



Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000

Руководство для пользователя



Номер публикации: 54695-97000
Февраль 2008 г.

Уведомления

© Agilent Technologies, Inc. 2008

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.

Номер публикации

54695-97000

Издание

Первое издание, февраль 2008 г.

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

Последнюю версию этого Руководства вы можете найти на сайте:
www.agilent.com/find/7000manual

Программная версия

Данное Руководство составлено для версии 05.00 программного обеспечения осциллографов Agilent серии InfiniiVision 7000.

Торговые марки

Торговая марка Java принадлежит фирме Sun Microsystems, Inc.

Зарегистрированные в США и других странах торговые марки Sun, Sun Microsystems и Sun Logo принадлежат фирме Sun Microsystems, Inc.

Зарегистрированные в США торговые марки Windows и MS Windows принадлежат корпорации Microsoft Corporation.

Гарантия

Содержащийся в данном документе материал представлен в состоянии "как есть" и может быть изменен в следующих изданиях без уведомления. Кроме того, компания Agilent, насколько это допускается соответствующим законодательством, отказывается от любых гарантий (как прямых, так и подразумеваемых) в отношении данного Руководства и содержащейся в нем информации, включая подразумеваемые гарантии коммерческой пригодности и пригодности к применению в определенных целях, но не ограничиваясь ими. Компания Agilent не несет ответственности за ошибки, а также за побочные или косвенные убытки в связи с предоставлением, применением или оформлением этого документа и любой содержащейся в нем информации. Если между пользователем и компанией Agilent заключено отдельное письменное соглашение с гарантийными условиями, охватывающими материал в этом документе и противоречащими данным гарантийным условиям, то следует руководствоваться гарантийными условиями, изложенными в отдельном соглашении.

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.

Описание специальных привилегий

Если программное обеспечение предназначено для применения в выполнении первичного контракта или субконтракта Правительства США, то оно поставляется и лицензируется в качестве "коммерческого компьютерного программного обеспечения" согласно определению в Положении о федеральных закупках DFAR 252.227-7014 (июнь 1995 г.) либо в качестве "коммерческого продукта" согласно определению в Положении FAR 2.101(a), либо в качестве "специального компьютерного программного обеспечения" согласно определению в Положении FAR 52.227-19 (июнь 1987 г.) или какого-либо другого официального положения либо пункта контракта. Применение, копирование и раскрытие программного обеспечения подчиняется стандартным коммерческим условиям лицензирования Agilent Technologies. Министерства и агентства Правительства США, не имеющие отношения к Министерству обороны, получают специальные привилегии в объеме, не превышающем указанного в Положении FAR 52.227-19(c)(1-2) (июнь 1987 г.). Пользователи Правительства США получают ограниченные привилегии в объеме, не превышающем указанного в Положении FAR 52.227-14 (июнь 1987 г.) или DFAR 252.227-7015(b)(2) (ноябрь 1995 г.) применительно к любым техническим данным.

Технические характеристики изделий и описания в данном документе могут быть изменены без уведомления.

Предупредительные указания мер безопасности

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

"Предостережение" обозначает опасность. Это ключевое слово привлекает внимание пользователя к описанию процедуры, неправильное выполнение которой может привести к повреждению или разрушению изделия. Прежде чем приступить к дальнейшим действиям, следует убедиться в том, что вами полностью поняты и выполнены указанные условия.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

"Предупреждение" обозначает опасность. Это ключевое слово привлекает внимание пользователя к описанию процедуры, неправильное выполнение которой может привести к телесным повреждениям вплоть до смертельного исхода. Прежде чем приступить к дальнейшим действиям, следует убедиться в том, что вами полностью поняты и выполнены указанные условия.

Содержание

Введение	8
1 Подготовка осциллографа к работе	11
1.1 Проверка комплектности поставки	11
1.2 Установка осциллографа с наклоном	15
1.3 Монтаж осциллографа в стойку	16
1.4 Требования к вентиляции	16
1.5 Включение осциллографа	16
1.6 Интерфейс дистанционного управления	18
1.6.1 Как установить соединение LAN	18
1.6.2 Как установить двухточечное соединение LAN	19
1.7 Применение Web-интерфейса	20
1.7.1 Управление осциллографом с помощью Web-браузера	20
1.7.2 Установка пароля	21
1.7.3 Разрешение монитора и прокрутка изображения	24
1.7.4 Функция идентификации	24
1.7.5 Вывод на печать дисплея осциллографа с Web-браузера	24
1.8 Присоединение осциллографических пробников	25
1.9 Проверка работоспособности осциллографа	26
1.10 Коррекция переходных характеристик пробников	26
1.11 Калибровка пробников	27
1.12 Поддерживаемые пассивные пробники	27
1.13 Поддерживаемые активные пробники	28
1.14 Использование оперативной справочной системы Quick Help	29
1.14.1 Языки оперативной справочной информации	29
2 Органы управления на передней панели	30
2.1 Описание органов управления на передней панели	30
2.1.1 Условные обозначения в тексте	30
2.1.2 Графические символы в меню функциональных клавиш	30
2.1.3 Передняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000	31
2.1.4 Назначение органов управления на передней панели	32
2.1.5 Передняя панель двухканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000	34
2.1.6 Задняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000	35
2.1.7 Задняя панель двухканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000	36
2.1.8 Описание компонентов экрана	37
2.2 Применение органов управления на передней панели	38
2.2.1 Регулировка яркости осциллограмм	38
2.2.2 Регулировка яркости масштабной сетки	38
2.2.3 Пуск и останов сбора данных	38
2.2.4 Однократная регистрация	39
2.2.5 Панорамирование и изменение масштаба изображения осциллограмм	40
2.2.6 Выбор режима запуска (Auto или Normal)	40
2.2.7 Применение автоматического масштабирования (AutoScale)	40
2.2.8 Установка коэффициента ослабления пробника	41
2.2.9 Работа с аналоговыми каналами	42
2.2.10 Установка параметров отображения по горизонтали	45
2.2.11 Курсорные измерения	48

2.2.12	Автоматические измерения	49
2.2.13	Применение меток	50
2.2.14	Вывод содержания экрана на печать	53
2.2.15	Установка времени и даты	53
2.2.16	Настройка хранителя экрана	54
2.2.17	Установка опорной точки для растяжки осциллограммы по вертикали	54
2.2.18	Сервисные функции	55
2.2.19	Пользовательская калибровка	55
2.2.20	Самопроверка	57
2.2.21	Информация об осциллографе	57
2.2.22	Восстановление принятой по умолчанию конфигурации осциллографа	58
3	Наблюдение и измерение цифровых сигналов	59
3.1	Присоединение цифровых пробников к испытываемой схеме	59
3.2	Регистрация осциллограмм с применением цифровых каналов	61
3.3	Применение функции AutoScale при работе с цифровыми каналами	61
3.4	Описание отображения цифровых осциллограмм	62
3.5	Изменение высоты осциллограмм цифровых каналов	63
3.6	Включение и выключение отдельных каналов	63
3.7	Включение и выключение всех цифровых каналов	63
3.8	Включение и выключение групп каналов	63
3.9	Изменение логического порога цифровых каналов	63
3.10	Изменение позиции осциллограммы цифрового канала	64
3.11	Отображение цифровых каналов в виде сигналов шины	64
4	Запуск осциллографа	67
4.1	Выбор режимов и условий запуска	68
4.1.1	Вызов меню режима запуска и характера связи в тракте запуска	68
4.1.2	Режимы запуска: обычный и автоматический	68
4.1.3	Выбор характера связи в тракте запуска	69
4.1.4	Выбор подавления шумов или высокочастотных составляющих	70
4.1.5	Установка времени выдержки (Holdoff)	70
4.2	Вход внешнего запуска	71
4.2.1	Вход внешнего запуска двухканального осциллографа	71
4.2.2	Вход внешнего запуска четырехканального осциллографа	72
4.3	Типы запуска	73
4.4	Применение запуска по фронту сигнала (Edge)	74
4.4.1	Регулировка уровня запуска	75
4.5	Применение запуска по длительности импульса	75
4.5.1	Функциональная клавиша "<" установки контрольной длительности для классификатора ...	76
4.5.2	Функциональная клавиша ">" установки контрольной длительности для классификатора ...	76
4.6	Применение запуска по кодовой комбинации (Pattern)	77
4.6.1	Запуск по шестнадцатиричной кодовой комбинации шины	78
4.7	Применение запуска по сигналам CAN	79
4.8	Применение запуска по длительности кодовой комбинации (Duration)	81
4.8.1	Функциональная клавиша "<" установки контрольной длительности для классификатора ...	82
4.8.2	Функциональная клавиша ">" установки контрольной длительности для классификатора ...	82
4.9	Применение запуска FlexRay	83
4.9.1	Режимы контроля и управления VPT1000	83
4.9.2	Настройка осциллографа и анализатора VPT1000	83
4.9.3	Запуск по кадрам, моментам времени или ошибкам шины FlexRay	85

4.10	Применение запуска по сигналам I ² C	88
4.11	Применение запуска по N-му фронту импульсного пакета	91
4.12	Применение запуска по сигналам LIN	92
4.13	Применение запуска по последовательности событий (Sequence)	94
4.13.1	Определение этапа Find:	95
4.13.2	Определение этапа Trigger on:	96
4.13.3	Определение дополнительного этапа Reset on:	97
4.13.4	Регулировка уровня запуска	98
4.14	Применение запуска по сигналам SPI	99
4.14.1	Назначение канала-источника сигналов синхронизации, данных и кадров	100
4.14.2	Установка количества битов в строке последовательных данных и значений этих битов данных	101
4.14.3	Переустановка всех битов в строке последовательных данных на одно значение	102
4.15	Применение телевизионного (TV) запуска	102
4.15.1	Примеры реализации TV запуска	104
4.15.2	Запуск по определенной строке видеосигнала	105
4.15.3	Запуск по всем синхроимпульсам	106
4.15.4	Запуск по определенному полю видеосигнала	107
4.15.5	Запуск по всем полям видеосигнала	108
4.15.6	Запуск по нечетным или четным полям	108
4.16	Применение запуска по сигналам UART/RS232	110
4.17	Применение запуска по сигналам USB	113
4.18	Выходной соединитель запуска (TRIG OUT)	114
4.18.1	Сигнал Triggers	114
4.18.2	Сигнал Source frequency	114
4.18.3	Сигнал Source frequency/8	114
5	Выполнение измерений	115
5.1	Применение режима отображения XY	115
5.2	Математические функции	118
5.2.1	Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций	119
5.2.2	Умножение	120
5.2.3	Вычитание	121
5.2.4	Дифференцирование	122
5.2.5	Интегрирование	123
5.2.6	Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)	125
5.2.7	Выполнение измерений FFT	126
5.2.8	Вычисление квадратного корня	129
5.3	Курсорные измерения	130
5.3.1	Выполнение курсорных измерений	130
5.3.2	Примеры курсорных измерений	132
5.4	Автоматические измерения	134
5.4.1	Выполнение автоматических измерений	134
5.4.2	Установка измерительных порогов	135
5.4.3	Измерения временных параметров	136
5.4.4	Измерения задержки и фазы	139
5.4.5	Измерения напряжения	141
5.4.6	Измерение выбросов перед фронтом и на фронте импульса	144

6	Отображение данных	146
6.1	Функции панорамирования и изменение масштаба изображения	146
6.1.1	Панорамирование и изменение масштаба изображения осциллограмм	146
6.1.2	Установка опорной точки для растяжки осциллограммы	147
6.2	Устранение наложения спектров	147
6.3	Применение видеовыхода XGA	147
6.4	Настройки экрана	147
6.4.1	Бесконечное послесвечение	147
6.4.2	Яркость масштабной сетки	148
6.4.3	Векторы (соединение точек)	148
6.5	Регулирование яркости для наблюдения подробностей формы сигнала	149
6.6	Режимы сбора данных	150
6.6.1	Особенности сбора данных при медленной развертке	150
6.6.2	Выбор режима сбора данных	150
6.6.3	Нормальный режим	150
6.6.4	Режим пикового детектирования	150
6.6.5	Режим высокого разрешения	151
6.6.6	Режим усреднения	151
6.6.7	Опция дискретизации в реальном масштабе времени	152
6.7	Применение последовательного декодирования	153
6.7.1	Декодирование данных I ² C	154
6.7.2	Декодирование данных SPI	156
6.7.3	Декодирование данных CAN	159
6.7.4	Сумматор CAN	162
6.7.5	Декодирование данных LIN	163
6.7.6	Декодирование данных FlexRay	166
6.7.7	Сумматор FlexRay	169
6.7.8	Декодирование данных UART/RS232	170
6.7.9	Сумматор UART/RS232	173
6.8	Снижение случайных шумов в сигнале	174
6.8.1	Подавление высоких частот	174
6.8.2	Подавление низких частот	174
6.8.3	Подавление шумов	174
6.9	Регистрация выбросов и коротких импульсов с применением пикового детектирования и бесконечного послесвечения	175
6.9.1	Применение режима пикового детектирования для обнаружения выбросов	176
6.10	Как действует автоматическое масштабирование (AutoScale)	176
6.10.1	Отмена автоматического масштабирования	176
6.10.2	Выбор каналов, отображаемых после автоматического масштабирования	177
6.10.3	Сохранение режима сбора данных при автоматическом масштабировании	177
7	Печать и сохранение данных	178
7.1	Вывод на печать содержания экрана осциллографа	178
7.1.1	Опции печати	178
7.1.2	Выбор опций печати	178
7.1.3	Палитра (Palette)	179
7.1.4	Поддерживаемые принтеры	179
7.2	Сохранение осциллографических данных	179
7.2.1	Выбор места сохранения данных	180
7.2.2	Выбор имени файла	181

7.2.3	Сохранение осциллограмм и параметров настройки осциллографа	181
7.2.4	Файлы экранного изображения и данных осциллограмм	181
7.2.5	Сохранение параметров настройки осциллографа	182
7.2.6	Сохранение осциллограмм и/или параметров настройки на накопителе USB	183
7.2.7	Сохранение осциллограмм и/или параметров настройки во внутренней памяти осциллографа	183
7.2.8	Вызов осциллограмм и/или параметров настройки осциллографа	183
7.2.9	Файловый обозреватель (File Explorer)	184
7.2.10	Применение файлового обозревателя	185
8	Справочная информация	186
8.1	Модернизация осциллографа до уровня MSO	186
8.2	Обновление программного и микропрограммного обеспечения	186
8.3	Опция режима защиты конфиденциальных данных	186
8.4	Настройка порта ввода-вывода	186
8.5	Применение сигнала опорной частоты 10 МГц	187
8.5.1	Точность опорной частоты и частотомера	187
8.5.2	Подача внешнего сигнала опорной частоты	187
8.5.3	Работа осциллографа с внешним сигналом опорной частоты	187
8.5.4	Синхронизация развертки двух или нескольких приборов	188
8.6	Проверка гарантийного статуса и дополнительного обслуживания	188
8.7	Возврат прибора для технического обслуживания или ремонта	188
8.8	Очистка осциллографа от загрязнений	189
8.9	Верность воспроизведения сигналов в цифровых каналах – импеданс и заземление пробника	189
8.9.1	Входной импеданс	189
8.9.2	Заземление пробника	190
8.9.3	Рекомендации по оптимальному применению пробников	191
8.10	Замена проводов цифрового пробника	192
8.11	Двоичные данные (.bin)	192
8.11.1	Двоичные данные в программе MATLAB	192
8.11.2	Формат заголовков двоичных данных	193
8.11.3	Пример программы для считывания двоичных данных	194
8.11.4	Примеры двоичных файлов	195
8.12	Минимальные и максимальные значения в файлах CSV	196
9	Питание и условия эксплуатации	197
9.1	Требования к питанию	197
9.2	Категории измерений	197
9.2.1	Определения категорий измерений	197
9.2.2	Стойкость к броскам напряжения	197
9.3	Условия эксплуатации	198
9.4	Технические характеристики	198
9.5	Комментарии	198
	Алфавитный указатель	199

Введение

В данном Руководстве для пользователя описано применение осциллографов серии InfiniiVision 7000. Эта информация изложена в следующих главах.

1 Подготовка прибора к работе

Распаковка и установка осциллографа, использование встроенной справочной системы **Quick Help**.

2 Органы управления на передней панели

Описание органов управления на передней панели.

3 Наблюдение и измерение цифровых сигналов

Описано присоединение и использование цифровых каналов у осциллографа смешанных сигналов (MSO).

4 Запуск осциллографа

Режимы запуска, характер связи в тракте запуска, подавление шумов, внешний запуск и др. Запуск по фронту сигнала (Edge), по длительности импульса и по кодовой комбинации (Pattern). Режимы запуска по сигналам CAN, по длительности кодовой комбинации (Duration), FlexRay, I²C, запуск по N-му фронту импульсного пакета, по сигналам LIN, по последовательности событий (Sequence), SPI, TV/video и USB.

5 Выполнение измерений

Режим XY, быстрое преобразование Фурье (FFT), математические функции, курсорные измерения, автоматические измерения.

6 Отображение данных

Применение функций панорамирования и изменения масштаба изображения. Выбор режима сбора данных: нормальный, усреднение, пиковое детектирование или высокое разрешение (сглаживание). Применение режима реального времени, последовательного декодирования, подавления шумов, регистрации выбросов и коротких импульсов, а также функции автоматического масштабирования (AutoScale).

7 Печать и сохранение данных

Распечатка осциллограмм, сохранение наборов параметров и данных, применение файлового обозревателя (File Explorer).

8 Справочная информация

Модернизация до уровня осциллографа смешанных сигналов (MSO), обновление программного обеспечения, входы и выходы, синхронизация приборов с помощью опорного сигнала тактовой частоты 10 МГц, очистка осциллографа от загрязнений, гарантийный статус, работа с источниками цифровых сигналов и др.

9 Питание и условия эксплуатации

Требования к электропитанию, условия эксплуатации и ссылки на техническую документацию, в которой описаны технические характеристики прибора.

Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 обладают широкими возможностями и высокими техническими характеристиками:

- Модели с полосой пропускания 100 МГц, 350 МГц, 500 МГц и 1 ГГц.
- Частота дискретизации до 4 ГГц.
- Разносторонние возможности запуска, включая запуск по аналоговым сигналам телевидения высокой четкости (HDTV), а также по сигналам I²C, SPI, LIN, CAN, FlexRay и USB.
- Порты USB и LAN обеспечивают печать, сохранение и совместное использование данных.
- Двухканальные и четырехканальные модели цифровых запоминающих осциллографов (DSO).
- Модели осциллографов смешанных сигналов (MSO): 2+16 каналов и 4+16 каналов.
- Дисплей XGA размером 12,1".
- Осциллограф MSO позволяет вам налаживать аналого-цифровые устройства, предоставляя в ваше распоряжение одновременно до четырех аналоговых каналов и 16 строго коррелированных цифровых сигналов.
- Вы можете без затруднений модернизировать осциллограф серии InfiniiVision 7000 с уровня DSO до уровня MSO.
- Вы можете без затруднений дополнить осциллограф функциями декодирования сигналов SPI и I²C, запуска и декодирования сигналов CAN и LIN, FlexRay, RS232/UART и/или динамическим пробником программируемых пользователем логических микросхем (ПЛИС).

Осциллографы серии InfiniiVision 7000 реализуют технологию MegaZoom III:

- Глубокая память с быстрой реакцией
- Цветной дисплей с высоким разрешением
- Самый крупный дисплей в своем классе
- Высокая частота обновления осциллограмм

За дополнительной информацией в отношении осциллографов серии InfiniiVision обращайтесь по адресу www.agilent.com/find/7000.

Таблица 1 Модели осциллографов и некоторые технические данные

Полоса пропускания	100 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Максимальная частота дискретизации	2 ГГц	2 ГГц	4 ГГц	4 ГГц
MSO 2 канала + 16 логических каналов	MSO7012A	MSO7032A	MSO7052A	
MSO 4 канала + 16 логических каналов	MSO7014A	MSO7034A	MSO7054A	MSO7104A
DSO двухканальный	DSO7012A	DSO7032A	DSO7052A	
DSO четырехканальный	DSO7014A	DSO7034A	DSO7054A	DSO7104A

Таблица 2 Опция режима защиты конфиденциальных данных

Опция	Описание
Режим защиты конфиденциальных данных: Реализуется только в приборе, поставляемом с завода	Заказать опцию SEC. Эта опция устанавливается на заводе

Таблица 3 Опция калибровки

Опция	Заказ
A6J	Калибровка согласно стандарту ANSI Z540

Ниже перечислены опции модернизации, которые вы можете установить самостоятельно, без передачи осциллографа в сервисный центр. Эти опции лицензированы.

Таблица 4 Опции модернизации

Лицензированная опция	Заказ
Осциллограф смешанных сигналов (MSO)	Заказать N2735, N2736A или N2737A (см. Бюллетень технических данных). Вы можете легко установить эту опцию самостоятельно. С лицензией MSO прилагается комплект логических кабелей.
Опция последовательного декодирования 12C/SPI (только для четырехканальных моделей или моделей с конфигурацией 4+16 каналов)	Заказать N5423A после приобретения (опция LSS в момент приобретения). Вы можете легко установить эту опцию самостоятельно.
Система запуска и декодирования сигналов автомобильного стандарта CAN/LIN (только для четырехканальных моделей или моделей с конфигурацией 4+16 каналов)	Заказать N5424A после приобретения (опция AMS в момент приобретения). Вы можете легко установить эту опцию самостоятельно.
Запуск и декодирование сигналов FlexRay (только для четырехканальных моделей или моделей с конфигурацией 4+16 каналов)	Заказать опцию N5432A запуска и декодирования сигналов FlexRay.
Динамический пробник N5406A для ПЛИС компании Xilinx	N5406A с опцией 001 (лицензия, связанная с осциллографом) или с опцией 002 (лицензия, связанная с компьютером). Программное обеспечение устанавливается на внешний компьютер.
Динамический пробник N5434A для ПЛИС компании Altera	N5434A с опцией 001 (лицензия, связанная с осциллографом) или с опцией 002 (лицензия, связанная с компьютером). Программное обеспечение устанавливается на внешний компьютер.

Технические характеристики

Посетите сайт www.agilent.com/find/7000, чтобы посмотреть Бюллетень технических данных (проспект), который содержит полный перечень технических характеристик осциллографа.

Встроенная справочная система Quick Help

Осциллограф снабжен встроенной справочной системой Quick Help. Указания по использованию этой справочной системы приведены в разделе 1.14.

Цифровые каналы

Поскольку все осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 имеют аналоговые каналы, то связанная с аналоговыми каналами информация в данном Руководстве относится ко всем осциллографам. Вся информация, касающаяся цифровых каналов, относится только к осциллографам смешанных сигналов (MSO) или к моделям цифровых запоминающих осциллографов (DSO), модернизированным до уровня MSO.

Запись последовательности нажатия клавиш

В тексте данного Руководства применяется сокращенная запись последовательности нажатия клавиш такого рода:

клавиша 1 → клавиша 2 → клавиша 3

Это означает, что следует нажать клавишу 1, затем клавишу 2, затем клавишу 3. При этом подразумеваются как клавиши на передней панели, так и функциональные клавиши, расположенные под экраном осциллографа.

1 Подготовка осциллографа к работе

Для подготовки прибора к работе следует выполнить следующие мероприятия:

- ☒ Распаковать осциллограф и проверить комплектность поставки.
- ☒ Установить осциллограф с удобным для наблюдения наклоном.
- ☒ Подключить осциллограф к электросети.
- ☒ Присоединить пробники к осциллографу.
- ☒ Проверить общее функционирование осциллографа и скорректировать переходные характеристики пробников.

1.1 Проверка комплектности поставки

- ☒ Обследуйте транспортную тару на предмет выявления возможных повреждений.
В случае обнаружения таковых 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 серии InfiniiVision 7000
 - Крышка передней панели
 - Сетевой шнур (см. таблицу 6 на стр. 17)
 - Осциллографические пробники
 - Два пробника для двухканальных моделей
 - Четыре пробника для четырехканальных моделей
 - Пробники 10073C или 1165A
 - Техническая документация
 - Руководство для пользователя (документ на бумаге)
 - CD-ROM, содержащий следующую документацию:
 - ⇒ Сервисное руководство (Service Guide)
 - ⇒ Краткое начальное руководство для программиста (Programmer's Quick Start Guide)
 - ⇒ Справочное руководство для программиста (Programmer's Reference Guide)
 - CD-ROM с программой Automation-Ready
 - Модели MSO: комплект цифрового пробника (54620-68701)

Встроенная справочная система Quick Help

Осциллограф снабжен встроенной справочной системой Quick Help. Указания по использованию этой справочной системы приведены в разделе 1.14.

Цифровые каналы

Поскольку все осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 имеют аналоговые каналы, то связанная с аналоговыми каналами информация в данном Руководстве относится ко всем осциллографам. Вся информация, касающаяся цифровых каналов, относится только к осциллографам смешанных сигналов (MSO) или к моделям цифровых запоминающих осциллографов (DSO), модернизированным до уровня MSO.

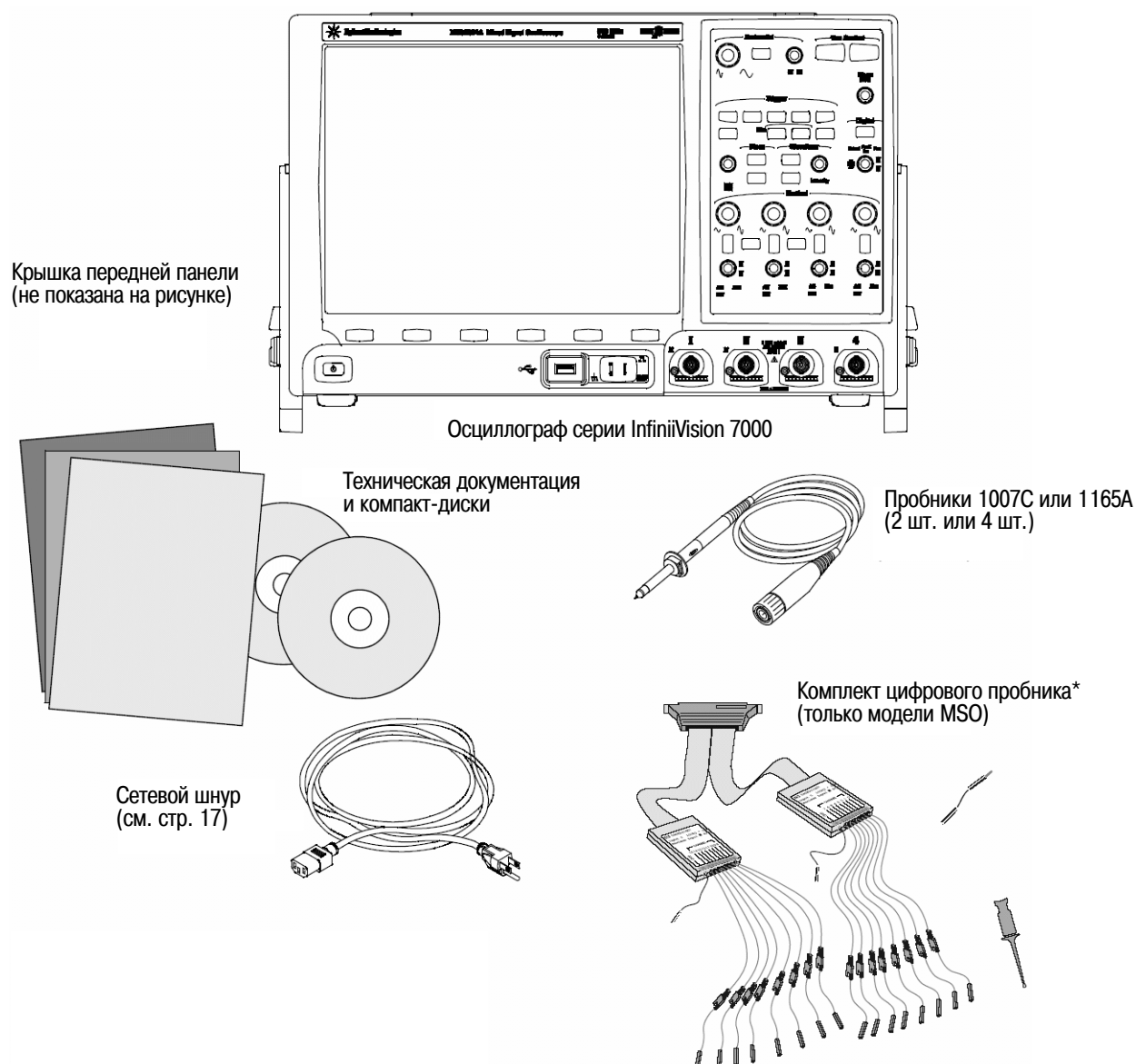


Рис. 1 Содержание комплекта поставки осциллографов серии InfiniiVision 7000

* Комплект цифрового пробника содержит:

54620-61801	16-канальный кабель (1 шт.)
5959-9334	"Земляные" провода пробника (5 шт.)
5090-4833	Контактный захват (20 шт.)

Список запасных частей для цифрового пробника приведен на стр. 192.

Таблица 5 Выпускаемые принадлежности

Модель	Описание
N2918A	Комплект для оценки осциллографов серий 6000 и 7000
N2732A	Комплект для монтажа осциллографа серии 7000 в стойку
54913-44101	Крышка передней панели
N2733A	Сумка для переноски
N2734A	Чемоданчик для перевозки
N2605A-097	Кабель USB
54620-68701	Комплект цифрового пробника (стандартный элемент оснащения моделей MSO)
01650-61607	Логический кабель и концевое оформление кабеля (применение с 40-контактными принадлежностями логического анализатора)
10070C	Пассивный пробник 1:1, 20 МГц, 1,5 м
10074C	Пассивный пробник 10:1, 150 МГц, 1,5 м
10073C	Пассивный пробник 10:1, 500 МГц, 1,5 м
1165A	Пассивный пробник 10:1, 600 МГц, 1,5 м
10076A	Пассивный пробник 100:1, 4 кВ, 250 МГц
N2771A	Пассивный пробник 1000:1, 30 кВ, 50 МГц
1156A	Активный пробник, 1,5 ГГц, интерфейс AutoProbe
1144A	Активный пробник, 800 МГц (требуется блока питания 1142A)
1145A ¹⁾	Активный пробник, 750 МГц, двухканальный (требуется блока питания 1142A)
1130A ¹⁾	Для активных дифференциальных пробников: усилитель InfiniiMax 1,5 ГГц с интерфейсом AutoProbe (требуется одна или несколько головок пробника InfiniiMax – E2675A, E2668A, E2669A).
N2772A	Активный дифференциальный пробник, 20 МГц, макс. 1,2 кВ (постоянное напряжение + пиковое значение переменного напряжения); требуется блок питания N2773A
1141A	Активный дифференциальный пробник, 200 МГц, макс. 200 В (постоянное напряжение + пиковое значение переменного напряжения); требуется блок питания 1142A
1146A	Токовый пробник, 100 кГц, 100 А, переменный и постоянный ток
1147A ¹⁾	Токовый пробник, 50 МГц, 30 А, переменный и постоянный ток, с интерфейсом AutoProbe
N2780A	Токовый пробник, 2 МГц, 500 А, переменный и постоянный ток (применяется с блоком питания N2779A)
N2781A	Токовый пробник, 10 МГц, 150 А, переменный и постоянный ток (применяется с блоком питания N2779A)
N2782A	Токовый пробник, 50 МГц, 30 А, переменный и постоянный ток (применяется с блоком питания N2779A)
N2783A	Токовый пробник, 100 МГц, 30 А, переменный и постоянный ток (применяется с блоком питания N2779A)
10072A	Комплект принадлежностей для подключения пробника к микросхемам с малым шагом выводов
10075A	Комплект зажимов-клипс для микросхем с шагом выводов 0,5 мм
10076A	Пробник 100:1, 4 кВ, 250 МГц
E2613B	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,5 мм, на 3 вывода (2 шт.)
E2614A	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,5 мм, на 8 выводов (1 шт.)

Таблица 5 Выпускаемые принадлежности (продолжение)

Модель	Описание
E2615B	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,65 мм, на 3 вывода (2 шт.)
E2616A	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,65 мм, на 8 выводов (1 шт.)
E2643A	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,5 мм, на 16 вывода (1 шт.)
E2644A	Адаптер пробников Wedge для микросхем с шагом выводов 0,65 мм, на 16 вывода (1 шт.)

¹⁾ К каждому осциллографу можно присоединить не более двух пробников этих моделей ввиду ограниченного тока питания интерфейса AutoProbe. См. также разделы 1.12 и 1.13.

Вы можете найти информацию об этих принадлежностях на сайте www.agilent.com или www.parts.agilent.com.

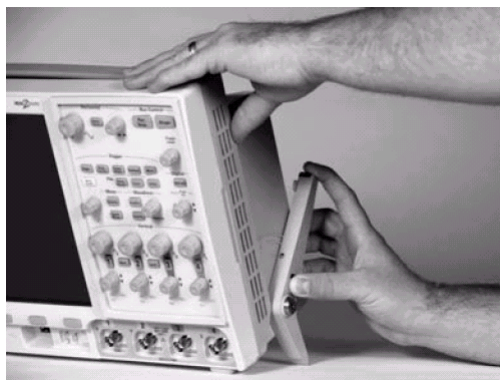
Информацию о других пробниках и принадлежностях вы можете найти на сайте www.agilent.com в документах "5989-6162EN Probes and Accessories Selection Guide" и "5968-8153EN 5000 and 6000 Series Oscilloscope Probes and Accessories data sheet".

1.2 Установка осциллографа с наклоном

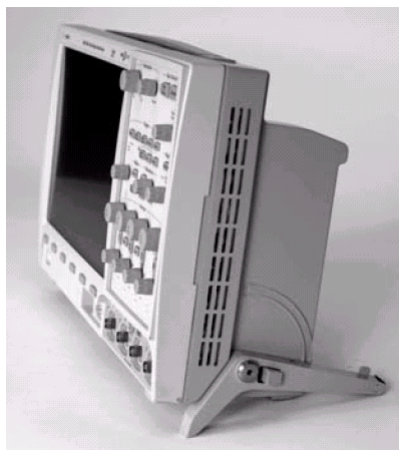
Чтобы установить осциллограф с наклоном для удобства наблюдения, можно воспользоваться его опорными ножками.

Как выдвинуть опорные ножки

1. Наклоните осциллограф вперед. Поверните опорную ножку вниз и в направлении задней части осциллографа. Ножка фиксируется в определенном положении.



2. Повторите эту операцию с другой опорной ножкой.
3. Отклоните осциллограф назад, чтобы он надежно опирался на ножки.



Как убрать опорные ножки

1. Наклоните осциллограф вперед. Нажмите кнопку освобождения опорной ножки и поверните ножку вверх и в направлении передней части осциллографа.
2. Повторите эту операцию с другой опорной ножкой.

1.3 Монтаж осциллографа в стойку

Осциллографы серии InfiniiVision 7000 можно устанавливать в стандартных 19-дюймовых шкафах-стойках EIA (Electronic Industries Association). Для этого следует приобрести и смонтировать комплект для монтажа в стойку N2732A. Инструкции прилагаются к комплекту.

1.4 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 боков осциллографа и отводится наружу через отверстия в задней панели. Следите за тем, чтобы эти области не были загорожены.

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.

1.5 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.

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 (см. таблицу 6 на следующей странице). См. также раздел 9.1.

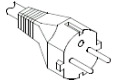
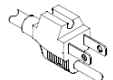
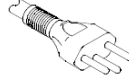
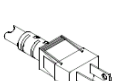
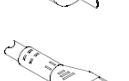
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

2. 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.

Таблица 6 Сетевые шнуры

Тип вилки	Номер для заказа сетевого шнура	Номер опции	Страна (регион)
	8121-1579	900	Великобритания
	8121-1581	901	Австралия
	8121-1580	902	Европа
	8121-1609	903	Соединенные Штаты Америки
	8121-1602	906	Швейцария
	8121-1601	912	Дания
	8121-1604	917	Индия
	8121-1603	918	Япония
	8121-1662	919	Израиль
	8121-1599	920	Аргентина
	8121-1600	921	Чили
	8121-1606	922	Китай
	8120-0674	927	Таиланд
	8121-1641	923	Южная Африка
	8121-1613	930	Бразилия
	8121-1637	931	Тайвань
	8121-1633	932	Камбоджа

1.6 Интерфейс дистанционного управления

Со всеми осциллографами серии InfiniiVision 7000 можно взаимодействовать с помощью клавиш на передней панели либо через порт локальной сети (LAN) или USB.

Прилагаемый к осциллографу компакт-диск *Automation Ready* содержит программу соединения, предназначенную для обеспечения связи через эти интерфейсы. Указания по установке этой программы на компьютер содержатся на том же компакт-диске.

Команды дистанционного управления можно подавать через LAN или USB. Эти команды обычно используются, когда осциллограф находится под программным управлением для автоматизированных измерений и сбора данных. Информация по управлению осциллографом дистанционными командами содержится в *Кратком начальном руководстве для программиста (Programmer's Quick Start Guide)*, которое включено в состав документации на прилагаемом к осциллографу компакт-диске. К этому документу возможен также онлайн-доступ по адресу: www.agilent.com/find/7000manual.

Все осциллографы серии InfiniiVision 7000 содержат встроенный Web-сервер. С помощью Web-браузера вы можете производить настройки измерений, наблюдать осциллограммы, регистрировать изображения на экране и дистанционно управлять осциллографом.

Подробная информация о возможностях соединений через интерфейсы

За подробной информацией о возможностях соединений через интерфейсы обращайтесь к документу *Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide*. Чтобы получить электронную копию этого документа, которую можно распечатать, обращайтесь на сайт www.agilent.com и найдите Connectivity Guide.

1.6.1 Как установить соединение LAN

1. В первую очередь присоедините к локальной сети (LAN) компьютер-контроллер, если он еще не присоединен.
2. Получите у своего сетевого администратора сетевые параметры осциллографа – имя главного устройства (hostname), доменное имя, IP-адрес, маску подсети, IP межсетевого интерфейса, DNS IP и т.п.
3. Чтобы присоединить осциллограф к локальной сети (LAN), вставьте соединитель кабеля LAN в порт "LAN" на задней панели осциллографа.
4. Чтобы задействовать интерфейс контроллера на осциллографе:
 - а) Нажмите клавишу **Utility**.
 - б) Нажмите функциональные клавиши **I/O** и **Control**.
 - в) С помощью ручки "Entry" выберите "LAN", затем снова нажмите функциональную клавишу **Control**.
5. Сконфигурируйте интерфейс LAN осциллографа:
 - а) Нажимайте функциональную клавишу **Configure**, пока не будет выделен пункт "LAN".
 - б) Нажмите функциональную клавишу **LAN Settings**.
 - в) Нажмите функциональную клавишу **Addresses**. С помощью функциональной клавиши **IP Options** и ручки Entry выберите DHCP, AutoIP или netBIOS. С помощью функциональной клавиши **Modify** (и других функциональных клавиш с ручкой Entry) введите значения IP Address, Subnet Mask, Gateway IP и DNS IP. В заключение нажмите функциональную клавишу возврата [$\uparrow$].
 - г) Нажмите функциональную клавишу **Domain**. С помощью функциональной клавиши **Modify** (и других функциональных клавиш с ручкой Entry) введите имя Host и имя Domain. В заключение нажмите функциональную клавишу возврата [$\uparrow$].

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 подразделе 1.7.2.

ПРИМЕЧАНИЕ

Соединение между осциллографом и локальной сетью прерывается всякий раз, когда вы изменяете имя главного устройства (hostname). Тогда вы должны заново установить связь с осциллографом с использованием нового имени главного устройства.

За дополнительной информацией о возможностях соединений осциллографа обращайтесь к документу *Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide*. Чтобы получить электронную копию этого документа, которую можно распечатать, зайдите на сайт www.agilent.com и найдите Connectivity Guide.

1.6.2 Как установить двухточечное соединение LAN

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. Инсталлируйте набор программ Agilent I/O Libraries Suite с компакт-диска, который прилагается к осциллографу. Если у вас почему-то нет этого CD, вы можете загрузить этот набор с интернет-страницы www.agilent.com/find/iolib.
2. Присоедините компьютер к осциллографу с помощью кроссоверного кабеля LAN (номер для заказа 5062-0701) – см. данные на сайте www.parts.agilent.com.
3. Включите питание осциллографа. Подождите, пока не установится конфигурация соединения LAN:
 - Нажмите **Utility** → **I/O** и подождите, пока не появится индикация состояния LAN "configured". Это может занять несколько минут.
4. Запустите приложение Agilent Connection Expert из группы программ Agilent I/O Libraries Suite.
5. Когда на экране появится приложение Agilent Connection Expert, выберите пункт **Refresh All**.
6. Нажмите правую кнопку мыши на пункте **LAN** и выберите пункт **Add Instrument**.
7. В окне Add Instrument должна быть выделена строка LAN. Выберите **OK**.
8. В окне LAN Instrument выберите пункт **Find Instruments...**
9. В секции Search for instruments окна LAN должны быть помечены "галочками" пункты **LAN** и **Look up hostnames**.
10. Выберите клавишу **Find Now**.

Примечание: Процесс поиска прибора может продолжаться до трех минут. Если прибор не будет обнаружен с первого раза, подождите около минуты и повторите попытку.

11. Когда будет найден прибор, нажмите **OK** и еще раз **OK**, чтобы закрыть окно Add Instruments.

На этом завершается процедура установления соединения. Теперь можно пользоваться сетевым интерфейсом прибора.

1.7 Применение Web-интерфейса

Все осциллографы серии InfiniiVision 7000 оборудованы встроенным Web-сервером. Когда вы присоединяете осциллограф с использованием компьютера и Web-браузера, то вы можете:

- Управлять осциллографом с помощью функции Remote Front Panel.
- Активизировать функцию Identify (см. подраздел 1.7.4) для идентификации определенного прибора по миганию световых индикаторов на передней панели.
- Просматривать информацию об осциллографе – номер модели, серийный номер, IP-адрес и строку соединения VISA (адрес).
- Просматривать информацию о версии микропрограммного обеспечения и загружать в осциллограф новую микропрограммную версию.
- Просматривать и изменять сетевую конфигурацию осциллографа и информацию о его состоянии.

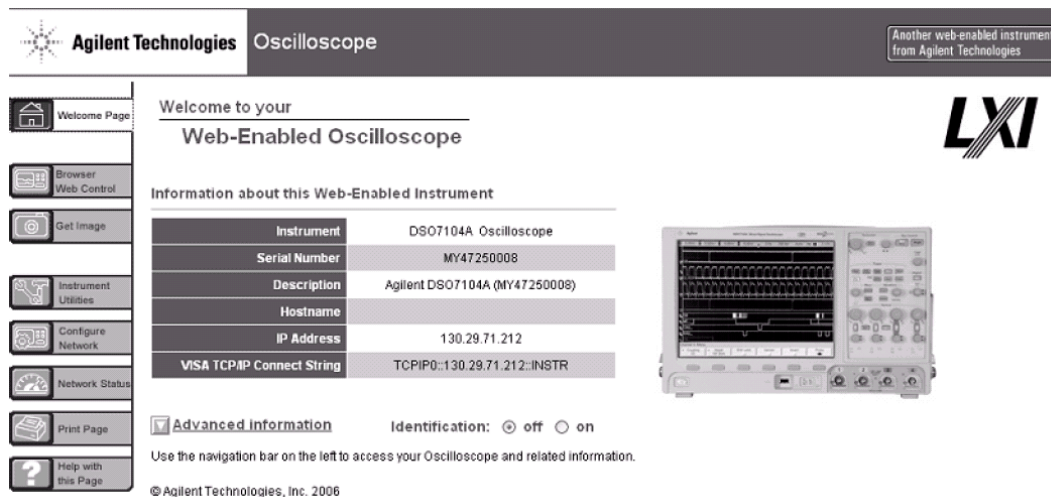
1.7.1 Управление осциллографом с помощью Web-браузера

Встроенный Web-сервер обеспечивает связь и управление через Web-браузер, способный работать с языком Java™. Это дает возможность дистанционной настройки измерений, регистрации экранных изображений, а также дистанционного управления осциллографом. Кроме того, через локальную сеть могут передаваться команды SCPI (стандартные команды для программируемого измерительного оборудования).

Для связи с осциллографом и для дистанционного управления осциллографом рекомендуется применять Web-браузер Microsoft Internet Explorer 6. Могут работать и другие Web-браузеры, однако не гарантируется их работа с осциллографом. Web-браузер должен быть задействован для работы с языком Java с помощью программного модуля Sun Microsystems Java™.

Работа с осциллографом с применением Web-браузера

1. Присоедините осциллограф к локальной сети (см. стр. 18) или установите двухточечное соединение (см. стр. 19). Можно применять двухточечное соединение, однако предпочтительным способом является применение локальной сети.
2. Введите в Web-браузере имя главного устройства (hostname) или IP-адрес осциллографа.
3. 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).



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 с дистанционной передней панели.

4. Для управления осциллографом пользуйтесь главным меню и функциональными клавишами. Чтобы вызвать оперативную справку (Quick Help), нажмите правую кнопку мыши на любой функциональной клавише.

1.7.2 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. На странице Welcome выберите закладку Configure Network.
2. Нажмите кнопку Modify Configuration.

Agilent Technologies Oscilloscope

Текущая сетевая конфигурация

Пункт 1 → **Configure Network**

Modify Configuration ← Пункт 2

Parameter	Currently in use
Configuration mode	DHCP
Dynamic DNS	OFF
NetBIOS	OFF
IP Address	192.168.0.4
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.0.1
DHCP Server	192.168.0.1
DNS Server	130.29.64.128, 192.168.0.1, 205.171.3.65
Hostname	
Domain	
LAN KeepAlive Timeout	1800
Media Sense	ON
GPIB Control	ON
GPIB Address	7
USB Control	ON
LAN Control	OFF

3. Введите свой пароль, затем нажмите кнопку **Apply Changes**.

Undo Changes Factory Defaults Apply Changes

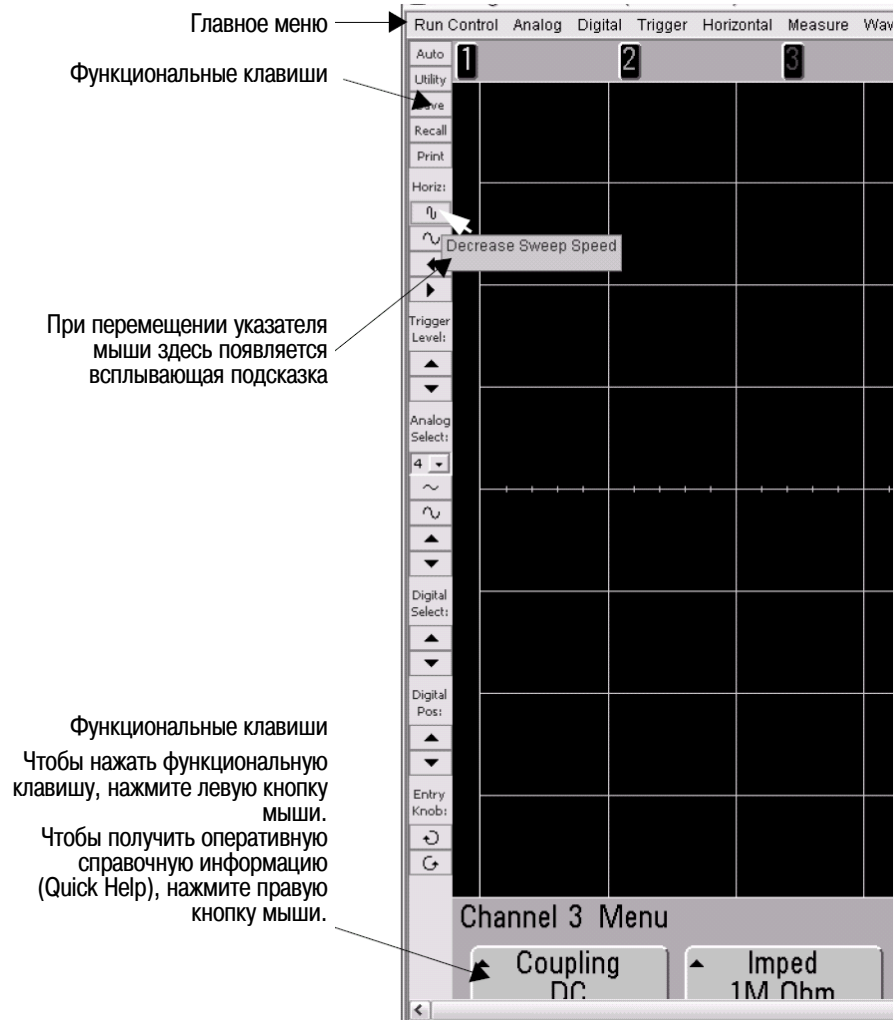
Parameter	Configured Value	Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:		
DHCP	ON	☐ OFF ☒ ON
Automatic IP	OFF	☒ OFF ☐ ON
Manual	ON	☐ OFF ☒ ON
IP Settings to use in manual mode:		
IP Address	130.29.65.165	130.29.65.165
Subnet Mask	255.255.248.0	255.255.248.0
Default Gateway	130.29.64.1	130.29.64.1
Domain name and name service settings:		
DNS Server	130.29.64.128	130.29.64.128
Hostname	DSO7104A	DSO7104A
Domain	cos.agilent.com	cos.agilent.com
Dynamic DNS	OFF	☐ OFF ☐ ON
NetBIOS	OFF	☒ OFF ☐ ON
Other settings:		
KeepAlive Timeout (sec)	1800	1800
Description	Agilent DSO7104A (MY47250008)	Agilent DSO7104A (MY47250008)
Password		← Пункт 3
GPIO Control	ON	☐ OFF ☒ ON
GPIO Address	7	7
USB Control	ON	☐ OFF ☒ ON
LAN Control	OFF	☒ OFF ☐ ON

При обращении к осциллографу, который защищен паролем, именем пользователя является IP-адрес осциллографа.

Отмена пароля

Существует два способа отмены пароля:

- С помощью клавиш на передней панели осциллографа – нажать **Utility** → **I/O** → **LAN Reset**.
или
- С помощью Web-браузера – выбрать закладку **Configure Network**, нажать кнопку **Modify Configuration**, стереть пароль и нажать кнопку **Apply Changes**.



1.7.3 Разрешение монитора и прокрутка изображения

Когда монитор удаленного компьютера имеет разрешение 1024 x 768 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 свыше 1024 x 768.

1.7.4 Функция идентификации

Поставьте метку у кнопки-переключателя **on** в пункте Identification на странице Welcome осциллографа. Появляется сообщение "Identify"; вы можете либо выбрать Identification **off**, либо нажать функциональную клавишу осциллографа **OK** для продолжения. Эта функция полезна для нахождения определенного прибора в стойке с оборудованием.



1.7.5 Вывод на печать дисплея осциллографа с Web-браузера

Чтобы напечатать изображение на экране осциллографа с Web-браузера, действуйте следующим образом:

1. Установите соединение с осциллографом, как описано выше в этой главе, и перейдите к странице Welcome осциллографа.
2. Выберите в левой части экрана закладку **Get Image**. Через несколько секунд появится изображение экрана осциллографа.
3. Поместите указатель мыши на это изображение, нажмите правую кнопку мыши и выберите пункт **"Save Picture As..."**.
4. Выберите место сохранения графического файла и нажмите кнопку **Save**.

За дополнительной информацией о возможностях соединений осциллографа обращайтесь к документу *Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide*. Чтобы получить электронную копию этого документа, которую можно распечатать, обращайтесь на сайт www.agilent.com и найдите Connectivity Guide.

1.8 Присоединение осциллографических пробников

Импеданс аналоговых входов осциллографа можно установить равным 50 Ом или 1 МОм. Импеданс 50 Ом согласуется с 50-омными кабелями и некоторыми активными пробниками, которые обычно применяются при высокочастотных измерениях. Согласование импедансов обеспечивает наиболее точные измерения благодаря минимизации отражений в сигнальном тракте. Импеданс 1 МОм обычно требуется при работе с многими пассивными пробниками.

1. Присоедините прилагаемый к осциллографу 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

Предельно допустимое значение переменного напряжения на входе BNC в режиме 50 Ом составляет 5 В (эффективное значение). При появлении на входе напряжения свыше 5 В_{эфф} в режиме 50 Ом срабатывает защита входа и отключается нагрузка 50 Ом. Тем не менее это не исключает возможность повреждения входных цепей (в зависимости от динамики сигнала). Защита 50-омного входа действует только тогда, когда осциллограф включен.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



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

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ



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

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:

Категория I: 300 В_{эфф}, 400 В_{пик}; броски напряжения 1,6 кВ_{пик}

Категория II: 100 В_{эфф}, 400 В_{пик}

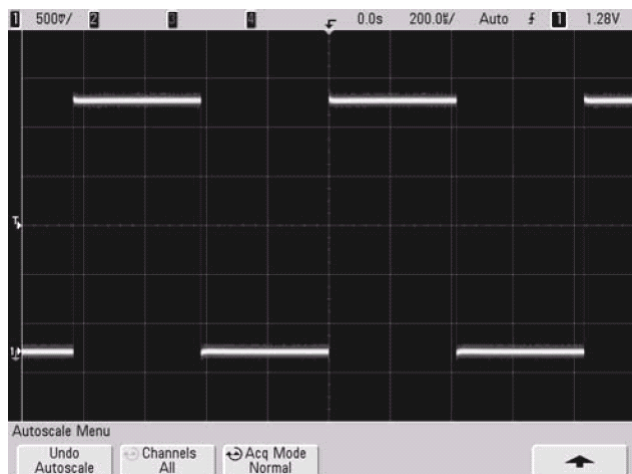
С пробником 10:1 10073С или 10074С:

Категория I: 500 В_{пик}

Категория II: 400 В_{пик}

1.9 Проверка работоспособности осциллографа

1. Нажмите клавишу **Save/Recall** на передней панели, затем нажмите функциональную клавишу **default Setup**. (Функциональные клавиши расположены под дисплеем на передней панели). Тем самым устанавливается принятая по умолчанию конфигурация осциллографа.
2. Присоедините пробник осциллографа от канала 1 к сигнальному соединителю **Probe Comp** на передней панели.
3. Присоедините "земляной" провод пробника к гнезду заземления, которое находится рядом с соединителем **Probe Comp**.
4. Нажмите клавишу **AutoScale**.
5. На экране должна появиться осциллограмма, аналогичная той, что показана ниже:



Если форма наблюдаемого вами сигнала отличается от идеально прямоугольной, то следует выполнить описанную ниже процедуру коррекции переходной характеристики пробника. Если на экране не появится осциллограмма, проверьте адекватность сетевого напряжения, правильность подключения питания, а также правильность присоединения пробника к сигнальному входу BNC и соединителю Probe Comp.

