управление .....	127
		Интерфейс LAN, дистанционное управление .....	127
		Информация об осциллографе .....	135
		Испытание на соответствие маске .....	105
		Источник запуска .....	62
<b>Г</b>		<b>К</b>	
Гауссовская частотная характеристика .....	79	Калибровка .....	133
Генератор сигналов .....	114	кнопка защиты калибровки .....	21
Глубина памяти и частота дискретизации .....	81	Канал .....	
		аналоговый .....	31
		верньер .....	32
		выбор единицы измерения сигнала .....	33
		инвертирование осциллограммы .....	33
		клавиши включения-выключения .....	19
		компенсация асимметрии пробников .....	34
		ограничение полосы пропускания .....	32
		регулировка положения по вертикали .....	32
		характер связи на входе .....	32
		чувствительность по вертикали .....	31
		Категория перенапряжения .....	146
		Категории измерений, определения .....	145
<b>Д</b>			
Двоичные данные (.bin) .....	149		
в программе MATLAB .....	150		
пример программы для считывания .....	152		
пример файла двоичных данных .....	152		
Двухточечное соединение .....	128		
Децимация выборок .....	81		
Децимация для измерительной записи .....	156		
Дискретизация .....	79		
Дистанционное управление .....	127		
Дистанционная передняя панель .....	138		
Дистанционное программирование, Web-интерфейс .....	139		
Дифференциальные пробники .....	147		
Добавление лицензии на цифровые каналы .....	149		



<b>П</b>		<b>У</b>	
Прямоугольная частотная характеристика .....	79	Удаление символа .....	122
Пуск сбора данных .....	17	Удаление файла .....	129
<b>Р</b>		Управление длиной данных .....	120
Развертка .....	26	Управление через Web-браузер .....	138, 139
Разрешение FFT .....	40	Уровень запуска .....	61
Растяжка осциллограммы по вертикали .....	130	Усреднение .....	98
Реальная частота дискретизации .....	81	Установка времени и даты .....	132
Регистрация пакетных сигналов .....	85	Установка осциллографа с наклоном .....	12
Регистрация пиков .....	82	Установленные опции .....	142
Регулировка коэффициента развертки .....	17	<b>Ф</b>	
Регулировка положения по горизонтали .....	17, 25	Файловый обозреватель .....	129
Регулировка яркости .....	55	Файлы CSV, минимальные и максимальные значения .....	155
Режим автоматического запуска .....	73	Файлы масок, вызов .....	123
Режим высокого разрешения .....	81, 85	Файлы, сохранение, вызов, загрузка .....	129
Режим запуска .....	73	Файлы обновления микропрограммного обеспечения .....	142
Режим отображения в виде сигналов шины .....	49	Фиксация изображения .....	136
Режим сбора данных .....	81	Формат файлов ASCII .....	117
высокое разрешение .....	85	Формат файлов BIN .....	117
нормальный режим сбора данных .....	82	Формат файлов BMP .....	117
пиковое детектирование .....	82	Формат файлов CSV .....	117
сохранение во время авт. масштабирования ..	131	Формат файлов PNG .....	117
усреднение .....	83	Функциональная клавиша Addresses .....	128
Режим отображения цифровой шины .....	49	Config .....	128
Режимы сбора данных .....	78	Digit .....	65
Рекомендации по измерениям FFT .....	39	Hex .....	64
Ручка Cursors .....	18	LAN Settings .....	128
Ручка Entry .....	17	Modify .....	128
Ручка регулировки задержки .....	25	Функция AutoIP .....	128
<b>С</b>		Функция идентификации, Web-интерфейс .....	142
Сампроверка .....	135	<b>Х</b>	
Сбор данных .....	78, 83	Характер связи на входе канала .....	32
Связь на входе по переменному напряжению .....	32	Характер связи в тракте запуска .....	74
Связь на входе по постоянному напряжению .....	32	Хранитель экрана .....	131
Сегментированная память .....	85	<b>Ц</b>	
Сервисные функции .....	133	Цифровые каналы .....	48
Сетевой принтер, присоединение .....	124	ввод в действие .....	149
Сигналы прямоугольной формы .....	79	высота осциллограмм .....	48
Случайный шум .....	73	логический порог .....	49
Соединение LAN .....	128	описание осциллограмм .....	48
Соединение с компьютером .....	128	применение пробников .....	51
Соединитель EXT TRIG IN .....	21	функция AutoScale .....	47
Соединитель EXT TRIG IN как вход оси Z .....	28	Цифровые пробники .....	45, 51
Соединитель TRIG OUT .....	21, 132	импеданс .....	51
Соединители на задней панели .....	21	<b>Ч, Ш</b>	
Сохранение данных .....	117	Частота Найквиста .....	79
Сохранение файлов параметров настройки .....	118	Чувствительность по вертикали .....	31
Сохранение файлов через Web-интерфейс .....	140	Ширина полосы пропускания .....	79, 134
Список меток каналов .....	59	ограничение .....	32
Среднее значение .....	98	<b>Э</b>	
Стандартное отклонение, измерение .....	98	Экспортирование осциллограмм .....	117
Статистика, испытание на соответствие маске .....	108	Эффективное значение	
Стирание осциллограммы .....	83	переменной составляющей .....	98
Стойкость к броскам напряжения .....	145	с учетом постоянной составляющей .....	98
Строка меню .....	22	<b>Я</b>	
Строка состояния .....	22	Язык пользовательского интерфейса .....	23
<b>Т</b>		Яркость масштабной сетки .....	57
Технические характеристики .....	145	Яркость осциллограмм .....	16
Типы запуска .....	61		
Токовые пробники .....	147		
Точная регулировка масштаба по горизонтали .....	29		
Транспортные повреждения .....	11		
Требования к электропитанию .....	12		