1.10 Коррекция переходных характеристик пробников

Коррекцию переходных характеристик пробников вашего осциллографа следует выполнить для согласования их характеристик с каналами осциллографа и для снижения погрешности измерений.

1. Выполните описанную выше процедуру проверки работоспособности осциллографа.
2. С помощью диэлектрической отвертки отрегулируйте подстроечный конденсатор на пробнике для получения идеально прямоугольной осциллограммы. Этот подстроечный конденсатор находится на соединителе BNC пробника.

Идеальная коррекция



Избыточная коррекция



Недостаточная коррекция



3. Присоедините пробники ко всем остальным каналам осциллографа и повторите эту процедуру для каждого канала. Это согласует каждый пробник с каждым каналом.

Процедура коррекции переходных характеристик пробников является основным тестом проверки работоспособности осциллографа.

1.11 Калибровка пробников

Осциллограф может точно калибровать свои аналоговые каналы до определенных активных пробников (например, пробников InfiniiMax). Другие пробники (например, пассивные пробники 10073C и 1165A) не требуют калибровки. Когда подключенный к осциллографу пробник не требует калибровки, функциональная клавиша **Calibrate Probe** отображается светло-серым цветом, указывающим на то, что эта клавиша не действует.

Эта функциональная клавиша активизируется, если присоединить к осциллографу пробник, допускающий калибровку (например, пробник InfiniiMax). Присоедините пробник к соединителю Probe Comp, а "земляной" провод пробника – к гнезду заземления у соединителя Probe Comp. Нажмите функциональную клавишу **Calibrate Probe** и следуйте указаниям на дисплее.

ПРИМЕЧАНИЕ

При калибровке дифференциального пробника присоедините плюсовой провод к соединителю Probe Comp, а минусовой провод – к гнезду заземления Probe Comp. При этом может оказаться необходимым присоединить зажим типа "крокодил" к "земляному" лепестку, чтобы дифференциальный пробник был включен между контрольной точкой Probe Comp и землей. Для точной калибровки пробника необходимо хорошее соединение с землей.

1.12 Поддерживаемые пассивные пробники

С осциллографами серии InfiniiVision 7000 можно применять перечисленные ниже пассивные пробники. Возможно применение любой комбинации пассивных пробников.

Таблица 7 Пассивные пробники

Пассивные пробники	Поддерживаемое количество
1165A	4 шт.
10070C	4 шт.
10073C	4 шт.
10074C	4 шт.
10076A	4 шт.

1.13 Поддерживаемые активные пробники

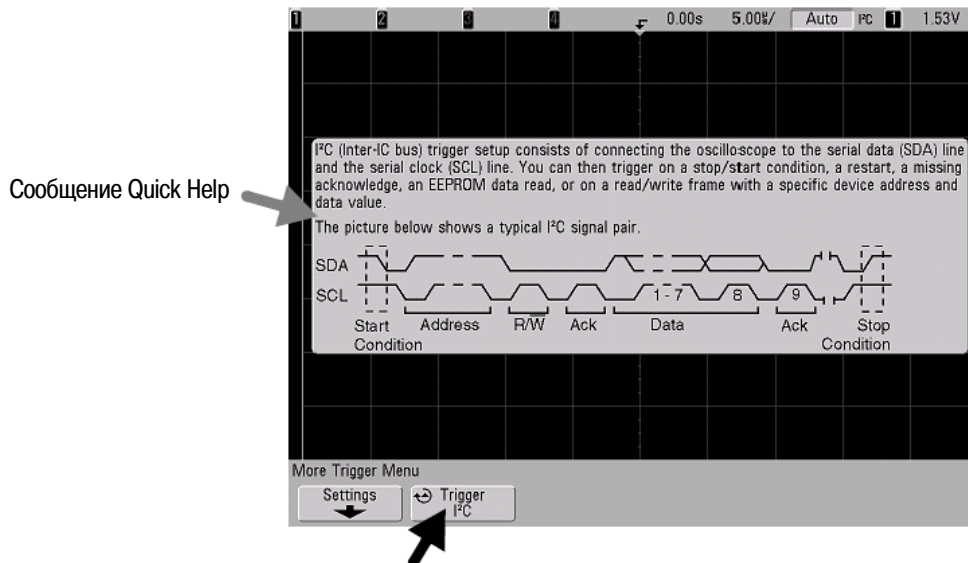
Активные пробники, не имеющие собственного внешнего блока питания, потребляют существенную мощность от интерфейса AutoProbe. В колонке "Поддерживаемое количество" указано максимальное количество пробников каждого типа, которое может обслуживаться осциллографом. При превышении максимально допустимого тока, потребляемого от интерфейса AutoProbe, появляется сообщение об ошибке, указывающее на то, что вы должны отсоединить все пробники на короткое время, чтобы восстановить функционирование интерфейса AutoProbe.

Таблица 8 Активные пробники

Активные пробники	Поддерживаемое количество
1130A	2 шт.
1131A	2 шт.
1132A	2 шт.
1134A	2 шт.
1141A с блоком питания 1142A	4 шт.
1144A с блоком питания 1142A	4 шт.
1145A с блоком питания 1142A	2 шт.
1147A	2 шт.
1156A	4 шт.
1157A	4 шт.
1158A	4 шт.
N2772A с блоком питания N2773A	4 шт.
N2774A с блоком питания N2775A	4 шт.
N2782A с блоком питания N2779A	4 шт.

1.14 Использование оперативной справочной системы Quick Help

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



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

Как сохранить на экране сообщение оперативной справочной системы

Вы можете настроить оперативную справочную систему так, чтобы сообщение исчезало с экрана при отпускании клавиши (этот режим принят по умолчанию), или так, чтобы сообщение оставалось на экране до нажатия другой клавиши или поворота ручки.

Чтобы выбрать этот режим, нажмите клавишу **Utility**, затем функциональную клавишу **Language**, затем нажмите функциональную клавишу **Help Close on Release / Remain on Screen** (**Utility** → **Language** → **Help**)

1.14.1 Языки оперативной справочной информации

К моменту издания настоящего Руководства существовала оперативная справочная информация на английском, упрощенном китайском, традиционном китайском, японском, немецком, французском, итальянском, корейском, португальском, русском и испанском языках.

Чтобы выбрать язык оперативной справочной информации у осциллографа, действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавишу **Utility**, затем нажмите функциональную клавишу **Language**.
2. Нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Language**, пока не будет выбран нужный язык.

При появлении обновления оперативной справочной информации Quick Help вы можете скачать из Интернета обновленный языковой файл Quick Help и загрузить его в осциллограф.

Чтобы загрузить файл языковой поддержки оперативной справочной системы осциллографа серии InfiniiVision 7000, зайдите на наш сайт по адресу: www.agilent.com/find/7000sw.

2 Органы управления на передней панели

2.1 Описание органов управления на передней панели

Здесь изложена вводная информация. В принципе вы настраиваете осциллограф с помощью органов управления на передней панели, затем выполняете измерения.

Клавиши на передней панели вызывают на экран меню функциональных клавиш, обеспечивающие доступ к функциям осциллографа. Многие функциональные клавиши используют ручку Entry  для выбора значений параметров. Эта ручка позволяет управлять осциллографом одной рукой; ее можно нажимать и вращать. Вращение ручки приводит к перемещению по подлежащим выбору пунктам меню, а нажатием этой ручки реализуется выбор.

Под дисплеем расположены шесть функциональных клавиш. В подразделах 2.1.1 и 2.1.2 описаны условные обозначения и символы, применяемые в меню функциональных клавиш и в тексте данного Руководства.

Для выбора и перемещения осциллограмм цифровых каналов используются органы управления цифровыми каналами, которые служат также для вывода на экран меню цифровых каналов у осциллографов MSO серии InfiniiVision 7000.

ПРИМЕЧАНИЕ

Простейший способ настройки осциллографа состоит в том, чтобы присоединить его к интересующим вас источникам сигналов и нажать клавишу **AutoScale**.

2.1.1 Условные обозначения в тексте

В тексте данного Руководства имена клавиш на передней панели и функциональных клавиш выделяются жирным шрифтом. Например, в секции Measure передней панели находятся клавиши **Cursors**. Функциональная клавиша **Acq Mode** является крайней слева, когда на экране отображается меню Acquire.

В тексте применяется упрощенное обозначение последовательности нажатия клавиш. Например, указание нажать клавишу **Utility**, затем функциональную клавишу **Language**, затем функциональную клавишу **Help** записывается следующим образом:

Нажмите **Utility** → **Language** → **Help**.

Если вы хотите получить справочную информацию для какой-то клавиши, нажмите ее и удерживайте в нажатом положении.

2.1.2 Графические символы в меню функциональных клавиш

В меню функциональных клавиш используются следующие графические символы. Меню функциональных клавиш отображаются в нижней части экрана над шестью функциональными клавишами.



Ручку Entry вращают для подстройки параметра. Когда эта ручка активна как орган управления, то светится расположенный под ней символ .



Вращайте ручку Entry чтобы выбрать какой-то пункт. Чтобы активизировать этот пункт или закрыть меню, нажмите ручку Entry или функциональную клавишу.



Нажмите функциональную клавишу, чтобы вызвать на экран всплывающее меню. Нажмите функциональную клавишу или поверните и нажмите ручку Entry, чтобы активизировать пункт меню.



Опция выбрана, но не активна.



Опция выбрана и активна.



Функция включена. Чтобы выключить функцию, еще раз нажмите функциональную клавишу.



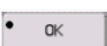
Функция выключена. Чтобы включить функцию, еще раз нажмите функциональную клавишу.



Нажмите функциональную клавишу, чтобы увидеть меню.



Нажмите функциональную клавишу, чтобы вернуться к предыдущему меню



Точка на функциональной клавише указывает, что при нажатии ручки Entry выполняется действие, заданное в диалоговом окне.

2.1.3 Передняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000

На рис. 2 показана передняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000. У двухканальных осциллографов имеются такие же органы управления; небольшое различие иллюстрирует рис. 3 на стр. 34.

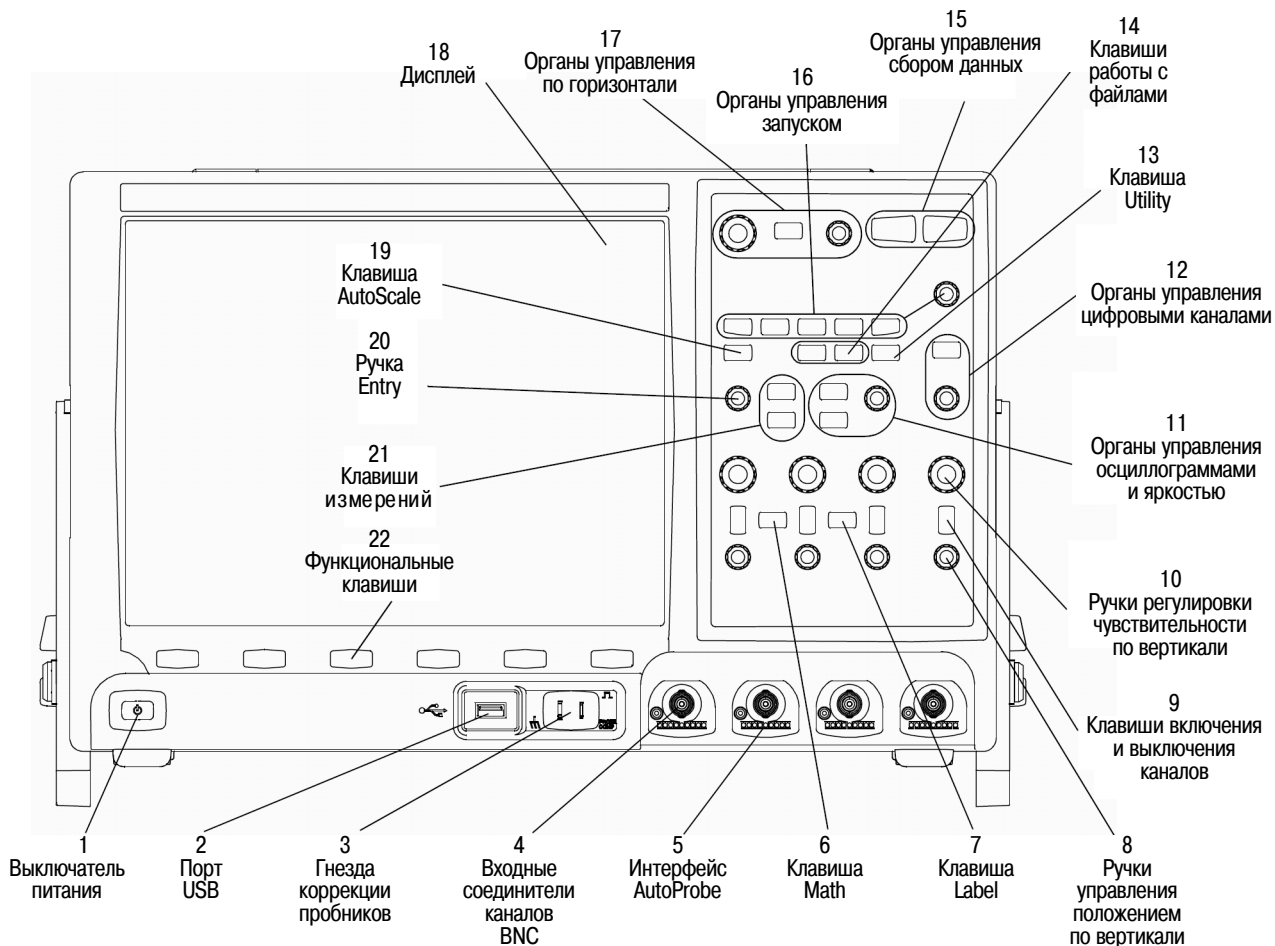


Рис. 2 Передняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000

2.1.4 Назначение органов управления на передней панели

1. **Кнопка выключателя питания** – Нажмите эту кнопку, чтобы включить питание. Чтобы выключить питание, снова нажмите эту кнопку (см. стр. 16).
2. **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.

Для печати присоедините к этому порту принтер с соединителем USB. За дополнительной информацией в отношении печати обращайтесь к разделу 7.1. 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.

За дополнительной информацией по сохранению файлов на устройстве памяти USB обращайтесь к разделу 7.2.

ПРИМЕЧАНИЕ

К порту USB Host на передней панели следует присоединять только устройства USB. Не пытайтесь подключать к этому порту главный компьютер для управления осциллографом. Для этого пользуйтесь портом USB на задней панели. За подробностями обращайтесь к *Краткому начальному руководству для программиста (InfinitiVision 7000 Series oscilloscopes Programmer's Quick Guide)*.

3. **Гнезда коррекции пробника** – Сигнал на этих гнездах служит для установки согласования характеристик каждого пробника с каналом осциллографа, к которому он подключен (см. раздел 1.10).
4. **Входной соединитель BNC канала** – К этому соединителю присоединяют пробник осциллографа и кабель BNC.
5. **Интерфейс AutoProbe** – Когда вы присоединяете к осциллографу пробник, интерфейс AutoProbe пытается определить тип пробника и соответствующим образом установить его параметры в меню Probe (см. подраздел 2.2.8).
6. **Клавиша Math** – Клавиша Math обеспечивает доступ к функциям быстрого преобразования Фурье (FFT), умножения, вычитания, дифференцирования и интегрирования (см. раздел 5.2).
7. **Клавиша Label** – Нажмите эту клавишу, чтобы обратиться к меню Label, которое позволяет вам ввести метки для идентификации каждой осциллограммы на экране осциллографа (см. подраздел 2.2.13).
8. **Ручки управления положением по вертикали** – Эти ручки служат для изменения положения осциллограмм каналов по вертикали (по одной ручке для каждого канала – см. подраздел 2.2.9).
9. **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 (см. подраздел 2.2.9).
10. **Ручки регулировки чувствительности по вертикали** – Для каждого канала имеется своя ручка с маркировкой $\sim$ $\uparrow$. Эти ручки служат для регулировки чувствительности по вертикали (усиления) каждого канала (см. подраздел 2.2.9).
11. **Ручка регулировки яркости** – Вращайте эту ручку по часовой стрелке, чтобы увеличить яркость аналоговой осциллограммы, или против часовой стрелки, чтобы уменьшить яркость. Регулировать яркость можно для выявления подробностей формы сигнала, как и у аналоговых осциллографов. Яркость осциллограмм цифровых каналов не регулируется. Дополнительные сведения о применении ручки регулировки яркости для выявления деталей формы сигнала приведены в разделе 6.5.
11. **Клавиши управления осциллограммами** – Клавиша Acquire позволяет установить режим регистрации сигналов (сбора данных) – нормальный режим (Normal), режим пикового детектирования (Peak Detect), режим усреднения (Averaging) и режим высокого разрешения (High Resolution) – см. раздел 6.6. Кроме того, эта клавиша позволяет включать и выключать дискретизацию в реальном масштабе времени (см. подраздел 6.6.7).

Клавиша Display обеспечивает доступ к меню, в котором вы можете выбрать бесконечное послесвечение экрана (см. подраздел 6.4.1), включать и выключать векторы (см. подраздел 6.4.3), а также регулировать яркость масштабной сетки (см. подраздел 6.4.2).

- 12. Органы управления цифровыми каналами** – Позволяют включать и выключать цифровые каналы, а также выбирать цифровой канал для изменения положения осциллограммы на экране.

Для включения цифровых каналов нажимайте клавишу **D15-D0** (клавиша подсвечивается). Над ручкой управления цифровыми каналами расположены два индикатора – **Select** и **Pos** (позиция). Когда светится индикатор **Select**, вращайте ручку, чтобы выбрать цифровую осциллограмму. Цвет выбранной осциллограммы меняется с синего на красный. Для переключения между режимами **Select** и **Pos** нажимайте ручку управления цифровыми каналами. Вращайте эту ручку и снова нажимайте ее для изменения положения цифровой осциллограммы.

Если в результате перемещения осциллограмма окажется расположенной поверх существующей осциллограммы, то индикатор у левого края осциллограммы изменяет обозначение с **D_{nn}** (где nn – это номер цифрового канала от 0 до 15) на **D***. Эта звездочка указывает на то, что перекрываются сигналы двух каналов.

Вы можете вращать ручку для выбора наложенного канала, затем нажать ее для изменения положения точно так же, как и для любого другого канала.

За дополнительной информацией в отношении цифровых каналов обращайтесь к главе 3.

- 13. Клавиша Utility** – Нажмите эту клавишу для обращения к меню Utility, которое позволяет сконфигурировать установки входов-выходов осциллографа, использовать файловый обозреватель (File Explorer), установить предпочтения, обратиться к сервисному меню и выбрать другие опции.

- 14. Клавиши работы с файлами (Save/Recall, Print)** – Нажимайте клавишу **Save/Recall** для сохранения или вызова файлов осциллограмм или наборов параметров, либо для обращения к функции Default Setup, которая восстанавливает заводскую конфигурацию многих параметров. Клавиша Print открывает меню Print Configuration, позволяющее печатать отображаемые на экране осциллограммы. См. разделы 7.1 и 7.2.

- 15. Органы управления сбором данных** – Нажмите клавишу Run/Stop, чтобы перевести осциллограф в режим ожидания сигнала запуска. Клавиша Run/Stop подсвечивается зеленым. Если режим запуска установлен на "Normal", то экран не обновляется, пока не будет обнаружен сигнал запуска. Если режим запуска установлен на "Auto", то осциллограф ищет сигнал запуска и запускается автоматически, если сигнал запуска не будет обнаружен; на дисплее немедленно появляются осциллограммы входных сигналов. В этом случае индикатор **Auto** в верхней части экрана изменяется на **Auto?** и начинает мигать его фон, указывающий на то, что применяется принудительный запуск.

Чтобы остановить сбор данных, снова нажимайте клавишу Run/Stop. Клавиша подсвечивается красным. Теперь вы можете просматривать полученные осциллограммы с применением функций панорамирования и изменения масштаба изображения.

Для выполнения однократного сбора данных нажимайте клавишу Single. Клавиша подсвечивается желтым, пока не произойдет запуск осциллографа (см. подраздел 2.2.3).

- 16. Органы управления запуском** – Эти органы управления задают режим запуска осциллографа для регистрации данных (см. подраздел 2.2.6 и главу 4).

- 17. Органы управления параметрами отображения по горизонтали**

Ручка регулировки коэффициента развертки – 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. За дополнительной информацией обращайтесь к подразделу 2.2.10.

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 (см. подраздел 2.2.10).

Клавиша Horizontal Menu / Zoom – Нажмите эту клавишу для обращения к меню, в котором вы можете разделить экран на две секции – главное окно (Main) и окно увеличения (Zoom). В этом меню можно также выбрать режимы отображения XY и Roll. Здесь можно также выбрать верньер коэффициента развертки и опорную точку момента запуска (см. подраздел 2.2.10).

18. **Дисплей** – На дисплее отображаются зарегистрированные осциллограммы разными цветами для каждого канала. За дополнительной информацией в отношении режимов отображения данных обращайтесь к главе 6. Детали сигнала отображаются с использованием 256 уровней яркости (см. раздел 6.5).
19. **Клавиша AutoScale** – 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 6.10).
20. **Ручка Entry** – Эта поворотная ручка используется для выбора пунктов в меню и для изменения значений параметров. Ее функция зависит от отображаемого на экране меню. Имейте в виду, что расположенный над этой ручкой символ $\cup$ светится во всех тех случаях, когда возможно применение этой ручки для выбора значения. Поворачивайте эту ручку и нажимайте ее, чтобы выбрать нужный вариант из тех, что отображаются на функциональных клавишах (см. стр. 30).
21. **Клавиши измерений** – Нажмите клавишу Cursors, чтобы включить курсоры, которые можно использовать для выполнения измерений. Нажмите клавишу **Quick Meas**, чтобы вызвать набор заранее заданных измерений (см. главу 5).
22. **Функциональные клавиши** – Функции этих клавиш основаны на меню, которые отображаются на экране непосредственно над функциональными клавишами.

2.1.5 Передняя панель двухканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000 (показаны только различия)

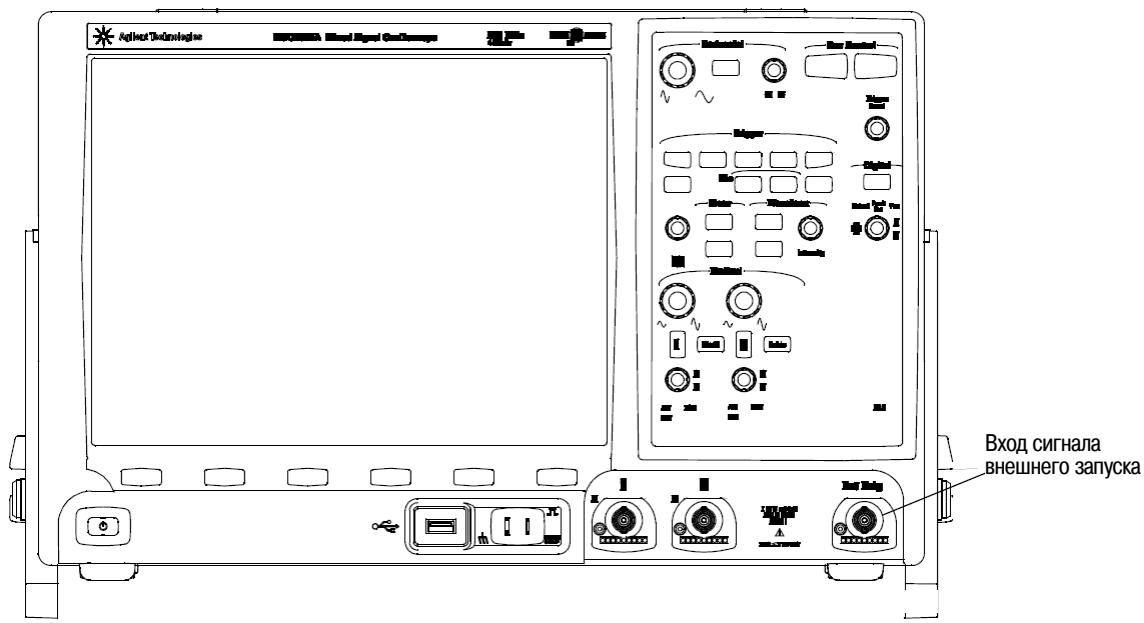
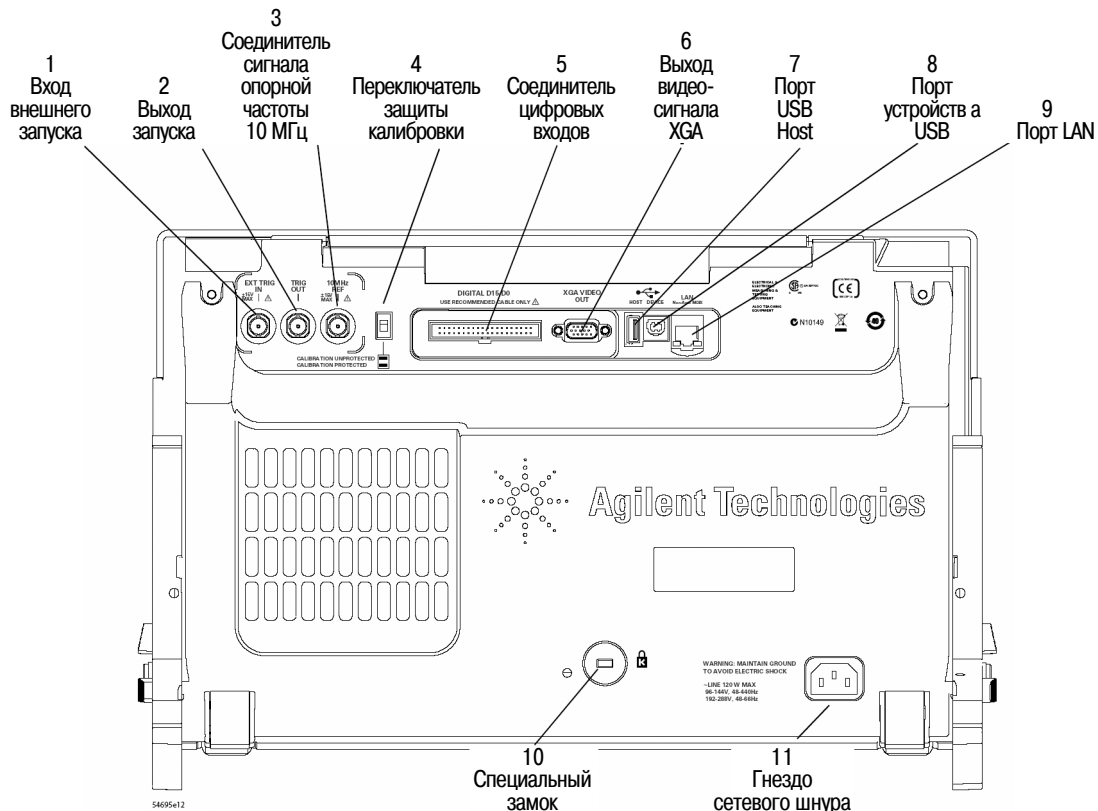


Рис. 3 Передняя панель двухканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000

Различия в оформлении передних панелей двух- и четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000 заключаются в следующем:

- Двухканальный осциллограф имеет два набора органов управления каналами.
- У двухканальных осциллографов вход сигнала внешнего запуска расположен не на задней, а на передней панели. Отличаются также некоторые особенности запуска (см. раздел 4.2).

2.1.6 Задняя панель четырехканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000

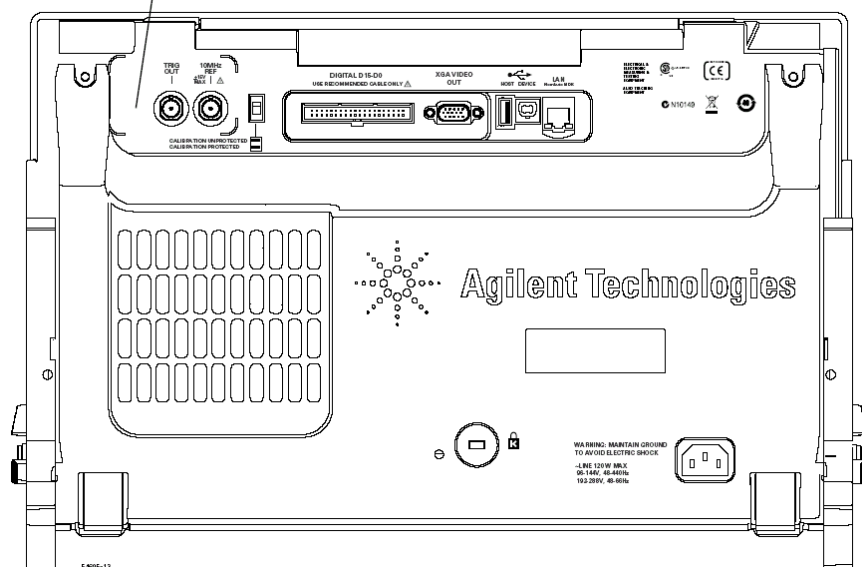


1. **Вход сигнала внешнего запуска** – См. пояснения в разделе 4.2.
2. **Выход запуска** – См. пояснения в разделе 4.18.
3. **Соединитель сигнала опорной частоты 10 МГц** – См. пояснения в разделе 8.5.
4. **Переключатель защиты калибровки** – См. пояснения в подразделе 2.2.19.
5. **Соединитель цифровых входов** – Служит для подключения кабеля логического пробника (только модели MSO).
6. **Выход видеосигнала XGA** – Этот выход задействован постоянно. Вы можете подключить к нему внешний видеомонитор.
7. **Порт USB Host** – Этот порт функционирует точно так же, как порт USB Host на передней панели (см. пояснения на стр. 32).
8. **Порт устройства USB** – Этот порт предназначен для присоединения осциллографа к главному компьютеру. Через этот порт можно подавать с компьютера команды дистанционного управления.
9. **Порт локальной сети (LAN)** – С помощью этого порта вы можете взаимодействовать с осциллографом и использовать функцию дистанционной передней панели (см. разделы 1.6 и 1.7).
10. **Специальный замок** – Это место установки специального замка для закрепления прибора.
11. **Гнездо для сетевого шнура** – Присоедините к нему сетевой шнур. Перечень сетевых шнуров приведен на стр. 17.

2.1.7 Задняя панель двухканальных осциллографов серии InfiniiVision 7000

Задняя панель двухканальных осциллографов оборудована так же, как и у четырехканальных, за исключением того, что входной соединитель сигнала внешнего запуска здесь перенесен с задней панели на переднюю панель.

Входной соединитель сигнала внешнего запуска перенесен на переднюю панель



2.1.8 Описание компонентов экрана

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

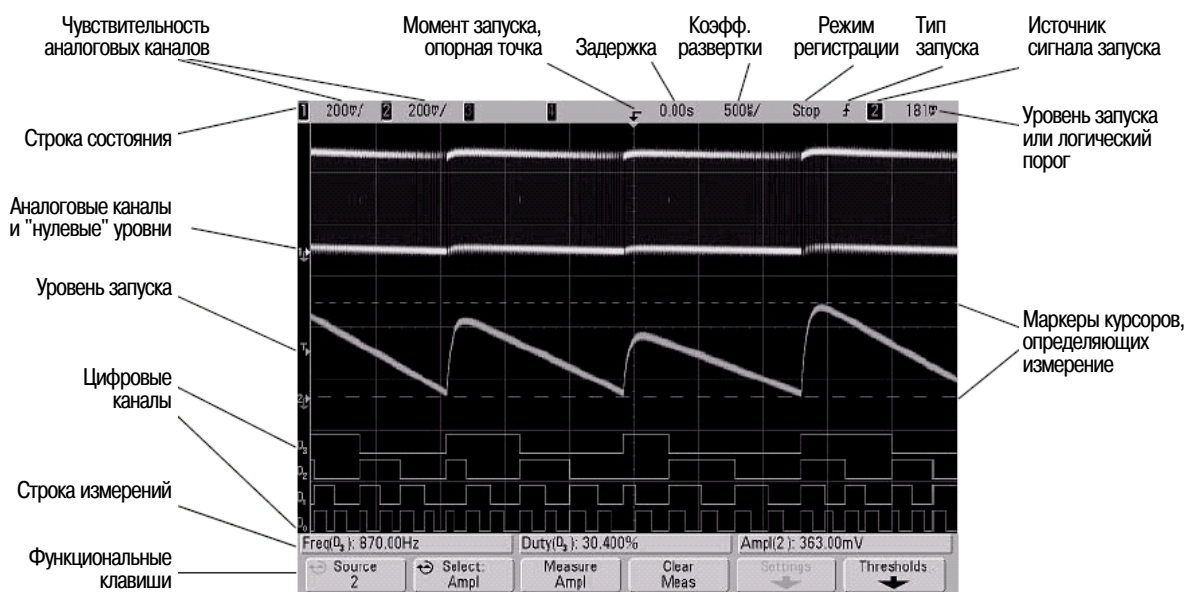


Рис. 4 Компоненты экрана

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.

Строка измерений – Обычно здесь индицируются результаты автоматических измерений и данные курсоров, однако в этой строке могут также индицироваться данные настройки запуска и информация меню.

Функциональные клавиши – Позволяют установить дополнительные параметры для выбранного режима или меню.

2.2 Применение органов управления на передней панели

В этом разделе приведено краткое описание применения органов управления на передней панели. Подробные инструкции по работе с осциллографом изложены в следующих главах.

Цифровые каналы

Поскольку все осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 имеют аналоговые каналы, то связанная с аналоговыми каналами информация в данном Руководстве относится ко всем осциллографам. Вся информация, касающаяся цифровых каналов, относится только к осциллографам смешанных сигналов (MSO) или к моделям цифровых запоминающих осциллографов (DSO), модернизированным до уровня MSO.

2.2.1 Регулировка яркости осциллограмм

Ручка регулировки яркости (Intensity) расположена в середине передней панели в секции с маркировкой Waveform.

- Чтобы увеличить яркость осциллограмм, вращайте ручку **Intensity** по часовой стрелке.
- Чтобы уменьшить яркость осциллограмм, вращайте ручку **Intensity** против часовой стрелки.

Это не влияет на яркость осциллограмм цифровых каналов, которые отображаются с постоянной яркостью.

2.2.2 Регулировка яркости масштабной сетки

1. Нажмите клавишу **Display**.
2. Чтобы изменить яркость масштабной сетки, вращайте ручку Entry . Уровень яркости индицируется на функциональной клавише **Grid** и допускает изменение от 0 до 100%.

Каждое основное деление масштабной сетки по вертикали соответствует чувствительности по вертикальности, которая индицируется в строке состояния в верхней части дисплея.

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

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы изменить яркость аналоговых осциллограмм, вращайте ручку Intensity на передней панели. Яркость цифровых осциллограмм не регулируется.

2.2.3 Пуск и останов сбора данных

- При нажатии клавиши **Run/Stop** она подсвечивается зеленым и осциллограф переходит в режим непрерывного сбора данных.

Осциллограф зондирует входное напряжение у каждого пробника и обновляет отображение всякий раз, когда выполняются условия запуска. Обработка запуска и обновление экрана оптимизируется на основе установок параметров осциллографа. Осциллограф отображает несколько регистраций одного и того же сигнала аналогично тому, как отображает осциллограммы аналоговый осциллограф.

- При повторном нажатии клавиши **Run/Stop** она подсвечивается красным и процесс сбора данных прекращается.

В позиции "Режим запуска" строки состояния в верхней части дисплея появляется индикация "Stop". Теперь вы можете просматривать полученные осциллограммы с применением функций панорамирования и изменения масштаба изображения, пользуясь ручками управления отображением осциллограмм по горизонтали и вертикали.

Если нажать клавишу **Run/Stop** в процессе сбора данных, то ее подсветка будет мигать, пока не завершится текущая регистрация. Если регистрация завершается немедленно, то подсветка клавиши **Run/Stop** не мигает.

Если вы не хотите дожидаться завершения регистрации при низкой скорости развертки, то нажмите клавишу **Run/Stop** еще раз. Тогда сбор данных будет остановлен немедленно, и на экране появится фрагмент осциллограммы.

Вы можете вывести на экран результаты нескольких регистраций с помощью функции бесконечного послесвечения (infinite persistence) – см. подраздел 6.4.1.

Глубина памяти и длина регистрации (сравнение действия клавиш **Run/Stop** и **Single**)

В процессе сбора данных производится оптимизация обработки запуска и частоты обновления по всей глубине памяти.

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. Для сбора данных с максимально возможной длиной регистрации нажимайте клавишу **Single**.

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 регистрации, 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.

2.2.4 Однократная регистрация

При нажатии клавиши **Single** она подсвечивается желтым. Включается система сбора данных и начинается процесс поиска условия запуска. При выполнении условия запуска отображается зарегистрированная осциллограмма, гаснет подсветка клавиши **Single** и подсвечивается красным клавиша **Run/Stop**.

- Пользуйтесь клавишей **Single** для наблюдения однократных событий без перезаписи дисплея данными следующей осциллограммы.

Пользуйтесь клавишей **Single**, если вы хотите реализовать максимальную частоту дискретизации и максимальную глубину памяти для панорамирования и изменения масштаба изображения (см. подраздел 2.2.5).

1. Установите обычный (Normal) режим запуска (см. указания в подразделе 4.1.3). Это удерживает осциллограф от автоматического немедленного запуска.
2. Если вы реализуете запуск по событиям аналогового канала, то установите ручкой Trigger Level порог запуска на уровень, который должен пересекаться сигналом.
3. Чтобы начать однократную регистрацию, нажмите клавишу **Single**.

При нажатии клавиши **Single** очищается экран, активизируется схема запуска, а клавиша **Single** подсвечивается желтым. Осциллограф переходит в состояние ожидания возникновения условия запуска. При запуске осциллографа на экране появляется осциллограмма и прекращается сбор данных. Клавиша **Run/Stop** подсвечивается красным.

4. Чтобы зарегистрировать другую осциллограмму, снова нажмите клавишу **Single**.

Автоматический запуск в режиме однократной регистрации

Функция Auto-trigger генерирует запуск, если он не будет обнаружен в течение определенного времени (около 40 мс) после нажатия клавиши **Single**. Если вы хотите выполнить однократную регистрацию, но для вас не имеет значения момент запуска (например, при зондировании уровня постоянного напряжения), установите режим запуска на Auto (см. подраздел 4.1.2) и нажимайте клавишу **Single**. Будет использовано условие запуска, если оно возникнет. В ином случае будет выполнена несинхронизированная регистрация.

2.2.5 Панорамирование и изменение масштаба изображения осциллограмм

Вы можете перемещаться по осциллограмме (панорамировать) и изменять масштаб изображения, даже когда остановлен сбор данных.

1. Нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы остановить сбор данных (или нажмите клавишу **Single**, чтобы осциллограф зарегистрировал осциллограмму и прекратился сбор данных). Когда остановлен сбор данных, клавиша **Run/Stop** подсвечивается красным.
2. Вращайте ручку регулировки коэффициента развертки, чтобы изменить масштаб изображения осциллограммы по горизонтали. Вращайте ручку регулировки коэффициента отклонения (чувствительности) по вертикали, чтобы изменить масштаб изображения по вертикали.

Символ ∇ в верхней части экрана указывает опорную временную точку, относительно которой производится изменение масштаба.

3. Для панорамирования по горизонтали вращайте ручку регулировки положения по горизонтали ($\blacktriangleleft \blacktriangleright$).

Для панорамирования по вертикали вращайте ручку регулировки положения по вертикали ($\blacktriangleup \blacktriangledown$).

Осциллограмма после завершения сбора данных может содержать несколько моментов запуска, однако для панорамирования и изменения масштаба изображения доступна только регистрация от последнего запуска.

2.2.6 Выбор режима запуска (Auto или Normal)

В режиме автоматического запуска (Auto) осциллограф автоматически запускается и регистрирует осциллограммы при нажатии клавиши **Run**.

Если нажать клавишу **Run**, когда осциллограф находится в обычном режиме запуска (Normal), то до завершения сбора данных должен быть обнаружен сигнал запуска.

Во многих случаях нет необходимости в проверке уровней сигнала и наличия сигналов. В этих случаях пользуйтесь режимом автоматического запуска (эта установка принята по умолчанию). Если же вы хотите регистрировать определенные события, заданные в настройках параметров запуска, то применяйте обычный (Normal) режим запуска.

Чтобы выбрать режим запуска, нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем функциональную клавишу **Mode**.

Более подробное описание режимов автоматического и обычного запуска содержится в подразделе 4.1.2.

2.2.7 Применение автоматического масштабирования (AutoScale)

Для быстрого конфигурирования осциллографа нажмите клавишу **AutoScale**. Вы получите осциллограммы имеющихся сигналов.

Чтобы отменить действие функции автоматического масштабирования, нажмите функциональную клавишу **Undo AutoScale** перед нажатием любой другой клавиши. Это полезно в тех случаях, когда вы нечаянно нажмете клавишу **AutoScale**, или вас не устраивают установки параметров, выбранные функцией AutoScale и вы хотите вернуться к предыдущим установкам параметров.

Чтобы осциллограф оставался в выбранном вами режиме сбора данных, нажмите функциональную клавишу **AutoScale Acq Mode** и выберите пункт **Preserve Acquisition Mode**. В противном случае режим сбора данных будет устанавливаться по умолчанию на **Normal** всякий раз при нажатии клавиши **AutoScale**.

Объяснение действия функции автоматического масштабирования приведено в разделе 6.10.

Пример

Присоедините пробники каналов 1 и 2 к выходу Probe Comp на передней панели осциллографа. Обязательно присоедините "земляной" провод пробника к лепестку заземления у выхода Probe Comp. Установите заводскую (принятую по умолчанию) конфигурацию прибора; для этого нажмите клавишу **Save/Recall**, затем функциональную клавишу **Default Setup**. После этого нажмите клавишу **AutoScale**. Вы должны увидеть осциллограммы, подобные тем, что показаны на следующем рисунке.

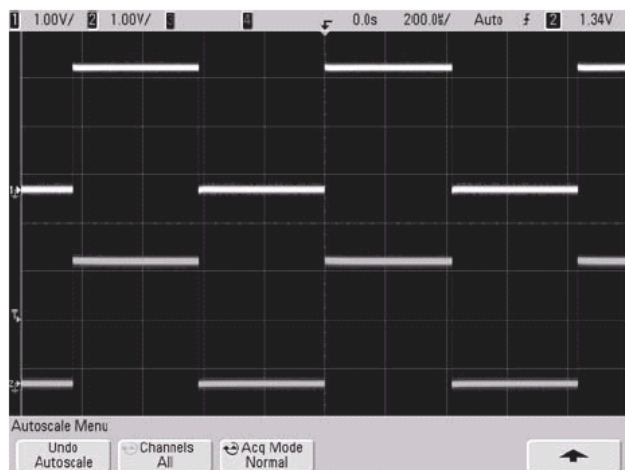


Рис. 5 Автоматическое масштабирование каналов 1 и 2

2.2.8 Установка коэффициента ослабления пробника

Пассивные пробники

Все осциллографы серии InfiniiVision 7000 опознают такие пассивные пробники, как 10073C, 10074C и 1165A. У соединителей этих пробников есть штырек, который соединяется с кольцом вокруг соединителя BNC осциллографа. Поэтому осциллограф автоматически устанавливает коэффициент ослабления для опознаваемых им пассивных пробников Agilent.

Пассивные пробники, не имеющие штырька, контактирующего с кольцом вокруг соединителя BNC, не идентифицируются осциллографом, поэтому вы должны вручную устанавливать коэффициент ослабления пробника. См. также раздел 1.12 "Поддерживаемые пассивные пробники" на стр. 27.

Активные пробники

Все осциллографы серии InfiniiVision 7000 имеют интерфейс AutoProbe, с которым совместима большая часть активных пробников Agilent. Интерфейс AutoProbe использует ряд контактов непосредственно под соединителем BNC канала для обмена информацией между осциллографом и пробником. Когда вы присоединяете к осциллографу совместимый пробник, то интерфейс AutoProbe определяет тип пробника и соответствующим образом устанавливает параметры осциллографа (единицу измерения, смещение, ослабление, характер связи и импеданс). См. также раздел 1.13 "Поддерживаемые активные пробники" на стр. 28.

Ручная установка коэффициента ослабления пробника

Если вы присоединили пробник, который осциллограф не может идентифицировать автоматически, вы можете установить коэффициент ослабления следующим образом:

1. Нажмите клавишу включения канала.
2. Нажмите функциональную клавишу **Probe**.
3. Вращайте ручку Entry $\curvearrowright$, чтобы установить коэффициент ослабления для подключенного пробника.

Можно установить коэффициент ослабления от 0,1:1 до 1000:1 в последовательности 1-25 для измерения значений напряжения. С токовым пробником можно установить коэффициент ослабления от 10 В/А до 0,001 В/А для измерения значений тока. Необходимо правильно установить коэффициент ослабления пробника для получения точных результатов измерений.

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

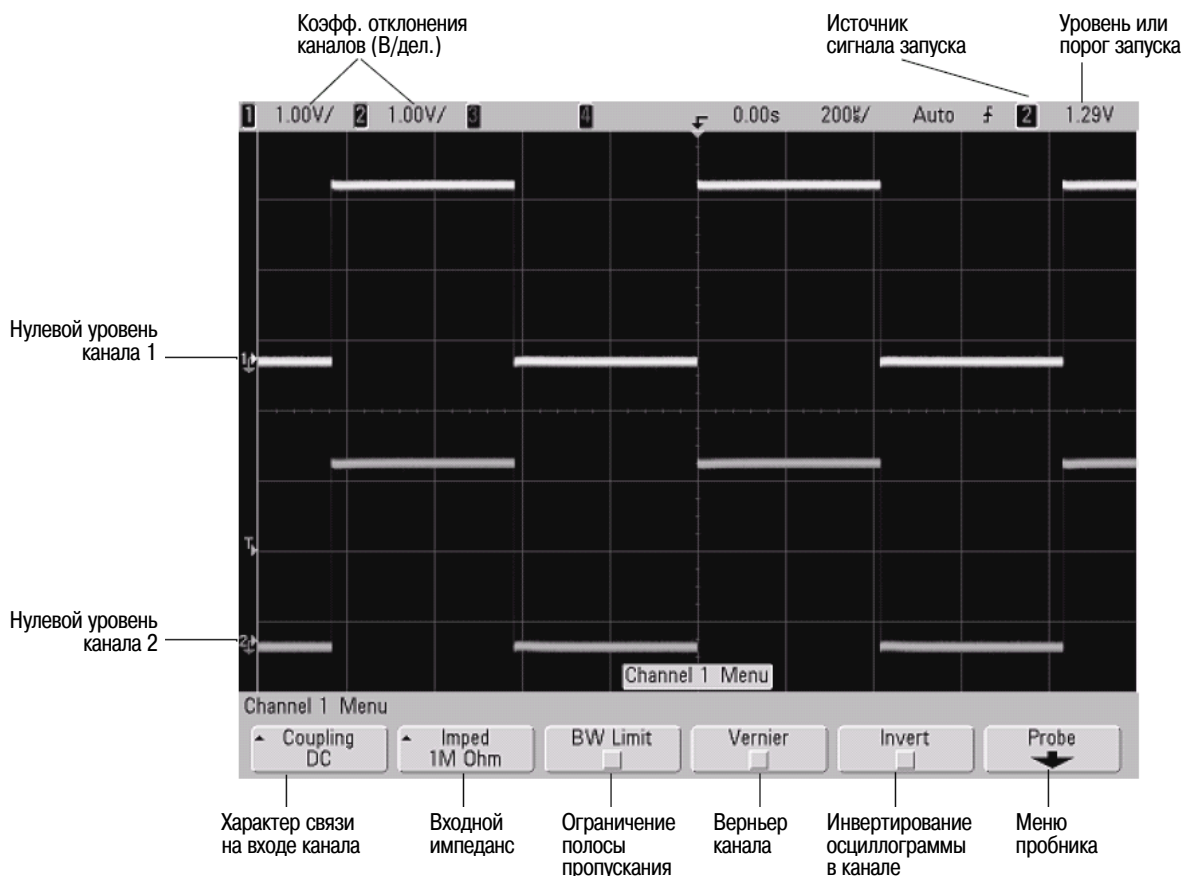
Единица измерения и коэффициент ослабления



2.2.9 Работа с аналоговыми каналами

Присоедините пробники каналов 1 и 2 к выходу Probe Comp на передней панели осциллографа.

Нажмите клавишу **1** в секции Analog передней панели осциллографа, чтобы вызвать меню канала 1.



Нажатие клавиши аналогового канала выводит на экран меню канала, а также включает и выключает отображение канала. Когда канал включен, светится его клавиша.

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, 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.

Чувствительность 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). В строке состояния индицируется значение коэффициента отклонения в В/дел.

Верньер – Нажмите функциональную клавишу **Vernier**, чтобы включить верньер для выбранного канала. Когда выбран верньер, вы можете изменять чувствительность канала по вертикали с малым шагом дискретности. Когда включен верньер, то полностью сохраняется калибровка чувствительности канала. Значение верньера индицируется в строке состояния в верхней части экрана.

Когда верньер выключен, то ручка регулировки чувствительности ступенчато изменяет коэффициент отклонения в последовательности 1-2-5.

Растяжка по вертикали – 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. Для этого следует нажать **Expand** в меню **Utility** → **Options** → **Preferences** → **Expand** и выбрать **Center**.

Нулевой уровень – Нулевой ("земляной") уровень сигнала для каждого аналогового канала идентифицируется положением символа  в левой части экрана.

Положение 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.

Рекомендации по выполнению измерений

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.

4. Нажмите клавишу включения-выключения канала, затем нажмите функциональную клавишу **Coupling**, чтобы выбрать характер связи на входе канала.

Вы можете выбрать связь по переменному напряжению (**AC**) или по постоянному напряжению (**DC**). В первом случае на входе используется фильтр верхних частот с частотой среза 3,5 Гц, удаляющий всякое смещение сигнала по постоянному напряжению. Когда выбран вариант **AC**, то рядом с ручкой регулировки смещения по вертикали светится индикация "AC".

- Связь по постоянному напряжению целесообразно применять для отображения осциллограмм от 0 Гц, если сигналы не имеют большой постоянной составляющей.
- Связь по переменному напряжению целесообразно применять для отображения осциллограмм сигналов с большой постоянной составляющей. Однако в случае выбора характера связи **AC** вы не сможете выбрать входной импеданс 50 Ом. Этот запрет обусловлен необходимостью защиты входных цепей осциллографа от повреждения.

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 подразделу 4.1.3.

5. Нажмите функциональную клавишу **Imped** (импеданс).

ПРИМЕЧАНИЕ

Осциллограф автоматически устанавливает правильный импеданс при подключении к нему пробника AutoProbe, идентифицируемого пробника или совместимого пробника InfiniiMax.

При нажатии функциональной клавиши **Imped** можно установить входной импеданс аналогового канала **1 МОм** или **50 Ом**.

- В режиме **50 Ом** обеспечивается согласование с 50-омными кабелями, которые обычно применяются при высокочастотных измерениях, и с активными 50-омными пробниками. Такое согласование импедансов обеспечивает наиболее точные измерения благодаря минимизации отражений в сигнальном тракте. Когда выбран входной импеданс **50 Ом**, то у ручки регулировки смещения в канале светится индикация "50 Ω". Если выбрать связь на входе по переменному напряжению, то осциллограф автоматически переключается в режим **1 МОм** во избежание возможного повреждения.

- Режим **1 МОм** предназначен для применения с многими пассивными пробниками и для измерений общего назначения. Высокий входной импеданс сводит к минимуму нагрузку со стороны осциллографа на измеряемую цепь.

6. Нажмите функциональную клавишу **BW Limit**, чтобы включить ограничение полосы пропускания.

Нажатие функциональной клавиши **BW Limit** включает и выключает ограничение полосы пропускания для выбранного канала. Когда включено ограничение полосы пропускания, то верхнее ее значение для данного канала составляет примерно 25 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**.

Когда выбран режим ограничения полосы пропускания, то на передней панели рядом с ручкой регулировки смещения по вертикали (◆) соответствующего канала светится индикация "BW".

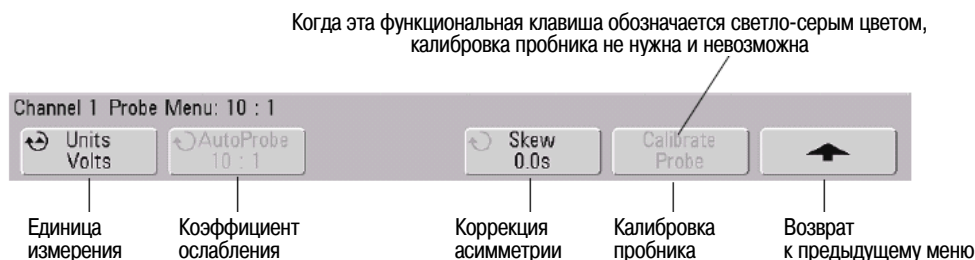
7. Чтобы инвертировать осциллограмму в выбранном канале, нажмите функциональную клавишу **Invert**.

Когда выбрана функция **Invert**, инвертируются значения напряжения на осциллограмме. Инвертирование относится только к отображению осциллограммы, но не влияет на запуск. Если установлен запуск по положительному фронту, то он сохраняется в той же точке осциллограммы и после инвертирования.

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

8. Чтобы вызвать меню пробника канала, нажмите функциональную клавишу **Probe**.

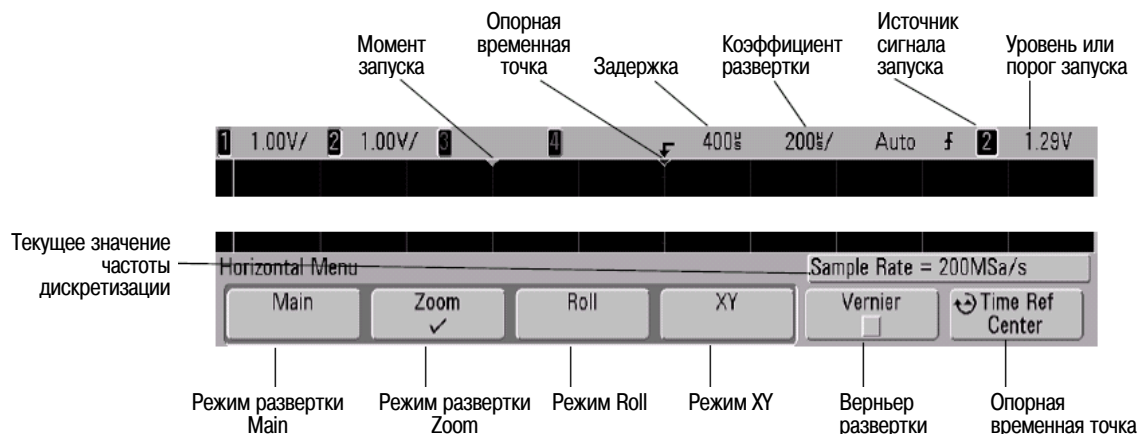
Это меню позволяет выбрать такие дополнительные параметры пробника, как коэффициент ослабления и единицу измерения с данным пробником.



- **Единицы измерений** – Чтобы выбрать надлежащую единицу измерения для подключенного пробника, нажмите функциональную клавишу **Units**. 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.
- **Коэффициент ослабления пробника** – см. подраздел 2.2.8 "Установка коэффициента ослабления пробника" на стр. 41.
- **Коррекция асимметрии (Skew)** – При измерении временных интервалов в наносекундном диапазоне небольшие различия в длине кабелей могут влиять на результаты измерений. Для устранения погрешностей, обусловленных задержкой сигналов в кабелях, пользуйтесь функциональной клавишей **Skew**.
- Присоедините оба пробника к одной точке, затем нажмите функциональную клавишу **Skew** и вращайте ручку **Entry**, чтобы ввести значение временного интервала для устранения асимметрии между каналами. Здесь можно отрегулировать задержку в каждом аналоговом канале в пределах ± 100 нс с дискретностью 10 пс для компенсации разности в 200 нс.
Эта установка обнуляется при нажатии клавиш **Save/Recall** → **Default Setup**.
- **Калибровка пробника** – см. раздел 1.11 "Калибровка пробников" на стр. 27.

2.2.10 Установка параметров отображения по горизонтали

Нажмите клавишу **Menu/Zoom** в секции Horizontal передней панели.



Это меню позволяет выбрать режим отображения по горизонтали (Main, Zoom, Roll или XY), а также установить верньер развертки и опорную временную точку.

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

Режим основной развертки (Main)

1. Чтобы выбрать основной (Main) режим отображения по горизонтали, нажмите функциональную клавишу **Main**. Это нормальный режим отображения осциллограмм. Когда остановлен сбор данных, вы можете пользоваться ручками управления по горизонтали для панорамирования и изменения масштаба отображения осциллограмм.
2. Вращайте большую ручку (регулировка коэффициента развертки) и проследите за изменениями в строке состояния.

Когда осциллограф производит сбор данных в режиме Main, пользуйтесь большой ручкой (с маркировкой $\sim$) для изменения коэффициента развертки, а малой ручкой (с маркировкой $\triangleleft \triangleright$) – для изменения времени задержки, т.е. положения по горизонтали. Когда сбор данных остановлен, пользуйтесь этими ручками для панорамирования и изменения масштаба отображения осциллограмм. В строке состояния индицируется коэффициент развертки в секундах на деление.

3. Нажмите функциональную клавишу **Vernier**, чтобы включить верньер развертки.

Функциональная клавиша **Vernier** позволяет изменять коэффициент развертки с меньшей дискретностью, чем регулировочная ручка. 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.

4. Обратите внимание на установку функциональной клавиши **Time Ref** (опорная временная точка).

Это опорная точка на экране, относительно которой отсчитывается время задержки (позиция по горизонтали). Эту опорную точку можно установить на расстоянии одного деления от левой или правой кромки экрана, либо в середине экрана.

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

Вращение ручки регулировки коэффициента развертки ($\sim$) вызывает растяжение или сжатие осциллограммы относительно временной опорной точки (∇). Вращение ручки регулировки позиции по горизонтали ($\triangleleft \triangleright$) приводит к перемещению индикатора момента запуска $\blacktriangledown$ влево или вправо от опорной временной точки ∇ .

Позиция опорной временной точки задает начальную позицию события запуска в пределах памяти сбора данных и на экране при установке нулевой задержки. Установка задержки задает определенное положение события запуска относительно позиции опорной временной точки. Установка опорной временной точки влияет на развертку Zoom, как описано ниже:

- Когда установлен основной (Main) режим отображения по горизонтали, то ручка регулировки задержки позиционирует основную развертку относительно момента запуска. Изменение этой задержки не влияет на коэффициент развертки.
- Когда режим отображения по горизонтали установлен на Zoom, то ручка регулировки задержки регулирует позицию окна растянутой развертки (zoom) в пределах экрана основной развертки (main). Это значение задержки не зависит от интервала дискретизации и коэффициента развертки. Изменение этого значения задержки не влияет на положение основного окна.

5. Вращайте ручку регулировки задержки (◀ ▶) и обратите внимание на индикацию значения задержки в строке состояния.

Ручка регулировки задержки перемещает основную развертку по горизонтали. У нуля задержки возникает небольшая пауза, имитирующая механический фиксатор. Изменение времени задержки перемещает развертку по горизонтали и изменяет положение момента запуска ▼ относительно опорной временной точки ▽. Эти индикаторы отображаются в верхней части масштабной сетки экрана. На предыдущем рисунке показан момент запуска с задержкой, установленной на 400 мкс. Это численное значение характеризует интервал 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.

Режим растянутой развертки (Zoom)

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, в середине строки в верхней части экрана появляется индикатор режима Zoom – значок . Верхняя половина экрана является окном основной развертки, а нижняя половина – окном развертки Zoom. Окно Zoom представляет собой увеличенный фрагмент основной развертки. Вы можете использовать режим Zoom для выделения и растяжки по горизонтали участка основной развертки для более детального анализа сигналов с более высоким разрешением.

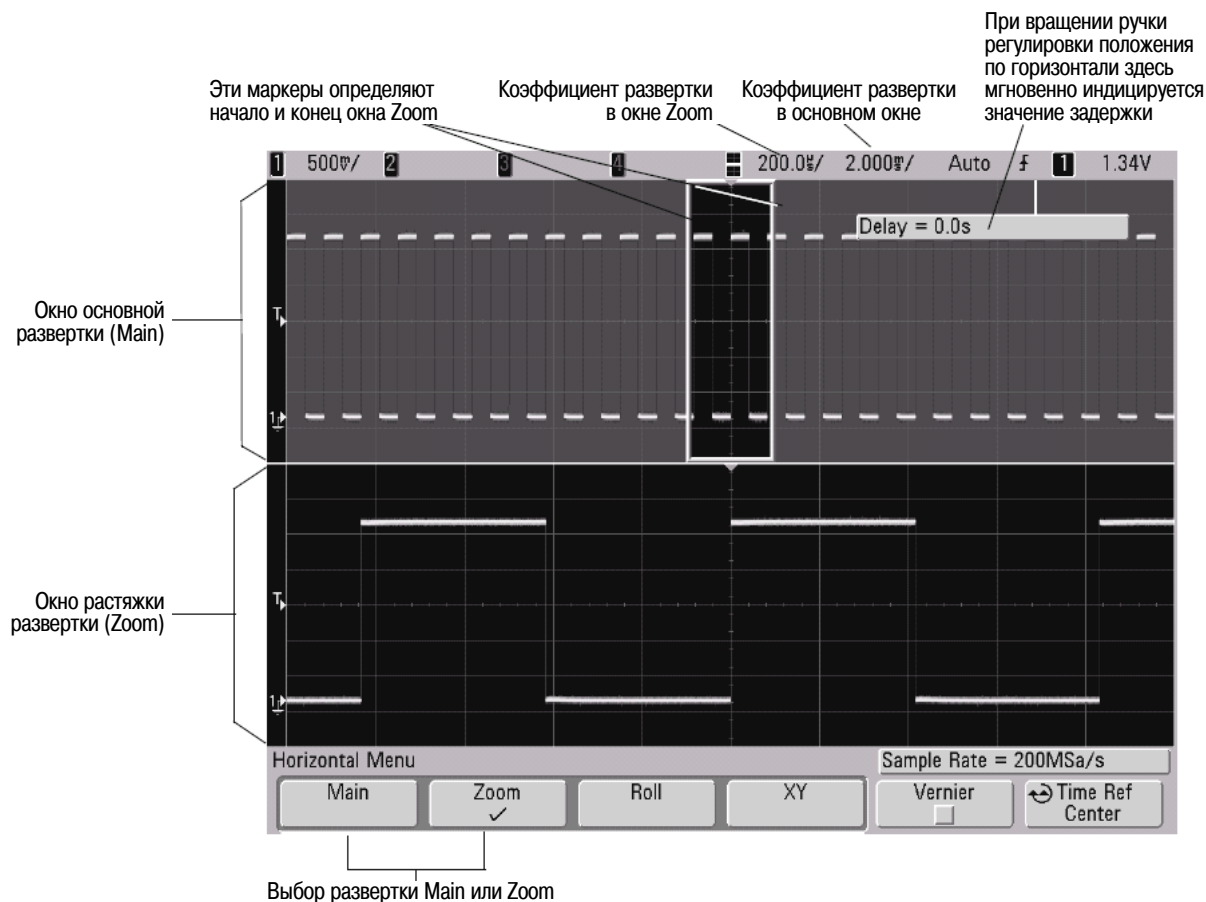
Ниже описано, как пользоваться режимом Zoom.

1. Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
2. Нажмите клавишу **Menu/Zoom**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Zoom**.

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.

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. Ручка регулировки коэффициента развертки управляет размером этой рамки, ручка регулировки положения по горизонтали (времени задержки) устанавливает положение развертки Zoom. При вращении ручки регулировки задержки (◀ ▶) в правой верхней части экрана мгновенно отображается 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, нажмите функциональную клавишу **Main**, затем вращайте ручку регулировки коэффициента развертки.



Когда режим отображения по горизонтали установлен на Main, ручка регулировки позиции по горизонтали (задержки) управляет положением основной развертки относительно момента запуска. Изменение этой задержки не влияет на коэффициент развертки. Когда режим отображения по горизонтали установлен на Zoom, то ручка регулировки задержки регулирует позицию окна растянутой развертки (zoom) в пределах экрана основной развертки (main). Это значение задержки не зависит от интервала дискретизации и коэффициента развертки.

Чтобы изменить коэффициент развертки в окне основной развертки, нажмите функциональную клавишу **Main**, затем вращайте ручку регулировки коэффициента развертки. Применение режима Zoom для измерений описано в главе 5.

Режим прокрутки осциллограммы (Roll)

- Нажмите клавишу **Menu/Zoom**, затем нажмите функциональную клавишу **Roll**.
- В режиме Roll осуществляется медленная прокрутка осциллограммы по экрану справа налево. Этот режим действует при установке коэффициента развертки не менее 500 мс/дел. Если в данный момент установлен коэффициент развертки менее 500 мс/дел., то при выборе режима Roll он устанавливается на 500 мс/дел.
- В обычном (Normal) режиме отображения по горизонтали события, возникающие до момента запуска, отображаются слева от точки запуска (t), а события, возникающие после момента запуска – справа от точки запуска.
- 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 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 разделу 5.1.

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 канал 4 (или вход внешнего запуска у двухканальных осциллографов) 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.

2.2.11 Курсорные измерения

Вы можете пользоваться курсорами для выполнения специальных измерений напряжения или временных интервалов на осциллограммах, а также для выполнения измерений хронирования в цифровых каналах.

1. Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
2. Нажмите клавишу **Cursors**. Функции курсоров отображаются в меню функциональных клавиш:
 - **Mode** – Установка курсоров на измерение напряжения и времени (Normal) или на индикацию двоичных либо шестнадцатиричных значений отображаемых на экране осциллограмм.
 - **Source** – Выбор канала или математической функции для курсорных измерений.
 - **XY** – Выбор курсоров X либо курсоров Y для регулировки ручкой Entry.
 - **X1** и **X2** – регулировка по горизонтали и измерение времени.
 - **Y1** и **Y2** – регулировка по вертикали и измерение напряжения.
 - **X1 X2** и **Y1 Y2** – совместное перемещение курсоров при вращении ручки Entry.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы намерены выполнять курсорные измерения на осциллограмме, вызываемой из памяти, обязательно вызывайте из памяти как осциллограмму, так и настройку параметров осциллографа (см. подраздел 7.2.8).

За дополнительной информацией по применению курсоров обращайтесь к разделу 5.3.

2.2.12 Автоматические измерения

Вы можете реализовать автоматические измерения в любом канале-источнике или на любой действующей математической функции. Для индикации выбранного в последний раз измерения включаются курсоры (крайняя справа позиция в строке измерений над функциональными клавишами на экране).

1. Нажмите клавишу **Quick Meas**, чтобы вызвать меню автоматических измерений.
2. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать подлежащий измерению канал или действующую математическую функцию. Вращайте ручку Entry, чтобы поместить "галочку" у нужного вида измерений, и нажмите (если нужно) ручку Entry, чтобы закрыть всплывающее меню.

В меню показаны только доступные для измерений каналы и математические функции. Если вы выберете для измерения канал недействительного источника, то по умолчанию выбирается ближайшее в списке измерение, для которого этот источник является действительным.

Если на экране не отображается или отображается с недостаточным разрешением часть осциллограммы, необходимая для измерения, то индикация результата измерения сопровождается сообщением о его недостоверности, например:

- greater than a value (больше этого значения)
- less than a value (меньше этого значения)
- not enough edges (недостаточное количество фронтов сигнала)
- not enough amplitude (недостаточная амплитуда)
- incomplete (неполный сигнал)
- waveform is clipped (амплитудное ограничение сигнала)

3. Выберите тип измерения нажатием функциональной клавиши **Select**, затем вращайте ручку Entry ↻, чтобы выбрать нужное измерение из всплывающего списка.
4. Чтобы выполнить выбранное измерение, нажмите ручку Entry или функциональную клавишу **Measure**.
5. Чтобы прекратить процесс измерений и удалить индикацию результатов измерений в строке измерений над функциональными клавишами, нажмите функциональную клавишу **Clear Meas**.

За дополнительной информацией об автоматических измерениях обращайтесь к разделу 5.4.

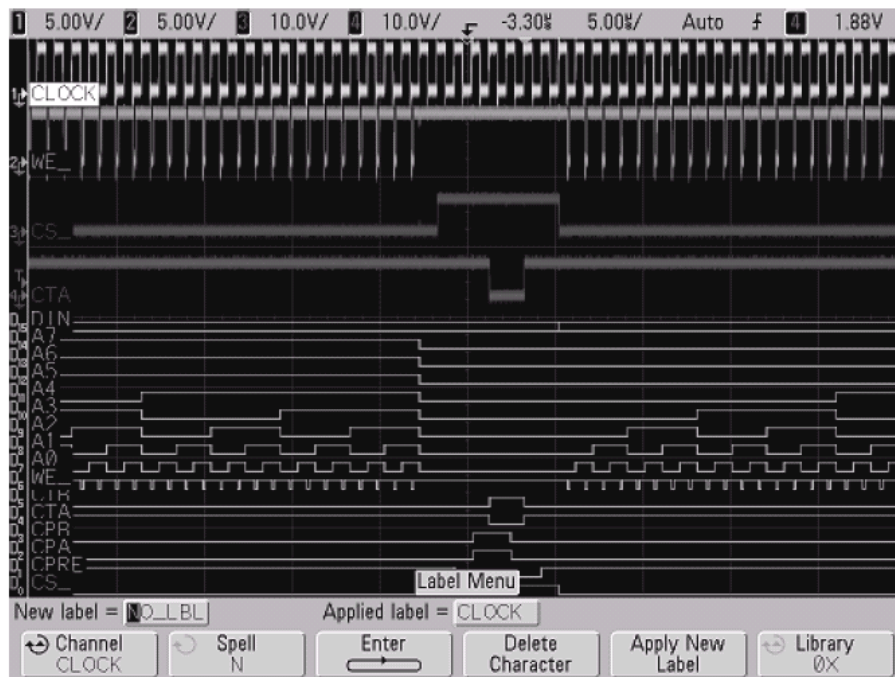
2.2.13 Применение меток

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).

Включение и выключение отображения меток

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

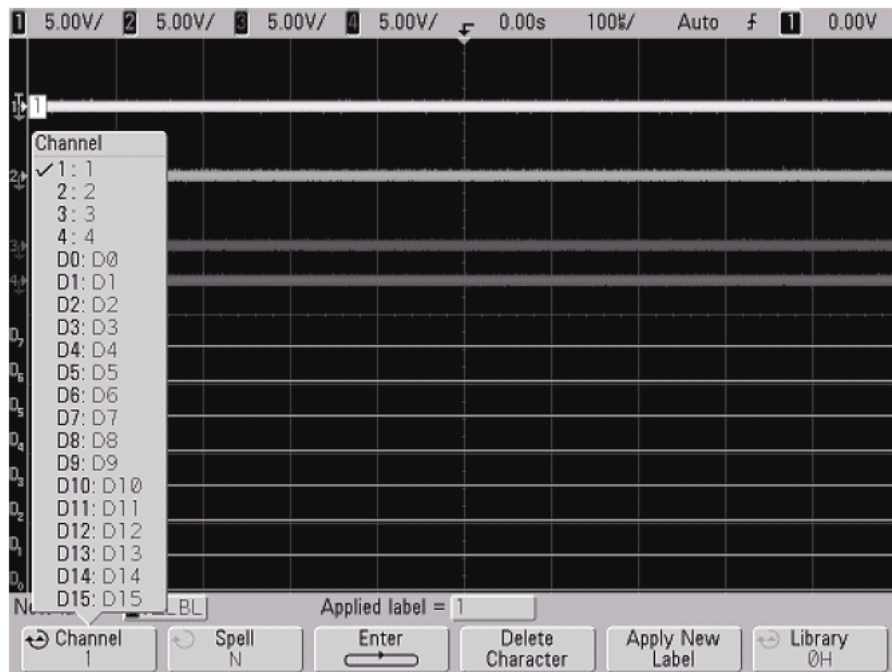
Тем самым включается отображение меток для аналоговых и цифровых каналов. Когда подсвечена клавиша **Label**, слева от осциллограмм отображаются метки каналов. На следующем рисунке показан пример меток, назначаемых по умолчанию при включении отображения меток (при этом метка канала соответствует его номеру).



2. Чтобы выключить отображение меток, нажимайте клавишу **Label**, пока не погаснет ее подсветка.

Присвоение каналу predeterminedной метки

1. Нажмите клавишу **Label**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel**, затем вращайте ручку Entry или 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. Нет необходимости включать канал, чтобы присвоить ему метку.

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

Определение новой метки

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

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 новой метки. Вращением ручки Entry выбирается символ для ввода в выделенной позиции в строке "New label =" над функциональными клавишами и на функциональной клавише **Label**. Метка может состоять максимум из шести символов.
4. Нажмите функциональную клавишу **Entry**, чтобы ввести выбранный символ и перейти к следующей позиции в строке ввода. Вы можете поместить выделение на любой символ в имени метки, последовательно нажимая функциональную клавишу **Enter**.

5. 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**.
6. 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 проводам шины данных.

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 шести 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**).

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, 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 пользуетесь некоторое время списком меток, ваши метки будут занимать доминирующее положение, что облегчает адаптацию экрана прибора к вашим потребностям.

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

Восстановление принятой по умолчанию заводской библиотеки меток

1. Нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Preferences**.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

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.

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.

Восстановление принятых по умолчанию меток без стирания библиотеки меток

Выбор пункта **Default Setup** в меню **Save/Recall** приводит к восстановлению принятых по умолчанию меток всех каналов, однако при этом не стирается список пользовательских меток в библиотеке.

2.2.14 Вывод содержания экрана на печать

Вы можете напечатать на принтере USB содержание всего экрана, включая строку состояния и функциональные клавиши. Нажмите клавишу **Print** (или **Quick Print** на прежних моделях), затем нажмите функциональную клавишу **Press to Print**. Остановить печать можно нажатием функциональной клавиши **Cancel Print**.

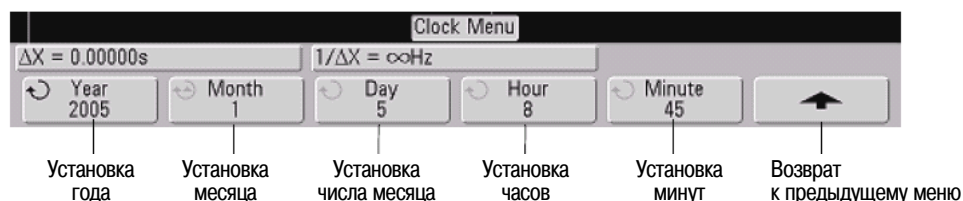
За дополнительной информацией в отношении печати обращайтесь к разделу 7.1.

2.1.15 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 устройстве памяти USB.

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.

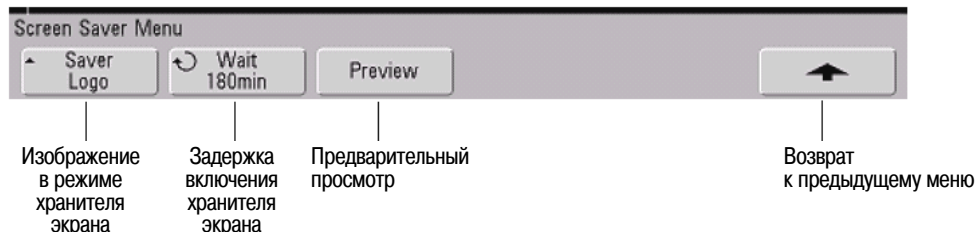
Время устанавливается в 24-часовом формате.

Здесь допускается установка только действительных данных. Если выбрать число месяца и изменить месяц так, что это число окажется недействительным, то автоматически выбирается правильное число.

2.2.16 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) 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 введен в действие хранитель экрана, нажмите любую клавишу или поверните любую ручку.

2.2.17 Установка опорной точки для растяжки осциллограммы по вертикали

- Нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Preferences** → **Expand** и выберите **Ground** или **Center**.

При изменении чувствительности канала (В/дел.) можно задать растяжку (или сжатие) осциллограммы по вертикали относительно нулевого уровня сигнала или относительно середины экрана.

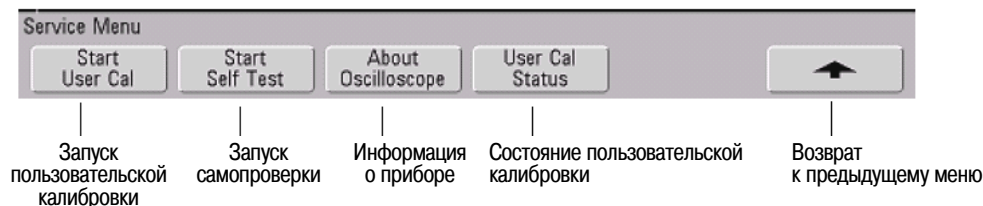
Expand About Ground – Осциллограмма растягивается относительно положения нулевого уровня ("земли"). Эта установка принята по умолчанию. Нулевой уровень сигнала идентифицируется положением индикатора  у левой кромки экрана. Этот уровень не смещается при вращении ручки регулировки чувствительности по вертикали (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.

Expand About Center – Осциллограмма растягивается относительно середины экрана.

2.2.18 Сервисные функции

- Нажмите клавиши **Utility** → **Service**, чтобы вызвать сервисное меню.



Меню Service позволяет:

- выполнять пользовательскую калибровку осциллографа;
- наблюдать состояние пользовательской калибровки;
- выполнять самопроверку прибора;
- просматривать информацию о номере модели осциллографа, о просмотре кода и о состоянии пользовательской калибровки.

2.2.19 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 сигналы для оптимизации схем, влияющих на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска. Перед выполнением этой процедуры следует отсоединить все входы и прогреть осциллограф.

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 серии InfiniiVision 7000*.

Выполнение пользовательской калибровки

- Установите в положение UNPROTECTED переключатель CALIBRATION на задней панели.
- 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 RG58U 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 боковым соединителем, как показано на рис 6.

Для калибровки четырехканального осциллографа присоедините тройники BNC к кабелям одинаковой длины, как показано на рис. 7. Затем присоедините к тройнику переходник "гнездо BNC - гнездо BNC" (цилиндрический соединитель), как показано на рис 7.

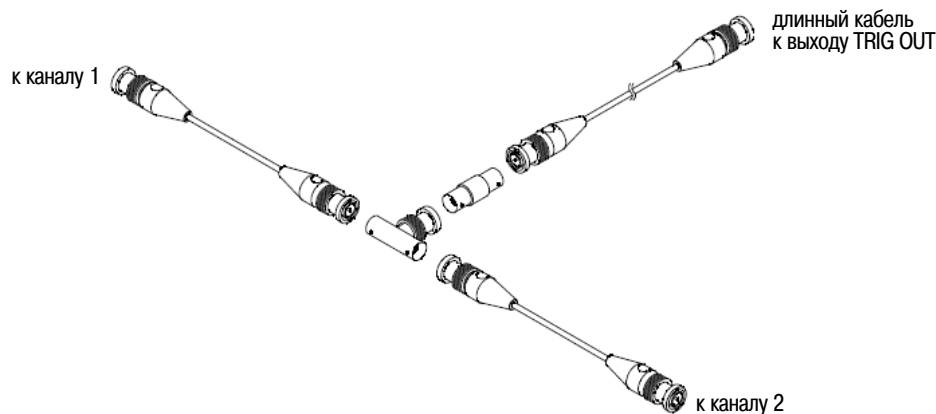


Рис. 6 Соединение кабелей для пользовательской калибровки двухканального осциллографа

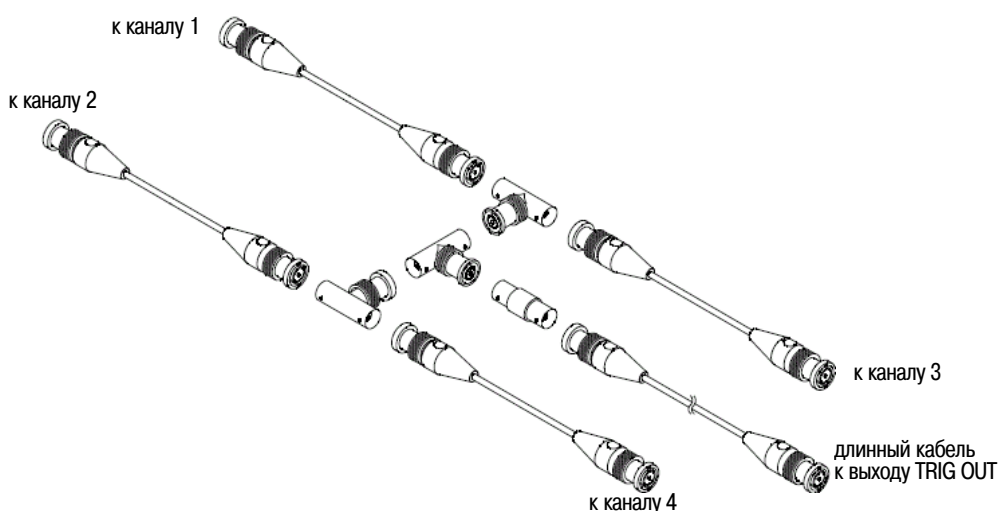


Рис. 7 Соединение кабелей для пользовательской калибровки четырехканального осциллографа

1. Присоедините кабель с соединителями BNC (длиной не более 1 метра) от выхода TRIG OUT на задней панели осциллографа к цилиндрическому соединителю BNC.
2. Нажмите клавишу **Utility**, затем нажмите функциональную клавишу **Service**.
3. Чтобы начать пользовательскую калибровку, нажмите функциональную клавишу **Start User Cal**.
4. По завершении пользовательской калибровки переведите переключатель CALIBRATION на задней панели в положение PROTECTED.

Состояние 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, однако возможна калибровка пробников InfiniiMax. За дополнительной информацией по калибровке пробников обращайтесь к разделу 1.11.

Results:
User Cal Date:
Change in temperature since last User Cal:
Failure:
Comments:
Probe Cal Status:

Результаты
 Дата пользовательской калибровки
 Изменение температуры после последней пользовательской калибровки
 Неудача
 Примечания
 Состояние калибровки пробников

2.2.20 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%.

2.2.21 Информация об осциллографе

При нажатии клавиш **Utility** → **Service** → **About Oscilloscope** выводится информация, содержащая такие данные, как номер модели вашего осциллографа, серийный номер, программная версия, загрузочная версия, графическая версия и установленные лицензии.

Установленные лицензии (Installed Licenses):

Эта строка в окне About This Oscilloscope содержит информацию об установленных лицензиях. В частности, здесь могут отображаться следующие данные:

- **232** – запуск и декодирование UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) и RS232 (Recommended Standard 232). Эта лицензия обеспечивает возможность запуска и декодирования для многих протоколов UART, включая RS232.
- **ALT** – динамический пробник для ПЛИС (FPGA) компании Altera. Эта лицензия обеспечивает внутреннюю видимость пробника для ПЛИС и быструю настройку прибора.
- **AMS** – последовательное декодирование сигналов автомобильной электроники (Automotive Serial Decode). Эта лицензия обеспечивает последовательное декодирование сигналов шин CAN и LIN.
- **FPG** – динамический пробник для ПЛИС компании Xilinx. Эта лицензия обеспечивает внутреннюю видимость пробника для ПЛИС и быструю настройку прибора.
- **FRS** – последовательное декодирование FlexRay. Эта лицензия обеспечивает последовательное декодирование сигналов шин FlexRay.
- **LSS** – низкоскоростное последовательное декодирование (Low Speed Serial Decode). Эта лицензия обеспечивает последовательное декодирование сигналов шин I²C и SPI.
- **memXM** – обновление памяти. Эта лицензия обязательно прилагается к осциллографам серии 7000. Она показывает общую глубину памяти (переключаемая 8 Мбайт).
- **MSO** – осциллограф смешанных сигналов (Mixed Signal Oscilloscope). Эта функция добавляет 16 цифровых каналов без установки каких-либо аппаратных компонентов.
- **SEC** – защита конфиденциальных данных. Эта функция предотвращает занесение во внутреннюю память осциллографа данных его настройки и информации осциллограмм.

2.2.22 Восстановление принятой по умолчанию конфигурации осциллографа

- Нажмите клавишу **Save/Recall**, затем нажмите функциональную клавишу **Default Setup**.

В результате этого восстанавливаются принятые по умолчанию установки параметров осциллографа. Осциллограф переводится в известное рабочее состояние. Ниже перечислены принятые по умолчанию установки основных параметров.

Horizontal – режим основной (main) развертки, масштаб 100 мкс/дел., задержка 0 с, средняя опорная временная точка.

Vertical (Analog) – включен канал 1, масштаб 5 В/дел., связь на входе по постоянному напряжению, положение 0 В, импеданс 1 МОм, коэффициент деления пробника 1,0 (если к каналу не подключен пробник AutoProbe).

Trigger – запуск по фронту сигнала (Edge trigger), режим запуска Auto, уровень 0 В, источник канала 1, связь на входе по постоянному напряжению, нарастающий фронт сигнала, время выдержки 60 нс.

Display – векторы включены, яркость сетки 33%, выключено бесконечное послесвечение.

Прочие настройки – нормальный (normal) режим сбора данных, установка Run/Stop на Run, курсоры и измерения выключены.

Labels – сохраняются (не стираются) все нестандартные метки, созданные пользователем в библиотеке меток, однако восстанавливаются исходные метки всех каналов.

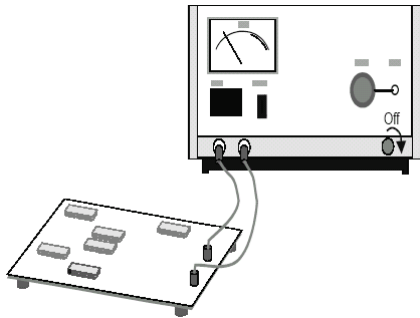
3 Наблюдение и измерение цифровых сигналов

3.1 Присоединение цифровых пробников к испытываемой схеме

Цифровые каналы задействованы у осциллографов MSO7000 и у осциллографов DSO, на которых установлена лицензия модернизации до уровня MSO.

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

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



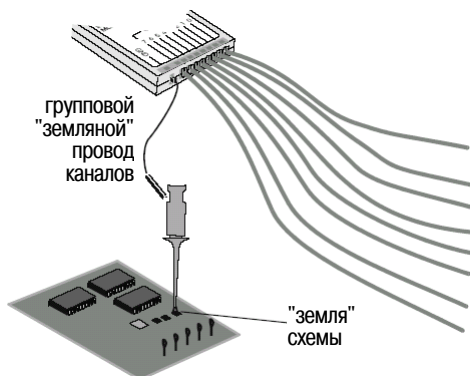
2. Присоедините кабель цифрового пробника к соединителям D15 ÷ D0 на задней панели осциллографа смешанных сигналов. Этот кабель снабжен ключом, поэтому его можно присоединить только одним способом. При этом не нужно выключать питание осциллографа.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

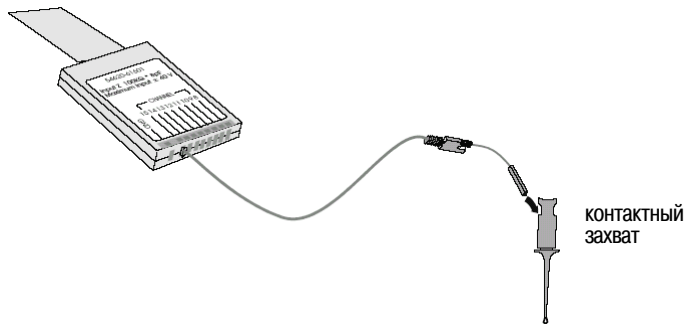
! Пользуйтесь только кабелем цифрового пробника Agilent.

Пользуйтесь только комплектом цифрового пробника Agilent (номер для заказа 54620-68701), который прилагается к осциллографу смешанных сигналов.

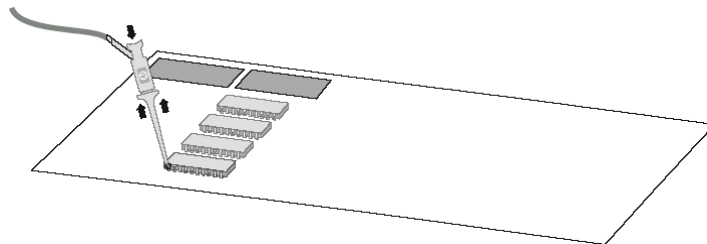
3. Пропустите кабель под осциллографом и выведите его спереди.
4. Присоедините "земляной" провод к каждому набору каналов (к каждой группе) с помощью контактного захвата пробника. Этот "земляной" провод улучшает качество отображения формы сигнала, обеспечивая таким образом точные измерения.



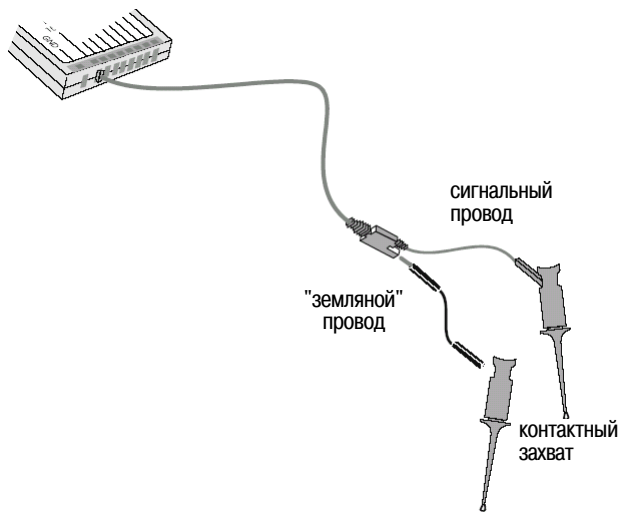
5. Присоедините контактный захват к одному из проводов пробника. (Для упрощения на этом рисунке не показаны остальные провода пробника).



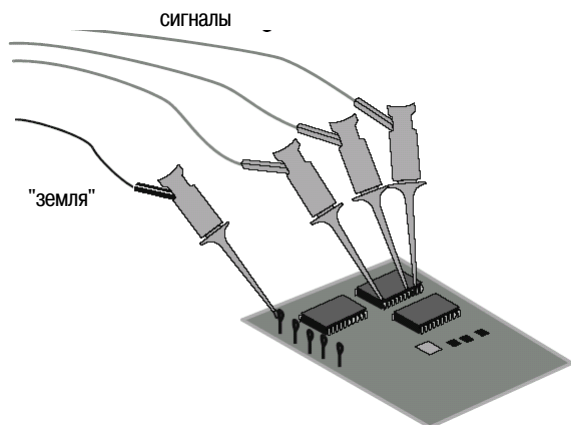
6. Присоедините контактный захват к интересующей вас точке схемы.



7. 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.



8. Повторите операции по пунктам 3 ÷ 6, чтобы присоединить пробник ко всем интересующим вас точкам схемы.



3.2 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 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.

3.3 Применение функции AutoScale при работе с цифровыми каналами

Функцию автоматического масштабирования AutoScale можно применять для быстрого конфигурирования осциллографа на отображение осциллограмм цифровых каналов.

- 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.
 - 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 и вы хотите вернуться к предыдущим установкам параметров.
- Объяснение действия функции автоматического масштабирования приведено в разделе 6.10.

Пример

Присоедините контактные захваты пробника к каналам 0 и 1 кабеля цифрового пробника. Присоедините пробники для цифровых каналов 0 и 1 к выходу Probe Comp на передней панели осциллографа. Обязательно присоедините "земляной" провод к лепестку заземления у выхода Probe Comp. Установите заводскую (принятую по умолчанию) конфигурацию прибора; для этого нажмите клавишу **Save/Recall**, затем функциональную клавишу **Default Setup**. После этого нажмите клавишу **AutoScale**. Вы должны увидеть осциллограммы, подобные тем, что показаны на следующем рисунке.

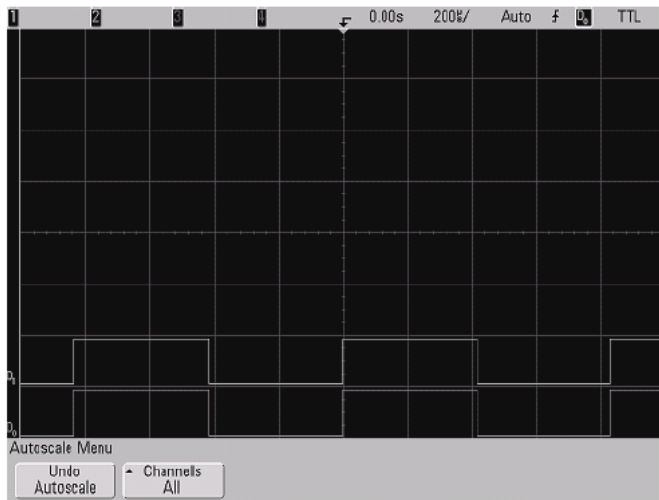
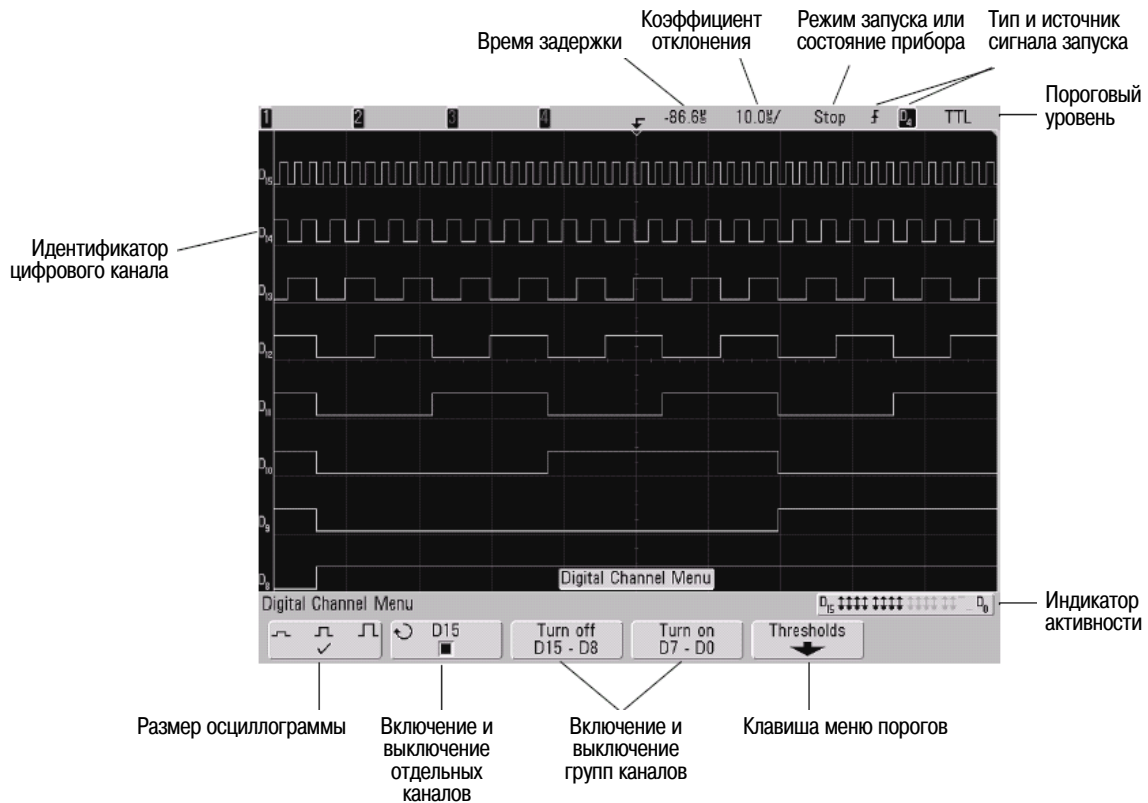


Рис. 8 Автоматическое масштабирование цифровых каналов 0 и 1 (только модели MSO)

3.4 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 индицируются светло-серой маркировкой.

3.5 Изменение высоты осциллограмм цифровых каналов

1. Нажмите клавишу **D15-D0**.
2. Для выбора размера осциллограмм цифровых каналов по вертикали нажимайте функциональную клавишу   .

Это позволяет вам выбрать наиболее удобный вариант отображения осциллограмм цифровых каналов.

3.6 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.

3.7 Включение и выключение всех цифровых каналов

1. Для включения или выключения отображения цифровых каналов нажимайте клавишу **D15-D0**. Над функциональными клавишами отображается меню цифровых каналов. Цифровые каналы отображаются на экране, когда светится эта клавиша у осциллографа серии 7000.

Если вы хотите выключить цифровые каналы, когда на экране уже не отображается меню цифровых каналов, то вам придется дважды нажать клавишу **D15-D0**, чтобы выключить цифровые каналы. При первом нажатии этой клавиши вызывается меню цифровых каналов, а при втором нажатии выключаются каналы.

3.8 Включение и выключение групп каналов

1. Нажмите клавишу **D15-D0** на передней панели, если на экране уже нет меню цифровых каналов.
2. Нажмите функциональную клавишу **Turn off** (или **Turn on**) для группы **D15 ÷ D8** или группы **D7 ÷ D0**. При каждом нажатии этой функциональной клавиши переключается ее функция (с **Turn on** на **Turn off** и обратно).

3.9 Изменение логического порога цифровых каналов

1. Нажмите клавишу **D15-D0**, чтобы вызвать меню цифровых каналов.
2. Нажмите функциональную клавишу **Thresholds**.
3. Нажмите функциональную клавишу **D15 - D8** или **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 выбранной группы D15 ÷ D8 или D7 ÷ D0. Для каждой из этих двух групп каналов можно при желании задать различные значения порога.

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**.

За дополнительной информацией в отношении логических пробников обращайтесь к разделам 8.9 и 8.10.

3.10 Изменение позиции осциллограммы цифрового канала

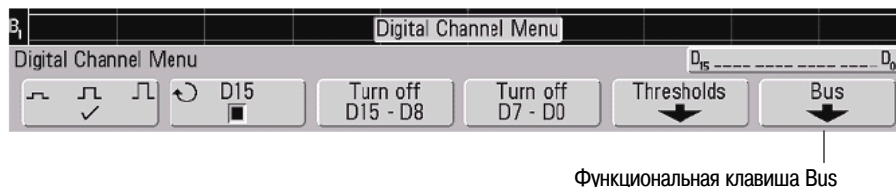
Нажмите клавишу **D15-D0**, чтобы включить цифровые каналы (клавиша подсвечивается). Над ручкой управления цифровыми каналами расположены два индикатора: **Select** и **Pos** (позиция). Когда светится индикатор **Select**, вращайте эту ручку, чтобы выбрать цифровую осциллограмму. Выбранная осциллограмма меняет цвет с синего на красный. Нажмите ручку управления цифровыми каналами, чтобы переключиться с **Select** на **Pos**. Чтобы изменить позицию цифровой осциллограммы, поверните ручку и еще раз нажмите ее.

Если в результате изменения позиции осциллограмма окажется расположенной поверх существующей осциллограммы, то индикатор у левого края осциллограммы изменяет обозначение с **D_{nn}** (где nn – это номер цифрового канала от 0 до 15) на **D***. Эта звездочка указывает на то, что перекрываются сигналы двух каналов.

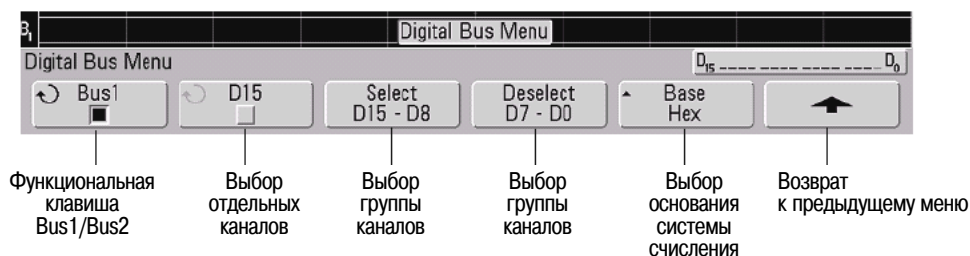
Вы можете вращать ручку для выбора наложенного канала, затем нажать ее для изменения позиции точно так же, как и для любого другого канала.

3.11 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 **D15-D0** 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 пользуйтесь второй слева функциональной клавишей и ручкой Entry для выбора отдельных каналов, составляющих шину. Для выбора каналов можно вращать и нажимать ручку Entry. Можно также нажимать функциональные клавиши **Select/Deselect D15-D8** и **Select/Deselect D7-D0** для включения в состав шины или исключения из нее групп из восьми каналов.

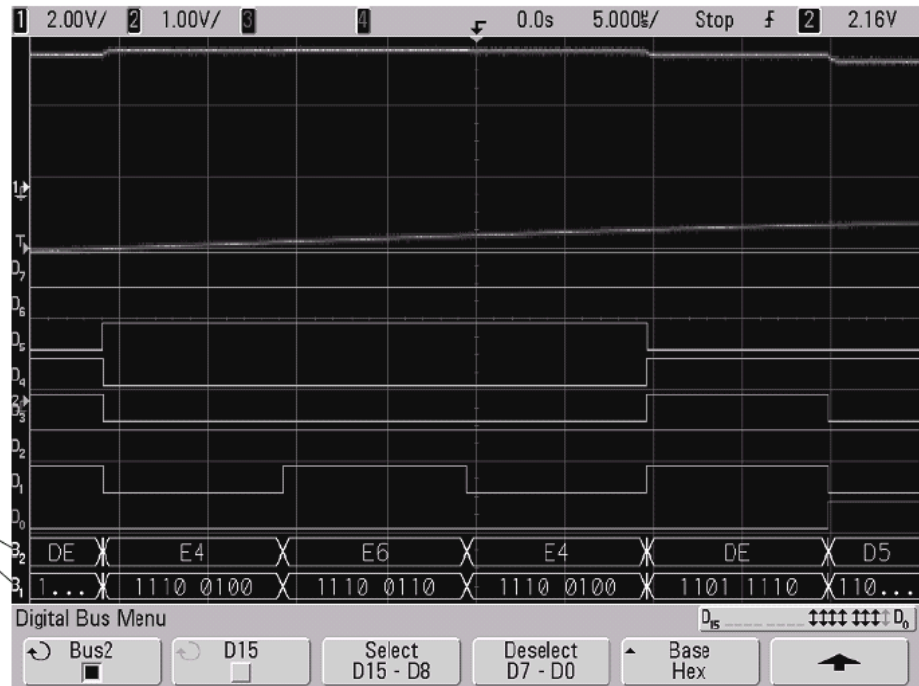


Если шинный экран окажется пустым, полностью белым или если на экране отображаются серии точек "...", то следует растянуть масштаб по горизонтали, чтобы обеспечить место для отображения данных, или воспользоваться курсорами для индикации значений (см. следующую страницу).

С помощью функциональной клавиши **Base** можно выбрать индикацию шинных значений в шестнадцатиричном (Hex) или двоичном (Binary) формате.

Шинные значения отображаются в нижней части экрана.

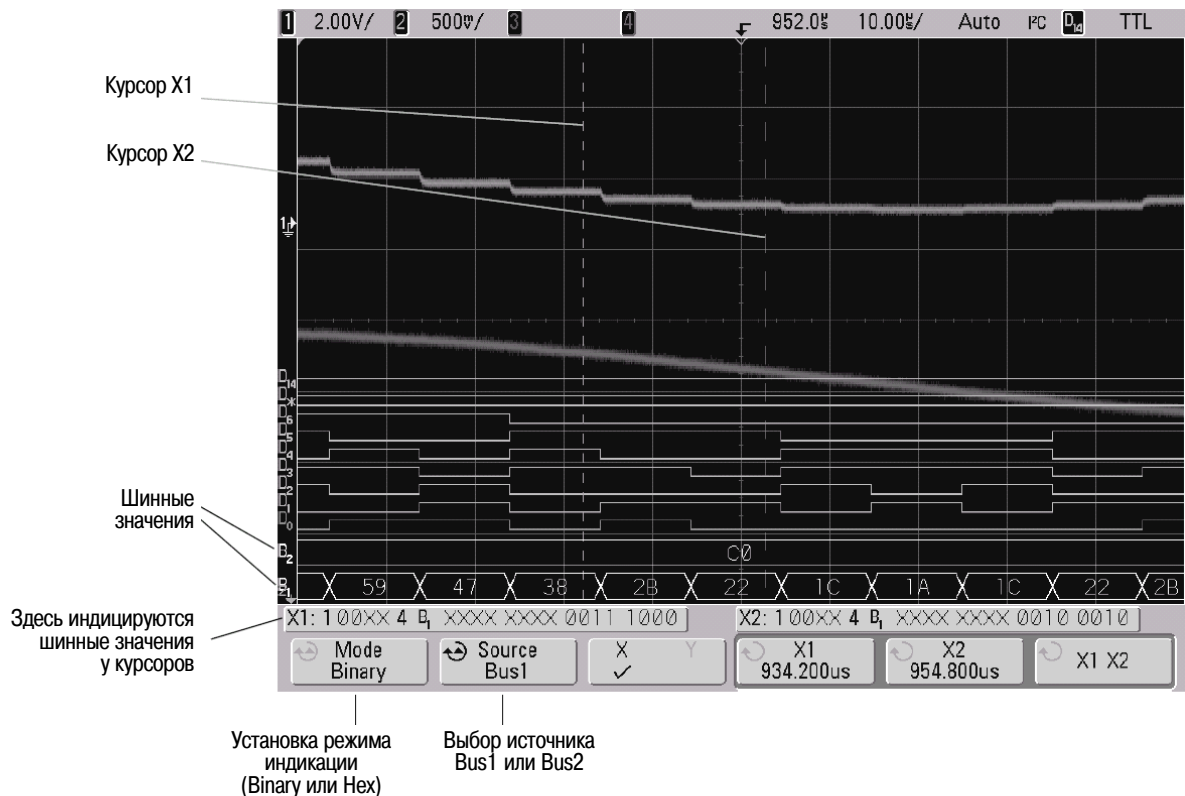
Шинные значения
могут индексироваться
в шестнадцатиричном
или в двоичном формате



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.

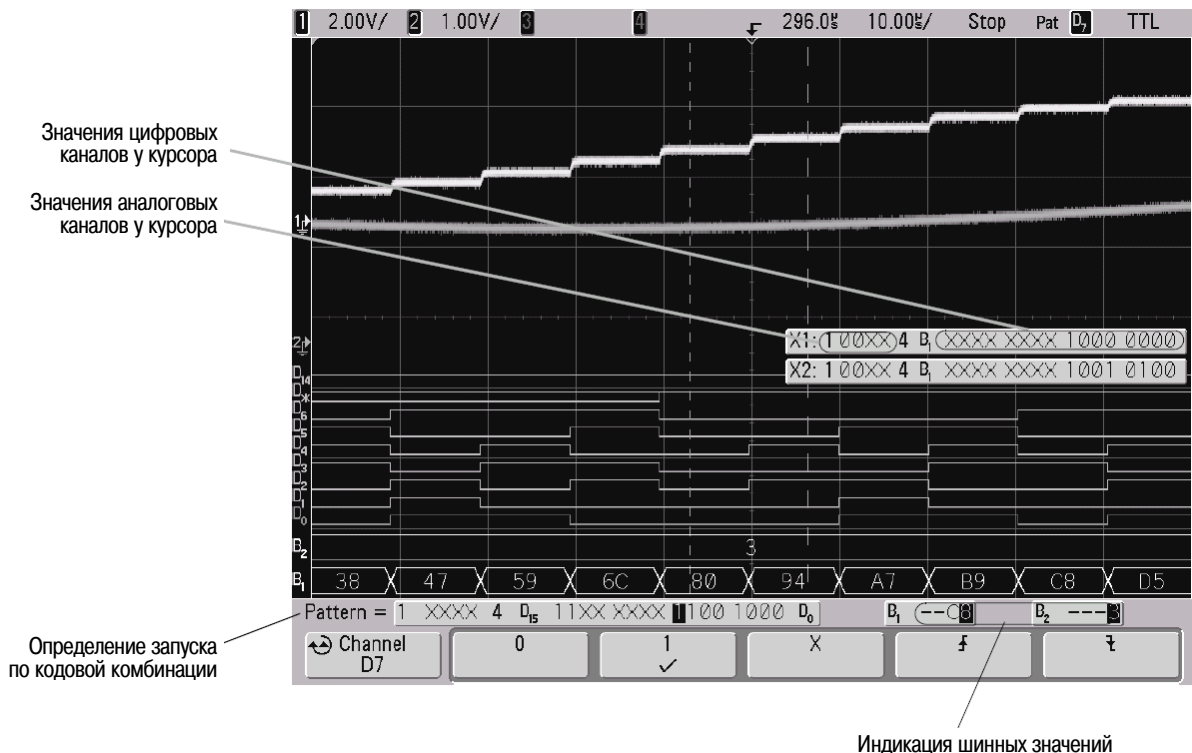


При нажатии клавиши **D15-D0** для вызова меню цифровых каналов отображается индикатор цифровой активности там, где были значения курсоров, а на масштабной сетке индицируются шинные значения у курсоров.

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").



За дополнительной информацией в отношении запуска по кодовой комбинации обращайтесь к разделу 4.6.

4 Запуск осциллографа

Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 обеспечивают полный набор функций, способствующих автоматизации ваших измерительных задач. Технология MegaZoom позволяет регистрировать и исследовать несинхронизированные сигналы. С помощью этих осциллографов вы можете:

- изменять способы сбора данных;
- задавать по необходимости простые и сложные условия запуска для регистрации лишь той последовательности событий, которую вы хотите исследовать.

Особенности запуска

- Режимы запуска:
 - автоматический (Auto)
 - обычный (Normal)
 - связь в тракте запуска (по постоянному напряжению (DC), по переменному напряжению (AC), подавление низких частот)
 - подавление шумов
 - подавление высокочастотных составляющих
- Время выдержки (Holdoff)
- Уровень запуска
- Вход внешнего запуска
- Типы запуска
 - по фронту сигнала (Edge)
 - по длительности импульса (glitch)
 - по кодовой комбинации (Pattern)
 - CAN
 - по длительности кодовой комбинации (Duration)
 - FlexRay
 - I²C
 - по N-му фронту импульсного пакета
 - LIN
 - по последовательности событий (Sequence)
 - SPI
 - TV
 - USB
- Выходной соединитель сигнала запуска (Trigger Out)

ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнение осциллографа такими опциями, как низкоскоростное последовательное декодирование (LSS) или последовательное декодирование сигналов автомобильной электроники (AMS) приводит к расширению возможностей запуска для соответствующих типов запуска (I²C и SPI или CAN и LIN). Дополнение осциллографа опцией FRS (последовательное декодирование FlexRay) приводит к добавлению FlexRay к типам запуска.

За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 6.7.

4.1 Выбор режимов и условий запуска

Режим запуска оказывает влияние на способ поиска осциллографом события запуска. 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 (позиции по горизонтали).

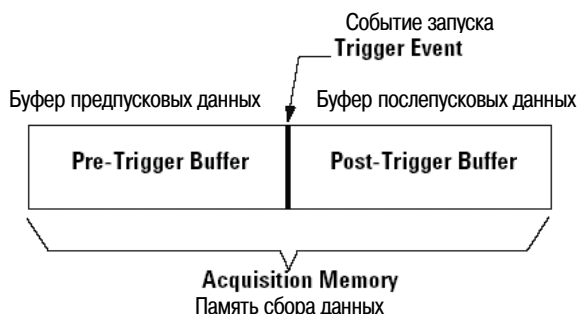
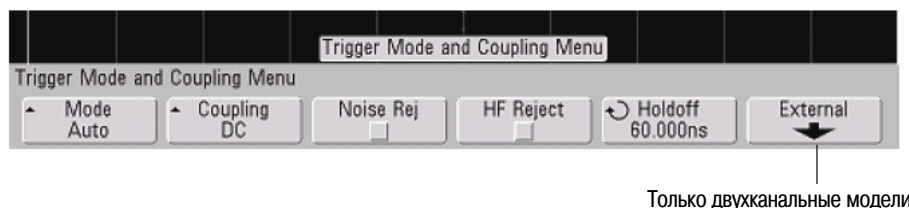


Рис. 9 Память сбора данных

4.1.1 Вызов меню режима запуска и характера связи в тракте запуска

- Нажмите клавишу **Mode/Coupling** в секции Trigger передней панели.



4.1.2 Режимы запуска: обычный и автоматический

Краткое описание режимов обычного (Normal) и автоматического (Auto) запуска приведено в подразделе 2.2.6.

- Нажмите клавишу **Mode/Coupling**.
- Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите **Normal** или **Auto**.
 - В режиме **Normal** отображается осциллограмма, когда выполняются условия запуска. В противном случае осциллограф не запускается и экран не обновляется.
 - Режим **Auto** аналогичен режиму **Normal** за исключением того, что в этом режиме производится принудительный запуск осциллографа, даже если не выполняются условия запуска.

Режим Auto

Режим автоматического запуска рекомендуется применять для любых сигналов, кроме сигналов с низкой частотой повторения и при неизвестных уровнях сигналов. Для отображения сигнала постоянного напряжения необходимо применять режим автоматического запуска, поскольку такой сигнал не имеет фронтов для запуска.

Когда вы нажимаете клавишу **Run**, 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 переполнении 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. Если не будет обнаружено событие запуска, осциллограф сам генерирует его и отображает данные так, как будто появился сигнал запуска. В этом случае индикатор **Auto** в верхней части экрана изменяется на **Auto?** и начинает мигать его фон, указывающий на то, что применяется принудительный запуск.

Когда вы нажимаете клавишу **Single**, производится заполнение буферной памяти предпусковых данных и продолжается поток данных через эту буферную память, пока не произойдет автоматический принудительный запуск. В конце осциллограммы прекращается сбор данных и отображается осциллограмма.

Режим Normal

Режим обычного запуска применяется для сигналов с низкой частотой повторения, а также в тех случаях, когда не требуется автоматический запуск.

В режиме обычного запуска должно производиться заполнение буферной памяти предпусковых данными до начала поиска события запуска. При этом в строке состояния мигает индикатор режима запуска **Trig'd**, указывающий на то, что производится заполнение буферной памяти предпусковых данных. В процессе поиска события запуска производится вытеснение из буферной памяти старых данных новыми по принципу FIFO ("первым вошел – первым вышел").

Когда будет обнаружено событие запуска, производится заполнение буферной памяти послепусковых данных и отображение содержания памяти сбора данных в виде осциллограммы. В строке состояния отображается индикатор режима запуска **Trig'd** (не мигает). Если сбор данных был инициирован нажатием клавиши **Run/Stop**, процесс повторяется. Если сбор данных был инициирован нажатием клавиши **Single**, сбор данных прекращается, и вы можете просматривать осциллограмму с применением функций панорамирования (Pan) и увеличения масштаба изображения (Zoom).

При определенных условиях возможен пропуск события запуска как в режиме автоматического запуска (Auto), так и в режиме обычного запуска (Normal). Это обусловлено тем, что осциллограф не опознает событие запуска до заполнения буферной памяти предпусковых данных. Предположим мы установили ручкой Time/Div медленную развертку с коэффициентом развертки 500 мс/дел. Если событие запуска возникнет до того, как будет заполнена буферная память предпусковых данных, то событие запуска не будет обнаружено. Если мы используем режим обычного запуска и ждем мигания индикатора состояния запуска до срабатывания схемы запуска, то осциллограф обязательно найдет состояние запуска.

Некоторые измерения требуют от нас выполнения определенных действий в испытываемой схеме, чтобы вызвать событие запуска. Обычно это случаи однократного сбора данных, когда мы пользуемся клавишей **Single**.

4.1.3 Выбор характера связи в тракте запуска

1. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Coupling**, затем выберите характер связи: **DC**, **AC** или **LF Reject**.
 - **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 обладает частотой 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 TV Trigger в меню Trigger More.

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 на стр. 43.

4.1.4 Выбор подавления шумов или высокочастотных составляющих

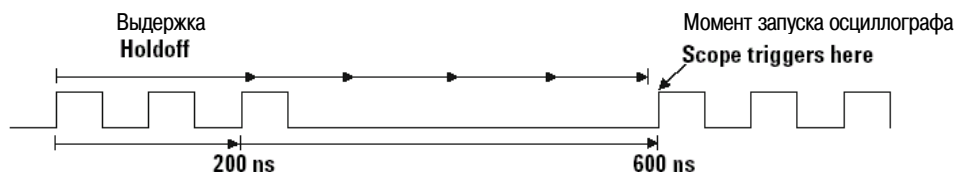
1. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Noise Rej**, чтобы выбрать подавление шумов, или функциональную клавишу **HF Reject**, чтобы выбрать подавление высокочастотных составляющих.
 - **Noise Rej** – в этом варианте вводится дополнительный гистерезис в схему запуска. Когда включено подавление шумов, схема запуска менее чувствительна к шуму, однако требует более высокого уровня сигнала для запуска осциллографа.
 - **HF Reject** – в этом варианте в тракт запуска вводится фильтр нижних частот с частотой среза 50 кГц, удаляющий нежелательные высокочастотные компоненты из сигнала, который используется для запуска (например, помехи от радиостанций, работающих с амплитудной и частотной модуляцией, а также помехи от системных высокочастотных тактовых сигналов).

4.1.5 Установка времени выдержки (Holdoff)

1. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**.
2. Вращайте ручку Entry $\curvearrowright$, чтобы увеличить или уменьшить время выдержки при запуске, которое индицируется на функциональной клавише **Holdoff**.

Параметр Holdoff определяет время, в течение которого осциллограф находится в режиме ожидания перед повторной активизацией схемы запуска. Это позволяет добиться стабильного отображения осциллограмм сигналов сложной формы.

Чтобы добиться стабильного запуска осциллографа от показанного ниже импульсного пакета, установите время выдержки в интервале 200 нс ÷ 600 нс.



Благодаря установке времени выдержки появляется возможность синхронизации моментов запуска. Осциллограф запускается по одному фронту сигнала и игнорирует следующие фронты сигнала до истечения времени выдержки, после чего повторно активизирует схему запуска для поиска следующего фронта для запуска. Это обеспечивает стабильный запуск осциллографа сигналами с повторяющейся структурой.

Рекомендации по применению функции выдержки (Holdoff)

Функция Holdoff предотвращает запуск осциллографа в течение определенного времени после последнего запуска. Эта функция полезна в тех случаях, когда уровень запуска пересекается сигналом несколько раз в течение периода повторения сигнала.

В отсутствие такой выдержки возникал бы запуск осциллографа при каждом пересечении уровня запуска, что не позволило бы получить надлежащую осциллограмму. При правильной установке времени выдержки осциллограф запускается один раз в течение периода повторения сигнала. Поэтому время выдержки должно быть несколько меньше одного периода. Однако эта функция работает даже в том случае, когда моменты запуска отделяются друг от друга несколькими периодами, поскольку схема выдержки действует непрерывно.

Изменение коэффициента развертки не влияет на установку времени выдержки в отличие от аналоговых осциллографов, у которых время выдержки зависит от установки коэффициента развертки, вследствие чего приходится подстраивать время выдержки всякий раз при изменении коэффициента развертки.

С применением технологии MegaZoom компании Agilent вы можете нажать клавишу **Stop**, затем просматривать 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.

4.2 Вход внешнего запуска

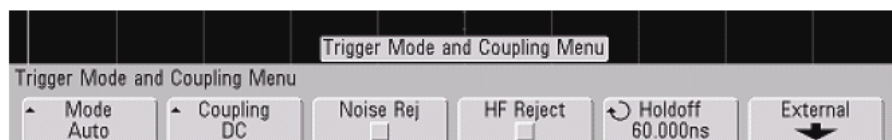
Вход внешнего запуска можно использовать в качестве источника сигнала нескольких типов запуска. У двухканальных осциллографов входом внешнего запуска является соединитель BNC на передней панели с маркировкой **Ext Trigger**. У четырехканальных осциллографом входом внешнего запуска является соединитель BNC на задней панели с маркировкой **Ext Trig**.

4.2.1 Вход внешнего запуска двухканального осциллографа

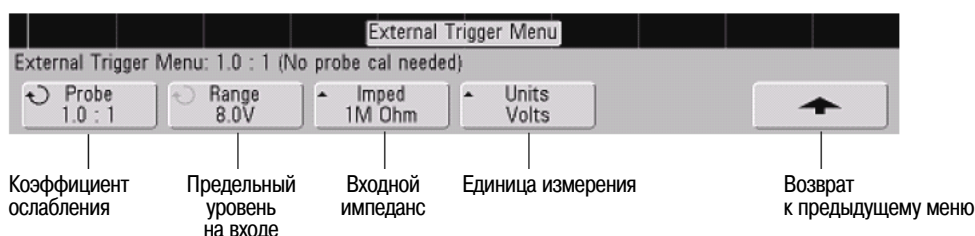
Установка параметров пробника внешнего запуска

Установку параметров пробника внешнего запуска вы можете выполнить, как описано ниже.

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



2. Нажмите функциональную клавишу **External**, чтобы вызвать меню пробника внешнего запуска.



Коэффициент ослабления пробника – Вращайте ручку Entry, чтобы установить коэффициент ослабления, который индицируется на функциональной клавише **Probe**. Здесь можно установить коэффициент ослабления от 0,1:1 до 1000:1 в последовательности 1-2-5. При подключении пробника типа AutoProbe производится автоматическая установка коэффициента ослабления пробника. Следует правильно установить коэффициент ослабления пробника, чтобы обеспечить достоверность измерений.

Предельный уровень на входе (Range) – Здесь можно установить предел входного напряжения 1,0 В или 8,0 В. В токовом режиме предел зафиксирован на уровне 1,0 А. Предельный уровень масштабируется автоматически в соответствии с коэффициентом ослабления пробника.

Максимальное напряжение на входе внешнего запуска двухканального осциллографа:

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



Максимальное напряжение на входе внешнего запуска (двухканальные осциллографы):

Категория I	300 В _{эфф} , 400 В _{пик} ; броски напряжения 1,6 кВ _{пик}
Категория II	100 В _{эфф} , 400 В _{пик}

С пробником 10073С или 10074 10:1:

Категория I	500 В _{пик}
Категория II	400 В _{пик}

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



Не допускается превышение напряжения 5 В_{эфф} в режиме 50 Ом у двухканальных осциллографов. В режиме 50 Ом действует защита входа, в результате чего отсоединяется нагрузка 50 Ом при обнаружении напряжения свыше 5 В_{эфф}. Тем не менее возможно повреждение входных цепей в зависимости от динамики сигнала. Защита 50-омного входа действует только тогда, когда осциллограф включен.

Входной импеданс – У двухканальных осциллографов имеется возможность выбора импеданса у входа внешнего запуска. При нажатии функциональной клавиши **Imped** можно установить импеданс **1 МОм** или **50 Ом**.

- Импеданс **50 Ом** согласуется с 50-омными кабелями, которые обычно применяются при высокочастотных измерениях. Согласование импедансов обеспечивает наиболее точные измерения благодаря минимизации отражений в сигнальном тракте.
- Импеданс **1 МОм** обычно требуется при работе с многими пассивными пробниками и при измерениях общего характера. Высокий импеданс сводит к минимуму нагрузку со стороны осциллографа на испытываемую схему.

Единица измерения – Нажмите функциональную клавишу **Units**, чтобы выбрать единицу измерения для подключенного пробника. Выберите **Volts** для пробника напряжения; для токового пробника выберите **Amps**. Выбранная единица измерения будет использоваться при индикации результатов измерений, чувствительности каналов и уровня запуска.

4.2.2 Вход внешнего запуска четырехканального осциллографа

Входной импеданс – Импеданс входа внешнего запуска четырехканального осциллографа составляет примерно 2,14 кОм.

Входное напряжение – Чувствительность входа по напряжению составляет 500 мВ в диапазоне 0 ÷ 500 МГц. Диапазон изменения входного напряжения составляет ± 15 В.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



Максимальное напряжение на входе внешнего запуска (четырёхканальные осциллографы):

Во избежание повреждения осциллографа напряжение на входе внешнего запуска на задней панели не должно превышать 15 В_{эфф}.

У четырехканальных осциллографов отсутствуют возможности установки предельного уровня на входе внешнего запуска и выбора единицы измерения.

4.3 Типы запуска

Осциллограф позволяет синхронизировать отображение осциллограмм по действиям в испытываемой схеме благодаря определению условий запуска. Для большинства типов запуска можно пользоваться любым входным каналом или входом внешнего запуска в качестве источника запуска.

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.

Далее в этой главе описаны следующие типы запуска в указанной ниже последовательности:

- Запуск по фронту сигнала (Edge)
- Запуск по длительности импульса (glitch)
- Запуск по кодовой комбинации (Pattern)
- Запуск по сигналам CAN (Controller Area Network)
- Запуск по длительности кодовой комбинации (Duration)
- FlexRay
- I²C (Inter-IC bus)
- Запуск по N-му фронту импульсного пакета
- LIN (Local Interconnect Network)
- Последовательность событий (Sequence)
- SPI (Serial Peripheral Interface)
- TV
- USB (Universal Serial Bus)

Изменения в условиях запуска применяются сразу же, когда вы их вносите. Если сбор данных остановлен, когда вы изменяете условия запуска, то новые условия запуска вводятся в действие при нажатии клавиши **Run/Stop** или **Single**. Если вы изменяете условия запуска в процессе сбора данных осциллографом, то они вводятся в действие с началом нового сбора данных.

4.4 Применение запуска по фронту сигнала (Edge)

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

1. Нажмите клавишу **Edge** в секции Trigger на передней панели, чтобы вызвать меню запуска по фронту сигнала.



2. 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, 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.

3. Выберите источник запуска.

В качестве источника запуска у любого осциллографа Agilent серии InfiniiVision 7000 вы можете выбрать аналоговый канал 1 или 2, вход внешнего запуска (Ext) или сеть (Line). У четырехканального осциллографа источником запуска может быть также канал 3 и 4, а у осциллографов смешанных сигналов – цифровые каналы D15 ÷ D0. В качестве источника запуска по фронту сигнала вы можете 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 ÷ D15 – цифровые каналы
- E – внешний запуск
- L – запуск от сети

4.4.1 Регулировка уровня запуска

Вы можете отрегулировать уровень запуска для выбранного аналогового канала с помощью ручки Trigger Level. Положение уровня запуска для аналогового канала индицируется значком уровня запуска $\blacktriangleright$ (если включен аналоговый канал) у левой кромки экрана, когда выбрана связь по постоянному напряжению (DC). Значение уровня запуска аналогового канала индицируется в правом верхнем углу экрана.

Уровень запуска для выбранного цифрового канала устанавливают с помощью меню Threshold в меню Digital Channel. Нажмите клавишу **D15-D0** 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.

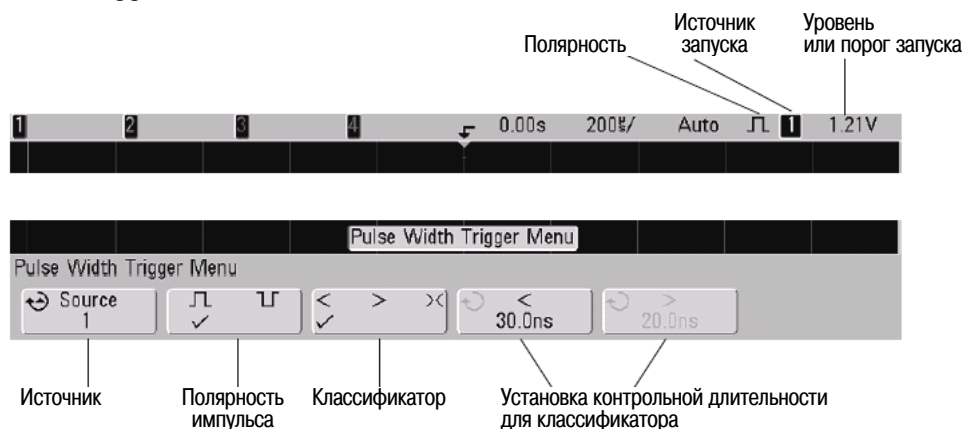
Когда выбран внешний запуск (**Ext**), то его уровень можно отрегулировать ручкой **Level** в секции Trigger передней панели. Уровень запуска индицируется в правом верхнем углу экрана.

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

4.5 Применение запуска по длительности импульса

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 **Duration** в меню Trigger **More**.

1. Нажмите клавишу **Pulse Width** в секции Trigger на передней панели, чтобы вызвать меню Pulse Width Trigger.



2. Нажмите функциональную клавишу **Source** (или вращайте ручку Entry у осциллографов смешанных сигналов), 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. У двухканального осциллографа можно также задать в качестве источника внешний запуск.

Для регулировки уровня запуска для выбранного аналогового канала пользуйтесь ручкой Trigger Level. Чтобы установить порог запуска для цифровых каналов, нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**. Значение уровня или порога запуска индицируется в правом верхнем углу экрана.

3. Нажмите функциональную клавишу полярности, чтобы выбрать положительную (L) или отрицательную (H) 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.

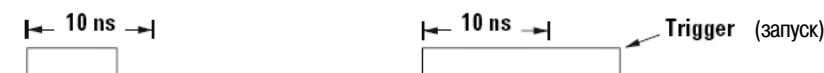
4. Нажмите функциональную клавишу классификатора (< > < >), чтобы выбрать временной классификатор.

С помощью этой функциональной клавиши можно задать запуск 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 $t > 10$ нс и $t < 15$ нс для положительного импульса:



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

Возможны следующие варианты установки:

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

4.5.1 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.

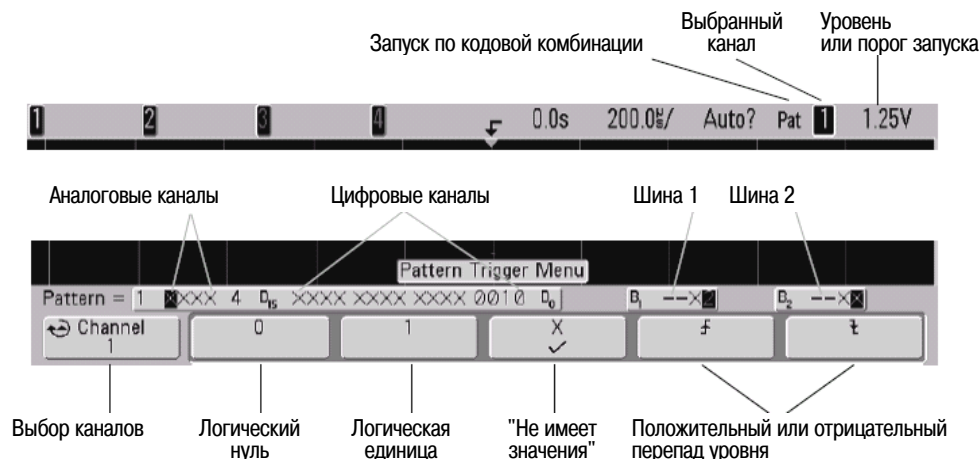
4.5.2 Функциональная клавиша ">" установки контрольной длительности для классификатора

- 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.

4.6 Применение запуска 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 в подразделе 4.6.1.

1. Нажмите клавишу **Pattern** в секции Trigger передней панели, чтобы вызвать меню Pattern Trigger.



2. 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 у осциллографов смешанных сигналов) выбранный вами канал выделяется в строке "**Pattern** =" над функциональными клавишами и в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "**Pat**". У двухканальных и четырехканальных осциллографов можно также задать вход внешнего запуска в качестве канала в составе кодовой комбинации.

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала вращением ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить порог запуска для цифровых каналов. Значение уровня или порога запуска индицируется в правом верхнем углу экрана.

3. Для каждого выбираемого вами канала нажмите одну из функциональных клавиш состояния, чтобы задать состояние для этого канала в кодовой комбинации.
 - **0** задает логический нуль 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 **f** (положительный перепад) или **t** (отрицательный перепад) устанавливает кодовую комбинацию на направление перепада у выбранного канала. 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.

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).

4.6.1 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 3.11. 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. 66.

4.7 Применение запуска по сигналам CAN

ПРИМЕЧАНИЕ

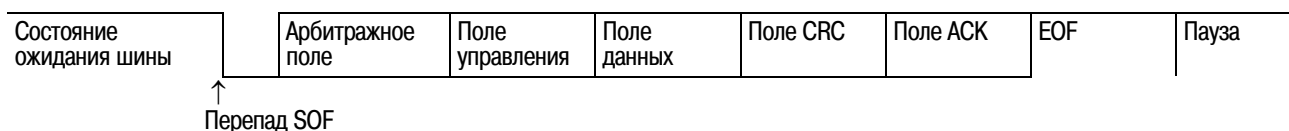
Настройка декодирования CAN описана в подразделе 6.7.3.

Запуск по сигналам CAN (Controller Area Network) работает с сигналами CAN версий 2.0A и 2.0B. Настройка заключается в подаче на осциллограф сигнала CAN, в определении события для запуска через меню **Settings** с последующим использованием меню **Signals** для задания источника сигнала, скорости передачи данных и точки выборки.

Осциллограф запускается по сигналам CAN с доминирующим уровнем лог. 0. Если вы пользуетесь дифференциальным пробником для подачи сигналов CAN на осциллограф, то на плюсовой провод пробника следует подавать сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 0 (CAN_L), а на минусовой провод пробника – сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 1 (CAN_H).

Запуск CAN производится по биту SOF (Start of Frame) кадра данных. Если в вашем осциллографе установлена опция N5424A для запуска и декодирования сигналов автомобильного стандарта CAN/LIN, то возможны следующие дополнительные типы запуска по сигналам CAN: Remote Frame ID (RTR), Data Frame ID (~RTR), Remote or Data Frame ID, Data Frame ID and Data, Error Frame, All Errors, Acknowledge Error и Overload Frame.

Ниже показан кадр сообщения CAN в сигнале типа CAN_L:



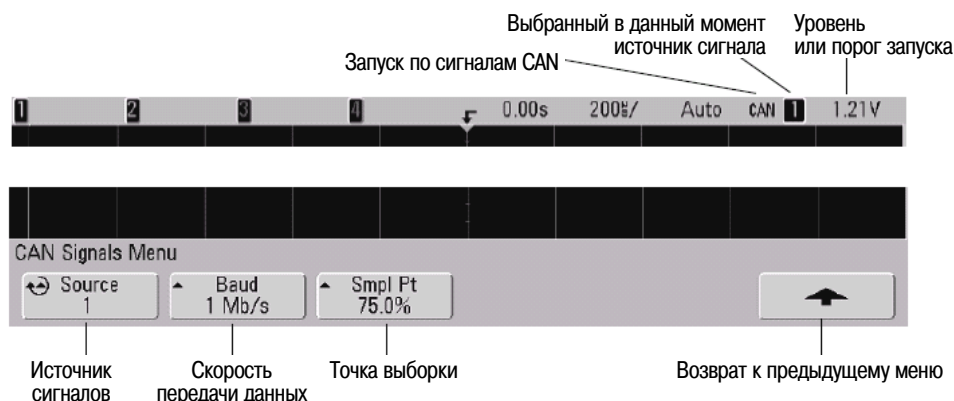
1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **CAN**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню запуска по сигналам CAN.



2. Нажимайте функциональную клавишу **Trigger** или вращайте ручку Entry, чтобы выбрать условие запуска.

- **SOF – Start of Frame** – Осциллограф запускается по началу кадра.
- **Remote Frame ID (RTR)** – Осциллограф запускается по удаленным кадрам с указанным идентификатором (ID). Чтобы выбрать ID, нажимайте функциональную клавишу **Bits**. Вы можете получить пояснения в отношении функциональных клавиш **Bits**. Для этого нажмите и удерживайте интересующую вас функциональную клавишу, чтобы вызвать на экран встроенную справочную информацию по данной теме.
- **Data Frame ID (~RTR)** – Осциллограф запускается по кадрам данных, соответствующих заданному ID. Чтобы выбрать ID, нажимайте функциональную клавишу **Bits**.
- **Remote or Data Frame ID** – Осциллограф запускается по удаленным кадрам или кадрам данных, соответствующих заданному ID. Чтобы выбрать ID, нажимайте функциональную клавишу **Bits**.
- **Data Frame ID and Data** – Осциллограф запускается по кадрам данных, соответствующих заданному ID и данным. Нажмите функциональную клавишу **Bits**, чтобы выбрать ID, и установите количество байтов данных и значения.

- **Error Frame** – Осциллограф запускается по кадрам активных ошибок CAN.
 - **All Errors** – Осциллограф запускается при появлении ошибки любого рода или активной ошибки.
 - **Acknowledge Error** – Осциллограф запускается, когда бит подтверждения находится в состоянии лог. 1.
 - **Overload Frame** – Осциллограф запускается по кадрам перегрузки CAN.
3. При необходимости нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться в меню запуска по сигналам CAN. Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы вызвать меню сигналов CAN.



4. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать канал, подключенный к сигнальной линии CAN. При повторных нажатиях функциональной клавиши **Source** (или при вращении ручки Entry) автоматически устанавливается метка **CAN** для канала источника и индицируется выбранный вами канал в правом верхнем углу экрана рядом с надписью "CAN".

Вращением ручки Trigger Level отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить порог запуска для цифровых каналов. Значение уровня или порога запуска индицируется в правом верхнем углу экрана.

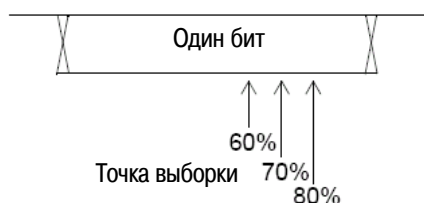
5. Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Baud**, чтобы установить скорость передачи данных в соответствии с сигналом шины CAN.

Возможны следующие варианты установки скорости передачи данных:

10 кбит/с	33,3 кбит/с	62,5 кбит/с	100 кбит/с	250 кбит/с	800 кбит/с
20 кбит/с	50 кбит/с	83,3 кбит/с	125 кбит/с	500 кбит/с	1 Мбит/с

По умолчанию принято значение 1 Мбит/с.

6. Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Smpl Pt**, чтобы выбрать точку между фазовыми сегментами 1 и 2, где измеряется состояние шины. Тем самым задается точка в пределах бита, в которой регистрируется состояние бита.



Для облегчения поиска декодированных данных можно пользоваться режимом развертки **Zoom**.

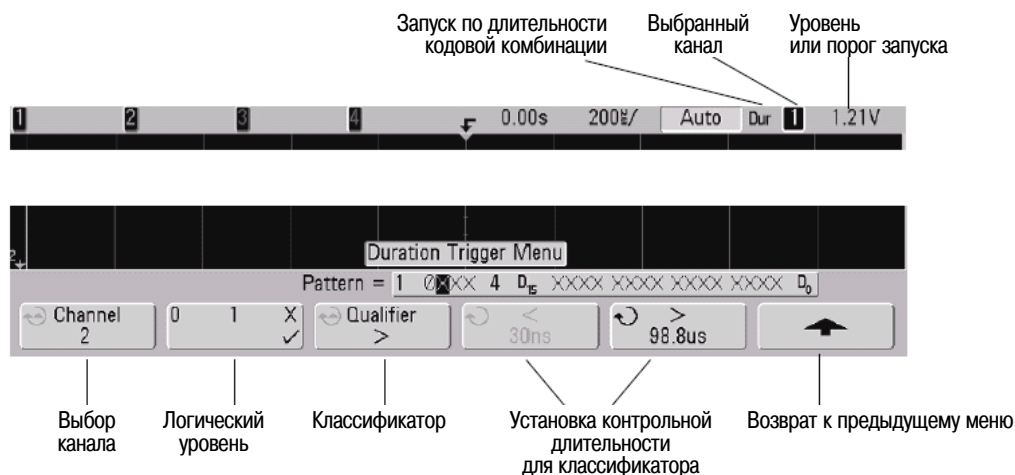
ПРИМЕЧАНИЕ

Если настройка не приводит к стабильному запуску, то возможно, осциллограф находится в режиме автоматического запуска при достаточно медленных сигналах CAN. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

4.8 Применение запуска по длительности кодовой комбинации (Duration)

Этот тип запуска позволяет вам задать кодовую комбинацию, затем производить запуск осциллографа по заданной длительности этой комбинации каналов по логической функции И.

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **Duration**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню Duration Trigger.



2. 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 или X ("не имеет значения"). При нажатии функциональной клавиши **Channel** (или при вращении ручки Entry у осциллографов смешанных сигналов) выбранный вами канал выделяется в строке "**Pattern** =" над функциональными клавишами и в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "**Dur**". У двухканальных и четырехканальных осциллографов можно также задать вход внешнего запуска в качестве канала в составе кодовой комбинации.

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала вращением ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить порог запуска для цифровых каналов. Значение уровня или порога запуска индицируется в правом верхнем углу экрана.

3. Для каждого выбираемого вами канала нажмите функциональную клавишу логического уровня, чтобы задать состояние для этого канала в кодовой комбинации.

- **1** задает логическую единицу у выбранного канала. Логической единицей считается уровень, превышающий уровень или порог запуска.
- **0** задает логический нуль у выбранного канала. Логическим нулем считается уровень, меньший уровня или порога 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.

4. Нажмите функциональную клавишу **Qualifier**, чтобы установить контрольную длительность кодовой комбинации для классификатора длительности.

Здесь можно установить классификатор длительности на запуск осциллографа по кодовой комбинации каналов, длительность которой:

- меньше заданного значения (<)
- больше заданного значения (>)
- больше заданного значения, но с паузой (**Timeout**). Осуществляется принудительный запуск по значению длительности паузы вместо длительности кодовой комбинации.

- находится в интервале значений длительности ($> <$)
- находится за пределами интервала значений длительности ($< >$)

Значения контрольной длительности для выбранного классификатора устанавливаются с помощью функциональных клавиш ($<$ и $>$) и ручки Entry.

5. Выберите функциональную клавишу классификатора ($<$ или $>$), затем вращайте ручку Entry, чтобы установить контрольную длительность для классификатора.

4.8.1 Функциональная клавиша " $<$ " установки контрольной длительности для классификатора

- Когда выбран классификатор " $<$ ", то ручкой Entry устанавливается запуск осциллографа по длительности кодовой комбинации, меньшей длительности, указанной на функциональной клавише.
- Когда выбран классификатор " $> <$ ", то ручкой Entry устанавливается верхнее значение диапазона длительности.
- Когда выбран классификатор " $< >$ ", то ручкой Entry устанавливается нижнее значение диапазона длительности.

4.8.2 Функциональная клавиша " $>$ " установки контрольной длительности для классификатора

- Когда выбран классификатор " $>$ ", то ручкой Entry устанавливается запуск осциллографа по длительности кодовой комбинации, превышающей длительность, указанную на функциональной клавише
- Когда выбран классификатор " $> <$ ", то ручкой Entry устанавливается нижнее значение диапазона длительности.
- Когда выбран классификатор " $< >$ ", то ручкой Entry устанавливается верхнее значение диапазона длительности.
- Когда выбран классификатор **Timeout**, то ручкой Entry устанавливается длительность паузы.

Когда возникает запуск по длительности кодовой комбинации

Таймер запускается на последнем фронте, который приводит к истинности (логическое И) кодовой комбинации. Запуск возникает на первом фронте, который приводит к ложности комбинации, если выполняются критерии классификатора кодовой комбинации, за исключением режима Timeout. В режиме Timeout запуск возникает, когда достигается значение длительности паузы, пока кодовая комбинация является истинной.

4.9 Применение запуска FlexRay

Опция N5432A запуска и декодирования FlexRay вместе с анализатором протоколов Agilent VPT1000 и его коммуникационным кабелем MSO позволяет осциллографу смешанных сигналов серии InfiniiVision 7000:

- управлять анализатором VPT1000 (без компьютера);
- запускаться по кадрам, моментам времени и ошибкам шины FlexRay и соотносить их с другими сигналами в испытываемом устройстве;
- отображать декодированные данные шины FlexRay.

ПРИМЕЧАНИЕ

За информацией по отображению декодированных данных шины FlexRay обращайтесь к подразделу 6.7.6.

Для соединения VPT1000 используются восемь из 16 цифровых каналов.

4.9.1 Режимы контроля и управления VPT1000

Возможны три способа применения осциллографа и анализатора VPT1000:

- Осциллограф управляет анализатором VPT1000; асинхронный режим контроля (требуется соединение LAN).
- Осциллограф управляет анализатором VPT1000; синхронный режим контроля (требуется соединение LAN).
- Компьютер управляет анализатором VPT1000.

Когда осциллограф управляет анализатором VPT1000, измерительная система является автономной и коррелированной по времени (внешний компьютер не требуется).

Осциллограф управляет анализатором VPT1000; асинхронный режим контроля

Для асинхронного анализа вы можете установить канал FlexRay и скорость передачи данных из меню VPT1000 осциллографа.

Осциллограф управляет анализатором VPT1000; синхронный режим контроля

Вы можете наблюдать синхронное и коррелированное по времени отображение сегментов и хронизирующих границ временных интервалов (таймслотов), импортируя файл FIBEX (Field Bus Exchange format), который определяет глобальную программу функционирования FlexRay.

Компьютер управляет анализатором VPT1000

Для усовершенствованного анализа протокола FlexRay можно управлять анализатором VPT1000 от компьютера и конфигурировать на синхронный или асинхронный режим с помощью программы J8130 (опция 200). За дополнительной информацией обращайтесь к Руководству для пользователя VPT1000.

Этот тип системной конфигурации обеспечивает измерения с анализом протокола FlexRay верхнего уровня на компьютере и коррелированные по времени измерения FlexRay на экране осциллографа.

4.9.2 Настройка осциллографа и анализатора VPT1000

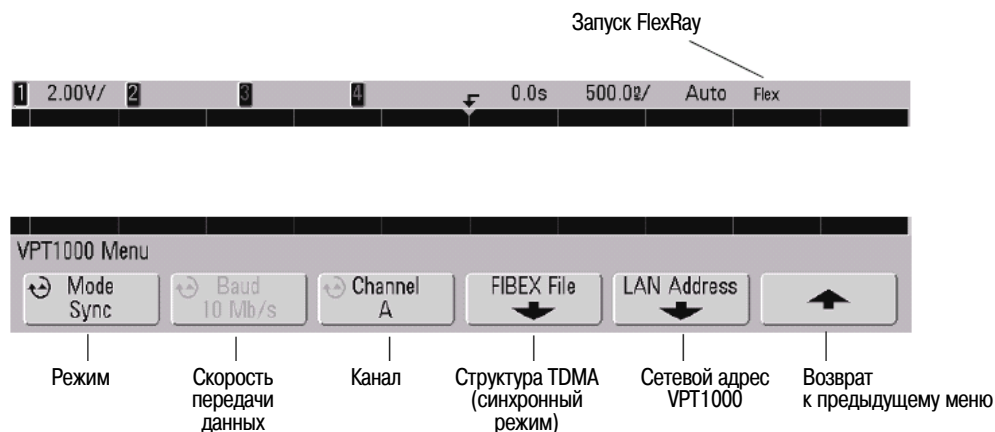
Соединение осциллографа и анализатора VPT1000

Присоедините прилагаемый к VPT1000 коммуникационный кабель MSO между анализатором VPT1000 и соединителем цифровых каналов осциллографа. Если осциллограф должен управлять анализатором VPT1000, то необходимо соединение этих приборов через локальную сеть (LAN). Это можно реализовать путем подключения обоих приборов к коммутатору или концентратору (hub) либо путем присоединения кабеля LAN прибора VPT1000 прямо к осциллографу (в двухточечной конфигурации).

Обращение к меню VPT1000

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели.
2. Нажмите функциональную клавишу **Trigger** и с помощью ручки Entry выберите пункт **FlexRay**.

3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню FlexRay Trigger.
4. Нажмите функциональную клавишу **VPT1000**, чтобы обратиться к меню VPT1000.



Задание сетевого адреса VPT1000

Это необходимо, когда осциллограф управляет анализатором VPT1000 (но не нужно, когда анализатором VPT1000 управляет компьютер с программой J8130A, опция 200).

1. Из меню VPT1000 нажмите функциональную клавишу **LAN Address**, чтобы обратиться к меню VPT1000 LAN Addresses.
2. Введите четырехбайтовый IP-адрес VPT1000:
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Value** и с помощью ручки Entry выберите значение байта.
 - б) Нажмите функциональную клавишу **Next**, чтобы перейти к следующему байту.
3. По завершении ввода IP-адреса нажмите функциональную клавишу **Apply**.

Этого достаточно для соединения через концентратор или коммутатор.

Если осциллограф присоединен к VPT1000 непосредственно (в двухточечной конфигурации), то необходимо выполнить следующие дополнительные операции.

Имейте в виду, что анализатор VPT1000 в состоянии поставки предварительно сконфигурирован с IP-адресом 192.168.80.<серийный номер> и с маской подсети 255.255.240.0. За дополнительной информацией обращайтесь к Руководству для пользователя VPT1000.

4. Установите IP-адрес осциллографа:
 - 1) Нажмите клавиши **Utility** → **IO** → **Control**. Уберите "галочку" с флажковой кнопки LAN.
 - 2) Нажмите функциональную клавишу **LAN Settings**.
 - 3) Нажмите функциональную клавишу **Config**. Отмените выбор **DHCP** и **AutoIP**.
 - 4) Нажмите функциональную клавишу **Address**. Нажмите функциональную клавишу **Modify**. Установите IP-адрес осциллографа на 192.168.80.1 (последняя цифра в IP-адресе должна отличаться от последней цифры IP-адреса VPT1000). Нажмите функциональную клавишу **Apply**.
 - 5) Дважды нажмите функциональную клавишу **Modify**. Установите маску подсети (Subnet mask) для осциллографа на 255.255.240.0. Нажмите функциональную клавишу **Apply**.
 - 6) Дважды нажмите функциональную клавишу **Modify**. Установите межсетевой интерфейс (Gateway IP) осциллографа на 192.168.80.1. Нажмите функциональную клавишу **Apply**.

Выбор режима контроля и управления VPT1000

1. В меню VPT1000 (см. "Обращение к меню VPT1000" на стр. 83) нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы выбрать один из перечисленных ниже режимов работы:
 - **PC** – анализатором VPT1000 управляет компьютер с программой J8130A, опция 200.
 - **Asynchronous** – анализатором VPT1000 управляет осциллограф, асинхронный режим контроля.
 - **Synchronous** – анализатором VPT1000 управляет осциллограф, синхронный режим контроля.

В режиме РС – Здесь не нужно задавать дополнительные опции или присоединять осциллограф к интерфейсу управления LAN прибора VPT1000. Анализатор VPT1000 должен быть соединен с компьютером через локальную сеть (LAN).

В асинхронном режиме

1. Нажмите функциональную клавишу **Baud**, чтобы выбрать скорость передачи данных **2,5 Мбит/с**, **5 Мбит/с** или **10 Мбит/с**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал **A** или **B**.

В синхронном режиме

1. Нажмите функциональную клавишу **FIBEX File**, чтобы указать местонахождение файла FIBEX (Field Bus Exchange format), который определяет хранимую программу функционирования испытываемой шины FlexRay.
2. Нажмите функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал **A** или **B**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если VPT1000 потеряет синхронизацию, нажимайте клавишу **Mode** (в меню VPT1000) на осциллографе, чтобы циклически переключить режимы и восстановить синхронизацию.

В асинхронном или синхронном режиме

В дополнение к присоединению кабеля логического пробника между VPT1000 и осциллографом вы должны выполнить соединение LAN, чтобы осциллограф мог управлять анализатором VPT1000. См. также "Задание сетевого адреса VPT1000" на предыдущей странице).

ПРИМЕЧАНИЕ

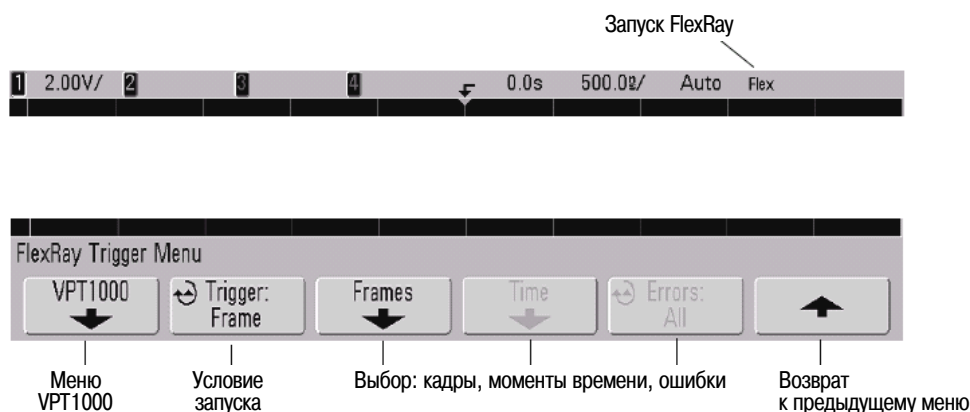
Перед выключением осциллографа переключите на **РС** режим 2 VPT1000.

Если выключать и включать осциллограф в асинхронном или синхронном режиме, то может быть потеряна связь с VPT1000. Чтобы восстановить связь с VPT1000, выключите и снова включите питание VPT1000, подождите, пока цвет индикатора его состояния не изменится с красного на зеленый, затем нажимайте клавишу **Mode** (в меню VPT1000) на осциллографе, чтобы циклически переключить режимы.

4.9.3 Запуск по кадрам, моментам времени или ошибкам шины FlexRay

Обращение к меню запуска FlexRay

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели.
2. Нажмите функциональную клавишу **Trigger** и с помощью ручки Entry выберите пункт **FlexRay**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню FlexRay Trigger.



Запуск по кадрам FlexRay

1. В меню запуска FlexRay нажмите функциональную клавишу **Trigger** и с помощью ручки Entry выберите вариант **Frame**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Frames**, чтобы обратиться к меню FlexRay Frame Trigger.
3. Нажмите функциональную клавишу **Cyc Ct Rep** и с помощью ручки Entry выберите значение повторения количества циклов из набора **2, 4, 8, 16, 32** или **64**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Cyc Ct Bas** и с помощью ручки Entry выберите базовое значение количества циклов из интервала значений от **0** до значения **Cyc Ct Rep** минус 1, либо **All**. Например, при базовом значении 1 и значении повторения 16 осциллограф запускается по циклам 1, 17, 33, 49 и 65.

Это количество циклов в заголовке кадра, но не момент времени начала цикла.

5. Нажмите функциональную клавишу **Frame Type**, чтобы выбрать значение типа кадра из следующего набора вариантов:
 - **All Frames**
 - **Startup Frames**
 - **NULL Frames**
 - **Sync Frames**
 - **Normal Frames**
 - **NOT Startup Frames**
 - **NOT NULL Frames**
 - **NOT Sync Frames**
6. Нажмите функциональную клавишу **Frame ID** и с помощью ручки Entry выберите значение идентификатора кадра из набора вариантов **All** или от **1** до **2047**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку определенные кадры FlexRay могут появляться не часто, то может оказаться полезным установить осциллограф в режим обычного запуска (Normal) вместо автоматического (Auto) запуска. Это предохранит осциллограф от автоматического запуска во время ожидания определенного кадра.

Запуск по временной программе функционирования FlexRay

Временной режим запуска реализует запуск по идеальным и запрограммированным номерам временных интервалов (таймслотов) и сегментам, но не по реальному содержанию кадра.

ПРИМЕЧАНИЕ

Запуск по моментам времени FlexRay невозможен при управлении VPT1000 от осциллографа в асинхронном режиме.

1. В меню FlexRay Trigger (см. стр. 85) нажмите функциональную клавишу **Trigger** и с помощью ручки Entry выберите вариант **Time**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Time**, чтобы обратиться к меню FlexRay Time Trigger.
3. Нажмите функциональную клавишу **Cyc Ct Rep** и с помощью ручки Entry выберите значение повторения количества циклов из набора **2, 4, 8, 16, 32** или **64**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Cyc Ct Bas** и с помощью ручки Entry выберите базовое значение количества циклов из интервала значений от **0** до значения **Cyc Ct Rep** минус 1, либо **All**.
5. Нажмите функциональную клавишу **Segment**, чтобы выбрать тип сегментов из следующего набора:
 - **Static Segments**
 - **Dynamic Segments**
 - **Symbol Segments**
 - **Idle Segments**

6. В случае выбора **Static Segments** или **Dynamic Segments**:

- а) Нажмите функциональную клавишу **Slot #** и с помощью ручки Entry выберите номер таймслота от **1** до **2047** или **All**. Максимальное статическое значение таймслота и минимальное динамическое значение таймслота ограничены программой функционирования загруженного файла FIBEX.
- б) Нажмите функциональную клавишу **Slot Type**, чтобы выбрать тип таймслота:
 - **All Slots** – осциллограф запускается по таймслотам независимо от того, содержат ли они кадр.
 - **Empty Slots** – осциллограф запускается, когда таймслот не содержит кадра. Это обычно используется для проверки того, что назначенный таймслот пуст, когда он не должен содержать кадра.

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку для FlexRay можно задать до 64 циклов, то может оказаться полезным установить осциллограф в обычный (Normal) режим запуска вместо автоматического (Auto) запуска. Это предохранит осциллограф от автоматического запуска во время ожидания определенного таймслота в определенном цикле.

Запуск по ошибкам FlexRay

1. В меню FlexRay Trigger (см. стр. 85) нажмите функциональную клавишу **Trigger** и с помощью ручки Entry выберите вариант **Error**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Errors** и с помощью ручки Entry выберите тип ошибки из следующего набора:
 - **All Errors**
 - **Code Error (NRZ)** – только декодирование ошибок NRZ (без возврата к нулю)
 - **TSS Violation** – нарушение последовательности начала передачи
 - **Header CRC Error** – ошибка проверки циклическим избыточным кодом в заголовке
 - **Frame CRC Error** – ошибка проверки циклическим избыточным кодом в кадре
 - **Frame End Sequence Error** – указывает на нарушение последовательности конца кадра (FES)
 - **Boundary Violation** – принимаемый кадр перекрывает границы таймслота (только в синхронном режиме контроля)
 - **Network Idle Time Violation** – принимается кадр с нарушением времени ожидания сети (только в синхронном режиме контроля)
 - **Symbol Window Violation** – принимается кадр внутри символьного окна или принимается символ вне символьного окна (только в синхронном режиме контроля)
 - **Slot Overbooked Error** – в одном таймслоте принято два или несколько коммуникационных элементов
 - **Null Frame Error** – в пределах динамического сегмента принят нуль-кадр (только в синхронном режиме контроля)
 - **Sync or Startup Error** – бит синхронизации или начальный бит установлен внутри динамического сегмента (только в синхронном режиме контроля)
 - **Frame ID Error** – несоответствие между внутренним и принимаемым идентификатором таймслота (только в синхронном режиме контроля)
 - **Cycle Count Error** – несоответствие между внутренним и принимаемым счетчиком циклов (только в синхронном режиме контроля)
 - **Static Payload Length Error** – неожиданная длина полезных данных в пределах статического сегмента (только в синхронном режиме контроля)

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку ошибки FlexRay возникают не часто, то может оказаться полезным установить осциллограф в режим обычного запуска (Normal) вместо автоматического (Auto) запуска. Это предохранит осциллограф от автоматического запуска во время ожидания возникновения ошибки. Может также потребоваться подстройка времени выдержки запуска (holdoff) для наблюдения определенной ошибки, когда имеется несколько ошибок.

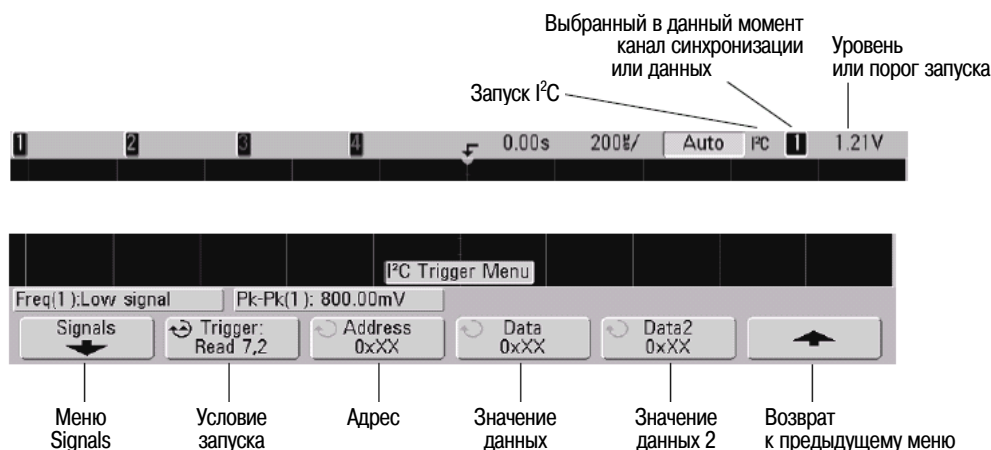
4.10 Применение запуска по сигналам I²C

ПРИМЕЧАНИЕ

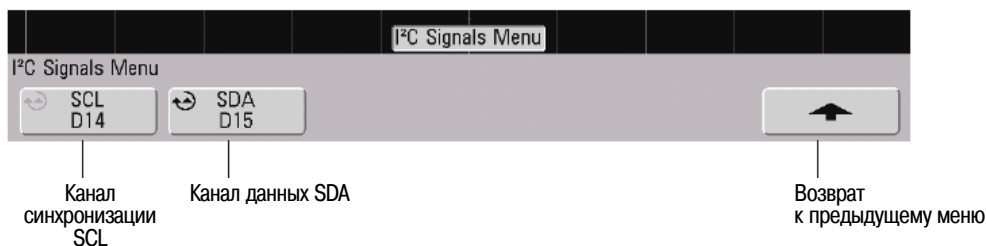
Декодирование данных I²C описано в подразделе 6.7.1.

Настройка запуска по сигналам I²C (Inter-IC bus) включает в себя присоединение осциллографа к линии последовательных данных (SDA) и линии последовательной синхронизации (SCL), затем запуск по состоянию останова/пуска, повторного пуска, пропуска подтверждения, считывания данных EEPROM, или по кадру считывания-записи с определенным адресом устройства и значением данных.

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **I²C**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню запуска I²C.



2. Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы вызвать меню сигналов I²C.



3. Присоедините канал осциллографа к линии SCL (последовательная синхронизация) в испытываемой схеме, затем установите на этот канал функциональную клавишу **SCL**.

Когда вы нажимаете функциональную клавишу **SCL** (или вращаете ручку Entry у осциллографов смешанных сигналов), автоматически устанавливается метка **SCL** для канала-источника, и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с индикацией "I²C".

С помощью ручки Trigger Level отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите вариант **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

4. Выберите 7-битовый или 8-битовый формат адреса. Выберите 8-битовый формат адреса, чтобы включить бит считывания-записи (R/W) в качестве составной части значения адреса, или выберите 7-битовый формат адреса, чтобы исключить бит считывания-записи из значения адреса.
5. Присоедините канал осциллографа к линии SDA (последовательные данные) в испытываемой схеме, затем установите на этот канал функциональную клавишу **SDA**.

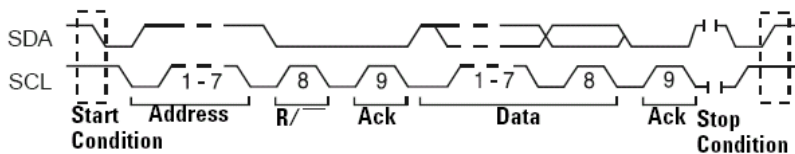
Когда вы нажимаете функциональную клавишу **SDA** (или вращаете ручку Entry у осциллографов смешанных сигналов), автоматически устанавливается метка **SDA** для канала-источника, и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с индикацией "I²C".

С помощью ручки **Trigger Level** отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите вариант **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

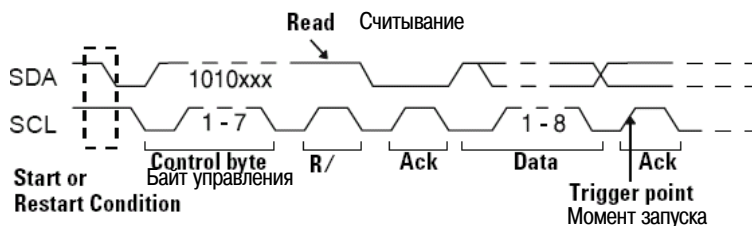
Данные должны быть стабильными в течение всего цикла действия высокого уровня сигнала синхронизации; в противном случае они будут интерпретированы как состояние пуска или останова (переключение уровня данных при высоком логическом уровне сигнала синхронизации).

6. Вернитесь к предыдущему меню, затем нажмите функциональную клавишу **Trigger:**, чтобы выбрать одно из перечисленных ниже условий запуска I²C:

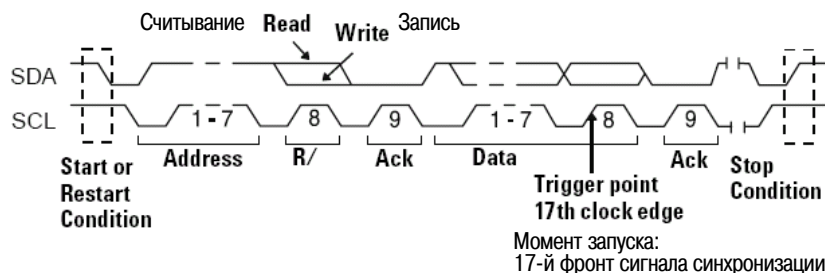
- **Start Condition** – Осциллограф запускается в момент переключения данных SDA с высокого уровня на низкий уровень, когда сигнал синхронизации SCL находится на высоком уровне. Для целей запуска (включая запуск по кадрам) повторный пуск считается состоянием пуска.
- **Stop Condition** – Осциллограф запускается в момент переключения данных (SDA) с низкого уровня на высокий уровень, когда сигнал синхронизации (SCL) находится на высоком уровне.



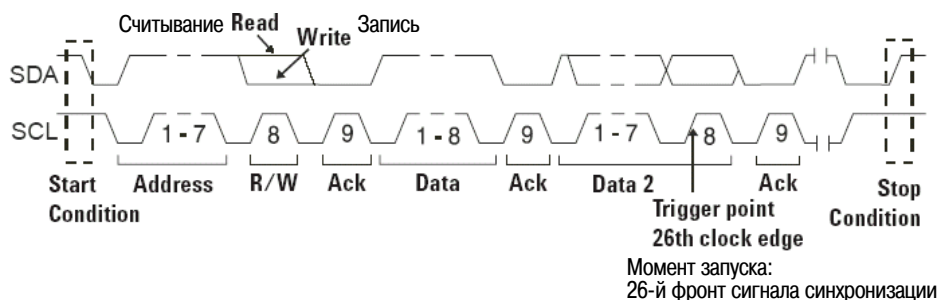
- **Missing Acknowledge** – Осциллограф запускается, когда данные SDA имеют высокий уровень в течение любого бита синхронизации Ack SCL.
- **Address with no Ack** – Осциллограф запускается, когда подтверждение выбранного поля адреса является ложным. Бит R/W игнорируется.
- **Restart** – Осциллограф запускается, когда перед состоянием останова возникает состояние другого пуска.
- **EEPROM Data Read** – производится поиск значения байта управления EEPROM 1010xxx в линии SDA, за которым следует бит считывания (Read) и бит подтверждения (Ack). Затем производится поиск значения данных и классификатора, установленного функциональной клавишей **Data** и функциональной клавишей **Data is**. При появлении этого события осциллограф запускается по фронту сигнала синхронизации для бита Ack после байта данных. Этот байт данных не обязательно должен появляться сразу после байта управления.



- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data)** или **Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data)** – Осциллограф запускается по кадру считывания или записи в режиме 7-битовой адресации на 17-м фронте сигнала синхронизации, если согласуются все биты в кодовой комбинации. Для целей запуска повторный пуск считается состоянием пуска.



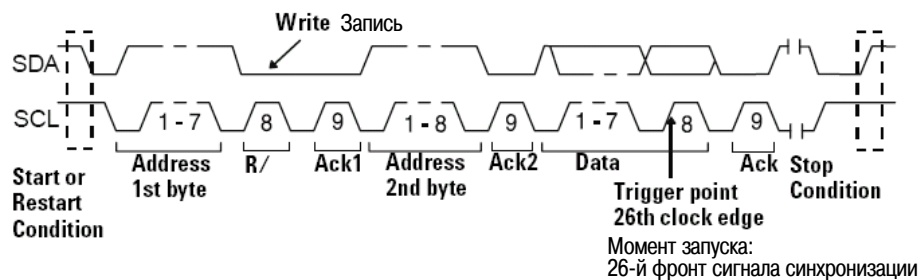
- **Frame (Start: Addr7: Read: Ack: Data: Ack: Data2)** или **Frame (Start: Addr7: Write: Ack: Data: Ack: Data2)** – Осциллограф запускается по кадру считывания или записи в режиме 7-битовой адресации на 26-м фронте сигнала синхронизации, если согласуются все биты в кодовой комбинации. Для целей запуска повторный пуск считается состоянием пуска.



- **10-bit Write** – Осциллограф запускается по кадру 10-битовой записи на 26-м фронте сигнала синхронизации, если согласуются все биты в кодовой комбинации. Кадр имеет следующий формат:

Frame (Start: Address byte 1: Write: Address byte 2: Ack: Data)

Для целей запуска повторный пуск считается состоянием пуска.



7. Если вы установили осциллограф на запуск по состоянию считывания данных EEPROM:

Нажмите функциональную клавишу **Data**, чтобы установить осциллограф на запуск в случае, когда значение данных равно (=) значению, установленному на функциональной клавише **Data**, не равно ($\neq$) этому значению, меньше ($<$) или больше ($>$) этого значения.

Осциллограф будет запускаться на фронте сигнала синхронизации для бита Ack после обнаружения события запуска. Этот байт данных не обязательно должен сразу появляться после байта управления. Осциллограф будет запускаться по любому байту данных, который соответствует критериям, заданным функциональными клавишами **Data is** и **Data** во время считывания текущего адреса или случайного считывания, или последующего цикла считывания.

8. Если вы установили осциллограф на запуск по считыванию 7-битового адреса или состоянию кадра записи, или по состоянию кадра 10-битовой записи:

- а) Нажмите функциональную клавишу **Address** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать 7-битовый или 10-битовый адрес устройства.

Вы можете сделать выбор из диапазона адресов от 0x00 до 0x7F (7-битовый формат) или до 0x3FF (10-битовый формат) в шестнадцатиричном коде. При запуске по кадру считывания-записи осциллограф будет запускаться после появления событий пуска, адреса, считывания-записи, подтверждения и данных.

Если выбрать для адреса безразличное состояние (0xXX или 0xFFFF), то адрес будет игнорироваться. Запуск всегда будет возникать на 17-м фронте сигнала синхронизации при 7-битовой адресации или на 26-м фронте сигнала синхронизации при 10-битовой адресации.

- б) Нажмите функциональную клавишу **Data** и с помощью ручки Entry выберите 8-битовую кодовую комбинацию данных, по которой должен производиться запуск.

Вы можете выбрать значение данных в диапазоне от 0x00 до 0xFF (в шестнадцатиричном коде). Осциллограф будет запускаться после появления событий пуска, адреса, считывания-записи, подтверждения и данных.

Если в качестве значения данных выбрать безразличное состояние (0xFF), то данные будут игнорироваться. Запуск всегда будет возникать на 17-м фронте сигнала синхронизации при 7-битовой адресации или на 26-м фронте сигнала синхронизации при 10-битовой адресации.

- в) Если вы выбрали трехбайтовый запуск, нажмите функциональную клавишу **Data2** и с помощью ручки Entry выберите 8-битовую кодовую комбинацию данных, по которой должен производиться запуск.

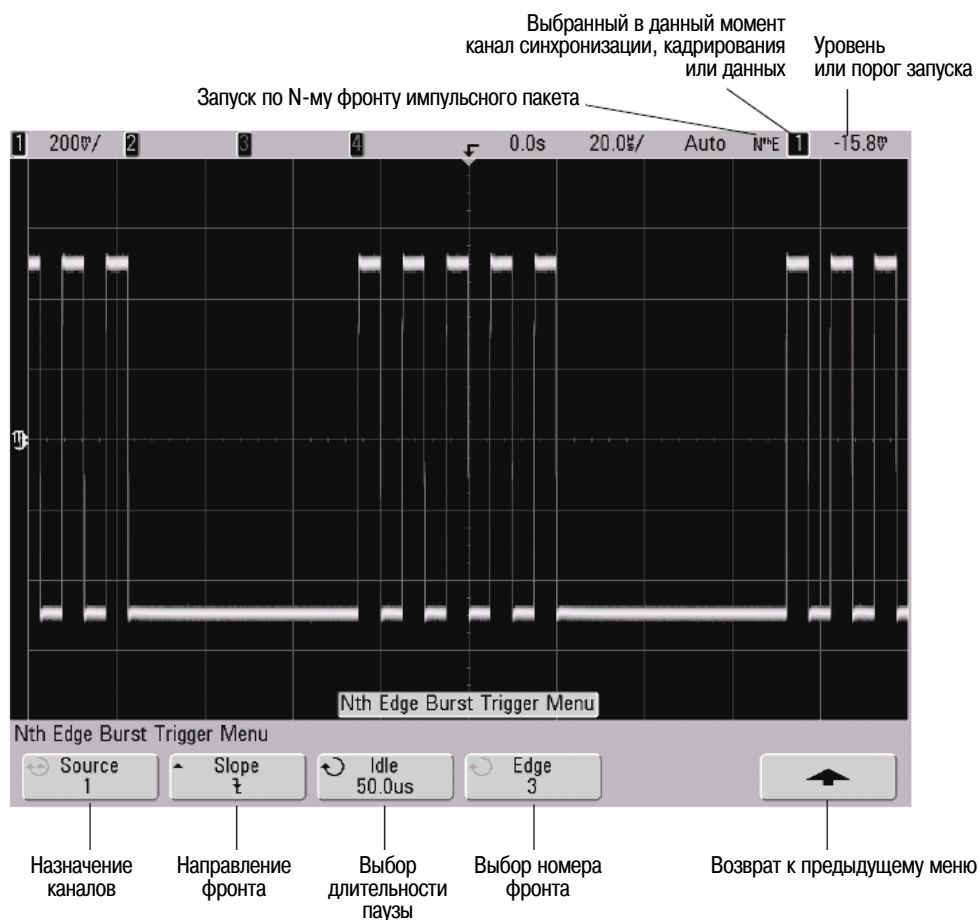
4.11 Применение запуска по N-му фронту импульсного пакета

Здесь реализуется запуск по N-му фронту импульсного пакета, который появляется после некоторой паузы.



Настройка запуска по N-му фронту импульсного пакета включает в себя выбор источника, направления фронта, длительности паузы и номера фронта.

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **Nth Edge Burst**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню Nth Edge Burst Trigger.



3. Нажмите функциональную клавишу **Slope**, чтобы задать направление фронта (положительный или отрицательный перепад).
4. Нажмите функциональную клавишу **Idle** и с помощью ручки Entry установите длительность паузы.
5. Нажмите функциональную клавишу **Edge** и с помощью ручки Entry выберите номер фронта для запуска.

4.12 Применение запуска по сигналам LIN

ПРИМЕЧАНИЕ

Декодирование данных LIN описано в подразделе 6.7.5.

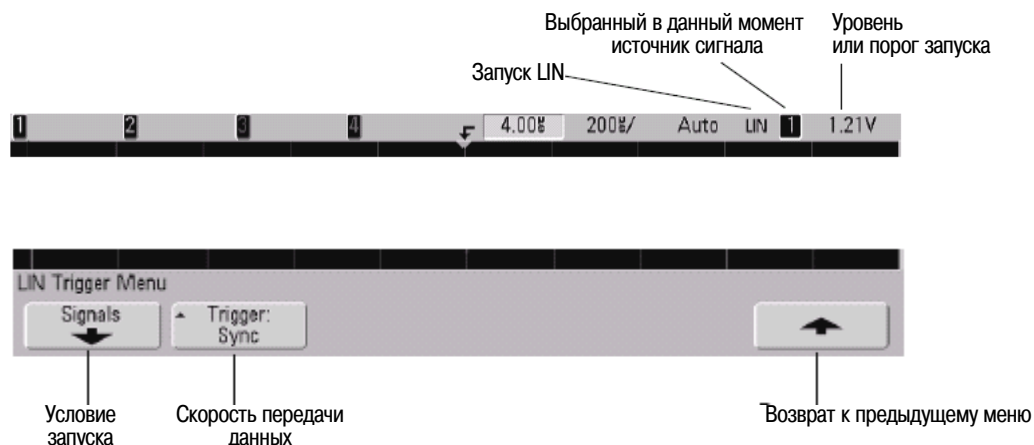
Настройка запуска по сигналам LIN (Local Interconnect Network) заключается в присоединении осциллографа к источнику последовательного сигнала LIN.

Запуск LIN производится по положительному фронту сигнала Sync Break Exit однопроводной шины LIN, который отмечает начало кадра сообщения. Если в вашем осциллографе установлена опция N5424A запуска и декодирования сигналов автомобильного стандарта CAN/LIN, то будет также доступен тип запуска Frame ID.

Ниже показан кадр сигнального сообщения LIN:



1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **LIN**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню запуска по сигналам LIN.

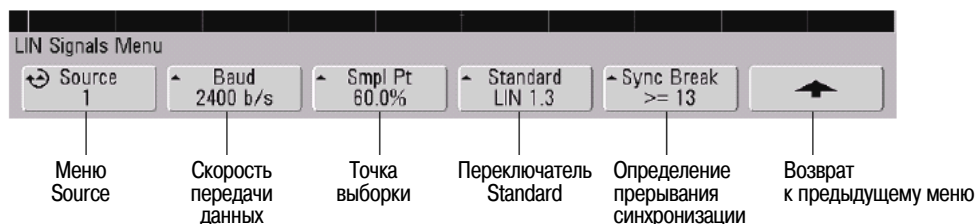


3. Нажмите функциональную клавишу **Trigger:** и выберите запуск по сигналу Sync Break или по идентификатору кадра (Frame ID).

Sync (Sync Break) – Осциллограф запускается по положительному фронту сигнала Sync Break Exit однопроводной шины LIN, который отмечает начало кадра сообщения.

ID (Frame ID) – Осциллограф запускается, когда будет обнаружен кадр с идентификатором, равным выбранному значению. Для выбора этого значения пользуйтесь ручкой Entry.

4. Нажмите функциональную клавишу **Signals**. Появляется меню LIN Signals.



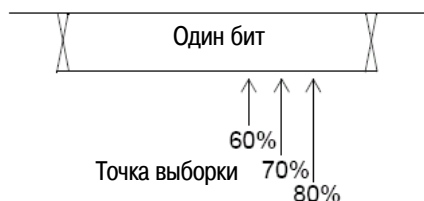
5. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать канал, присоединенный к сигнальной линии LIN.

С помощью ручки Trigger Level отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

6. Нажмите функциональную клавишу **Baud**, чтобы установить скорость передачи данных в соответствии с сигналом шины LIN.

Возможны следующие варианты установки скорости передачи данных: 2400 бит/с, 9600 бит/с, 10,4 кбит/с, 19,2 кбит/с, 115,2 кбит/с и 625 кбит/с. По умолчанию принято значение 2400 бит/с.

7. Нажмите функциональную клавишу **Smpl Pt**, чтобы выбрать точку выборки, в которой осциллограф будет считывать значение бита.



8. Нажмите функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать стандарт LIN для испытываемого устройства (LIN 1.3 или LIN 2.0).
9. Нажмите функциональную клавишу **Sync Break** и выберите минимальное количество импульсов синхронизации, которое определяет прерывание синхронизации в сигнале LIN.

4.13 Применение запуска по последовательности событий (Sequence)

Здесь реализуется запуск осциллографа после обнаружения последовательности событий. Определение запуска по последовательности событий требует трех этапов:

1. Определение события, которое должно быть обнаружено до поиска условия запуска.

Этим событием ("find") может быть кодовая комбинация, фронт сигнала от отдельного канала или сочетание кодовой комбинации и фронта сигнала.

2. Определение события для запуска.

Этим событием ("trigger on") может быть кодовая комбинация, фронт сигнала от отдельного канала, сочетание кодовой комбинации и фронта сигнала или n-е появление фронта сигнала от отдельного канала.

3. Установка дополнительного события сброса.

Этим событием ("reset") может быть кодовая комбинация, фронт сигнала от отдельного канала, сочетание кодовой комбинации и фронта сигнала или значение длительности паузы.

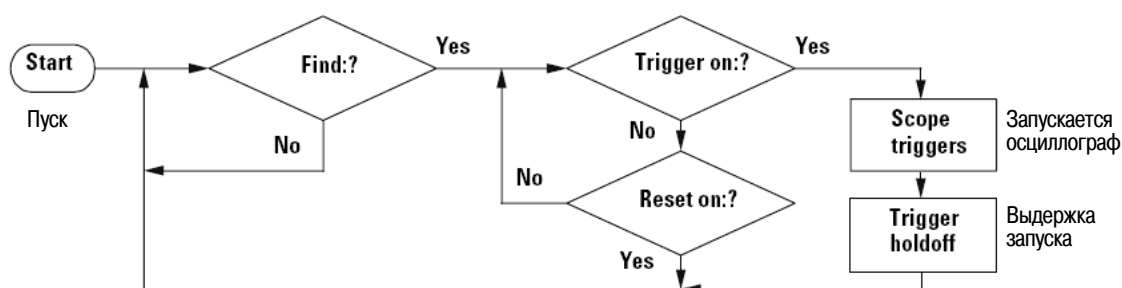
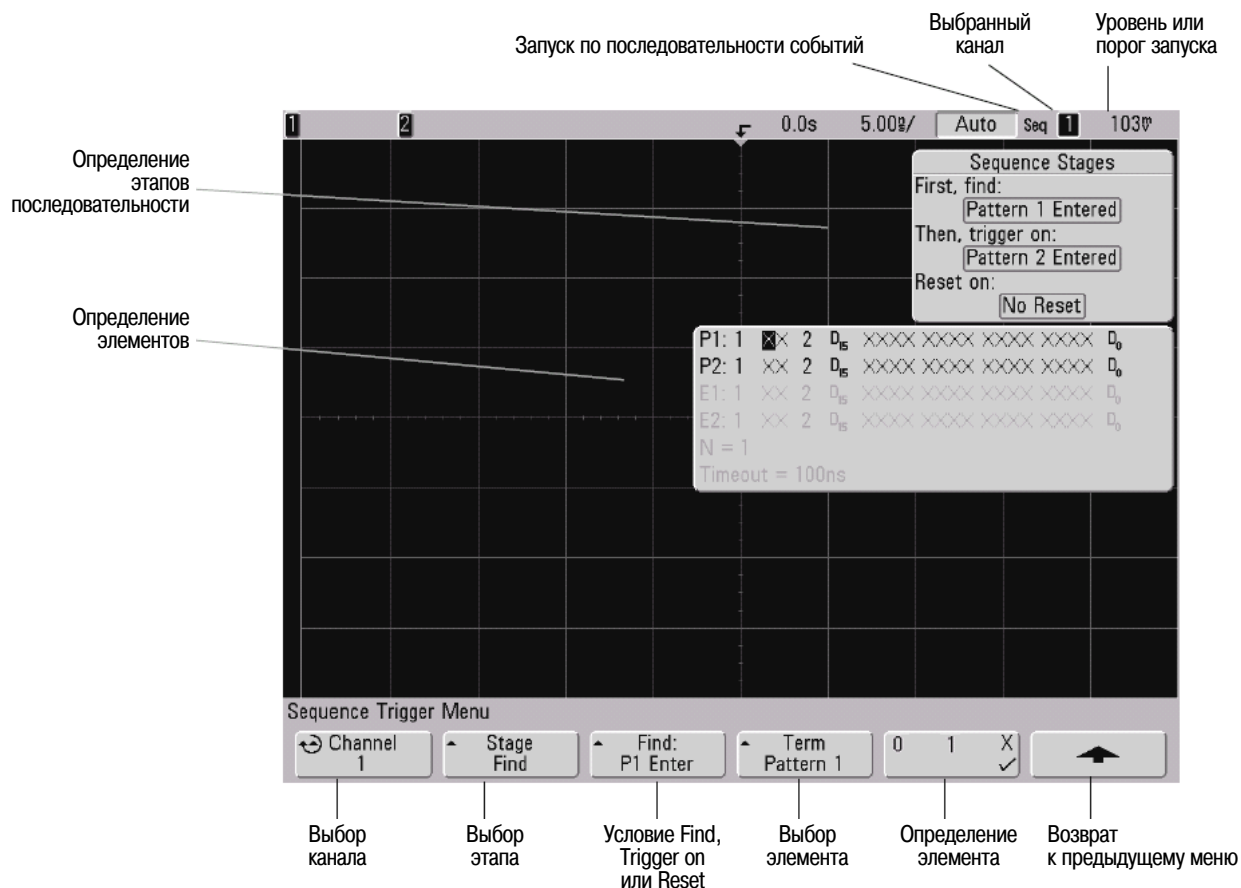


Рис. 10 Функциональная схема запуска по последовательности событий

Чтобы обратиться к настройкам запуска по последовательности событий, нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели, вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **Sequence**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню Sequence Trigger.



Заданные вами определения канала, этапов и элементов последовательности для запуска по последовательности событий индицируются в области отображения осциллограмм.

4.13.1 Определение этапа Find:

1. Нажмите функциональную клавишу **Stage** и выберите вариант **Find**.

Этап **Find**: является первым этапом в последовательности запуска. Когда вы выбираете функциональную клавишу **Stage Find**, то на следующей справа функциональной клавише появляется обозначение **Find**: и предоставляется список элементов, которые вы можете определить для этапа Find. Этап Find можно установить на одно из следующих условий:

- **Pattern 1 Entered** – Осуществляется вход в кодовую комбинацию по последнему фронту, который делает кодовую комбинацию истинной (логическое И).
- **Pattern 1 Exited** – Осуществляется выход из кодовой комбинации по первому фронту, который делает кодовую комбинацию ложной (логическое И-НЕ).
- **Edge 1**
- **Pattern 1 and Edge 1**

2. Нажмите функциональную клавишу **Find**: и выберите условие этапа Find.
3. Для определения элементов, используемых на этапе Find, нажмите функциональную клавишу **Term** и выберите элемент кодовой комбинации и/или фронта, который отображается на функциональной клавише **Find**.
4. Если вы выберете элемент кодовой комбинации, то каждый канал в кодовой комбинации следует установить на **1** (высокий уровень), **0** (низкий уровень) или **X** (не имеет значения).
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.

Когда вы выбираете канал, он выделяется в выбранном списке кодовой комбинации и индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "Seq".

б) Нажмите функциональную клавишу **0 1 X**, чтобы установить уровень для канала.

- **1** устанавливает кодовую комбинацию на высокий уровень в выбранном канале. Высоким является уровень напряжения, превышающий уровень запуска или пороговый уровень для канала.
- **0** устанавливает кодовую комбинацию на низкий уровень в выбранном канале. Низким является уровень напряжения, меньший уровня запуска или порогового уровня для канала.
- **X** устанавливает кодовую комбинацию на безразличное состояние в выбранном канале. Любой канал, установленный на безразличное состояние, игнорируется и не используется в качестве части кодовой комбинации. Осциллограф не запускается, если установить на X все каналы в кодовой комбинации.

С помощью ручки Trigger Level отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

в) Повторите эти операции для всех каналов в кодовой комбинации.

5. Если вы выберете элемент фронта, то необходимо установить один канал на положительный или отрицательный фронт. Фронты всех остальных каналов устанавливаются на безразличное состояние (X).

а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.

Выбранный канал выделяется в выбранном списке кодовой комбинации в области отображения осциллограмм.

б) Затем нажмите функциональную клавишу **F T X**, чтобы выбрать положительный или отрицательный фронт. Все остальные каналы устанавливаются по умолчанию на безразличное состояние (X).

Если вы хотите переназначить фронт другому каналу, повторите эту процедуру. Значение фронта первоначального канала устанавливается по умолчанию на X.

Если установить на X элементы, используемые в условии этапа последовательности "Find:", то осциллограф не будет запускаться. По меньшей мере один элемент в этом этапе должен быть установлен на значение, отличное от X (безразличное состояние).

4.13.2 Определение этапа Trigger on:

1. Нажмите функциональную клавишу **Stage** и выберите **Trigger on:**.

Этап Trigger on: является следующим этапом в последовательности запуска. Когда вы выбираете функциональную клавишу **Stage Trigger on:**, то на следующей справа функциональной клавише появляется обозначение **Trigger:** и предоставляется список элементов, которые вы можете определить для этапа Trigger on:. Этап Trigger on: можно установить на одно из следующих условий:

- **Pattern 2 Entered** – Осуществляется вход в кодовую комбинацию по последнему фронту, который делает кодовую комбинацию истинной (логическое И).
- **Pattern 2 Exited** – Осуществляется выход из кодовой комбинации по первому фронту, который делает кодовую комбинацию ложной (логическое И-НЕ).
- **Edge 2**
- **Pattern 2 and Edge 2**
- **Nth Edge 2**
- **Nth Edge 2 (no re-find)**

2. Нажмите функциональную клавишу **Trigger:** и выберите этап, по которому должен производиться запуск.

3. Для определения элементов, используемых на этапе Trigger on:, нажмите функциональную клавишу **Term** и выберите элемент кодовой комбинации и/или фронта, который отображается на функциональной клавише **Trigger:**.
4. Если вы выберете элемент кодовой комбинации, то каждый канал в кодовой комбинации следует установить на **1** (высокий уровень), **0** (низкий уровень) или **X** (не имеет значения).
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.
 - б) Нажмите функциональную клавишу **0 1 X**, чтобы установить уровень для канала.
 - в) Повторите эти операции для всех каналов в кодовой комбинации.
5. Если вы выберете элемент фронта, то необходимо установить один канал на положительный или отрицательный фронт. Фронты всех остальных каналов устанавливаются на безразличное состояние (X).
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.
Выбранный канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "**Seq**".
 - б) Затем нажмите функциональную клавишу **↕ ↖ X**, чтобы выбрать положительный или отрицательный фронт. Все остальные каналы устанавливаются по умолчанию на безразличное состояние (X).
6. Когда вы устанавливаете условие Trigger on: для запуска по фронту 2 (Edge 2), вы можете также выбрать, какое именно появление фронта 2 должно вызывать запуск.
 - а) Убедитесь в том, что на функциональной клавише **Trigger:** выбран вариант **Nth Edge 2** или **Nth Edge 2 (no re-find)**.
Когда выбран вариант **Nth Edge 2**, то счет Count (N) сбрасывается в нуль, если снова появляется событие Find до того, как будет реализовано событие Count (N).
Когда выбран вариант **Nth Edge 2 (no re-find)**, то счет Count (N) не сбрасывается в нуль, если снова появляется событие Find до того, как будет реализовано событие Count (N).
 - б) Нажмите функциональную клавишу **Term** и выберите **Count (N)**.
 - в) Нажмите функциональную клавишу **N**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить количество фронтов сигнала, которое следует пропустить до запуска осциллографа. Значение **N** можно установить в диапазоне от 1 до 10000.

Если установить на X элементы, используемые в условии этапа последовательности "Trigger on:", то осциллограф не будет запускаться. По меньшей мере один элемент в этом этапе должен быть установлен на значение, отличное от X (безразличное состояние).

4.13.3 Определение дополнительного этапа Reset on:

1. Нажмите функциональную клавишу **Stage** и выберите **Reset on:**.
Этап Reset on: является последним этапом в последовательности запуска. Когда вы выбираете функциональную клавишу **Stage Reset on:**, то на следующей справа функциональной клавише появляется обозначение **Reset:** и предоставляется список элементов, которые вы можете определить для этапа Reset on:. Этап Reset on: можно установить на одно из следующих условий:
 - **No Reset** – Сбрасывается по условию Find.
 - **Pattern 1 (или 2) Entered** – Осуществляется вход в кодовую комбинацию по последнему фронту, который делает кодовую комбинацию истинной (логическое И).
 - **Pattern 1 (или 2) Exited** – Осуществляется выход из кодовой комбинации по первому фронту, который делает кодовую комбинацию ложной (логическое И-НЕ).
 - **Edge 1 (или 2)**
 - **Pattern 1 and Edge 1**
 - **Timeout**

Светло-серым цветом обозначаются элементы, которые недействительны на этапе Reset.

2. Нажмите функциональную клавишу **Reset**: и выберите элемент, по которому должен производиться сброс.
3. Нажмите функциональную клавишу **Term** и выберите элемент кодовой комбинации, фронта или паузы, который отображается на функциональной клавише **Reset**:
4. Если выбрать вариант **No Reset**, то этап Reset не будет задан.
5. Если вы выберете элемент кодовой комбинации, то каждый канал в кодовой комбинации следует установить на **1** (высокий уровень), **0** (низкий уровень) или **X** (не имеет значения).
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.
 - б) Нажмите функциональную клавишу **0 1 X**, чтобы установить уровень для канала.
 - в) Повторите эти операции для всех каналов в кодовой комбинации.
6. Если вы выберете элемент фронта, то необходимо установить один канал на положительный или отрицательный фронт. Фронты всех остальных каналов устанавливаются на безразличное состояние (X).
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Channel** (или вращайте ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), чтобы выбрать канал.
 - б) Затем нажмите функциональную клавишу **↕ ↕ X**, чтобы выбрать положительный или отрицательный фронт. Все остальные каналы устанавливаются по умолчанию на безразличное состояние (X).
7. Если вы выберете элемент **Timeout**, то следует установить длительность паузы.
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Term** и выберите **Timeout**.
 - б) Нажмите функциональную клавишу **Timeout** и вращайте ручку Entry, чтобы установить длительность паузы.

Вы можете установить это значение в пределах от 10 нс до 10 секунд. Таймер запускается при выполнении условия Find. Если возникнет другое условие Find в процессе отсчета времени по таймеру, то таймер перезапускается заново.

4.13.4 Регулировка уровня запуска

- Для аналоговых каналов – отрегулируйте уровень запуска у выбранного аналогового канала вращением ручки Trigger Level.
- Чтобы установить пороговый уровень у цифровых каналов, нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**.

Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

4.14 Применение запуска по сигналам SPI

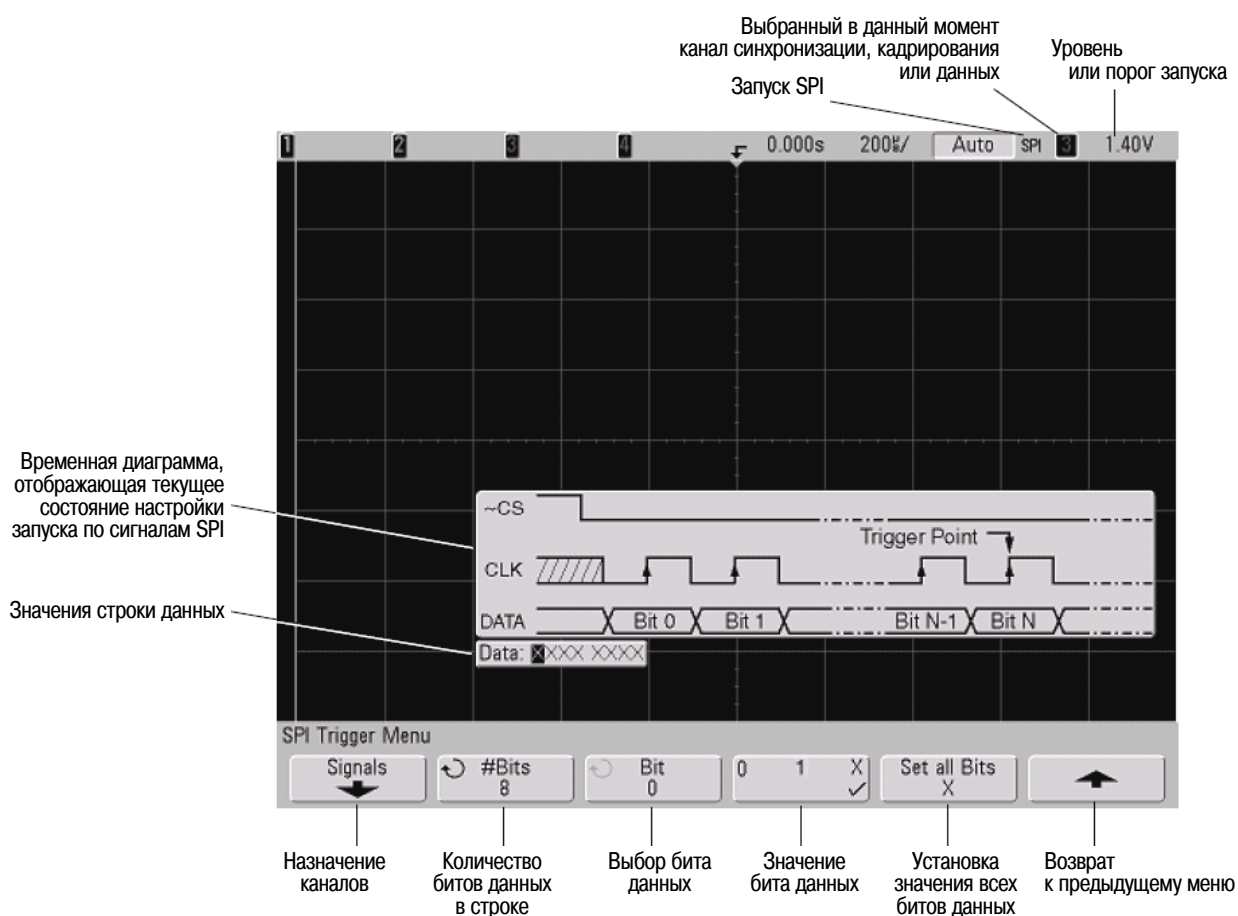
ПРИМЕЧАНИЕ

Декодирование данных SPI описано в подразделе 6.7.2.

Настройка запуска по сигналам SPI (Serial Peripheral Interface) включает в себя присоединение осциллографа к источнику сигналов синхронизации, данных и кадрирования. Тогда вы можете запускать осциллограф по кодовой комбинации данных, которая появляется в начале кадра. Здесь можно задать строку последовательных данных длиной от 4 до 32 битов.

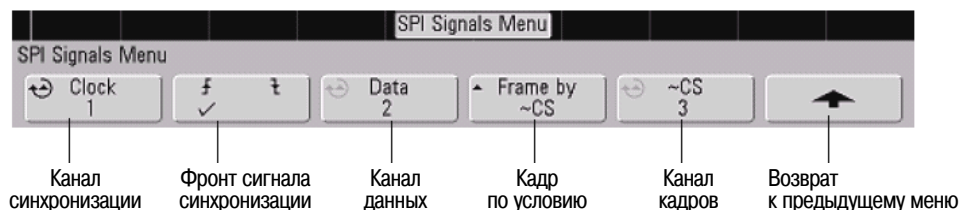
При нажатии функциональной клавиши **Settings** на экране появляется временная диаграмма, отображающая текущее состояние кадрового сигнала, фронт сигнала синхронизации, количество битов данных и значения битов данных. Нажмите функциональную клавишу **Signals** в меню **Settings**, чтобы увидеть текущие каналы-источники сигналов синхронизации, данных и кадров.

- Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели, вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **SPI**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню SPI Trigger.



4.14.1 Назначение канала-источника сигналов синхронизации, данных и кадров

1. Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы обратиться к настройкам запуска SPI для источника и фронта сигнала синхронизации, источника данных, типа и источника кадров.



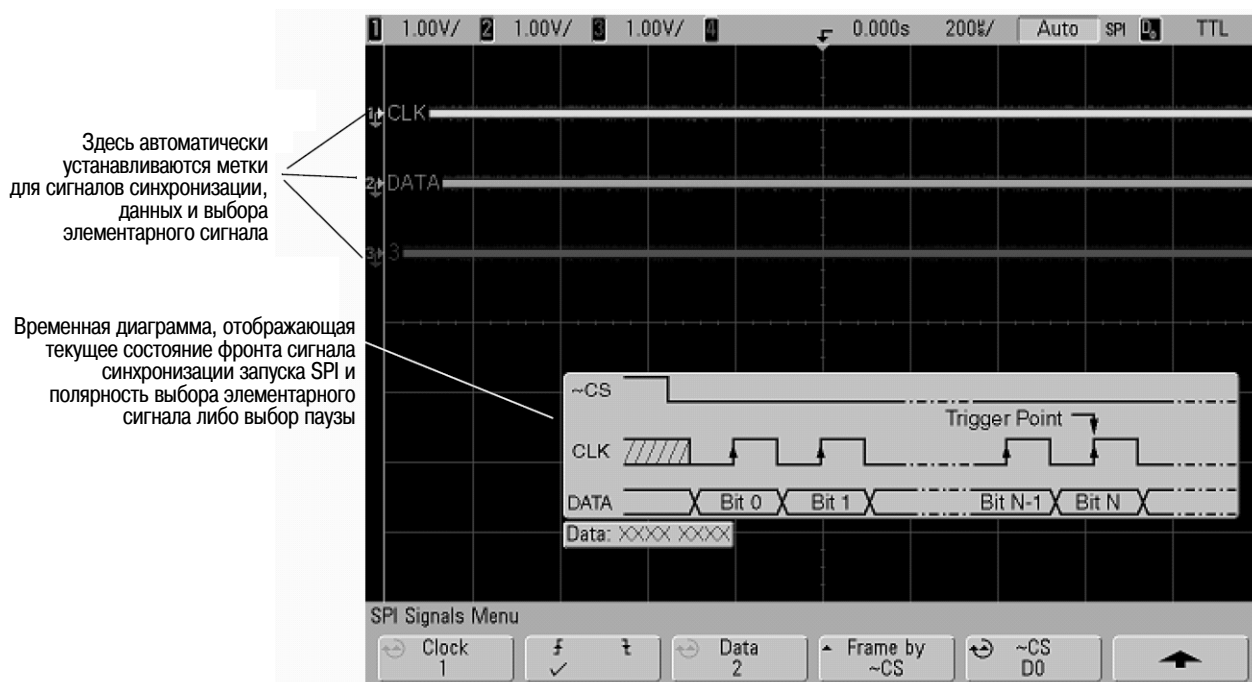
2. Нажмите функциональную клавишу **Clock** или вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, подключенный к последовательной линии синхронизации SPI.

При нажатии функциональной клавиши **Clock** (или при вращении ручки Entry у осциллографа смешанных сигналов) автоматически устанавливается метка **CLK** для канала-источника и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "SPI".

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала с помощью ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

3. Нажмите функциональную клавишу **f t**, чтобы выбрать положительный или отрицательный фронт сигнала для выбранного источника синхронизации.

Тем самым задается фронт сигнала синхронизации, который будет использовать осциллограф для фиксации последовательных данных. При нажатии функциональной клавиши **f t** изменяется отображаемая на экране временная диаграмма, показывающая текущее состояние сигнала синхронизации.



4. Нажмите функциональную клавишу **Data** или вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, подключенный к линии последовательных данных SPI. (Если выбранный вами канал выключен, включите его).

Когда вы нажимаете функциональную клавишу **Data** (или вращаете ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), автоматически устанавливается метка **DATA** для канала-источника и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с индикацией "**SPI**".

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала с помощью ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

5. Нажмите функциональную клавишу **Frame by**, чтобы выбрать сигнал кадрирования, который осциллограф будет использовать для определения первого фронта сигнала синхронизации в последовательном потоке.

Вы можете установить осциллограф на запуск во время выбора высокого уровня элементарной посылки (**CS**), низкого уровня элементарной посылки (**~CS**) или по истечении интервала **Timeout**, во время которого отсутствовал сигнал синхронизации.

- Если сигнал кадрирования установлен на **CS** (или **~CS**), то первый фронт сигнала синхронизации (положительный или отрицательный, согласно определению), наблюдаемый после переключения сигнала **CS** (или **~CS**) с низкого уровня на высокий (или с высокого на низкий), является первым фронтом сигнала синхронизации в последовательном потоке.

Chip Select – Нажмите функциональную клавишу **CS** или **~CS** или вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, который подключен к линии кадров SPI. Автоматически устанавливается метка (**~CS** или **CS**) для канала-источника. Кодовая комбинация данных и переключение уровня сигнала синхронизации должны появляться в течение времени, когда действителен сигнал кадрирования. Сигнал кадрирования должен быть действительным для всей кодовой комбинации данных.

Когда вы нажимаете функциональную клавишу **CS** или **~CS** (или вращаете ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), автоматически устанавливается метка **CS** или **~CS** для канала-источника, и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "**SPI**". При нажатии функциональной клавиши **Frame by** изменяется показанная на предыдущей странице временная диаграмма, показывающая выбор паузы или текущее состояние сигнала выбора элементарной посылки.

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала с помощью ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

- Если сигнал кадрирования установлен на **Timeout**, то осциллограф генерирует собственный внутренний сигнал кадрирования после обнаружения отсутствия активности в линии последовательной синхронизации.

Clock Timeout – Выберите **Clock Timeout** на функциональной клавише **Frame by**, затем выберите функциональную клавишу **Timeout** и вращайте ручку Entry, чтобы установить минимальное время, в течение которого должен бездействовать сигнал синхронизации, прежде чем осциллограф начнет поиск кодовой комбинации данных, по которой он должен запускаться. При нажатии функциональной клавиши **Frame by** изменяется показанная на предыдущей странице временная диаграмма, показывающая выбор паузы или текущее состояние сигнала выбора элементарной посылки.

Значение длительности паузы (Timeout) можно установить в пределах от 10 нс до 10 секунд.

6. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.

4.14.2 Установка количества битов в строке последовательных данных и значений этих битов данных

1. Нажмите функциональную клавишу **#Bits** и вращайте ручку Entry, чтобы установить количество битов (**#Bits**) в строке последовательных данных. Количество битов в строке можно установить в пределах 4 ÷ 32 бита. Значения данных отображаются в строке Data в области отображения осциллограмм.

- Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать определенный бит данных в строке, как обозначено на функциональной клавише **Bit**.

При вращении ручки Entry выделяется бит в строке Data в области отображения осциллограмм.

- Нажмите функциональную клавишу **0 1 X**, чтобы установить бит, выбранный на функциональной клавише **Bit**, на **0** (низкий уровень), **1** (высокий уровень) или **X** (безразличное состояние).

Повторите операции по пунктам 2 и 3, чтобы назначить значения всем битам.

4.14.3 Переустановка всех битов в строке последовательных данных на одно значение

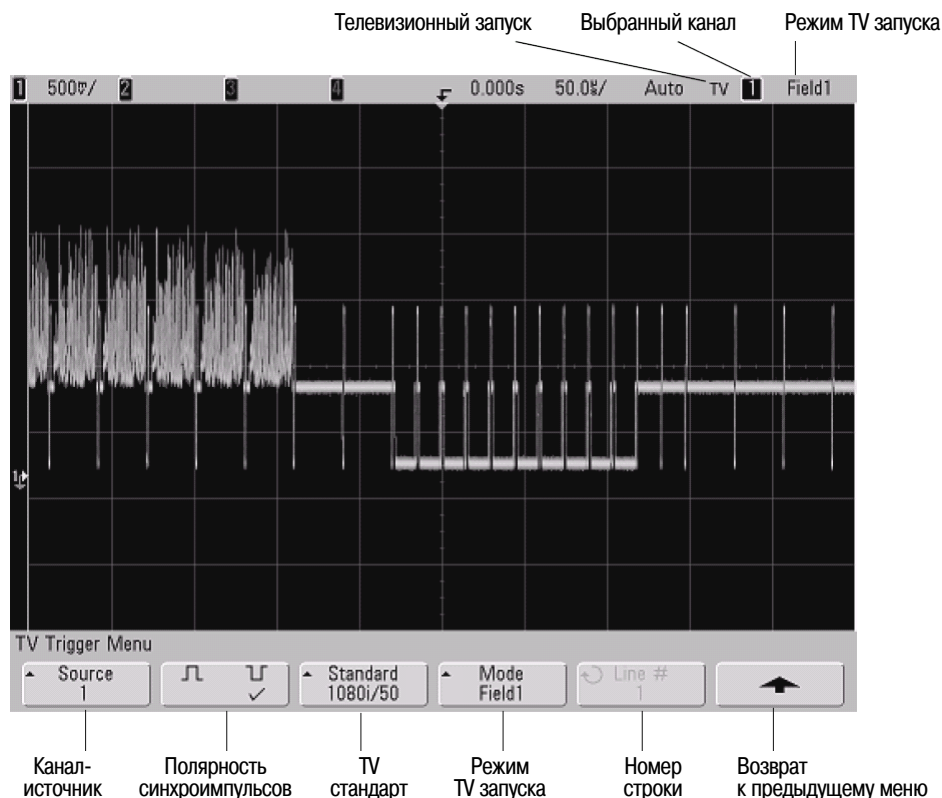
- Чтобы переустановить все биты в строке последовательных данных на одно значение (0, 1 или X), действуйте следующим образом:
 - Нажмите функциональную клавишу **0 1 X**, чтобы выбрать общее для всех битов значение.
 - Нажмите функциональную клавишу **Set all Bits**, чтобы переустановить строку данных на выбранное значение.

4.15 Применение телевизионного (TV) запуска

Телевизионный запуск 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 III вашего осциллографа обеспечивает яркое и хорошо наблюдаемое отображение любой части видеосигнала. Анализ видеосигналов упрощается благодаря способности осциллографа запускаться по любой выбранной строке видеосигнала.

- Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели. Вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **TV**, затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню TV Trigger.



2. Нажмите функциональную клавишу **Source** и выберите любой аналоговый канал в качестве источника TV запуска.

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 синхроимпульс. Характер связи на входе запуска автоматически устанавливается на **TV** в меню Trigger **Mode/Coupling**.

Следите за правильным согласованием

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

3. Нажмите функциональную клавишу полярности синхроимпульсов, чтобы установить TV запуск по синхроимпульсам положительной () или отрицательной () полярности.
4. 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
Generic (общий)	чересстрочная или построчная	двухуровневый или трехуровневый
EDTV 480p/60	построчная (progressive)	двухуровневый
HDTV 720p/60	построчная	трехуровневый (tri-level)
HDTV 1080p/24	построчная	трехуровневый
HDTV 1080p/25	построчная	трехуровневый
HDTV 1080i/50	чересстрочная	трехуровневый
HDTV 1080i/60	чересстрочная	трехуровневый

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

Возможны следующие режимы TV запуска:

- **Field1** и **Field2** – Запуск по положительному фронту первого пилообразного импульса поля 1 или поля 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой).
- **All Fields** – Запуск по положительному фронту первого импульса в интервале кадровой (вертикальной) синхронизации (этот вариант недоступен в режиме Generic).
- **All Lines** – Запуск по всем строчным (горизонтальным) синхроимпульсам.
- **Line** – Запуск по строке с выбранным номером (только стандарты EDTV и HDTV).
- **Line:Field1** и **Line:Field2** – Запуск по строке с выбранным номером в поле 1 или в поле 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой, за исключением 1080i).
- **Line: Alternate** – Поочередный запуск по строке с выбранным номером в поле 1 и поле 2 (только NTSC, PAL, PAL-M и SECAM).
- **Vertical** – Запуск по положительному фронту первого пилообразного импульса или примерно через 70 мкс после начала кадровой (вертикальной) синхроимпульса, в зависимости от того, какое условие выполняется раньше (этот вариант доступен только в режиме Generic).
- **Count:Vertical** – Счет отрицательных фронтов синхроимпульсов; запуск по выбранному номеру счета (этот вариант доступен только в режиме Generic).

6. Если вы выбираете режим запуска по номеру строки, нажмите функциональную клавишу **Line #**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать номер строки для запуска.
7. Если вы выбираете режим запуска по номеру строки или **Count:Vertical** при использовании стандарта Generic, нажмите функциональную клавишу **Count #** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный номер счета.

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

Таблица 9 Номера строк (или счета для стандарта Generic) в каждом поле для ряда видеостандартов, кроме HDTV/EDTV

Видеостандарт	Field 1	Field 2	Alt Field
NTSC	1 ÷ 263	1 ÷ 262	1 ÷ 262
PAL	1 ÷ 313	314 ÷ 625	1 ÷ 312
PAL-M	1 ÷ 263	264 ÷ 525	1 ÷ 262
SECAM	1 ÷ 313	314 ÷ 625	1 ÷ 312
Generic	1 ÷ 1024	1 ÷ 1024	1 ÷ 1024 (вертик.)

Номер строки характеризует счет

В режиме **Generic** номер строки отображает номер счета вместо реального номера строки. Это сказывается на метке на функциональной клавише, которая меняется с **Line** на **Count**. В вариантах выбора функциональной клавиши **Mode** используются обозначения **Line:Field 1**, **Line:Field 2** и **Count:Vertical** для указания начала счета. Для видеосигнала с чересстрочной разверткой счет начинается с положительного фронта первого кадрового (вертикального) пилообразного импульса поля Field 1 и/или Field 2. Для видеосигнала с построчной разверткой счет начинается после положительного фронта кадрового синхроимпульса.

Таблица 10 Номера строк для видеостандартов EDTV/HDTV

EDTV 480p/60	1 ÷ 525
HDTV 720p/60	1 ÷ 750
HDTV 1080p/24	1 ÷ 1125
HDTV 1080p/25	1 ÷ 1125
HDTV 1080i/50	1 ÷ 1125
HDTV 1080i/60	1 ÷ 1125

4.15.1 Примеры реализации TV запуска

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

4.15.2 Запуск по определенной строке видеосигнала

Для TV запуска 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 More**, затем нажмите функциональную клавишу **TV**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем нажмите функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать видеостандарт (NTSC в данном примере).
3. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите поле строки, по которой вы хотите запускать осциллограф. Вы можете выбрать **Line:Field1**, **Line:Field2** или **Line:Alternate**.
4. Нажмите функциональную клавишу **Line #** и выберите номер строки, которую вы хотите обследовать.

Поочередный запуск

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

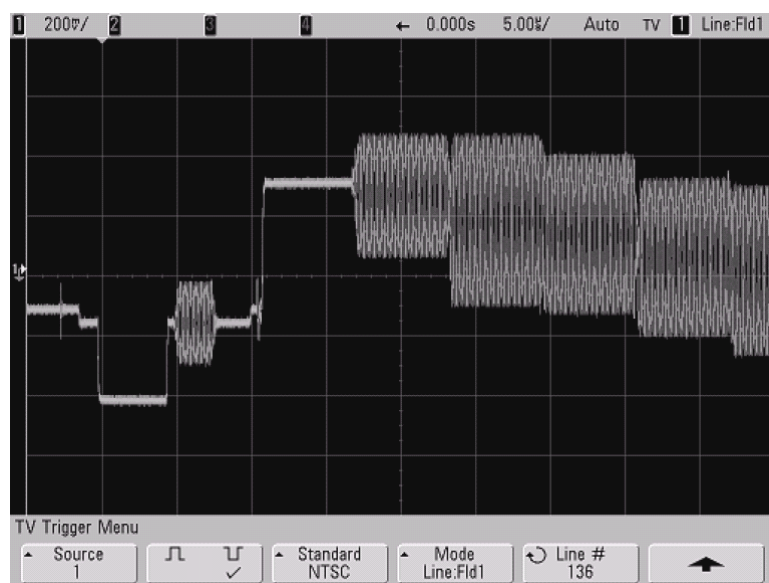


Рис. 11 Пример: запуск по строке 136

4.15.3 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 **More**, затем нажмите функциональную клавишу **TV**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать соответствующий телевизионный стандарт.
3. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите **All Lines**.

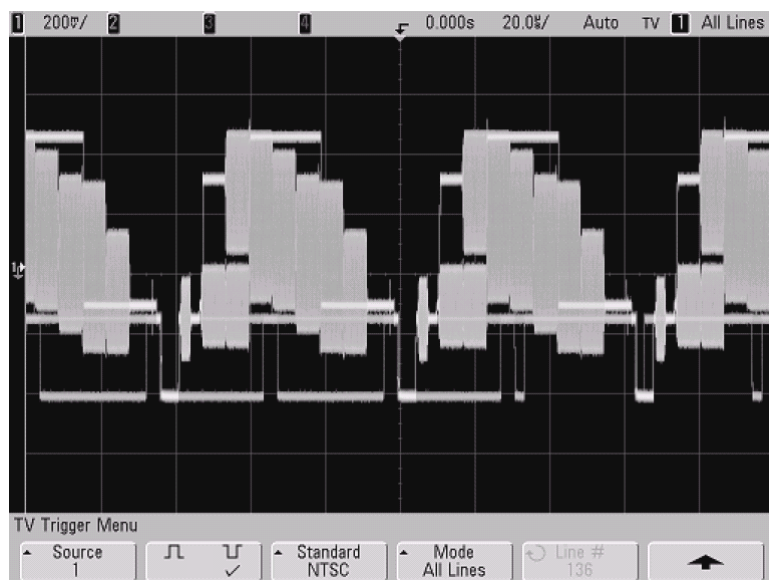


Рис. 12 Запуск по всем строкам (All Lines)

4.15.4 Запуск по определенному полю видеосигнала

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

1. Нажмите клавишу Trigger **More**, затем нажмите функциональную клавишу **TV**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать соответствующий телевизионный стандарт.
3. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите **Field1** или **Field2**.

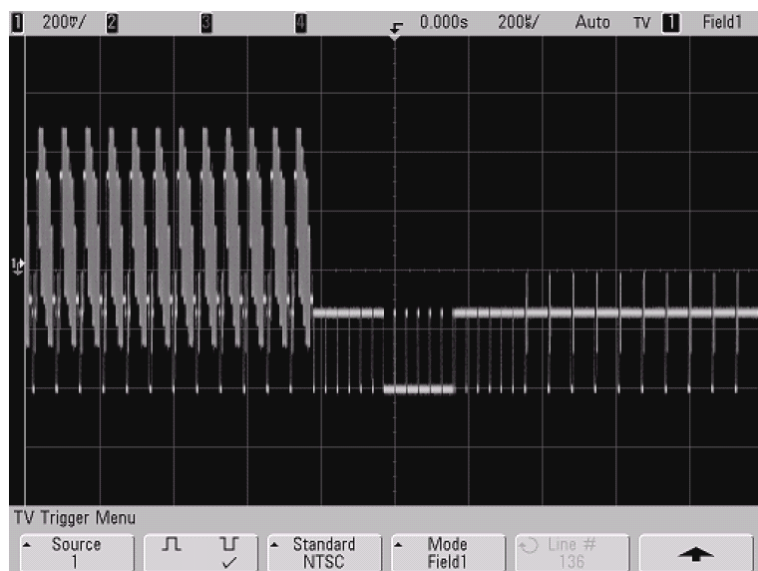


Рис. 13 Запуск по полю Field 1

4.15.5 Запуск по всем полям видеосигнала

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

1. Нажмите клавишу Trigger **More**, затем нажмите функциональную клавишу **TV**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать соответствующий телевизионный стандарт.
3. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите **All Fields**.

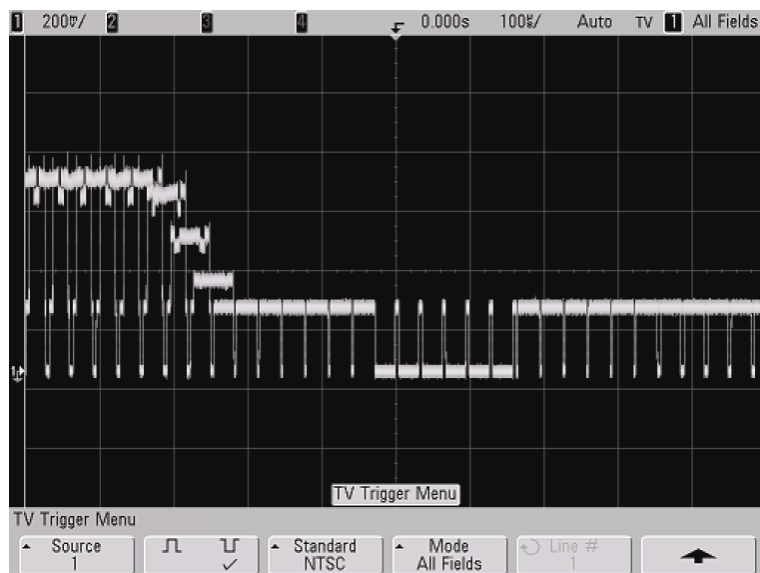


Рис. 14 Запуск по всем полям (All Fields)

4.15.6 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 **More**, затем нажмите функциональную клавишу **TV**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать соответствующий телевизионный стандарт.
3. Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите **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 кадровая 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.

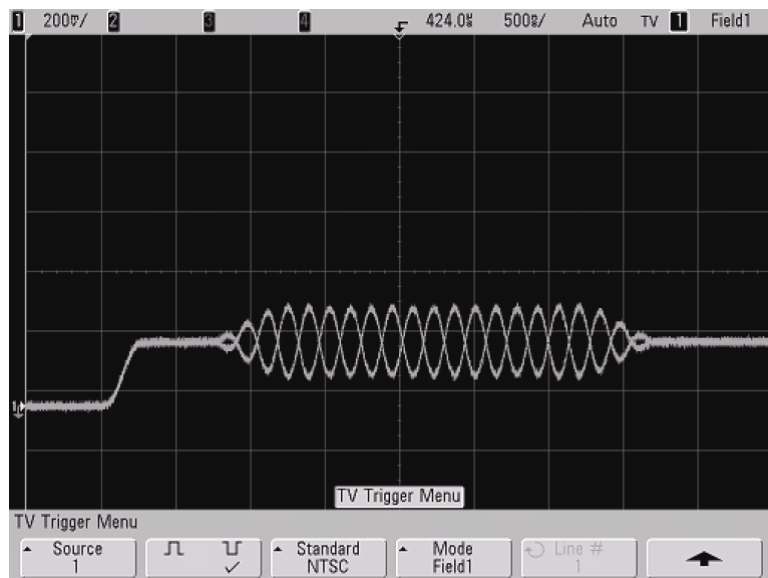


Рис. 15 Запуск по цветному полю 1 поочередно с цветным полем 3

Если нужен более подробный анализ, то можно выбрать для запуска только одно цветное поле. Вы можете сделать это с помощью функциональной клавиши **TV Holdoff** в меню More Trigger, когда тип запуска установлен на **TV**. Нажмите функциональную клавишу **TV Holdoff** и с помощью ручки Entry регулируйте выдержку с приращениями в половину поля, пока осциллограф не станет запускаться только по одной фазе сигнала цветовой синхронизации.

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

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

Таблица 11 Время выдержки для половины поля

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

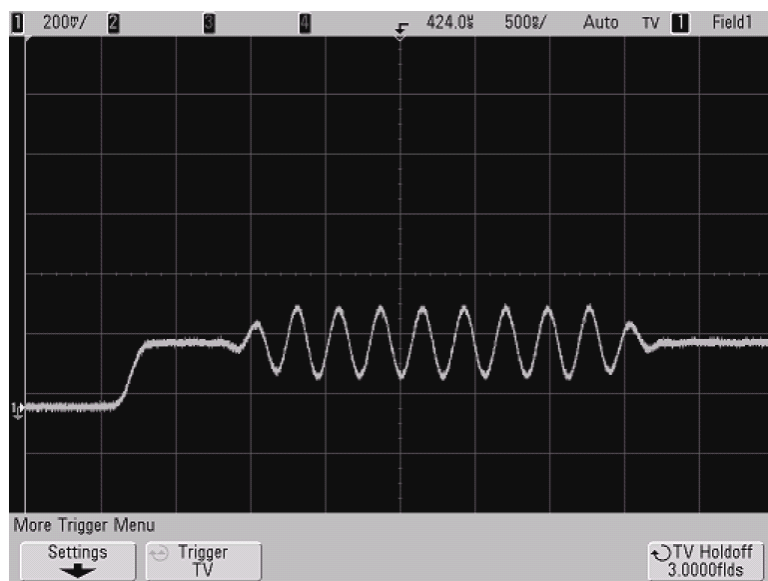


Рис. 16 Применение выдержки (TV Holdoff) для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим Field 1)

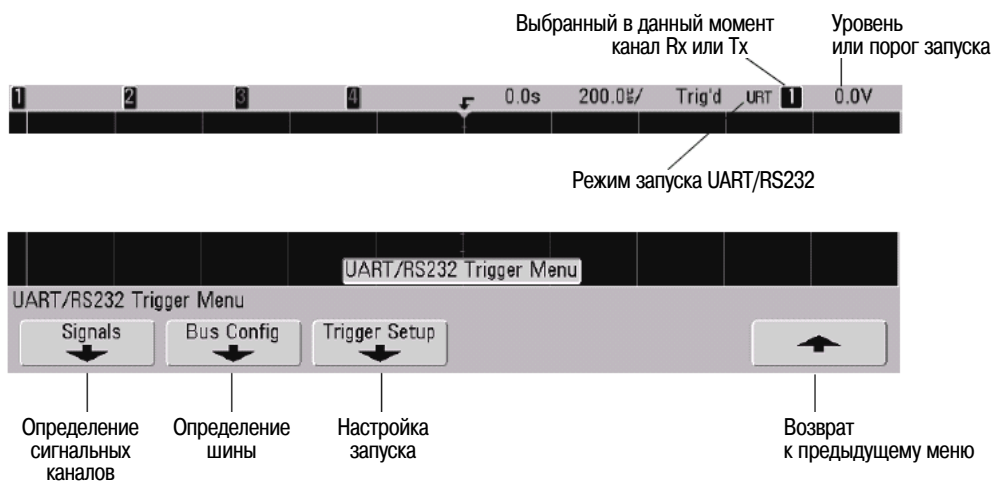
4.16 Применение запуска по сигналам UART/RS232

ПРИМЕЧАНИЕ

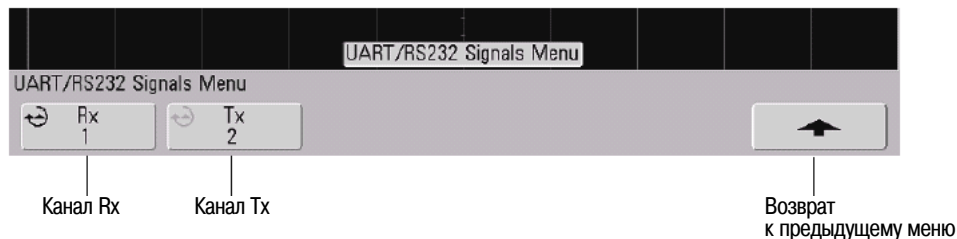
Декодирование данных UART/RS232 описано в подразделе 6.7.8.

Для запуска по сигналам UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) следует присоединить осциллограф к линиям Rx и Tx и настроить условие запуска. Одним из примеров протокола UART является RS232 (Recommended Standard 232).

1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели. Вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **UART/RS232**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню запуска по сигналам UART/RS232.



3. Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы вызвать меню сигналов UART/RS232.



4. Присоедините канал осциллографа к источнику сигнала Rx в испытываемой схеме (целевая система), затем нажмите функциональную клавишу **Rx** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал. Когда вы нажимаете функциональную клавишу **Rx** (или вращаете ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением "**UART**".
5. Установите уровни запуска или пороговые уровни на середину сигнала:
- Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы обратиться к функциональным клавишам установки порогового уровня.
- Значение уровня запуска или порогового уровня отображается в правом верхнем углу экрана.
6. Повторите операции по пунктам 4 и 5 для сигнала Tx.
7. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.
8. Нажмите функциональную клавишу **Bus Config** и установите следующие параметры.
- #Bits** – Установите количество битов в словах UART/RS232 для согласования с вашей целевой системой (можно выбрать в пределах 5 ÷ 9 битов).
 - Parity** – Выберите способ контроля четности (odd, even или none) на основе вашей целевой системы.
 - Baud** – Выберите скорость передачи данных для согласования с вашей целевой системой.
 - Polarity** – Выберите уровень в паузе (idle low или idle high) для согласования с состоянием вашей целевой системы в паузе. Для RS232 выберите idle low (низкий уровень в паузе).
 - Bit Order** – Выберите порядок следования битов в сигнале с вашей целевой системы: должен ли следовать за стартовым битом бит старшего разряда (MSB), или же бит младшего разряда (LSB). Для RS232 выберите LSB.
9. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.
10. Нажмите функциональную клавишу **Trigger Setup** и установите желаемое условие запуска.
- **Rx Start Bit** – Осциллограф запускается, когда на Rx появляется стартовый бит.
 - **Rx Stop Bit** – Осциллограф запускается, когда на Rx появляется стоповый бит. Запуск автоматически производится по первому стоповому биту независимо от того, использует ли целевая система один, полтора или два стоповых бита. Вам не нужно указывать количество стоповых битов, которое применяется в целевой системе.
 - **Rx Data** – Запуск по заданному вами байту данных. Это предназначено для применения в случаях, когда длина слов данных в целевой системе составляет от 5 до 8 битов (без девятого (предупредительного) бита).
 - **Rx 1:Data** – Для применения в случаях, когда слова данных в целевой системе имеют длину 9 битов, включая девятый (предупредительный) бит. Запуск производится только тогда, когда равен 1 девятый (предупредительный) бит. Задаваемый вами байт данных относится к младшим восьми битам (исключая девятый (предупредительный) бит).
 - **Rx 0:Data** – Для применения в случаях, когда слова данных в целевой системе имеют длину 9 битов, включая девятый (предупредительный) бит. Запуск производится только тогда, когда равен 0 девятый (предупредительный) бит. Задаваемый вами байт данных относится к младшим восьми битам (исключая девятый (предупредительный) бит).

- **Rx X:Data** – Для применения в случаях, когда слова данных в целевой системе имеют длину 9 битов, включая девятый (предупредительный) бит. Запуск производится по указанному вами байту данных независимо от значения девятого (предупредительного) бита. Задаваемый вами байт данных относится к младшим восьми битам (исключая девятый (предупредительный) бит).
 - Аналогичные варианты выбора имеются для Tx.
 - **Rx or Tx Parity Error** – Производится запуск по ошибке контроля четности, основанной на способе контроля четности, установленном вами в меню Bus Configuration.
11. Если вы выбираете условие запуска, описание которого включает в себя "**Data**" (например, **Rx Data**), нажмите функциональную клавишу **Data is** и выберите классификатор равенства. Вы можете выбрать равенство определенному значению данных, неравенство, а также "<" или ">".
 12. Пользуйтесь функциональной клавишей **Data**, чтобы выбрать значение данных для сравнения в качестве условия запуска. Это действует в сочетании с функциональной клавишей **Data is**.
 13. Дополнительно – Функциональная клавиша **Burst** позволяет запускать осциллограф по N-му кадру (1 ÷ 4096) после выбранного вами интервала паузы (простоя). Для возникновения запуска должны выполняться все условия запуска.
 14. Если выбран вариант **Burst**, то можно задать длительность паузы (1 мкс ÷ 10 с), чтобы осциллограф производил поиск условия запуска только по истечении длительности паузы. Нажмите функциональную клавишу **Idle** и вращайте ручку Entry, чтобы установить длительность паузы.
 15. Не забудьте установить осциллограф в режим обычного запуска (нажмите клавиши **Mode/Coupling** → **Mode** → **Normal**), чтобы избежать автоматического запуска.

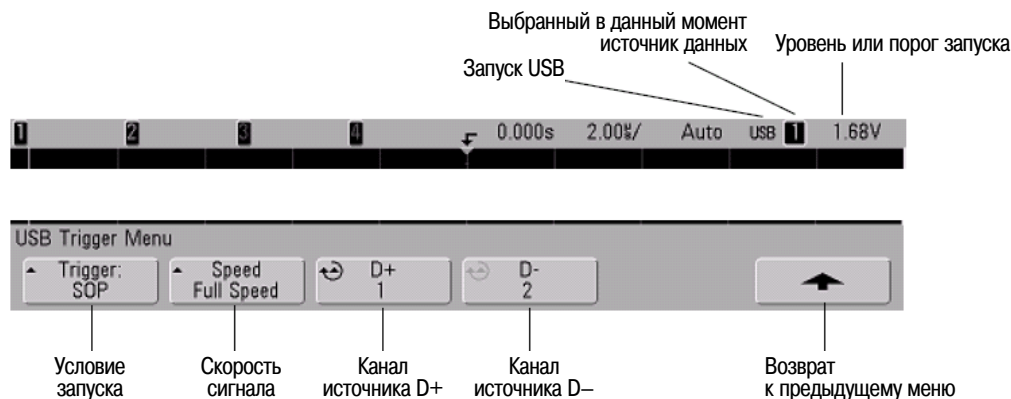


4.17 Применение запуска по сигналам USB

Здесь реализуется запуск по сигналам Start of Packet (SOP), End of Packet (EOP), Reset Complete (RC), Enter Suspend (Suspend) или Exit Suspend (Exit Sus) в дифференциальных линиях данных USB (D+ и D-). Поддерживаются варианты быстрого действия USB Low Speed и Full Speed.



1. Нажмите клавишу **More** в секции Trigger на передней панели и вращайте ручку Entry, пока на функциональной клавише **Trigger** не появится обозначение **USB**. Затем нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы вызвать меню запуска по сигналам USB.

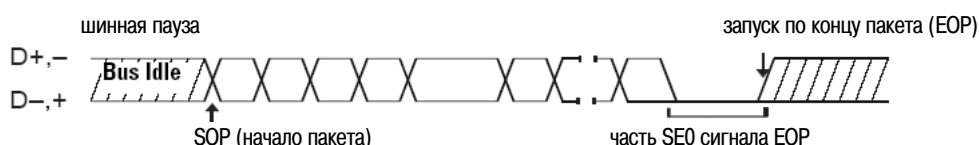


2. Нажмите функциональную клавишу **Speed**, чтобы выбрать скорость контролируемой транзакции. Вы можете выбрать Low Speed (1,5 Мбит/с) или Full Speed (12 Мбит/с).
3. Нажимайте функциональные клавиши **D+** и **D-**, чтобы выбрать канал, на который подается сигнал USB с линий D+ и D-. При этом автоматически устанавливаются метки **D+** и **D-** для каналов-источников.

Когда вы нажимаете функциональную клавишу **D+** или **D-** (или вращаете ручку Entry у осциллографа смешанных сигналов), автоматически устанавливается метка **D+** и **D-** для канала-источника и выбранный вами канал индицируется в правом верхнем углу экрана рядом с обозначением **"USB"**.

Отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала с помощью ручки Trigger Level. Нажмите клавишу **D15-D0** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или цифрового порога отображается в правом верхнем углу экрана.

4. Нажмите функциональную клавишу **Trigger:**, чтобы выбрать момент запуска:
 - **SOP** (Start of Packet) – Запуск по биту Sync в начале пакета.
 - **EOP** (End of Packet) – Запуск по окончании части SE0 сигнала EOP.
 - **RC** (Reset Complete) – Запуск в момент, когда SE0 превысит 10 мс.
 - **Suspend** (Enter Suspend) – Запуск в момент, когда длительность шинной паузы превысит 3 мс.
 - **Exit Sus** (Exit Suspend) – Запуск в момент, когда длительность выхода из состояния паузы превысит 10 мс. Это используется для наблюдения перехода suspend/resume.



4.18 Выходной соединитель запуска (TRIG OUT)

Вы можете выбрать один из перечисленных ниже сигналов для вывода через соединитель TRIG OUT на задней панели осциллографа:

- Triggers
- Source frequency
- Source frequency/8

4.18.1 Сигнал Triggers

Этот вариант принят по умолчанию. В этом режиме при каждом запуске осциллографа на этом выходе появляется положительный перепад уровня, задержанный на 17 нс относительно момента запуска осциллографа. Выходной уровень составляет $0 \div 5$ В при отсутствии нагрузки на выходе или $0 \div 2,5$ В на нагрузке 50 Ом.

4.18.2 Сигнал Source frequency

Этот режим доступен только тогда, когда осциллограф настроен на запуск по фронту сигнала от источника на передней панели (аналоговый канал или вход внешнего запуска у двухканального осциллографа). В этом режиме соединитель BNC "TRIG OUT" подключен к выходу компаратора запуска. Выходной уровень составляет $0 \div 580$ мВ при отсутствии нагрузки и $0 \div 290$ мВ на нагрузке 50 Ом. Максимальная частота на выходе равна 350 МГц ввиду ограничения полосы пропускания выходного усилителя. Этот вариант полезен для подачи сигнала на внешний электронный частотомер.

4.18.3 Сигнал Source frequency/8

В этом режиме выводится такой же сигнал, как описано выше, за исключением того, что выходная частота составляет $1/8$ от выходной частоты компаратора запуска. Этот режим полезен, когда частота входного сигнала превышает 350 МГц.

Через соединитель TRIG OUT выводится также сигнал User Cal (см. подраздел 2.2.19 "Пользовательская калибровка").

5 Выполнение измерений

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.

5.1 Применение режима отображения 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. Следующий 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 **Menu/Zoom**, затем функциональную клавишу **XY**.
3. Отцентрируйте график на экране с помощью ручек позиционирования ($\blacklozenge$) 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 **Vernier** каналов 1 и 2.

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

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

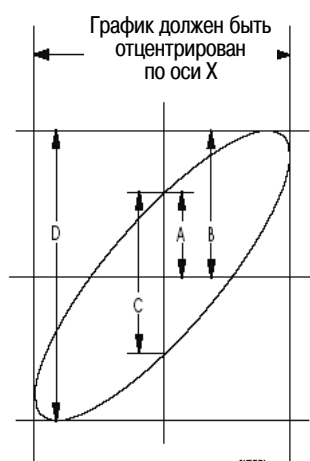


Рис. 17 Пример центрирования графика на экране

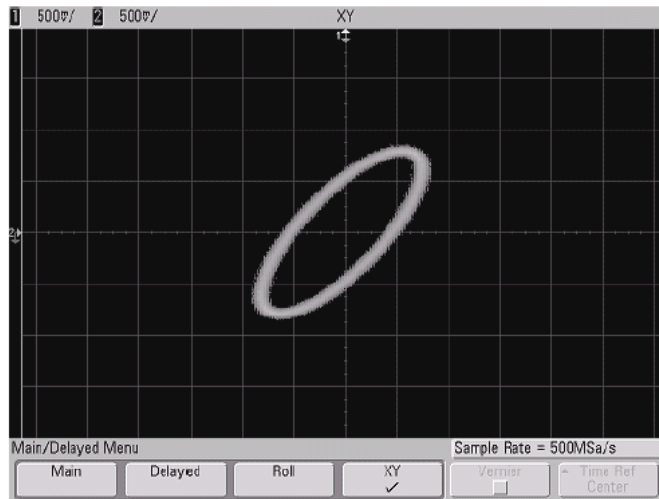


Рис. 18 Отцентрированный на экране график

4. Нажмите клавишу **Cursors**.

5. Установите курсор Y2 на верхушку графика, а курсор Y1 – на низшую точку графика.

Запишите значение ΔY , которое индицируется в нижней части экрана. В данном примере мы используем курсоры Y, однако вместо них можно использовать курсоры X.

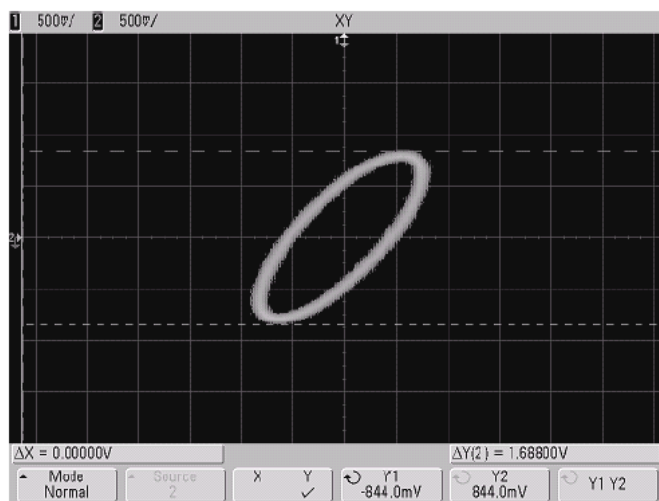


Рис. 19 Курсоры, установленные на графике

6. Переместите курсоры Y1 и Y2 до пересечения графика и оси Y. Снова запишите значение ΔY .

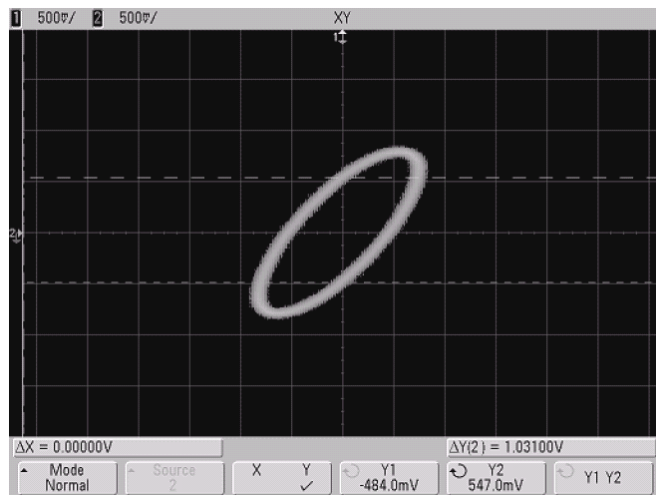


Рис. 20 Курсоры, установленные в центре графика

7. Вычислите значение разности фаз по следующей формуле:

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

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 канал 4 (или вход внешнего запуска у двухканальных осциллографов) 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.

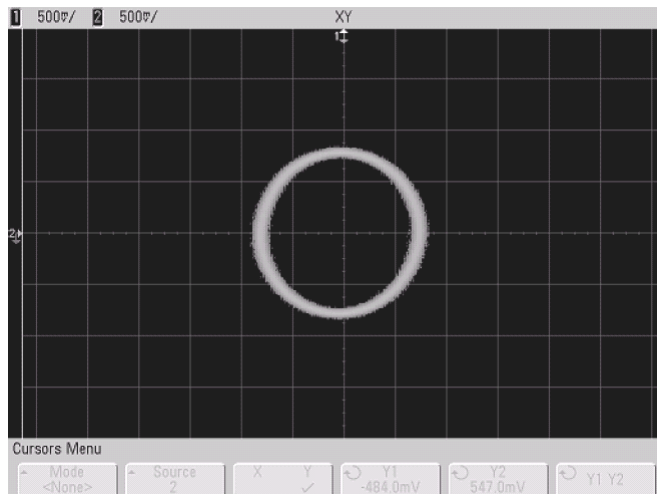


Рис. 21 Фазовый сдвиг между сигналами равен 90°

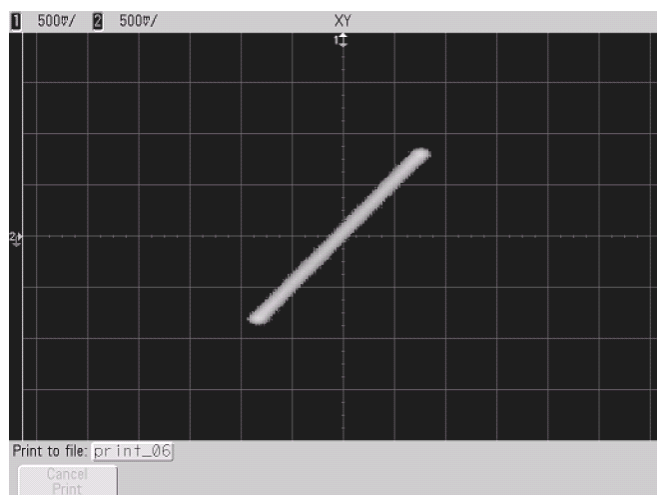


Рис. 22 Синфазные сигналы

5.2 Математические функции

Меню Math позволяет отображать результаты математической обработки сигналов в аналоговых каналах. Вы можете:

- вычитать (–) или умножать (*) сигналы, зарегистрированные в аналоговых каналах 1 и 2, затем отображать результат математической операции;
- интегрировать, дифференцировать, извлекать квадратный корень или выполнять быстрое преобразование Фурье (FFT) сигнала, зарегистрированного в любом аналоговом канале или полученного в результате операций $1 * 2$, $1 - 2$ или $1 + 2$, затем отображать результат.

Чтобы обратиться к математическим функциям:

1. Нажмите клавишу **Math** на передней панели, чтобы вызвать меню Waveform Math.
2. Нажмите функциональную клавишу **Function** и вращайте ручку Entry (или продолжайте нажимать функциональную клавишу **Function**), чтобы выбрать нужную математическую функцию.

После выбора математической функции в меню Waveform Math появляются функциональные клавиши для изменения настроек этой математической функции.



Рекомендации по применению математических функций

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

Когда отображается осциллограмма функции, можно выключить аналоговые каналы для удобства наблюдения.

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

Каждую функцию можно измерять в меню Cursors и Quick Meas.

5.2.1 Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций

Вы можете вручную масштабировать любую математическую функцию, нажимая функциональные клавиши **Scale** или **Offset** с последующей подстройкой значения.

Масштабирование и смещение осциллограмм математических функций устанавливается автоматически

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.

1. В меню Waveform Math для выбранной математической функции нажимайте функциональные клавиши **Scale** или **Offset**, чтобы установить собственные масштабные коэффициенты (ед./деление) или смещение (ед.) для выбранной математической функции.

Для каждого входного канала можно установить в качестве единицы измерения вольт или ампер с помощью функциональной клавиши канала **Probe Units**. Ниже перечислены единицы измерения масштаба и смещения.

Математическая функция	Единицы измерения
FFT	dB * (децибел)
$1 * 2$	V^2 , A^2 или W (вольт-ампер)
$1 - 2$	V или A
d/dt	V/s или A/s (вольт в секунду или ампер в секунду)
$\int dt$	Vs или As (вольт-секунда или ампер-секунда)
$\sqrt{\quad}$ (квадратный корень)	$V^{1/2}$, $A^{1/2}$ или $W^{1/2}$ (вольт-ампер)

- * Когда 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.

Безразмерная единица шкалы **U** индицируется для математических функций $1-2$, d/dt и $\sqrt{\quad}$ (квадратный корень), а также для функции $\int dt$, когда выбран источник $1-2$ или $1+2$, если в каналах 1 и 2 установлены разнородные единицы измерений на функциональной клавише канала **Probe Units**.

2. Нажмите функциональную клавишу **Scale** или **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить масштаб или значение смещения для вашей математической функции.

5.2.2 Умножение

При выборе функции $1 * 2$ производится поточечное умножение значений напряжения в каналах 1 и 2 с последующим отображением результата. Функция $1 * 2$ полезна для наблюдения сигнала мощности, когда сигнал в одном из каналов пропорционален току.

1. Нажмите клавишу **Math**, нажмите функциональную клавишу $1 * 2$, затем нажимайте функциональные клавиши **Scale** или **Offset**, если вы хотите изменить масштабирование или смещение для функции умножения.

- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для умножения, выраженные в V^2/div (вольт в квадрате на деление), A^2/div (ампер в квадрате на деление) или W/div (ватт на деление или вольт-ампер на деление). Единицы измерений устанавливаются в меню канала **Probe**. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать функцию $1 * 2$.
- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для функции умножения. Значение смещения выражается в V^2 (вольт в квадрате), A^2 (ампер в квадрате) или в W (ватт) и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для функции $1 * 2$.

На этом рисунке показан пример умножения.

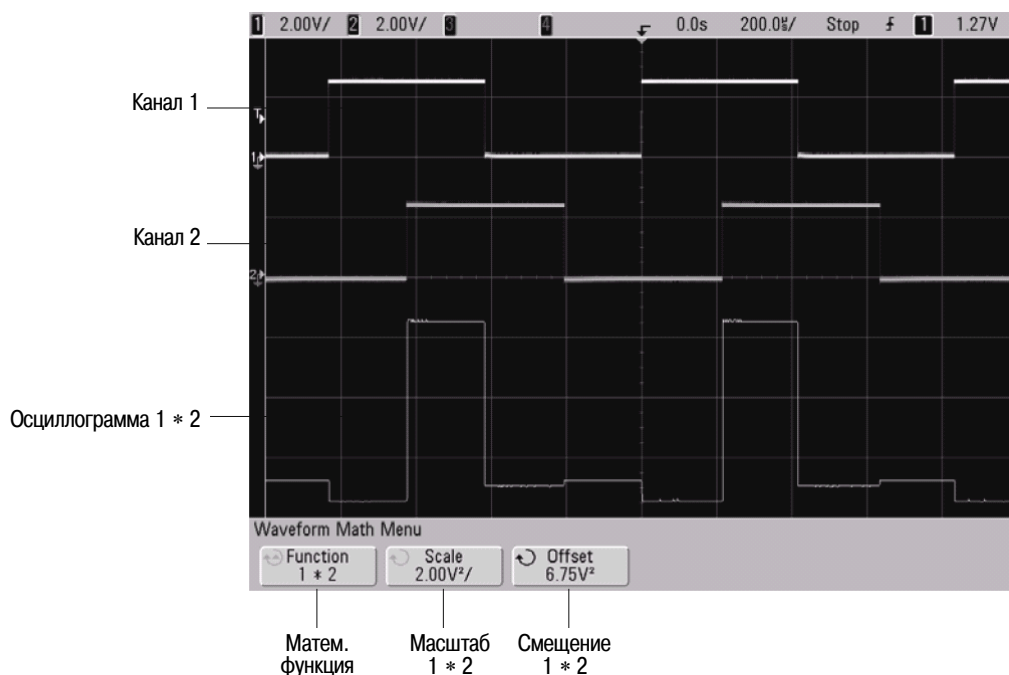


Рис. 23 Умножение

5.2.3 Вычитание

При выборе функции **1 – 2** производится поточечное вычитание значений напряжения в канале 2 из значений напряжения в канале 1 с последующим отображением результата.

Функцию вычитания можно использовать для выполнения дифференциальных (разностных) измерений или для сравнения двух осциллограмм. Может возникнуть необходимость применения истинно дифференциального пробника, если постоянная составляющая сигналов превышает динамический диапазон входного канала осциллографа.

Для выполнения суммирования сигналов в каналах 1 и 2 выберите **Invert** в меню канала и выполните операцию вычитания.

1. Нажмите клавишу **Math**, нажмите функциональную клавишу **1 – 2**, затем нажимайте функциональные клавиши **Scale** или **Offset**, если вы хотите изменить масштабирование или смещение для функции вычитания.

- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для вычитания, выраженные в V/div (вольт на деление) или A/div (ампер на деление). Единицы измерений устанавливаются в меню канала **Probe**. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать функцию **1 – 2**.
- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для функции вычитания. Значение смещения выражается в вольтах или амперах и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для функции **1 – 2**.

Безразмерная единица **U** индицируется для масштаба и смещения, если в каналах 1 и 2 установлены разнородные единицы измерений на функциональной клавише канала **Probe Units**

На этом рисунке показан пример вычитания.

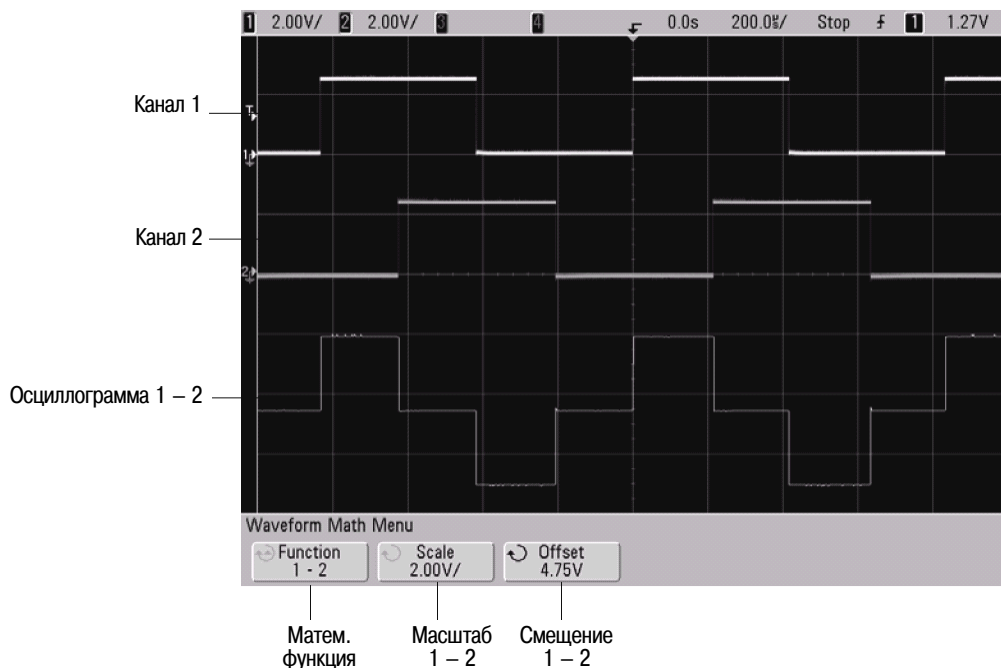


Рис. 24 Вычитание

5.2.4 Дифференцирование

Функция дифференцирования **d/dt** вычисляет дискретную производную по времени сигнала выбранного источника. Дифференцирование можно применять для измерения крутизны фронта сигнала, например, для измерения скорости нарастания напряжения на выходе операционного усилителя.

Поскольку дифференцирование очень чувствительно к шумам, то полезно установить режим сбора данных на **Averaging** в меню **Acquire**.

Функция **d/dt** формирует осциллограмму производной сигнала выбранного источника с применением формулы оценки среднего наклона в четырех точках:

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

В этом выражении:

d – дифференциальная осциллограмма

y – точки данных каналов 1,2 или функций 1 + 2, 1 – 2 и 1 * 2

i – индекс точек данных

Δt – временной интервал между точками

В режиме горизонтальной развертки **Zoom** функция **d/dt** не отображает часть осциллограммы с увеличенным масштабом.

1. Нажмите клавишу **Math**, нажмите функциональную клавишу **d/dt**, затем нажимайте функциональные клавиши **Source**, **Scale** или **Offset**, если вы хотите изменить источник, масштабирование или смещение для функции дифференцирования.

- **Source** – выбор источника сигнала для дифференцирования. Этим источником может быть любой аналоговый канал или математические функции 1 + 2, 1 – 2 и 1 * 2.
- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для **d/dt**, выраженные в ед./секунда/деление, где единицей измерения может быть вольт (V), ампер (A) или ватт (W). Единицу измерения устанавливают в меню канала **Probe**. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать функцию дифференцирования.
- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для функции дифференцирования. Значение смещения выражается в ед./сек. и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Единицей измерения здесь может быть вольт (V), ампер (A) или ватт (W). Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для функции **d/dt**.

Безразмерная единица **U** индицируется для масштаба и смещения, когда выбран источник 1–2 или 1+2, если в каналах 1 и 2 установлены разнородные единицы измерений на функциональной клавише канала **Probe Units**

На следующем рисунке показан пример дифференцирования.

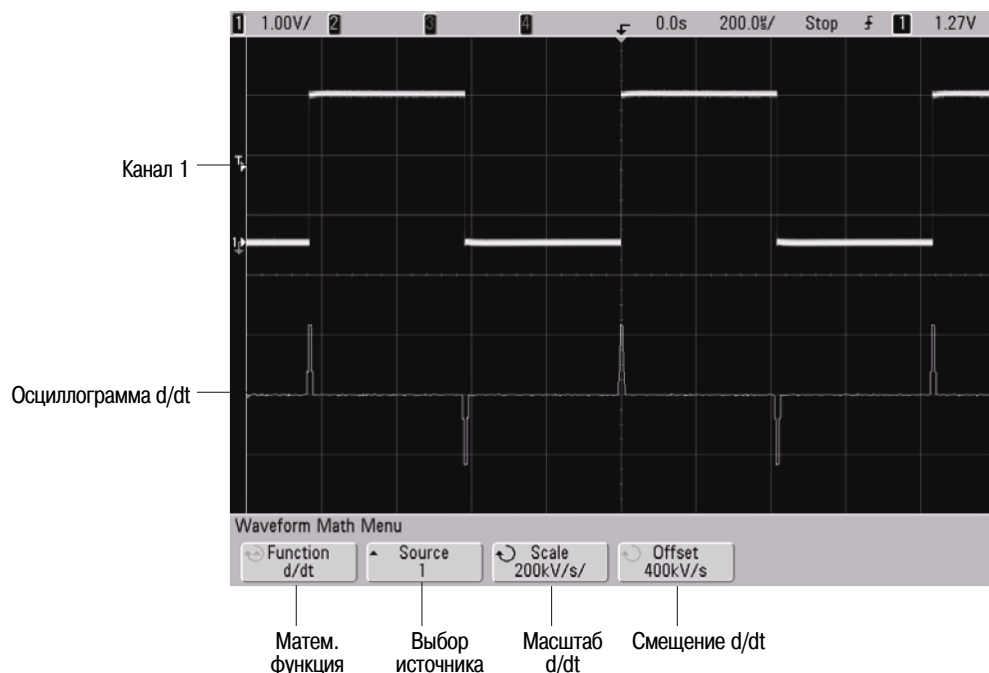


Рис. 25 Дифференцирование

5.2.5 Интегрирование

Функция интегрирования $\int dt$ вычисляет интеграл сигнала выбранного источника. Интегрирование можно применять для измерения энергии импульсах в вольт-секундах или для измерения площади, охватываемой графиком.

Функция $\int dt$ формирует интеграл сигнала источника согласно трапецеидальному алгоритму с использованием формулы:

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

В этом выражении:

I – проинтегрированная осциллограмма

Δt – временной интервал между точками

y – точки данных каналов 1,2 или функций $1 + 2$, $1 - 2$ и $1 * 2$

c_0 – произвольная константа

i – индекс точек данных

В режиме горизонтальной развертки **Zoom** функция $\int dt$ не отображает часть осциллограммы с увеличенным масштабом.

1. Нажмите клавишу **Math**, нажмите функциональную клавишу $\int dt$, затем нажимайте функциональные клавиши **Source**, **Scale** или **Offset**, если вы хотите изменить источник, масштабирование или смещение для функции интегрирования.

- **Source** – выбор источника сигнала для интегрирования. Этим источником может быть любой аналоговый канал или математические функции $1 + 2$, $1 - 2$ и $1 * 2$.
- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для функции $\int dt$, выраженные в ед.-секунда/деление, где единицей измерения может быть вольт (V), ампер (A) или ватт (W). Единицу измерения устанавливают в меню канала **Probe**. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать функцию интегрирования.

- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для функции интегрирования. Значение смещения выражается в ед.-сек. и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Единицей измерения здесь может быть вольт (V), ампер (A) или ватт (W). Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для функции $\int dt$. Вычисление интеграла производится относительно смещения сигнала источника. Влияние смещения сигнала проиллюстрировано на следующих рисунках.

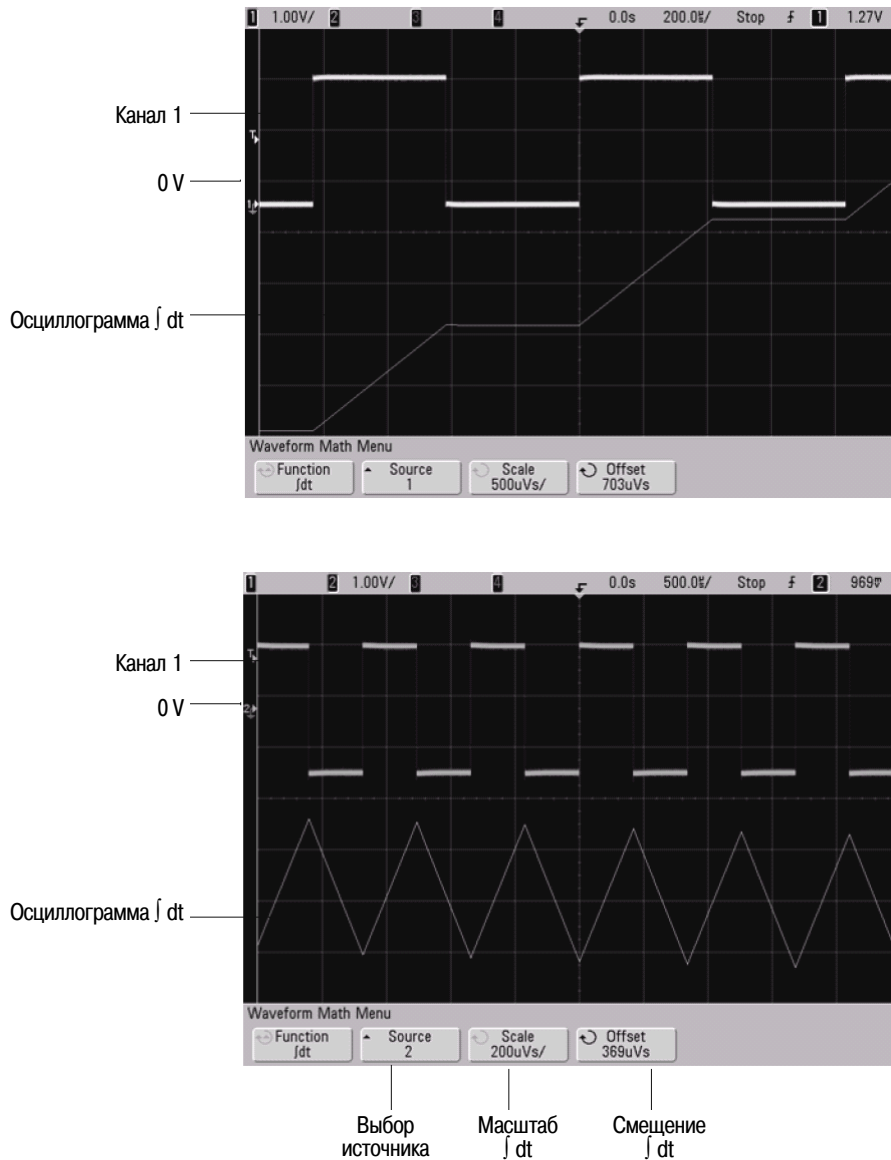


Рис. 26 Интегрирование и смещение сигнала

5.2.6 Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)

Функция FFT применяется для вычисления быстрого преобразования Фурье с использованием аналоговых входных каналов или математических функций $1 + 2$, $1 - 2$ или $1 * 2$. 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 вольт (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.

Единицы измерений FFT

Уровень 0 dBV соответствует синусоидальному сигналу с напряжением $1 V_{эфф}$. 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 вольт (dBV), когда единицей измерения сигнала в каналах является вольт и входной импеданс каналов установлен на 1 МОм.

Единицей измерения для осциллограмм 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 осциллограмм 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

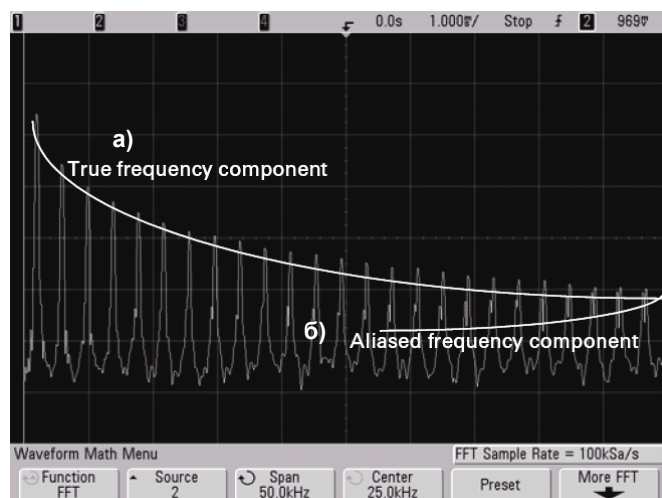
В результате вычисления FFT получается неправильное значение постоянной составляющей. При этом не учитывается смещение у центра экрана. Значение постоянной составляющей не корректируется ради точного отображения близких к нулевой частоте частотных составляющих.

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.

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.



a) Истинные частотные составляющие

b) Ложные частотные составляющие

Рис. 27 Ложные частотные составляющие и наложение спектров

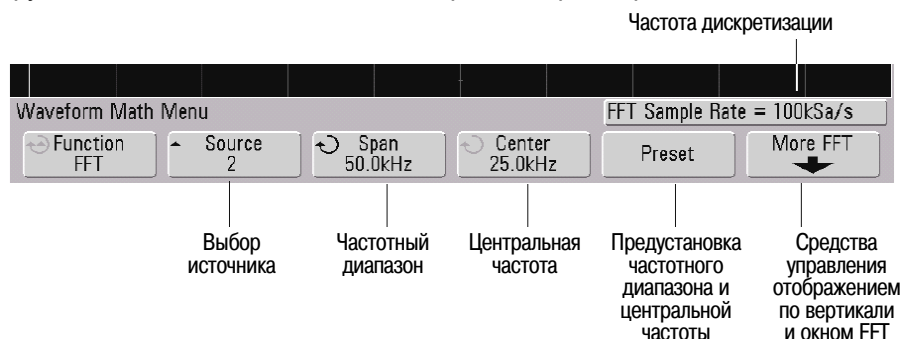
Поскольку частотный диапазон простирается от нуля до частоты Найквиста, то для предотвращения возникновения ложных частотных составляющих необходимо, чтобы верхняя граница частотного диапазона превышала частоту существенных (по энергии) частотных составляющих входного сигнала.

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 три окна – окно Хеннинга (Hanning), окно Flat Top и окно Rectangular. За дополнительной информацией в отношении просачивания спектральных составляющих обращайтесь к публикации Agilent № 243 "The Fundamentals of Signal Analysis" по адресу: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.

5.2.7 Выполнение измерений FFT

1. Нажмите клавишу **Math**, затем нажмите функциональную клавишу **FFT**, чтобы вывести на экран функциональные клавиши для настройки параметров FFT.



- **Source** – выбор источника сигнала для быстрого преобразования Фурье. Этим источником может быть любой аналоговый канал или математические функции $1 + 2$, $1 - 2$ и $1 * 2$.
 - **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.
 - **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.
2. Нажмите функциональную клавишу **More FFT**, чтобы получить доступ к дополнительным установкам параметров FFT.



- **Window** – выбор окна для приложения к входному сигналу FFT:
 - **Hanning** – окно для выполнения точных частотных измерений или для разрешения двух близких частотных составляющих.
 - **Flat Top** – окно для выполнения точных амплитудных измерений спектральных пиков.
 - **Rectangular** – 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 пакеты и затухающие синусоидальные колебания.
- **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для FFT, выраженные в децибелах на деление. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать математическую функцию.
- **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для FFT. Значение смещения выражается в децибелах и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для математической функции.

Особенности регулировки масштаба и смещения

Если вы не изменяете ручную установку 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 приводит к изменению 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**.

Для измерения значений частоты и разности двух значений частоты (ΔX) пользуйтесь курсорами X1 и X2. Для измерения амплитуды в децибелах и разности амплитуд (ΔY) пользуйтесь курсорами Y1 и Y2.

4. Для выполнения прочих измерений нажмите клавишу **Quick Meas** и установите функциональную клавишу **Source** на **Math**.

На осциллограмме 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**.

Показанный на следующем рисунке спектр получен при подаче на канал 1 сигнала с выхода Probe Comp на передней панели (меандр с частотой около 1,2 кГц). Установите коэффициент развертки на 5 мс/дел., чувствительность по вертикали на 500 мВ/дел., параметр Units/div на 10 dBV, смещение (Offset) на -34,0 dBV, центральную (Center) частоту на 5,00 кГц, частотный диапазон (Span) на 10,0 кГц и параметр Window на Hanning.

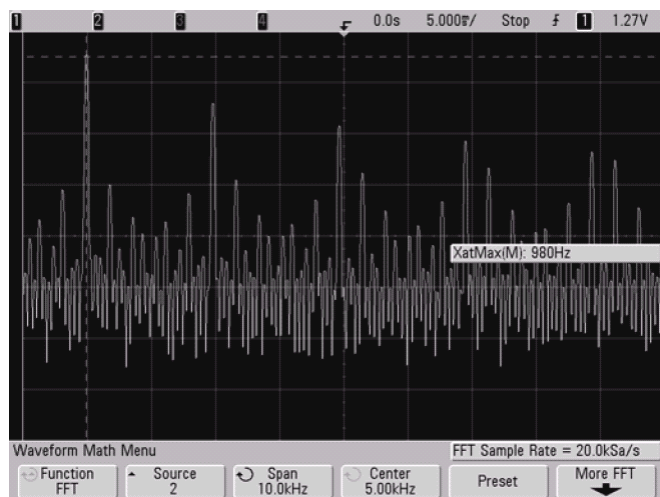


Рис. 28 Измерения FFT

Рекомендации по измерениям FFT

Количество точек, регистрируемых для записи FFT, равно 1000. 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.

Уменьшение эффективной частоты дискретизации путем выбора более низкой скорости 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 Flat Top.
- Установите высокую чувствительность FFT, например, 2 децибела на деление.

Для достижения наилучшей точности воспроизведения частоты на пиках:

- Применяйте окно Хеннинга.
- Пользуйтесь меню **Cursors** для установки курсора X на интересующую вас частоту.
- Отрегулируйте частотный диапазон для облегчения 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" по адресу:
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.

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

5.2.8 Вычисление квадратного корня

Функция вычисления квадратного корня $\sqrt{}$ вычисляет квадратный корень сигнала выбранного источника. В режиме горизонтальной развертки **Zoom** функция $\sqrt{}$ не отображает часть осциллограммы с увеличенным масштабом.

1. Нажмите клавишу **Math**, нажмите функциональную клавишу $\sqrt{}$, затем нажимайте функциональные клавиши **Source**, **Scale** или **Offset**, если вы хотите изменить источник, масштабирование и смещение для функции вычисления квадратного корня.
 - **Source** – выбор источника сигнала для вычисления квадратного корня. Этим источником может быть любой аналоговый канал или математические функции $1 + 2$, $1 - 2$ и $1 * 2$.
 - **Scale** – позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для функции $\sqrt{}$, выраженные в $V^{1/2}/div$ (корень из вольта на деление), $A^{1/2}/div$ (корень из ампера на деление) или $W^{1/2}/div$ (корень из ватта на деление или корень из вольт-ампера на деление). Единицу измерения устанавливают в меню канала **Probe**. Нажмите функциональную клавишу **Scale**, затем вращайте ручку Entry, чтобы перемасштабировать функцию вычисления квадратного корня.
 - **Offset** – позволяет вам установить ваше собственное смещение для функции вычисления квадратного корня. Значение смещения выражается в $V^{1/2}$ (корень из вольта), $A^{1/2}$ (корень из ампера) или $W^{1/2}$ (корень из ватта) и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. Нажмите функциональную клавишу **Offset**, затем вращайте ручку Entry, чтобы изменить смещение для функции вычисления квадратного корня.

Безразмерная единица **U** индицируется для масштаба и смещения, когда выбран источник 1–2 или 1+2, если в каналах 1 и 2 установлены разнородные единицы измерений на функциональной клавише канала **Probe Units**.

На этом рисунке показан пример вычисления квадратного корня.

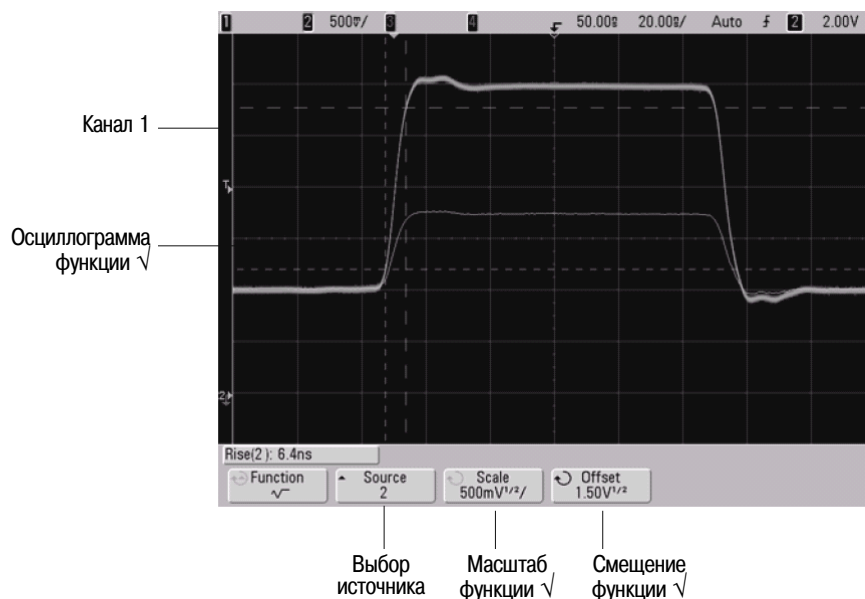


Рис. 29 Вычисление квадратного корня

5.3 Курсорные измерения

Для измерения данных на осциллограммах можно пользоваться курсорами. 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. Курсоры можно перемещать вращением ручки Entry. При нажатии клавиши **Cursors** она подсвечивается и включаются курсоры. Чтобы выключить курсоры, следует нажать эту клавишу, чтобы погасла ее подсветка, или нажать клавишу **Quick Meas**.

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.

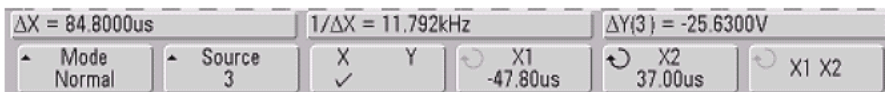
5.3.1 Выполнение курсорных измерений

Краткое описание процедуры курсорных измерений приведено в подразделе 2.2.11. Ниже описаны операции, выполняемые после нажатия клавиши **Cursors** на передней панели. Вы можете пользоваться курсорами для выполнения специальных (нестандартных) измерений напряжения и временных параметров сигналов.

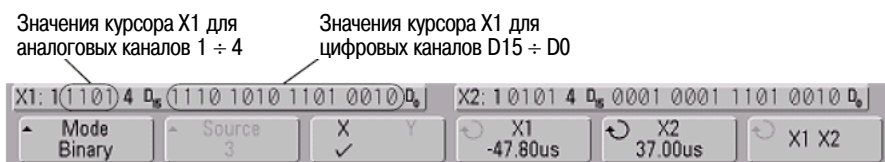
1. Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
2. Нажмите клавишу **Cursors**, затем функциональную клавишу **Mode**.

На функциональных клавишах отображается информация курсоров X и Y. В строке над функциональными клавишами отображаются значения ΔX , $1/\Delta X$, ΔY , двоичные и шестнадцатеричные значения. Возможны три режима индикации значений курсоров:

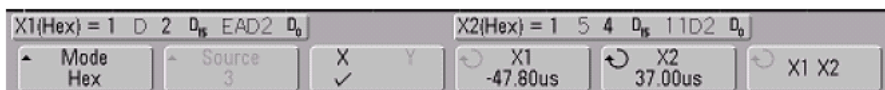
- **Normal** – индицируются значения ΔX , $1/\Delta X$ и ΔY . ΔX – это разность между курсорами X1 и X2, а ΔY – разность между курсорами Y1 и Y2.



- **Binary** – над функциональными клавишами индицируются двоичные логические уровни в текущих позициях курсоров X1 и X2 для всех отображаемых на экране каналов.



- **Hex** – над функциональными клавишами индицируются шестнадцатеричные логические уровни в текущих позициях курсоров X1 и X2 для всех отображаемых на экране каналов.



В шестнадцатеричном и двоичном режимах уровень может индицироваться как 1 (выше уровня запуска), 0 (ниже уровня запуска), $\uparrow$ (неопределенное состояние) или X (не имеет значения, т.е. безразличное состояние). Если канал выключен, то в двоичном режиме индицируется X. В шестнадцатеричном режиме выключенный канал интерпретируется как 0.

3. Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать аналоговый канал или источник математической функции, по которому курсор Y будет индицировать результаты измерений.

В режиме курсоров **Normal** источником сигнала может быть любой аналоговый канал или источник математической функции. В режимах **Binary** и **Hex** функциональная клавиша **Source** не действует, поскольку в этих режимах индицируются двоичные или шестнадцатеричные уровни для всех каналов.

4. Для выполнения измерения выберите функциональные клавиши X и Y.

- **X Y** – Нажимайте эту функциональную клавишу, чтобы выбрать для настройки либо курсоры X, либо курсоры Y. Курсор, назначенный в данный момент ручке Entry, выделяется повышенной яркостью в сравнении с другими курсорами.

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.

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.

- **X1 и X2** – 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 для выбранного источника сигнала индицируются на функциональных клавишах X1 и X2.

Значения разности между X1 и X2 (ΔX) и $1/\Delta X$ индицируются в специальной строке над функциональными клавишами или в области отображения осциллограмм (в случае выбора некоторых меню).

Вращайте ручку Entry, чтобы отрегулировать курсор X1 или X2, когда выбрана соответствующая функциональная клавиша.

- **Y2 и Y2** – 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 для выбранного источника сигнала индицируются на функциональных клавишах Y1 и Y2.

Значения разности между Y1 и Y2 (ΔY) индицируются в специальной строке над функциональными клавишами или в области отображения осциллограмм (в случае выбора некоторых меню).

Вращайте ручку Entry, чтобы отрегулировать курсор Y1 или Y2, когда выбрана соответствующая функциональная клавиша.

- **X1 X2** – Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы одновременно регулировать положение курсоров X1 и X2 с помощью ручки Entry. Значение ΔX при этом остается неизменным. Функцией одновременного перемещения курсоров X можно пользоваться для проверки вариаций длительности импульсов в импульсном пакете.
- **Y1 Y2** – Нажмите эту функциональную клавишу, чтобы одновременно регулировать положение курсоров Y1 и Y2 с помощью ручки Entry. Значение ΔY при этом остается неизменным.

5.3.2 Примеры курсорных измерений

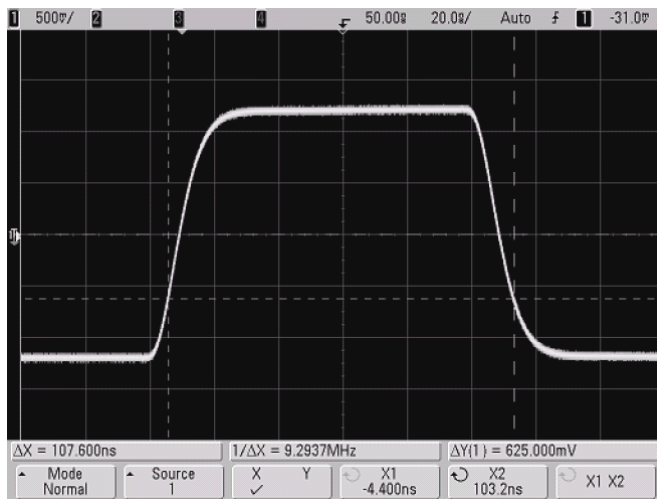


Рис. 30 Измерение длительности импульса на произвольном уровне

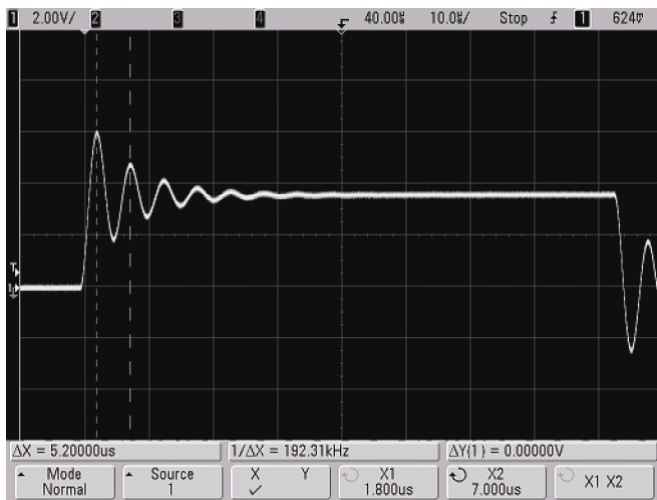


Рис. 31 Измерение частоты "звона" после фронта импульса

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

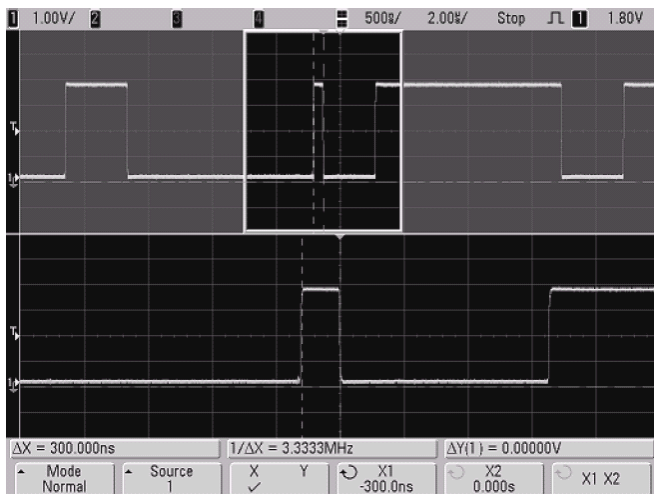


Рис. 32 Курсоры отслеживают развертку Zoom

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

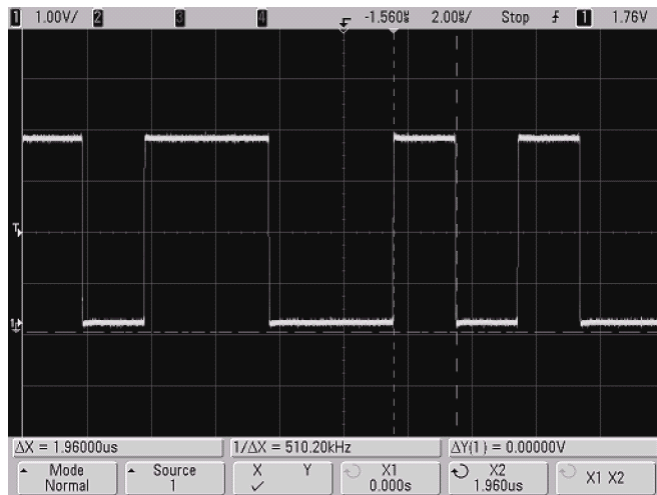


Рис. 33 Измерение длительности импульса с помощью курсоров

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

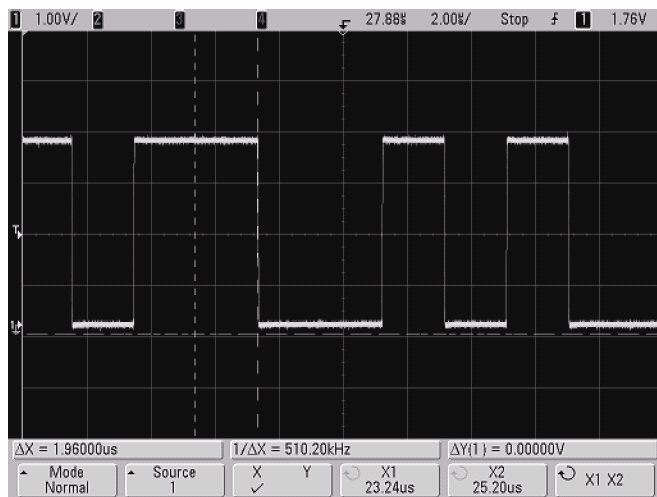


Рис. 34 Одновременное перемещение курсоров для проверки вариаций длительности импульсов

5.4 Автоматические измерения

В меню **Quick Meas** можно выбрать следующие автоматические измерения.

Измерения временных параметров

- Counter (счетчик)
- Duty Cycle (коэффициент заполнения импульсной последовательности)
- Frequency (частота)
- Period (период)
- Rise Time* (время нарастания)
- Fall Time* (время спада)
- + Width (длительность "+")
- – Width (длительность "-")
- X at Max* (значение X у максимума)
- X at Min* (значение X у минимума)

Фаза и задержка

- Phase* (фаза)
- Delay* (задержка)

Измерения напряжения

- Average* (среднее значение)
- Amplitude (амплитуда)
- Base* (основание)
- Maximum* (максимальное значение)
- Minimum* (минимальное значение)
- Peak-to-Peak* (междупиковое значение)
- RMS* (среднеквадратическое значение)
- Std Deviation* (стандартное отклонение)
- Top* (вершина)

Выброс перед фронтом и на фронте импульса

- Preshoot* (выброс перед фронтом импульса)
- Overshoot* (выброс на фронте импульса)

* Звездочкой помечены измерения, выполняемые только в аналоговых каналах.

5.4.1 Выполнение автоматических измерений

Краткое описание процедуры выполнения автоматических измерений приведено в подразделе 2.2.12.

Вы можете реализовать автоматические измерения в любом канале-источнике или на любой действующей математической функции. Результаты последних четырех выбранных измерений индицируются в специальной строке над функциональными клавишами или в области отображения осциллограмм (в случае выбора некоторых меню). Быстрые измерения возможны также на осциллограммах, отображаемых, когда остановлен сбор данных, при панорамировании и растяжке осциллограмм.

Курсоры включены для указания измеряемой части осциллограммы в самом последнем измерении (крайняя справа позиция в строке измерений).

1. Нажмите клавишу **Quick Meas**, чтобы вызвать меню автоматических измерений.



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

В меню показаны только доступные для измерений каналы и математические функции. Если вы выберете для измерения канал недействительного источника, то по умолчанию выбирается ближайшее в списке измерение, для которого этот источник является действительным.

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. Чтобы прекратить процесс измерений и удалить индикацию результатов измерений в строке измерений над функциональными клавишами, нажмите функциональную клавишу **Clear Meas**.

Если снова нажать клавишу **Quick Meas**, то по умолчанию будут заданы измерения частоты и междупикового значения.

4. Выберите тип измерения нажатием функциональной клавиши **Select**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужное измерение.
5. Для некоторых измерений доступна функциональная клавиша **Settings**, позволяющая выполнить дополнительные настройки измерений.
6. Чтобы выполнить измерение, нажмите функциональную клавишу **Measure**.
7. Для выхода из режима Quick Meas снова нажмите клавишу **Quick Meas**, чтобы погасла ее подсветка.

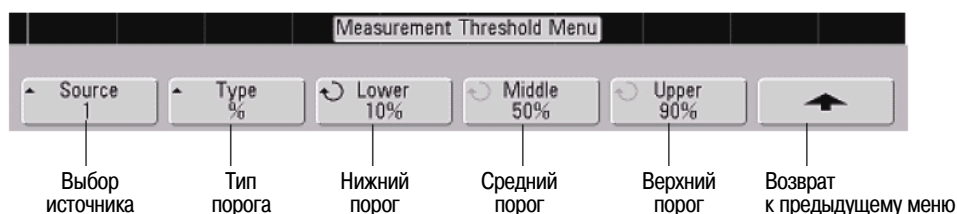
5.4.2 Установка измерительных порогов

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

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, среднеквадратического значения, частоты, периода, фазы, задержки, коэффициента заполнения импульсной последовательности, времени нарастания, времени спада, выброса перед фронтом и выброса на фронте, а также длительности импульсов.

1. Нажмите функциональную клавишу **Thresholds** в меню **Quick Meas**, чтобы установить измерительные пороги аналоговых каналов.
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**, то в качестве типа порога (**Type**) можно выбрать только относительный порог (%).

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%.

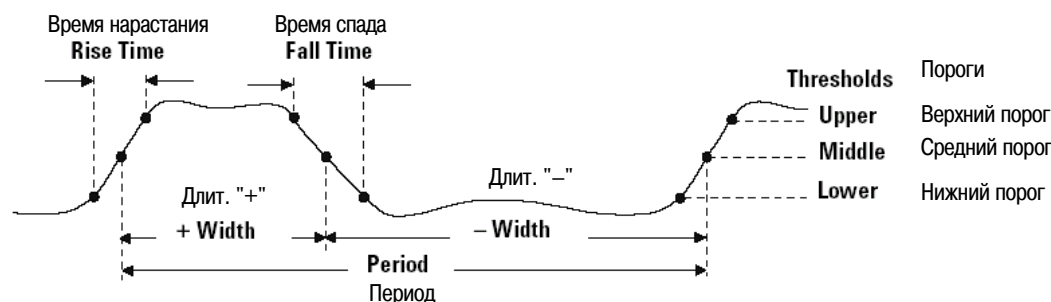
5.4.3 Измерения временных параметров

Измерения FFT

При выполнении измерений параметров **X at Max** или **X at Min** на математической функции FFT результат отображается в герцах. На математической функции FFT невозможны никакие другие автоматические измерения временных параметров. Пользуйтесь курсорами для выполнения других измерений на FFT.

Нижний, средний и верхний измерительные пороги по умолчанию установлены на 10%, 50% и 90% уровня между значениями вершины и основания осциллограммы. Установка других относительных и абсолютных значений измерительных порогов описана выше в подразделе 5.4.2.

На этом рисунке показаны характерные точки измерения временных параметров.



Измерения временных параметров в цифровых каналах

Автоматические измерения задержки, фазы, времени нарастания, времени спада, а также параметров **X at Max** и **X at Min** недействительны для цифровых каналов у осциллографов смешанных сигналов.

Счетчик (Counter)

Осциллографы серии InfiniiVision 7000 содержат встроенный аппаратный счетчик (электронный частотомер), который для измерения частоты сигнала считает количество циклов, появляющихся в течение некоторого интервала времени (*селекторного импульса*). Длительность селекторного импульса для этих измерений автоматически устанавливается в диапазоне от 100 мс или от удвоенного значения действующего временного окна (в зависимости от того, какое из этих значений больше) до 1 секунды.

Верхний предел измерения частоты счетчиком соответствует верхнему пределу полосы пропускания осциллографа. Минимальное значение измеряемой частоты равно обратному значению удвоенной длительности селекторного импульса.

Обычно результат измерения частоты отображается 5-разрядным индикатором, однако могут индцироваться 8 разрядов, когда на соединитель BNC "10 MHz REF" на задней панели подается внешний сигнал опорной частоты 10 МГц, и длительность селекторного импульса равна 1 секунде (коэффициент развертки 50 мс/дел или больше). См. подраздел 8.5.3.

Аппаратный счетчик использует выход компаратора запуска. Поэтому важно правильно установить уровень запуска (или порог для цифровых каналов). Курсор Y показывает используемый в измерении пороговый уровень.

В качестве источника можно выбрать любой канал, кроме Math.

Одновременно может отображаться только измерение Counter.

Коэффициент заполнения импульсной последовательности (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.

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

Частота (Frequency)

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.

Как выделить некоторое событие для измерения частоты

На следующем рисунке показано, как применять режим Zoom для выделения некоторого события для измерения частоты. Если в режиме Zoom невозможно выполнить измерение, то следует использовать основную развертку. Если осциллограмма "срезана" (т.е. ограничена по амплитуде), то может оказаться, что невозможно выполнить измерение.

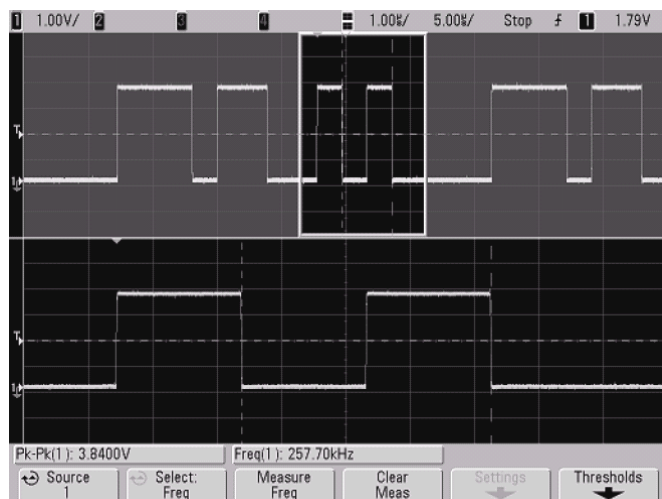


Таблица 12 Выделение события для измерения частоты

Период (Period)

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.

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.

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.

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.

Параметр X at Max

Параметр X at Max представляет собой значение по оси X (обычно время) в момент появления первого максимума осциллограммы, считая от левого края экрана. У периодических сигналов положение максимума может изменяться на протяжении осциллограммы. Курсор X указывает текущую позицию измерения параметра X at Max.

Чтобы измерить пик FFT:

1. В меню **Math** выберите **FFT** как математическую функцию.
2. Выберите **Math** в качестве источника в меню **Quick Meas**.
3. Выберите измерения **Maximum** и **X at Max**.

Для FFT максимальное значение выражается в децибелах, а значение параметра **X at Max** выражается в герцах.

Параметр X at Min

Параметр X at Min представляет собой значение по оси X (обычно время) в момент появления первого минимума осциллограммы, считая от левого края экрана. У периодических сигналов положение минимума может изменяться на протяжении осциллограммы. Курсор X указывает текущую позицию измерения параметра X at Min.

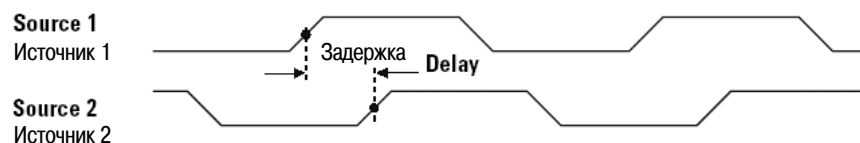
5.4.4 Измерения задержки и фазы

Измерения в цифровых каналах

Автоматические измерения фазы и задержки недействительны для цифровых каналов у осциллографов смешанных сигналов, а также для функции быстрого преобразования Фурье (FFT). Должны быть включены два источника, заданные в измерениях фазы и задержки.

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 клавиши **Quick Meas** → **Select** и выберите **Delay**. Нажимайте функциональную клавишу **Settings**, чтобы выбрать каналы-источники и фронты сигналов для измерения задержки. По умолчанию измеряется задержка от положительного фронта сигнала в канале 1 до положительного фронта сигнала в канале 2.
2. Для выполнения измерения нажмите функциональную клавишу **Measure Delay**.

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

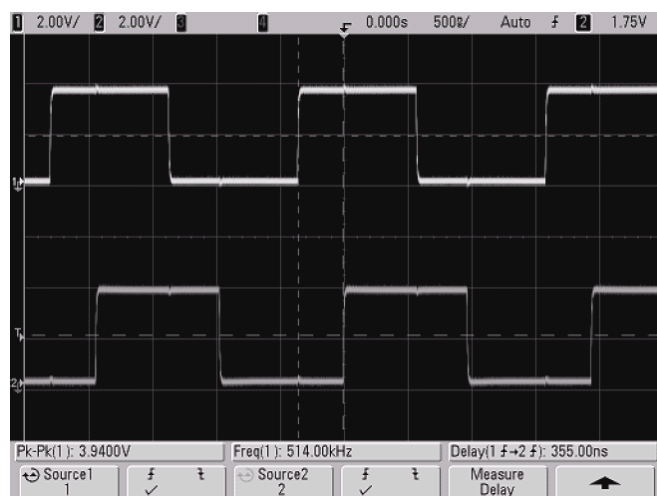
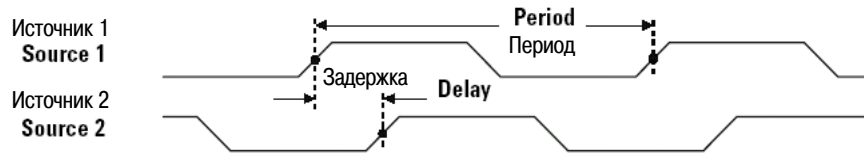


Рис. 35 Измерение задержки

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 функциональную клавишу **Settings**, чтобы выбрать каналы-источники 1 и 2 для измерения фазы. По умолчанию производится измерение фазового сдвига от канала 1 к каналу 2.

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



Рис. 36 Измерение фазового сдвига

5.4.5 Измерения напряжения

Для каждого входного канала можно установить в качестве единицы измерения вольт или ампер с помощью функциональной клавиши **Probe Units**. Безразмерная единица шкалы **U** индицируется для математических функций 1–2, d/dt и $\sqrt{\quad}$ (квадратный корень), а также для функции $\int dt$, когда выбран источник 1–2 или 1+2, если в каналах 1 и 2 установлены разнородные единицы измерений на функциональной клавише канала **Probe Units**.

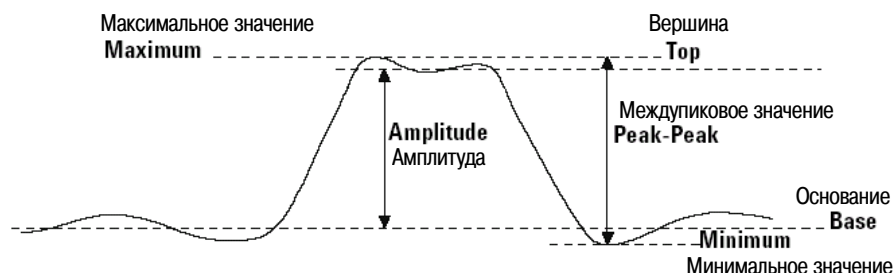
Измерения на математических функциях и единицы измерений

На математической функции FFT могут быть выполнены только автоматические измерения междупикового, максимального, минимального и среднего значения, а также параметров X at Min и X at Max (см. подраздел 5.4.3). Для выполнения других измерений на FFT пользуйтесь курсорами. На других математических функциях могут выполняться все измерения напряжения. При этом используются следующие единицы измерений:

FFT:	dB* (децибел)
1 * 2:	V ² , A ² или W (вольт-ампер)
1 – 2:	V (вольт) или A (ампер)
d/dt:	V/s или A/s (вольт в секунду или ампер в секунду)
$\int dt$:	Vs или As (вольт-секунда или ампер-секунда)

* Когда источником сигнала FFT является канал 1, 2, 3 или 4, 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 осциллограмм 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 осциллограмм FFT является децибел (dB) для всех прочих источников FFT или в том случае, когда единицей измерения сигнала в каналах-источниках является ампер.

На следующем рисунке показаны характерные точки измерения напряжения.



Измерение напряжения в цифровых каналах

Автоматические измерения напряжения недействительны в цифровых каналах у осциллографов смешанных сигналов.

Амплитуда (Amplitude)

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

Среднее значение (Average)

Среднее значение представляет собой результат деления выборочных значений осциллограммы на количество выборок за один или несколько полных периодов сигнала. Если на экране отображается неполный период, то среднее значение вычисляется по всей ширине экрана. Курсоры X указывают измеряемую часть осциллограммы.

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

Здесь:

x_i – измеренное значение в i -й точке;

n – количество точек в измерительном интервале

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.

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.

Междупиковое значение (Peak-Peak)

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

Среднеквадратическое значение (RMS)

Среднеквадратическое или эффективное значение RMS (DC) представляет собой результат квадратичного усреднения сигнала за один или несколько полных периодов сигнала. Если на экране отображается неполный период, то среднеквадратическое значение вычисляется по всей ширине экрана. Курсоры X указывают измеряемую часть осциллограммы.

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

Здесь:

x_i — измеренное значение в i -й точке;

n — количество точек в измерительном интервале

Стандартное отклонение (Std Deviation)

Стандартное отклонение — это среднеквадратическое значение, измеренное без учета постоянной составляющей сигнала. Эта измерительная функция полезна, например, для измерения шумов источника питания.

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 "сигма": σ . 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:

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

Здесь:

σ – стандартное отклонение

N – количество результатов измерений

x_i – результат i -го измерения

$\bar{x}$ – среднее значение

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.

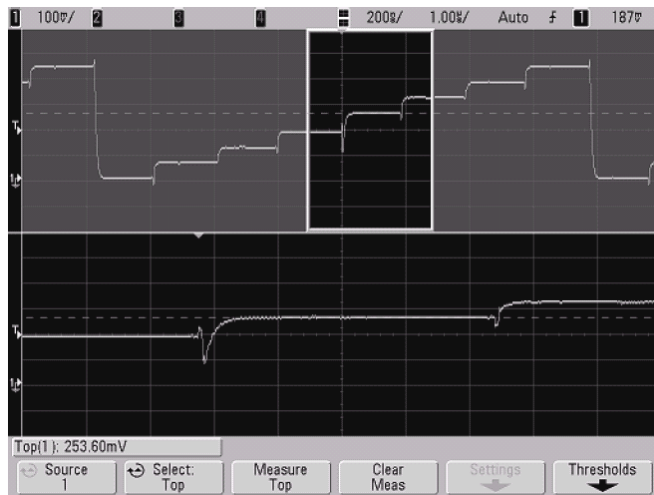


Рис. 37 Выделение области для измерения значения вершины (Top)

5.4.6 Измерение выбросов перед фронтом и на фронте импульса

Измерения временных параметров в цифровых каналах

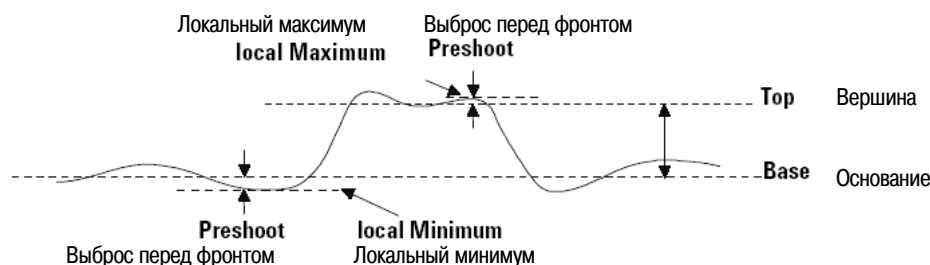
Автоматические измерения выбросов перед фронтом (**Preshoot**) и на фронте импульса (**Overshoot**) недействительны для цифровых каналов у осциллографов смешанных сигналов.

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).

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

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

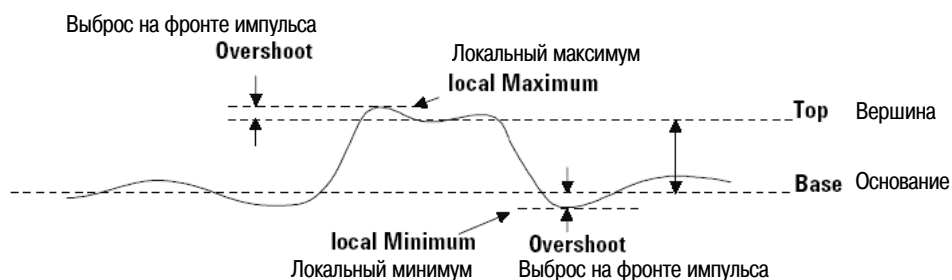


Выброс на фронте импульса

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).

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

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



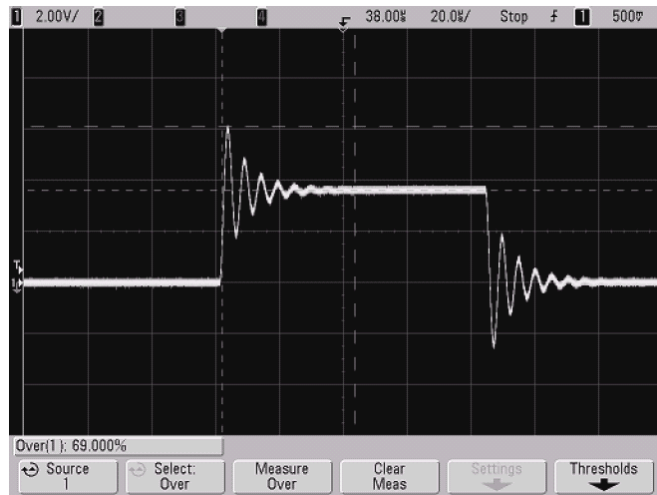


Рис. 38 Автоматическое измерение выброса на фронте импульса

6 Отображение данных

6.1 Функции панорамирования и изменение масштаба изображения

Возможности панорамирования (перемещения по горизонтали) и изменения масштаба изображения (растяжки и сжатия по горизонтали) зарегистрированной осциллограммы имеют большое значение благодаря тому, что они позволяют получить дополнительные подробности, относящиеся к зарегистрированной осциллограмме. Эти дополнительные подробности зачастую выявляются благодаря наблюдению осциллограммы на разных уровнях абстракции. Бывает полезно наблюдать как общую картину сигнала, так и мелкие ее подробности.

Способность обследования осциллограммы после ее регистрации является достоинством, в принципе присущим цифровым осциллографам. Зачастую это означает просто способность осциллографа фиксировать отображение осциллограммы на экране для выполнения курсорных измерений или для печати экрана. Некоторые цифровые осциллографы продвигаются на шаг дальше и позволяют дополнительно исследовать подробности формы сигнала после его регистрации путем панорамирования осциллограммы и изменения масштаба ее изображения.

На первый взгляд здесь нет ограничений в отношении коэффициента растяжки, т.е. отношения скорости развертки, применяемой при регистрации данных, к скорости развертки, применяемой при наблюдении данных. Однако на практике существуют ограничения, в какой-то мере обусловленные характером анализируемого сигнала.

В обычном режиме отображения с отключенными векторами (соединениями точек) вы можете увеличивать масштаб изображения по горизонтали, пока на экране не останется ни одной выборки. Понятно, что этот вариант выходит за рамки практически приемлемых условий отображения. Если же векторы включены, то вы увидите в этом случае результат линейной интерполяции между точками, что тоже не очень интересно.

Растяжка осциллограмм по горизонтали (Zoom)

Более или менее качественное отображение осциллограмм получается, если коэффициент растяжки по горизонтали не превышает 1000, а коэффициент увеличения по вертикали не превышает 10. Помните о том, что на отображаемых данных вы можете выполнять только автоматические измерения.

6.1.1 Панорамирование и изменение масштаба изображения осциллограмм

1. Нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы остановить сбор данных. Когда остановлен сбор данных, клавиша **Run/Stop** подсвечивается красным.
2. Вращайте ручку регулировки коэффициента развертки , чтобы изменить масштаб изображения осциллограммы по горизонтали. Вращайте ручку регулировки коэффициента отклонения (чувствительности) по вертикали , чтобы изменить масштаб изображения по вертикали.

Символ ∇ в верхней части экрана указывает опорную временную точку, относительно которой производится изменение масштаба.

3. Для панорамирования по горизонтали вращайте ручку регулировки положения по горизонтали (задержки) .

Для панорамирования по вертикали вращайте ручку регулировки положения по вертикали  у соответствующего канала.

Осциллограмма после завершения сбора данных может содержать несколько моментов запуска, однако для панорамирования и изменения масштаба изображения доступна только регистрация от последнего запуска.

6.1.2 Установка опорной точки для растяжки осциллограммы

При изменении чувствительности (коэффициента отклонения) канала можно задать растяжку (или сжатие) осциллограммы относительно "земляного" уровня сигнала или относительно центра экрана.

Растяжка относительно "земли" (Ground)

Осциллограмма растягивается на экране относительно положения "земли" канала. Эта установка принята по умолчанию. "Земляной" уровень сигнала идентифицируется положением индикатора "земляного" уровня  в левой части экрана. "Земляной" уровень не перемещается при регулировке чувствительности по вертикали.

Если "земляной" уровень находится вне экрана, то осциллограмма растягивается относительно верхней или нижней кромки экрана в зависимости от того, в какую сторону смещен "земляной" уровень.

Растяжка относительно центра экрана (Center)

В этом случае осциллограмма растягивается относительно центра экрана.

Установка опорной точки для растяжки осциллограммы

Нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Preferences** → **Expand** и выберите **Ground** или **Center**.

6.2 Устранение наложения спектров

При медленной развертке снижается частота дискретизации и применяется фирменный алгоритм визуализации для минимизации вероятности наложения спектров. По умолчанию задействована функция устранения наложения спектров (Antialiasing), и отключать ее следует только при наличии особых причин.

Если вам нужно отключить функцию Antialiasing, нажмите клавиши **Utilities** → **Options** → **Preferences**, затем нажмите функциональную клавишу **Antialiasing**. Тогда отображаемая осциллограмма будет более восприимчива к наложению спектров.

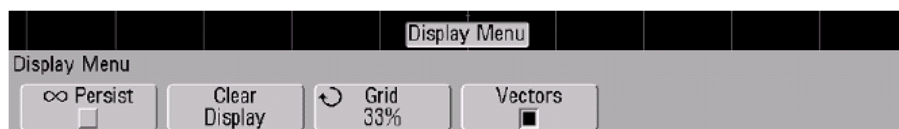
6.3 Применение видеовыхода XGA

Стандартный соединитель видеовыхода XGA находится на задней панели. Вы можете присоединить к нему внешний видеомонитор с более крупным экраном и использовать его для дублирования экрана осциллографа в удалении от осциллографа.

Собственный экран осциллографа продолжает действовать при подключении внешнего монитора.

6.4 Настройки экрана

- Нажмите клавишу **Display**, чтобы вызвать меню Display.



6.4.1 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 обычным цветом с нормальной яркостью. Послесвечение осциллограмм не поддерживается за пределами экрана.

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

Применение бесконечного послесвечения для отображения ряда повторяющихся событий

1. Подайте сигнал на вход осциллографа.
2. Нажмите клавишу **Display**, затем функциональную клавишу ∞ **Persist**, чтобы включить бесконечное послесвечение. Начинается накопление на экране многократных регистраций. Накопленные осциллограммы отображаются серым цветом с пониженной яркостью.
3. Нажмите функциональную клавишу **Clear Display**, чтобы стереть с экрана предыдущие регистрации. Осциллограф снова начинает накапливать регистрации.
4. Выключите бесконечное послесвечение, затем нажмите функциональную клавишу **Clear Display**, чтобы вернуться к обычному режиму отображения.

Накопление многократных регистраций

Выключение бесконечного послесвечения не приводит к очистке экрана. Это позволяет вам накапливать многократные регистрации, останавливать сбор данных, затем сравнивать будущие регистрации с хранящимися в памяти осциллограммами.

Стирание осциллограмм, накопленных в режиме бесконечного послесвечения

В дополнение к очистке экрана нажатием функциональной клавиши **Clear Display** производится также очистка экрана от предыдущих регистраций при нажатии клавиши **AutoScale**.

6.4.2 Яркость масштабной сетки

Чтобы отрегулировать яркость масштабной сетки, нажмите клавиши **Display** → **Grid** и вращайте ручку Entry $\curvearrowright$.

6.4.3 Векторы (соединение точек)

Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 7000 рассчитаны на оптимальное функционирование при включенных векторах. Этот режим в большинстве случаев обеспечивает наиболее приемлемое отображение осциллограмм.

Когда задействованы векторы (функциональная клавиша **Vectors**), то соседние точки осциллограмм соединяются линией.

- Векторы обеспечивают аналоговый вид оцифрованных осциллограмм.
- Векторы позволяют вам видеть крутые фронты осциллограмм, свойственные прямоугольным импульсам.
- Векторы позволяют наблюдать мелкие подробности формы сигналов, даже если эти подробности содержат лишь несколько точек.

Осциллограф включает векторы всякий раз, когда останавливается сбор данных. Меню Display не оказывает влияния на цифровые каналы у осциллографов смешанных сигналов, которые всегда отображаются с включенными векторами и с пиковым детектированием. Они содержат также только информацию, относящуюся к одному запуску.

Применение векторов (меню Display)

Одним из наиболее фундаментальных решений, которые вы должны принять в отношении отображения осциллограмм, является выбор варианта построения осциллограмм – с векторами, соединяющими точки отдельных выборок, либо с одними лишь точками, формирующими осциллограмму. В некоторой степени это является предметом личных предпочтений, однако выбор зависит и от характера осциллограмм.

- В большинстве случаев целесообразно работать с осциллографом при включенных векторах. Комплексные аналоговые сигналы типа видеосигналов и прочих модулированных сигналов лучше отображаются при включенных векторах.
- Отключайте векторы при наблюдении сигналов очень сложной формы или многозначных осциллограмм, например, глазковых диаграмм.
- Включенные векторы не замедляют процесс отображения.

6.5 Регулирование яркости для наблюдения подробностей формы сигнала

Регулирующая ручка **Intensity** позволяет регулировать яркость зарегистрированных осциллограмм для компенсации различных характеристик сигналов (таких, как высокая скорость развертки и низкая частота запуска). Увеличение яркости позволяет увидеть максимум шумов и редких событий. Уменьшение яркости может способствовать выявлению подробностей сигналов сложной формы, как показано на следующих рисунках. Ручка регулировки яркости не оказывает воздействия на цифровые каналы.

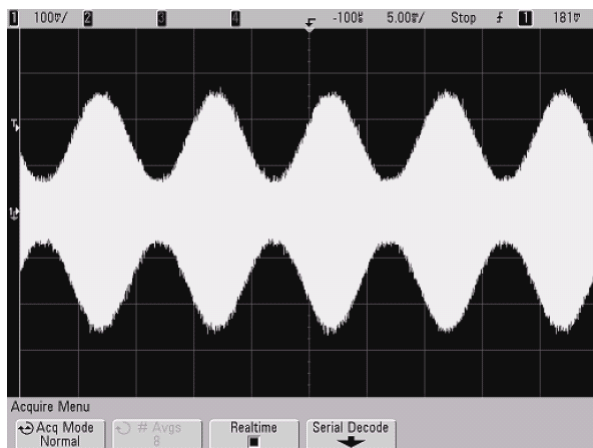


Рис. 39 Отображение амплитудной модуляции с шумом при яркости 100%

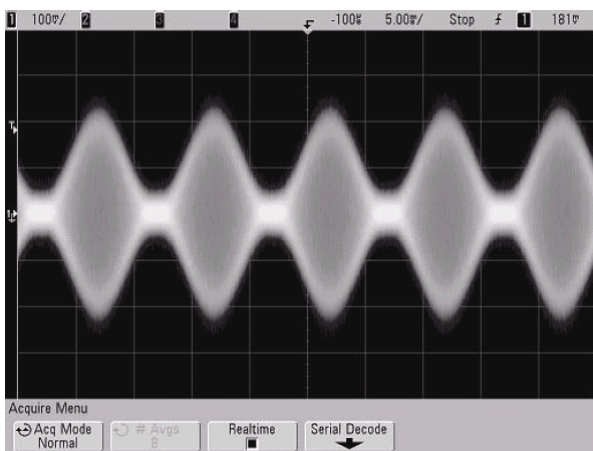


Рис. 40 Отображение амплитудной модуляции с шумом при яркости 40%

6.6 Режимы сбора данных

У осциллографов серии InfiniiVision 7000 имеются следующие режимы сбора данных:

- **Normal** – нормальный режим для большинства сигналов (с нормальной децимацией при низкой скорости развертки, без усреднения).
- **Peak Detect** – режим пикового детектирования для отображения редких коротких импульсов (при низкой скорости развертки).
- **Averaging** – режим усреднения для снижения шума и повышения разрешения (при любой скорости развертки, без ухудшения полосы пропускания и времени нарастания).
- **High Resolution** – режим высокого разрешения для снижения случайного шума (при низкой скорости развертки).

В режимах Normal, Peak Detect и High Resolution можно включать и выключать дискретизацию в реальном масштабе времени (**Realtime**), когда осциллограмма формируется из выборок, накопленных во время одного события запуска.

6.6.1 Особенности сбора данных при медленной развертке

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 ГГц) и глубина памяти составляет 10^6 . 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.

6.6.2 Выбор режима сбора данных

Чтобы выбрать режим сбора данных, нажмите клавишу **Acquire** на передней панели.

6.6.3 Нормальный режим

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

6.6.4 Режим пикового детектирования

В режиме пикового детектирования (Peak Detect) при медленной развертке сохраняются минимальные и максимальные выборки для регистрации редких и коротких событий (за счет повышенного проявления шумов). В этом режиме отображаются все импульсы с длительностью не меньше периода дискретизации (см. таблицу 13).

Таблица 13 Значения частоты дискретизации у осциллографов Agilent серии InfiniiVision 7000

Полоса пропускания	100 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Максимальная частота дискретизации	2 ГГц	2 ГГц	4 ГГц	4 ГГц
Период дискретизации	500 пс	500 пс	250 пс	250 пс
Двухканальный цифровой осциллограф	DSO7012A	DSO7032A	DSO7052A	
Четырехканальный цифровой осциллограф	DSO7014A	DSO7034A	DSO7054A	DSO7104A
Осциллограф смешанных сигналов 2 канала + 16 логических каналов	MSO7012A	MSO7032A	MSO7052A	
Осциллограф смешанных сигналов 4 канала + 16 логических каналов	MSO7014A	MSO7034A	MSO7054A	MSO7104A

6.6.5 Режим высокого разрешения

В режиме высокого разрешения (High Resolution) 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.

Чем ниже скорость развертки, тем большее количество выборок усредняется для формирования каждой точки осциллограммы. Режим высокого разрешения эквивалентен режиму усреднения (Averaging) при кратности усреднения $\#Averages=1$, однако в режиме высокого разрешения можно включить дискретизацию в реальном масштабе времени (Realtime).

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 низких частот.

Частота дискретизации 2 ГГц	Частота дискретизации 4 ГГц	Разрешение (# Avgs = 1)
≤ 50 нс/дел.	≤ 50 нс/дел.	8 бит
200 нс/дел.	100 нс/дел.	9 бит
1 мкс/дел.	500 нс/дел.	10 бит
5 мкс/дел.	2 мкс/дел.	11 бит
≥ 20 мкс/дел.	≥ 10 мкс/дел.	12 бит

6.6.6 Режим усреднения

Режим усреднения (Averaging) 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	≥ 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.
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**.

См. рис. 41 и 42 на следующей странице.

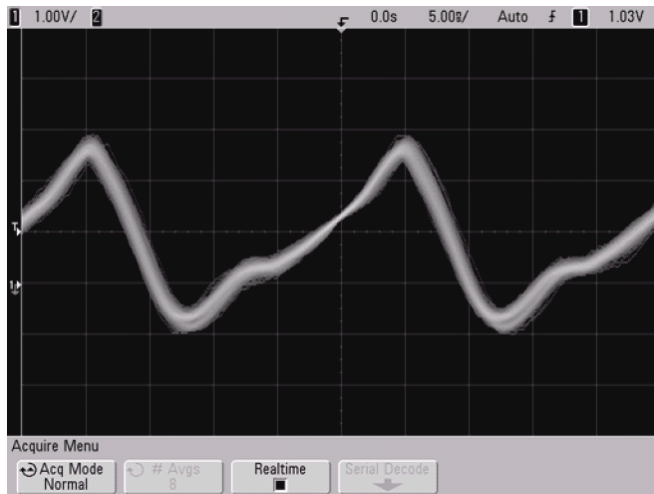


Рис. 41 Случайный шум на оциллограмме

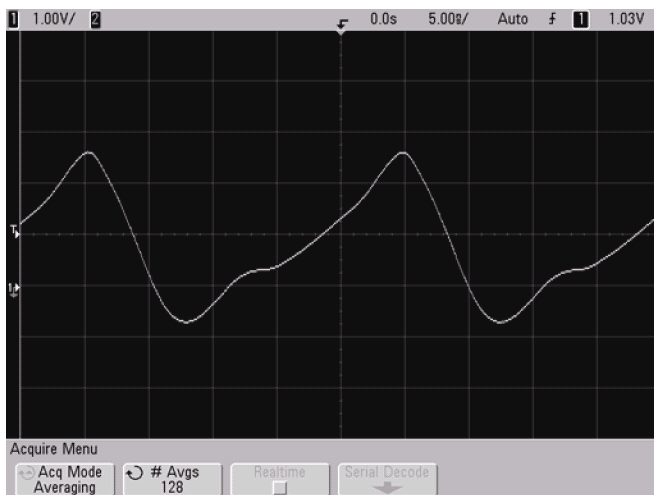


Рис. 42 Снижение случайного шума при кратности усреднения 128

6.6.7 Опция дискретизации в реальном масштабе времени

Дискретизация в реальном масштабе времени (Realtime sampling) означает, что оциллограмма формируется из выборок, накопленных во время одного события запуска, т.е. при однократном сборе данных. Применяйте этот режим для регистрации редких событий запуска, нестабильных событий запуска или комплексных изменяющихся сигналов, например, глазковых диаграмм.

Дискретизацию в реальном масштабе времени можно включать в режимах сбора данных **Normal**, **Peak Detect** и **High Resolution**, но невозможно включить в режиме усреднения (**Averaging**).

Когда включена дискретизация в реальном масштабе времени (как в настройке по умолчанию):

- Если на временном интервале, занимающем экран, может быть собрано менее 1000 выборок, то применяется специальный восстановительный фильтр для заполнения оциллограммы и повышения качества отображения.
- Если вы нажмете клавишу **Stop** и будете заниматься панорамированием и изменением масштаба изображения с помощью ручек управления отображением оциллограмм по горизонтали и вертикали, то будет отображаться только результат сбора данных от последнего запуска.

Когда выключена дискретизация в реальном масштабе времени:

- Оциллограмма формируется из выборок, накопленных при многократном сборе данных. В этом случае восстановительный фильтр не применяется.

Дискретизация в реальном масштабе времени и полоса пропускания осциллографа

Для точного воспроизведения оцифрованной осциллограммы необходимо, чтобы частота дискретизации не менее чем четыре раза превышала самую высокую частоту в спектре сигнала. В противном случае возможно искажение формы осциллограммы или наложение спектров. Наложение спектров зачастую проявляется в виде джиттера на крутых фронтах импульсов.

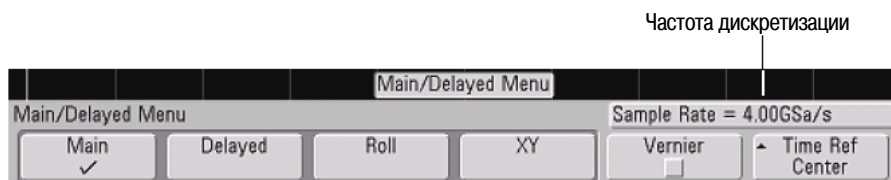
У осциллографов с полосой пропускания 350 МГц максимальная частота дискретизации составляет 2 ГГц.

У осциллографов с полосой пропускания 1 ГГц и 500 МГц максимальная частота дискретизации равна 4 ГГц для одного канала в паре каналов. Одну пару каналов образуют каналы 1 и 2, а другую пару – каналы 3 и 4. Например, частота дискретизации у четырехканального осциллографа равна 4 ГГц, когда включены каналы 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3 или 2 и 4.

Когда включены оба канала в паре, то частота дискретизации уменьшается вдвое для всех каналов. Например, когда включены каналы 1, 2 и 3, то частота дискретизации составляет 2 ГГц для всех каналов.

Когда включена дискретизация в реальном масштабе времени, то происходит ограничение полосы пропускания осциллографа вследствие того, что ширина полосы пропускания восстановительного фильтра установлена на $f_s/4$. Например, осциллограф 610х с каналами 1 и 2 имеет полосу пропускания 500 МГц, когда включена дискретизация в реальном масштабе времени, и 1 ГГц, когда она выключена.

Чтобы узнать частоту дискретизации, нажмите клавишу **Menu/Zoom** на передней панели. Частота дискретизации индицируется в строке над функциональными клавишами.



6.7 Применение последовательного декодирования

На четырехканальных и 4+16-канальных осциллографах серии 7000 могут быть лицензированы аппаратные опции ускоренного последовательного декодирования. Существуют четыре лицензии последовательного декодирования:

- Лицензия N5423A (опция LSS) обеспечивает способность декодирования сигналов последовательных шин I²C (Inter-IC) и SPI (Serial Peripheral Interface).
- Лицензия N5424A (опция AMS) обеспечивает способность декодирования сигналов последовательных шин CAN (Controller Area Network) и LIN (Local Interconnect Network).
- Лицензия N5432A (опция FRS) обеспечивает способность запуска по сигналам автомобильных последовательных шин FlexRay и декодирования этих сигналов. Применение запуска FlexRay описано в разделе 4.9.
- Лицензия N5457A (опция 232) обеспечивает способность декодирования многих протоколов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), включая RS232 (Recommended Standard 232).

Добавление лицензии последовательного декодирования AMS (Automotive Serial) добавляет в меню запуска дополнительные типы запуска CAN и LIN. За подробностями обращайтесь к разделам 4.7 и 4.12.

Чтобы определить, установлены ли эти лицензии в вашем осциллографе, нажмите клавишу **Utility**, затем функциональную клавишу **Options**, функциональную клавишу **Features** и функциональную клавишу **Show license information**.

Для заказа опций последовательного декодирования обращайтесь в местное представительство фирмы Agilent Technologies (см. www.agilent.com/find/contactus).

6.7.1 Декодирование данных I²C

ПРИМЕЧАНИЕ

Ввиду ограничений со стороны аппаратных ресурсов осциллографа невозможно декодирование данных I²C, когда выбран запуск по сигналам LIN. Настройка запуска по сигналам I²C описана в разделе 4.10.

1. Выберите режим последовательного декодирования данных I²C:

- а) Нажмите клавишу **Acquire**.
- б) Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.

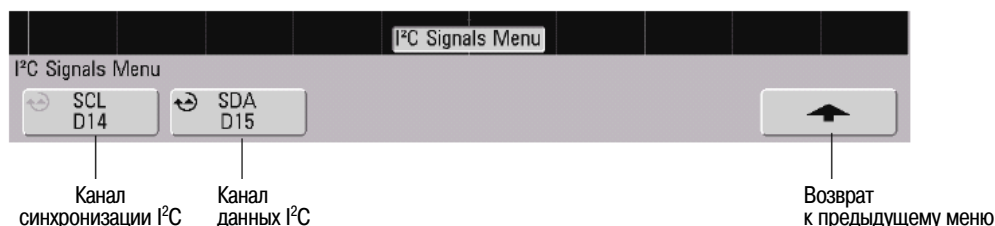


- в) В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
 - г) Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных I²C.
2. Задайте сигналы I²C:

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы уже настроили запуск по сигналам I²C, то сигналы уже заданы. Переходите к пункту 4. Изменение сигналов I²C в меню Serial Decode приводит также к их изменению в меню настройки запуска.

- а) Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню I²C Signals.



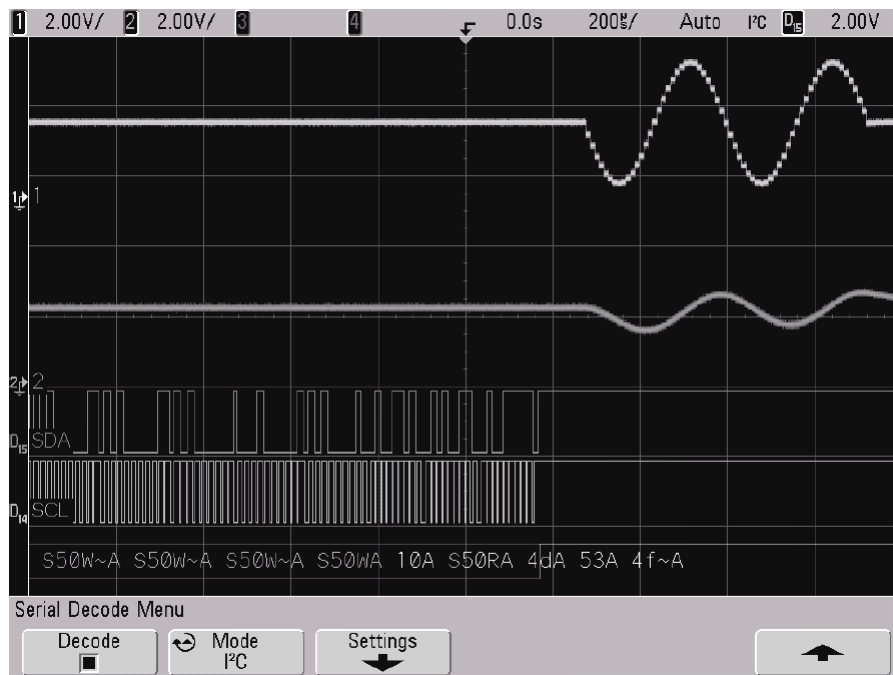
- б) Нажмите функциональную клавишу **SCL** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для зондирования сигнала синхронизации.
 - в) Нажмите функциональную клавишу **SDA** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для зондирования сигнала данных.
3. Установите для сигналов I²C уровень запуска и пороговый уровень на середину уровня сигналов:
 - Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы получить доступ к функциональным клавишам установки порогового уровня.
 4. Если на экране не появится строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню, затем нажмите функциональную клавишу **Decode**.
 5. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если эта настройка не обеспечивает стабильный запуск, то сигнал I²C может быть настолько медленным, что осциллограф переходит в режим автоматического запуска. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для удобства обзора собранных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных I²C



- Белыми линиями отображается бездействующая шина.
- Синие прямоугольники обозначают активную шину (внутри пакета или кадра).
- В декодированных шестнадцатиричных данных:
 - Адресные значения отображаются в начале кадра.
 - Адреса записи отображаются голубым цветом вместе с символом "W".
 - Адреса считывания отображаются желтым цветом вместе с символом "R".
 - Адреса перезапуска отображаются зеленым цветом вместе с символом "S".
 - Значения данных отображаются белым цветом и могут простираются за пределы кадра, если далее следует период бездействия (паузы).
 - Обозначение "A" указывает Ack (низкий уровень); обозначение "~A" указывает No Ack (высокий уровень).
- Красные точки в строке декодирования указывают на наличие дополнительных данных. Для просмотра данных можно воспользоваться прокруткой или изменением масштаба по горизонтали.
- Красным цветом отображаются недостоверные шинные значения (с недостаточным количеством выборок или сомнительные).
- Красным цветом отображаются также неизвестные шинные значения (неопределенные или ошибочные).

6.7.2 Декодирование данных SPI

ПРИМЕЧАНИЕ

Ввиду ограничений со стороны аппаратных ресурсов осциллографа невозможно декодирование данных SPI, когда выбран запуск по сигналам CAN или LIN. Настройка запуска по сигналам SPI описана в разделе 4.14.

1. Выберите режим последовательного декодирования данных SPI:

- Нажмите клавишу **Acquire**.
- Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.



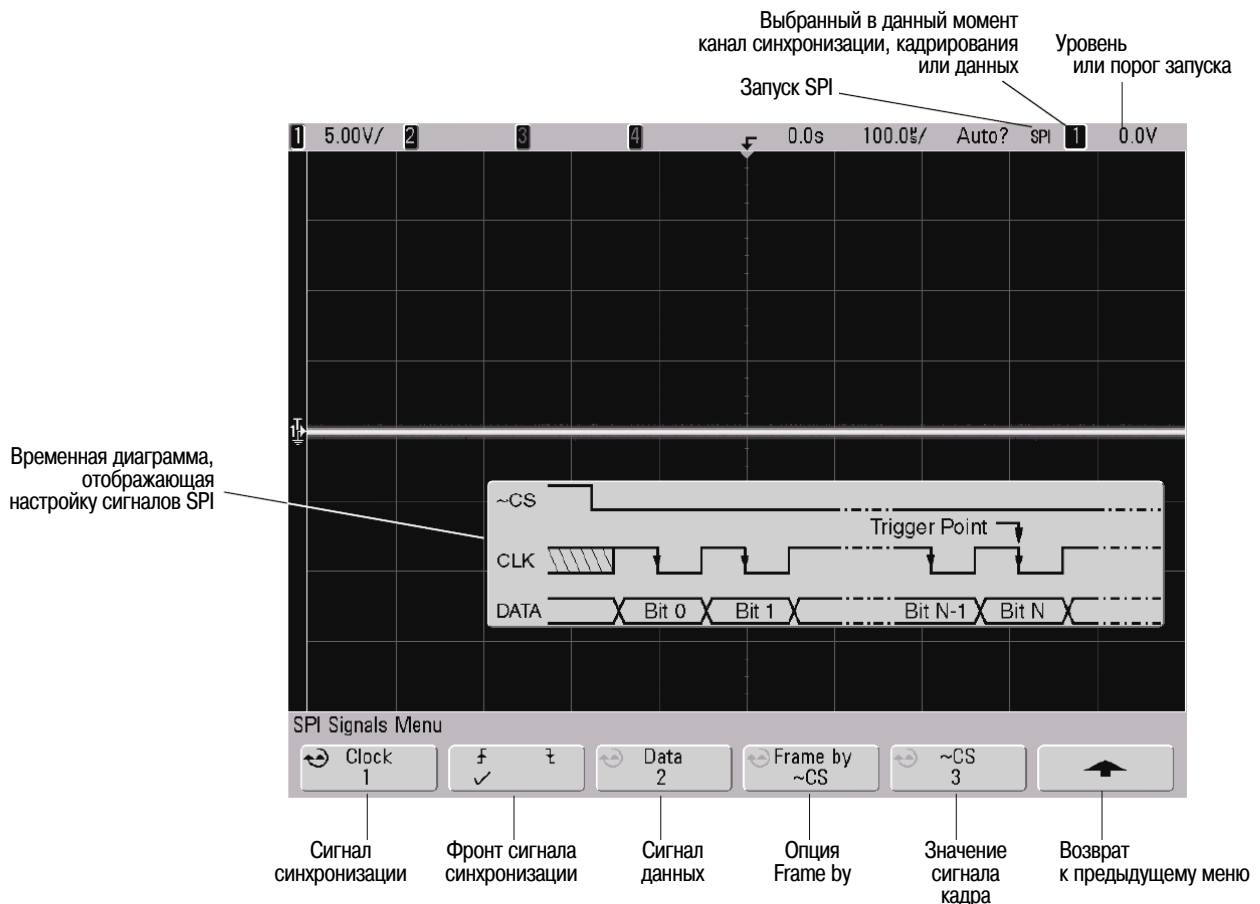
- В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
- Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных **SPI**.

2. Задайте сигналы SPI:

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы уже настроили запуск по сигналам SPI, то сигналы уже заданы; заданы также уровни запуска или пороговые уровни. Переходите к пункту 4. Изменение сигналов SPI в меню Serial Decode приводит также к их изменению в меню настройки запуска.

а) Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню SPI Signals.



- б) Нажмите функциональную клавишу **Clock** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для зондирования сигнала синхронизации.
- в) Нажмите функциональную клавишу **┐ ┌**, чтобы задать положительный или отрицательный фронт, по которому возникает синхронизация.
- г) Нажмите функциональную клавишу **Data** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для зондирования сигнала данных.
- д) Нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Frame by**, чтобы выбрать способ идентификации кадров:

- **~CS – Not Chip Select** – активным является низкий уровень сигнала выбора элементарной посылки.
- **CS – Chip Select** – активным является высокий уровень сигнала выбора элементарной посылки.
- **Clock Timeout** – бездействие сигнала синхронизации в течение определенного времени.

- е) Если вы выбрали кадрирование по сигналу CS или ~CS, нажмите функциональную клавишу **CS** или **~CS** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для зондирования сигнала выбора элементарной посылки.

Если вы выбрали кадрирование по длительности паузы (Clock Timeout), нажмите функциональную клавишу **Timeout** и вращайте ручку Entry, чтобы задать длительность паузы.

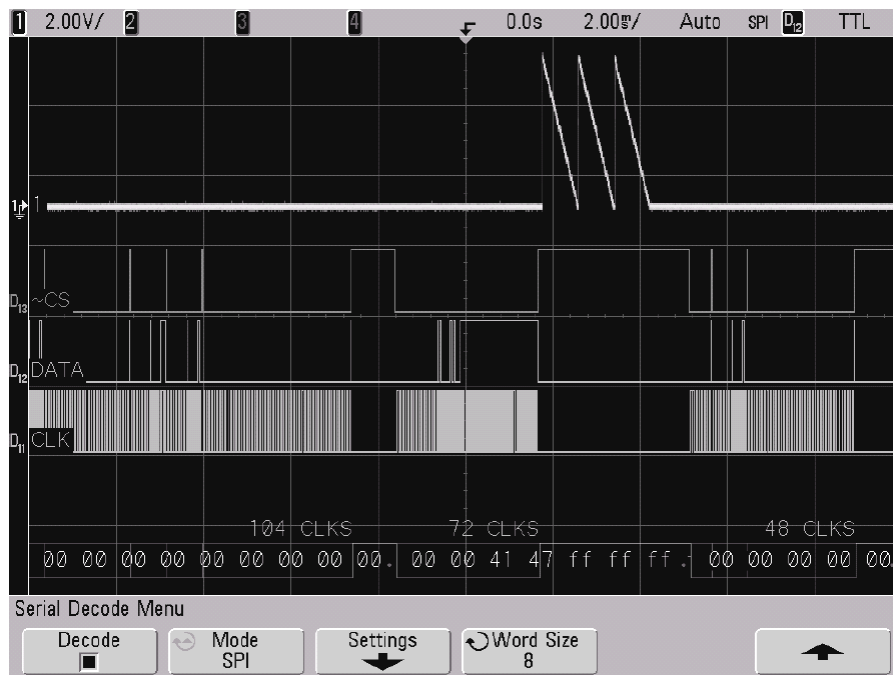
- 3. Установите для сигналов SPI уровень запуска и пороговый уровень на середину уровня сигналов:
 - Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы получить доступ к функциональным клавишам установки порогового уровня.
- 4. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню. Нажмите функциональную клавишу **Word Size** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать количество битов в слове.
- 5. Если на экране не появится строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **Decode**, чтобы включить ее.
- 6. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если эта настройка не обеспечивает стабильный запуск, то сигнал SPI может быть настолько медленным, что осциллограф переходит в режим автоматического запуска. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для удобства обзора декодированных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных SPI



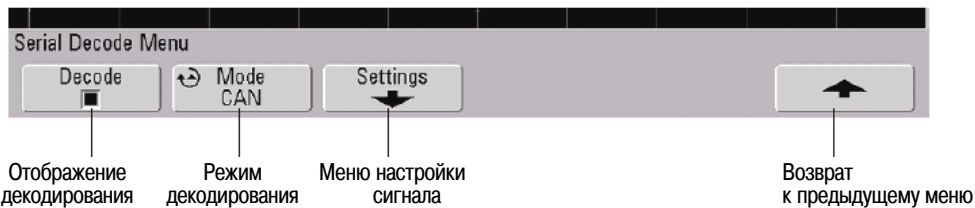
- Белыми линиями отображается бездействующая шина.
- Синие прямоугольники обозначают активную шину (внутри пакета или кадра).
- Количество импульсов синхронизации в кадре индицируется голубым цветом над кадром справа.
- Значения декодированных шестнадцатиричных данных отображаются белым цветом и могут распространяться за пределы кадра, если далее следует период бездействия (паузы).
- Красные точки в строке декодирования указывают на наличие дополнительных данных. Для просмотра данных можно воспользоваться прокруткой или изменением масштаба по горизонтали.
- Красным цветом отображаются недостоверные шинные значения (с недостаточным количеством выборок или сомнительные).
- Красным цветом отображаются также неизвестные шинные значения (неопределенные или ошибочные).

6.7.3 Декодирование данных CAN

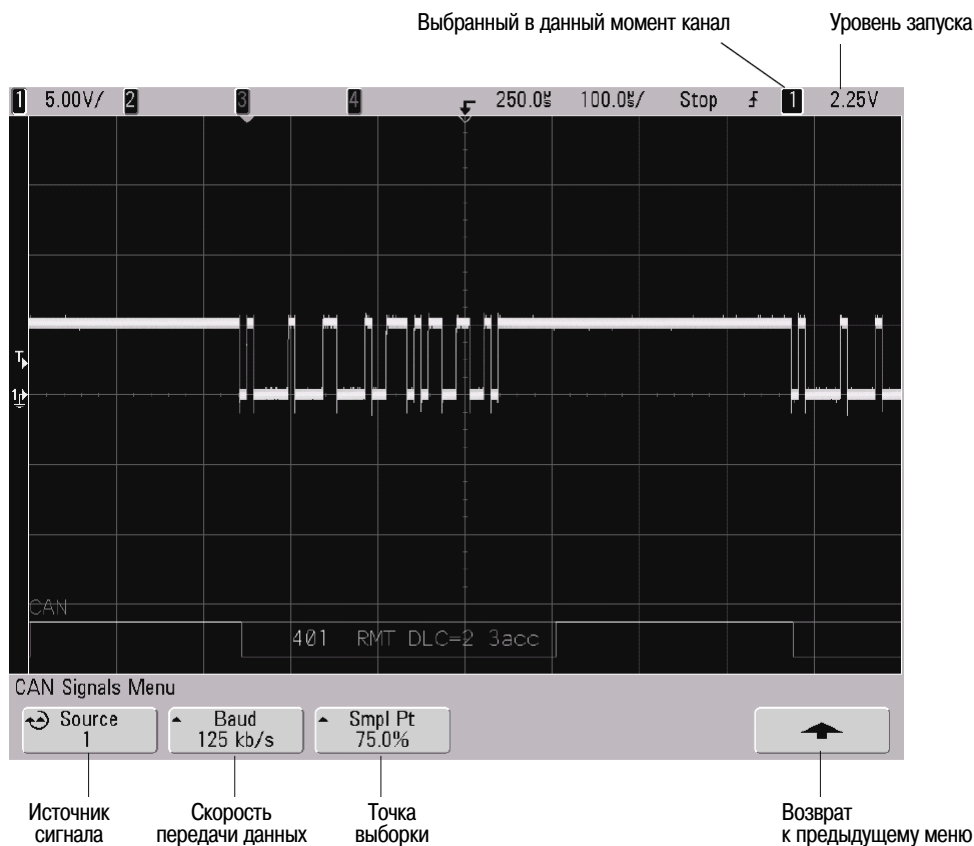
ПРИМЕЧАНИЕ

Настройка запуска по сигналам CAN описана в разделе 4.7.

1. Подайте сигнал CAN на один из входных каналов осциллографа.
2. Установите режим запуска, как описано в главе 4. Вы можете использовать запуск по сигналам CAN или другой тип запуска.
3. Выберите режим последовательного декодирования данных CAN:
 - а) Нажмите клавишу **Acquire**.
 - б) Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.

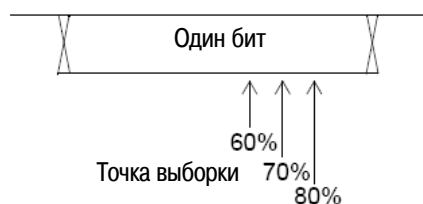


- в) В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
 - г) Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных **CAN**.
4. Задайте сигнал CAN:
 - а) Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню CAN Signals.



5. Нажмите функциональную клавишу **Source** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для сигнала CAN. Проследите за тем, чтобы уровни или пороги запуска были установлены на середину уровня сигналов.

6. Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Baud**, чтобы установить скорость передачи данных в соответствии с сигналом шины CAN.
7. Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Smpl Pt**, чтобы выбрать точку между фазовыми сегментами 1 и 2, где измеряется состояние шины. Тем самым задается точка в пределах бита, в которой регистрируется состояние бита.



8. Установите уровень запуска.
 - Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы получить доступ к функциональным клавишам установки порогового уровня.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение установок источника сигнала (Source) в меню Serial Decode приводит также к их изменению в меню настройки запуска (Trigger Setup).

9. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.
10. Если на экране не появится строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **Decode**, чтобы включить ее.
11. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

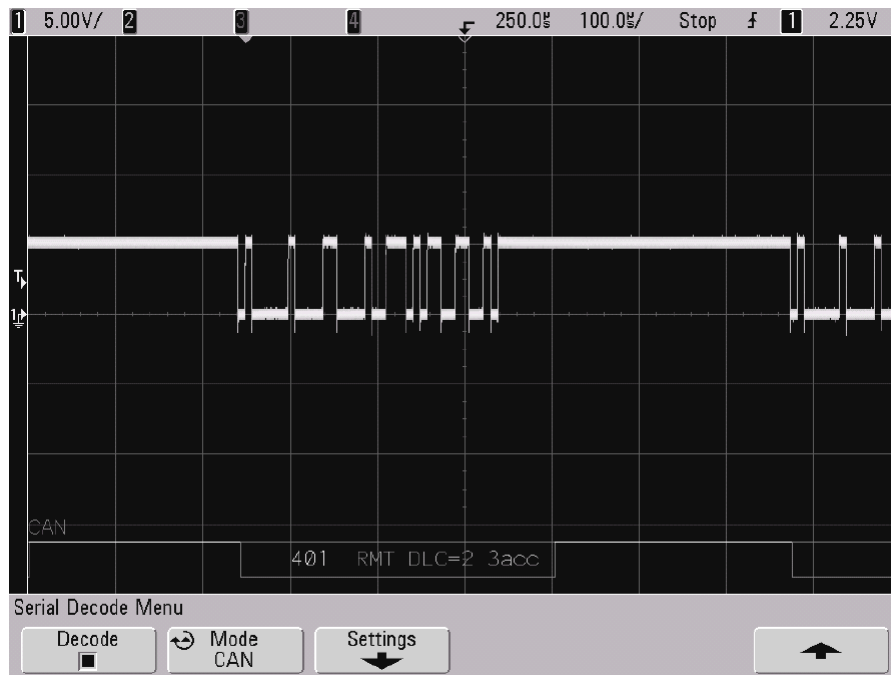
ПРИМЕЧАНИЕ

Если эта настройка не обеспечивает стабильный запуск, то сигнал CAN может быть настолько медленным, что осциллограф переходит в режим автоматического запуска. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

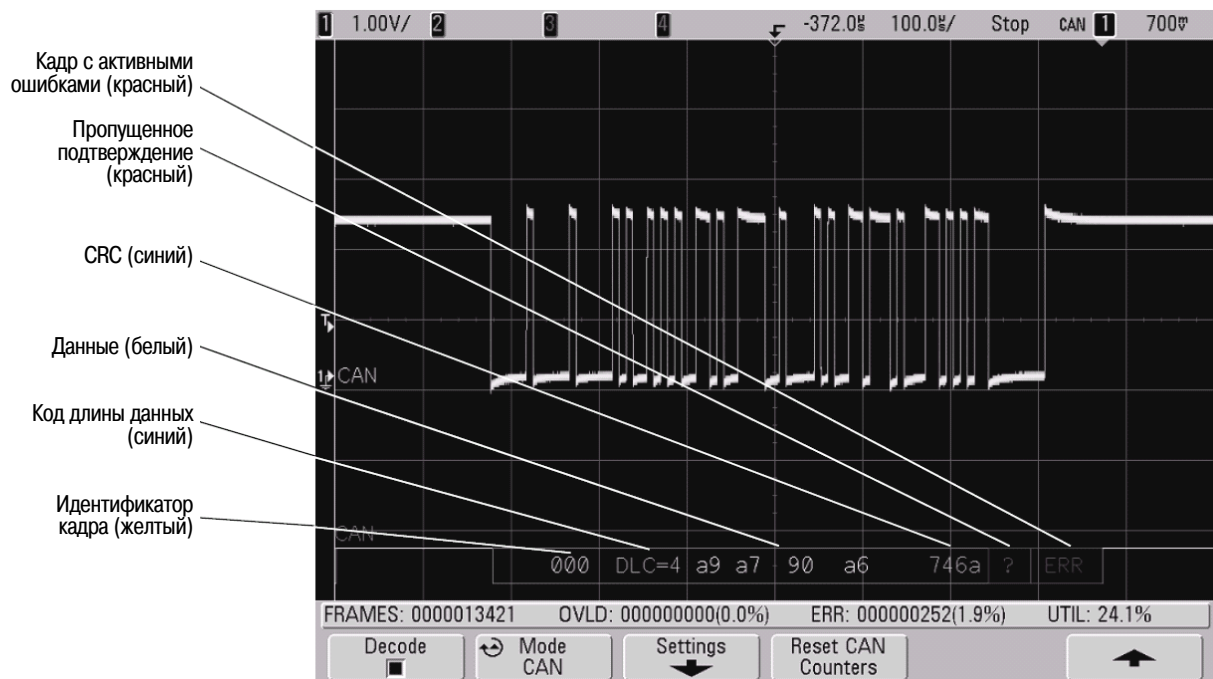
Для удобства обзора декодированных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных CAN

- Идентификатор кадра отображается желтым цветом в шестнадцатичном коде. Автоматически обнаруживаются кадры из 11 или 29 битов.
- Удаленный кадр (RMT) отображается зеленым цветом.
- Код длины данных (DLC) отображается синим цветом.
- Байты данных отображаются в шестнадцатичном коде белым цветом для кадров данных.
- Результат проверки циклическим избыточным кодом (CRC) отображается в шестнадцатичном коде синим цветом для действительных данных или красным цветом, указывающим на расхождение вычисленного значения CRC от CRC в поступающем потоке данных.
- Белыми линиями отображается бездействующая шина.
- Синие прямоугольники обозначают активную шину (внутри пакета или кадра).
- Количество импульсов синхронизации в кадре индицируется голубым цветом над кадром справа.
- Значения декодированных шестнадцатичных данных могут распространяться за пределы кадра, если установлена слишком медленная развертка.
- Красные точки в строке декодирования указывают на наличие дополнительных данных. Для просмотра данных можно воспользоваться прокруткой или изменением масштаба по горизонтали.
- Красным цветом отображаются недостоверные шинные значения (с недостаточным количеством выборки или сомнительные).



- Красным цветом с меткой "?" отображаются неизвестные шинные значения (неопределенные или ошибочные).
- Маркированные флажком кадры с ошибками отображаются красным цветом с меткой "ERR".



6.7.4 Сумматор CAN

Сумматор CAN обеспечивает прямое измерение качества и эффективности шины. Он измеряет общее количество кадров CAN, маркированных флажком кадров с ошибками, кадров перегрузки и загрузку шины.

Сумматор работает постоянно (считает кадры и вычисляет процентные значения) и отображается всякий раз при отображении декодирования данных CAN. Сумматор производит счет даже тогда, когда остановлен сбор данных. Нажатие клавиши **Run/Stop** не влияет на сумматор. Когда возникает состояние переполнения, счетчик индицирует **OVERFLOW**. Счетчики можно обнулить путем нажатия функциональной клавиши **Reset CAN Counters**.

Типы кадров

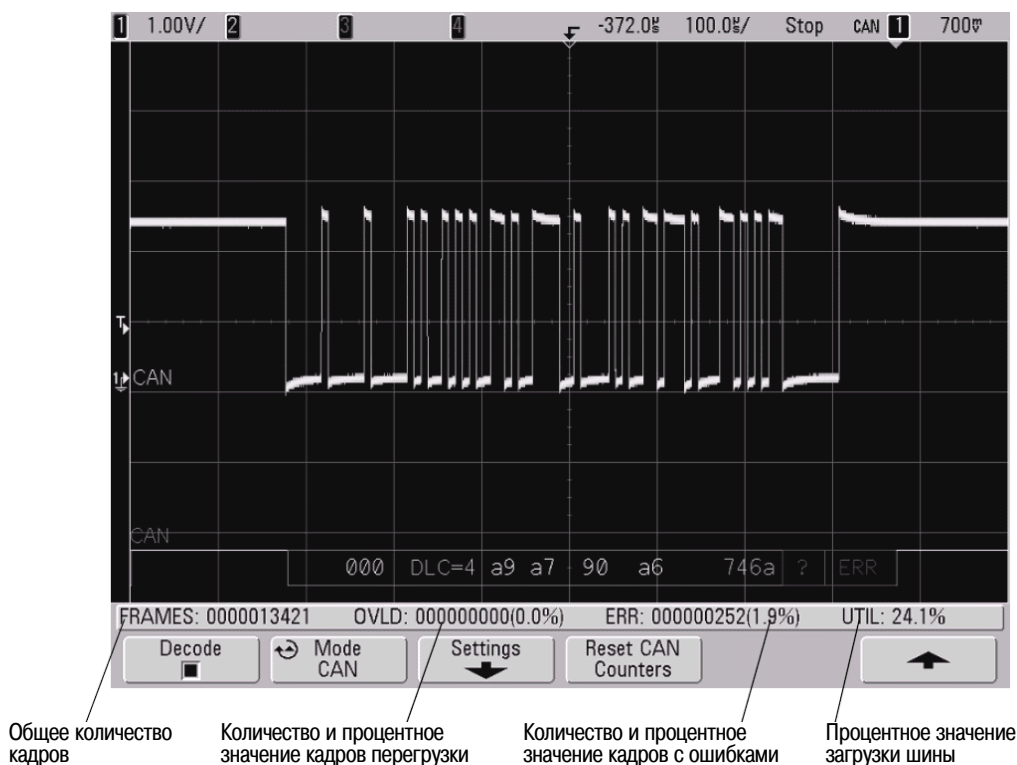
- *Кадры с активными ошибками* – это кадры CAN, в которых узел CAN обнаруживает состояние ошибки во время регистрации данных или удаленного кадра и выдает маркировку (флажок) активной ошибки.
- *Неполный кадр* появляется, когда осциллограф обнаружит какое-либо состояние ошибки во время кадра, которое не сопровождается флажком активной ошибки. Неполные кадры не подсчитываются.

Счетчики

- Счетчик FRAMES выдает общее количество завершенных удаленных кадров, кадров данных, перегрузки и кадров с активными ошибками.
- Счетчик OVLD выдает общее количество удаленных кадров перегрузки и их процентное значение от общего количества кадров.
- Счетчик ERR выдает общее количество завершенных кадров с активными ошибками и их процентное значение от общего количества кадров.
- Индикатор UTIL (загрузка шины) измеряет процентное значение времени активности шины. Вычисление производится на интервалах 330 мс, примерно через каждые 400 мс.

Пример:

Если кадр данных содержит флажок активной ошибки, то он подсчитывается счетчиком FRAMES и счетчиком ERR. Если кадр данных содержит ошибку, которая не является активной ошибкой, то он считается неполным кадром и не подсчитывается.



6.7.5 Декодирование данных LIN

ПРИМЕЧАНИЕ

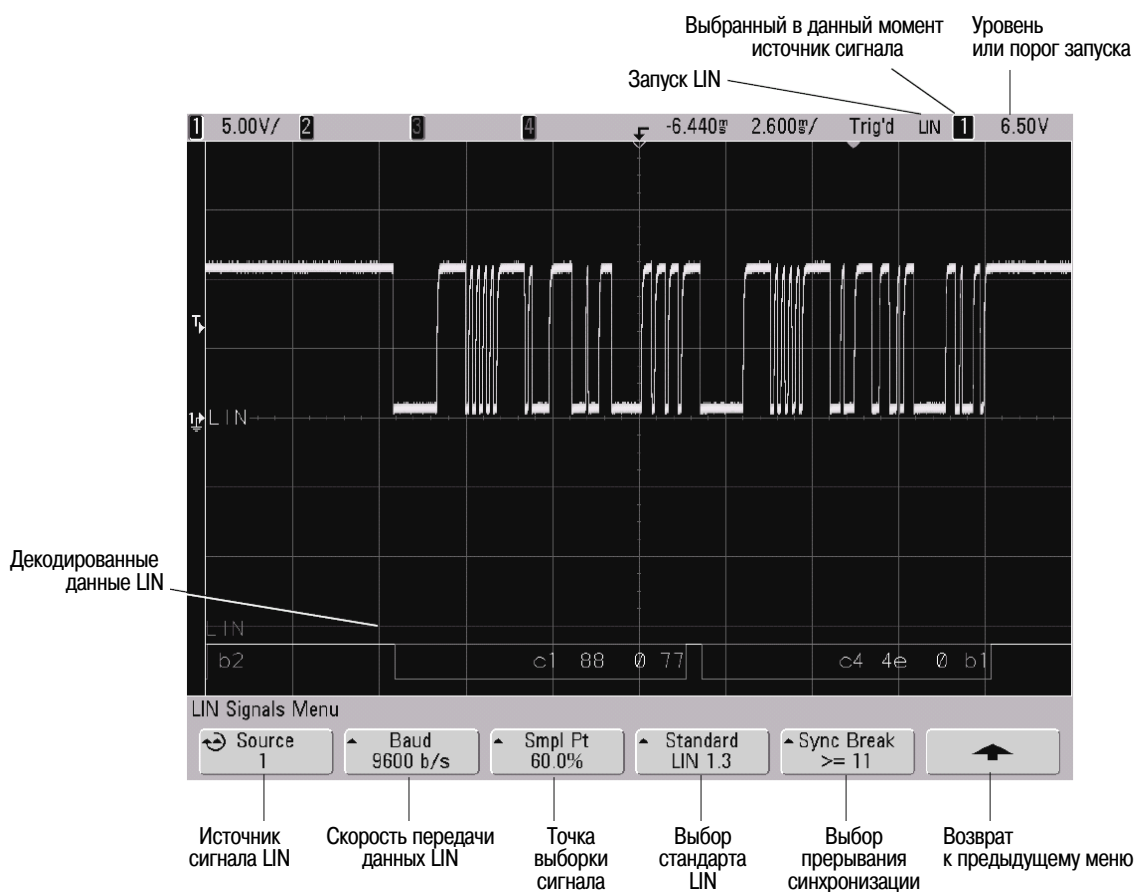
Настройка запуска по сигналам LIN описана в разделе 4.12.

1. Выберите режим последовательного декодирования данных LIN:

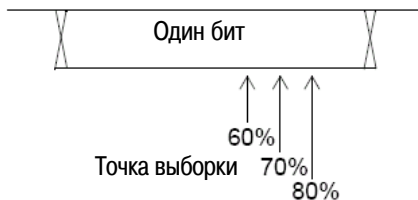
- Нажмите клавишу **Acquire**.
- Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.



- В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
 - Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных **LIN**.
2. Выберите, следует ли включать биты контроля четности в поле идентификатора.
- Если вы хотите замаскировать два верхних бита контроля четности, то проследите за тем, чтобы не было помечено контрольное окошко под функциональной клавишей **Show Parity**.
 - Если вы хотите включить биты контроля четности в поле идентификатора, поставьте метку в контрольном окошке под функциональной клавишей **Show Parity**.
3. Задайте сигнал LIN:
- Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню LIN Signals.



- б) Нажмите функциональную клавишу **Source** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, зондирующий сигнал LIN.
- в) Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Baud**, чтобы установить скорость передачи данных в соответствии с сигналом шины LIN.
- г) Несколько раз нажимайте и отпускайте функциональную клавишу **Smpl Pt**, чтобы выбрать точку выборки. Тем самым задается точка в пределах бита, в которой регистрируется состояние бита.



- д) Нажимайте функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать стандарт LIN (LIN 1.3 или LIN 2.0) измеряемого сигнала. Для сигналов LIN 1.2 пользуйтесь установкой LIN 1.3. Установка LIN 1.3 предполагает, что сигнал соответствует "Таблице действительных значений ID", приведенной в разделе A.2 Спецификации LIN от 12 декабря 2002 г. Если ваш сигнал не соответствует этой таблице, пользуйтесь установкой LIN 2.0.
 - е) Нажимайте функциональную клавишу **Sync Break**, чтобы задать минимальное количество импульсов синхронизации, которое определяет состояние прерывания синхронизации.
4. Установите для сигнала LIN уровень запуска и пороговый уровень на середину уровня сигнала:
- Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы получить доступ к функциональным клавишам установки порогового уровня.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение установок запуска в меню Serial Decode приводит также к их изменению в меню настройки запуска (Trigger Setup).

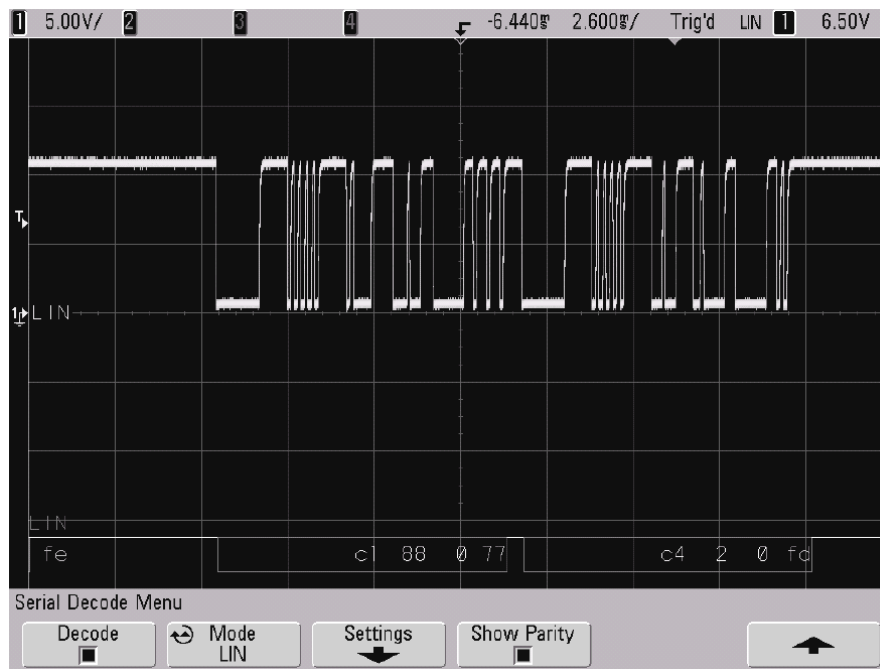
- 5. Если на экране не появится строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню, затем нажмите функциональную клавишу **Decode**.
- 6. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если эта настройка не обеспечивает стабильный запуск, то сигнал LIN может быть настолько медленным, что осциллограф переходит в режим автоматического запуска. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для удобства обзора декодированных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных LIN



- Белыми линиями отображается бездействующая шина (только LIN 1.3).
- Синяя двухуровневая линия обозначает активную шину (внутри пакета или кадра).
- Желтым цветом отображаются шестнадцатиричный идентификатор (ID) и биты контроля четности (если они задействованы). При обнаружении ошибки контроля четности шестнадцатиричный идентификатор (ID) и биты контроля четности (если они задействованы) отображаются красным цветом.
- Значения декодированных шестнадцатиричных данных отображаются белым цветом и могут распространяться за пределы кадра, если далее следует период бездействия (паузы).
- Для LIN 1.3 контрольная сумма отображается синим цветом, если она верна, или красным цветом, если она неверна. Для LIN 2.0 контрольная сумма всегда отображается белым цветом.
- Красные точки в строке декодирования указывают на наличие дополнительных данных. Для просмотра данных можно воспользоваться прокруткой или изменением масштаба по горизонтали.
- Красным цветом отображаются неизвестные шинные значения (неопределенные или ошибочные).
- При наличии ошибки в поле синхронизации SYNC отображается красным цветом.
- Если длина заголовка превышает значение, указанное в стандарте, то THM отображается красным цветом.
- Если общее количество кадров превышает длину, указанную в стандарте, то TFM отображается красным цветом (только LIN 1.3).
- Для LIN 1.3 сигнал запуска после состояния ожидания (wakeur) отображается как WAKE синего цвета. Если за сигналом wakeur не следует действительный разграничитель запуска, то это считается ошибкой и индицируется как WUP красного цвета.

6.7.6 Декодирование данных FlexRay

Для декодирования данных FlexRay нужен четырехканальный осциллограф смешанных сигналов серии 7000, опция N5432A запуска и декодирования FlexRay, анализатор протоколов Agilent VPT1000 и его коммуникационный кабель MSO.

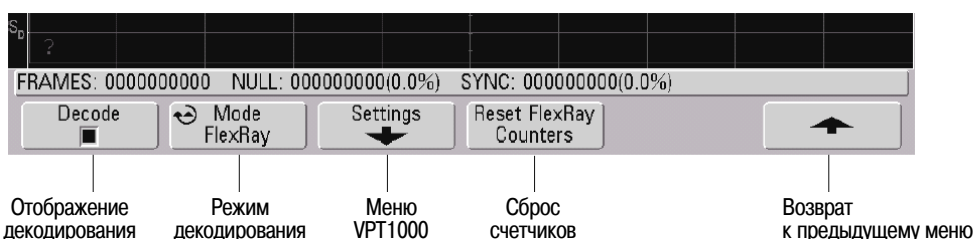
1. Выполните настройку осциллографа и анализатора VPT1000 (см. подраздел 4.9.2).
2. Установите режим запуска, как описано в главе 4.

Вы можете использовать запуск FlexRay или другой тип запуска, например, запуск по длительности кодовой комбинации (Duration), запуск по N-му фронту импульсного пакета, запуск по последовательности событий (Sequence), запуск по сигналам SPI или USB.

Для настройки запуска FlexRay обращайтесь к подразделу 4.9.3.

3. Выберите режим последовательного декодирования данных FlexRay:

- а) Нажмите клавишу **Acquire**.
- б) Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.



- в) В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
- г) Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных **FlexRay**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Когда осциллограф находится в режиме запуска FlexRay, доступно только декодирование данных FlexRay.

Когда выбран режим **FlexRay**, вы можете воспользоваться функциональной клавишей **Settings** для обращения к меню VPT1000 и изменения режимов контроля и управления VPT1000.

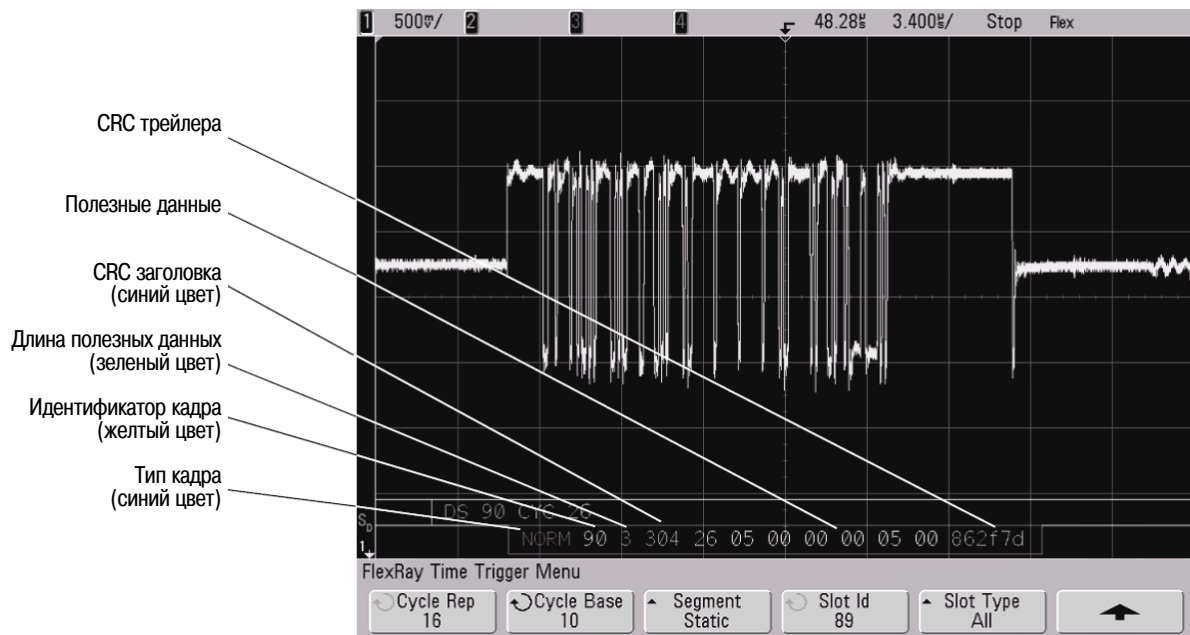
ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение настроек VPT1000 в меню Serial Decode приводит также к их изменению в меню запуска FlexRay.

4. Если на экране не появится строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **Decode**, чтобы включить ее. Для отображения имеющих смысл данных должен быть подключен анализатор VPT1000, работающий в асинхронном или синхронном режиме.
5. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

Для удобства обзора декодированных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных кадров FlexRay



При декодировании данных FlexRay отображается декодирование кадров (нижний ряд) и (если анализатор VPT1000 находится в режиме синхронного контроля) декодирование глобальной временной программы функционирования (верхний ряд).

Декодирование кадров (нижний ряд)

- Тип кадра (NORM, SYNC, SUP, NULL синего цвета)
- Идентификатор кадра (десятичные цифры желтого цвета)
- Длина полезных данных (десятичное количество слов, зеленый цвет)
- CRC заголовка (шестнадцатиричные цифры плюс красное сообщение об ошибке HCRC, если результат проверки неверен)
- Номер цикла (десятичные цифры желтого цвета)
- Байты данных (шестнадцатиричные цифры белого цвета)
- CRC кадров (шестнадцатиричные цифры плюс красное сообщение об ошибке CRC, если результат проверки неверен)
- Ошибки кадров или кодирования (специальный символ ошибки красного цвета)

Интерпретация декодированных временных данных FlexRay

Декодирование программы функционирования:

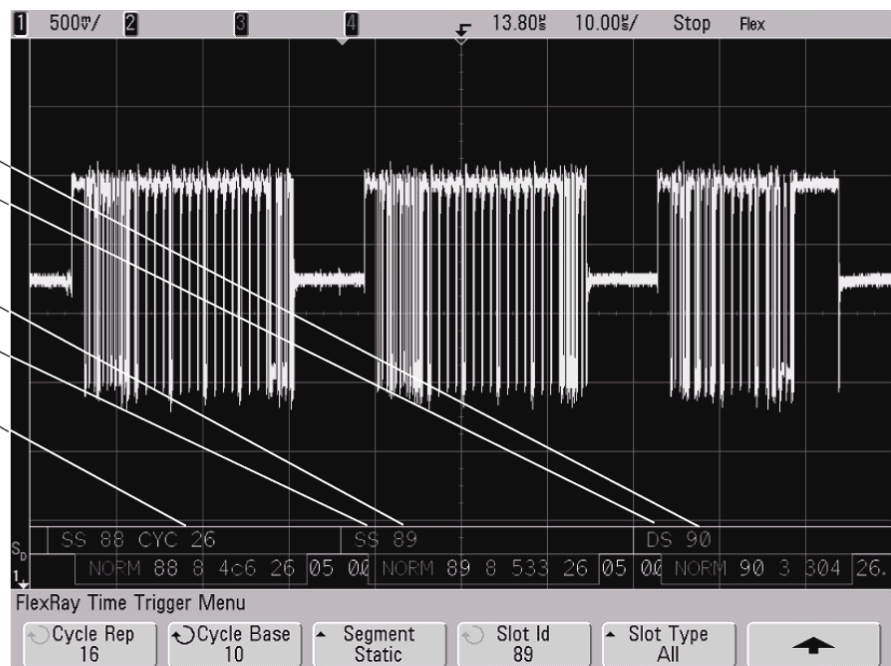
Номер таймслота
(динамич. — зеленый цвет)

Динамический сегмент
(зеленый цвет)

Номер таймслота
(статич. — оранжевый цвет)

Статический сегмент
(оранжевый цвет)

Номер
запрограммированного
цикла (желтый цвет)



Декодирование глобальной временной программы функционирования (верхний ряд)

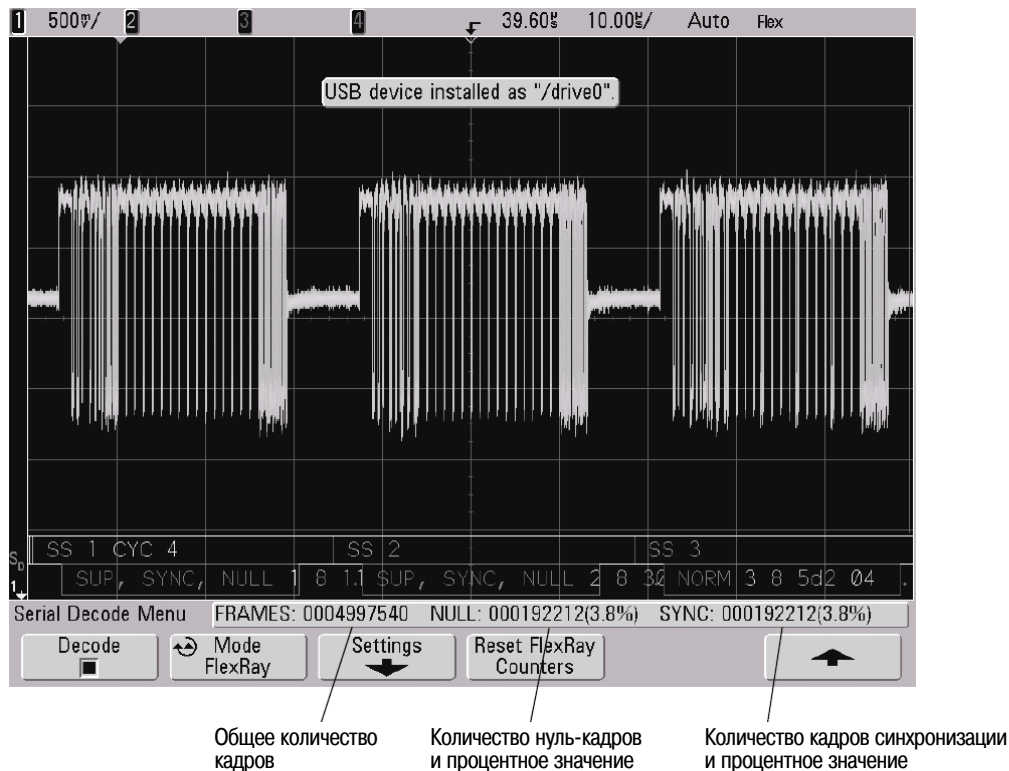
- Тип сегмента: статический — SS оранжевого цвета; динамический — DS зеленого цвета; символ желтого цвета; период ожидания — NIT (network idle time) белого цвета
- Номер сегмента: десятичные цифры оранжевого цвета (статический) или зеленого цвета (динамический)
- Номер цикла (CYC + десятичные цифры желтого цвета)
- Ошибки хронирования (специальный символ ошибки красного цвета)

6.7.7 Сумматор FlexRay

Сумматор FlexRay состоит из счетчиков, обеспечивающих прямое измерение качества и эффективности шины. Индикация сумматора появляется на экране всегда, когда включено декодирование данных FlexRay в меню Serial Decode.

Сумматор работает, производит счет кадров и вычисление процентных значений даже тогда, когда остановлен сбор данных. Когда возникает состояние переполнения, счетчик индицирует **OVERFLOW**. Счетчики можно обнулить путем нажатия функциональной клавиши **Reset FlexRay Counters**.

Счетчики



- Счетчик FRAMES выдает результат счета всех принятых кадров в реальном масштабе времени.
- Счетчик NULL выдает результат счета и процентное значение нуль-кадров.
- Счетчик SYNC выдает результат счета и процентное значение кадров синхронизации.

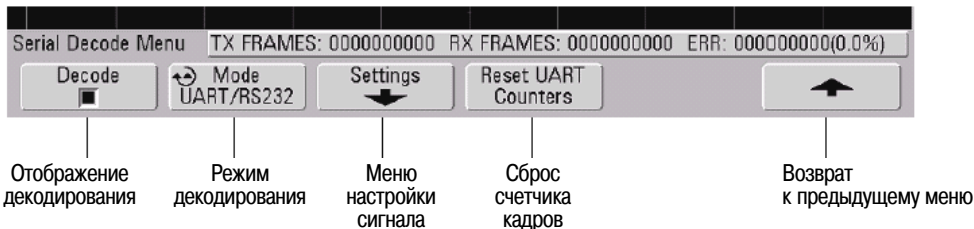
6.7.8 Декодирование данных UART/RS232

ПРИМЕЧАНИЕ

Ввиду ограничений со стороны аппаратных ресурсов осциллографа невозможно декодирование данных UART/RS232, когда выбран запуск по сигналам CAN, LIN или FlexRay. Настройка запуска по сигналам UART/RS232 описана в разделе 4.16.

1. Выберите режим последовательного декодирования данных UART/RS232:

- Нажмите клавишу **Acquire**.
- Нажмите функциональную клавишу **Serial Decode**.



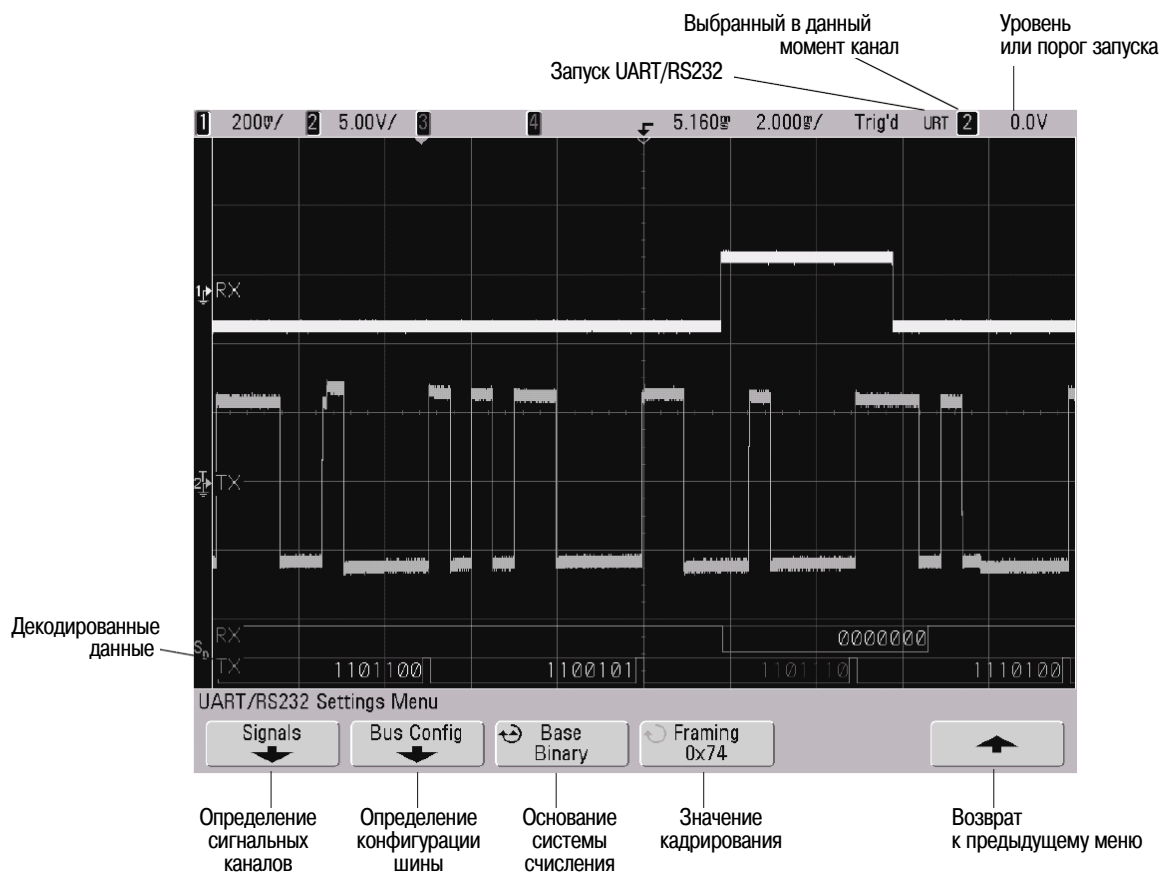
- В меню Serial Decode нажмите функциональную клавишу **Mode**.
- Вращая ручку Entry (или повторно нажимая и отпуская функциональную клавишу **Mode**), выберите режим последовательного декодирования данных **UART/RS232**, если он еще не выбран.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение сигналов в меню настройки последовательного декодирования приводит также к их изменению в меню настройки запуска.

2. Задайте сигналы UART/RS232:

- Нажмите функциональную клавишу **Settings**, чтобы обратиться к меню настройки декодирования данных UART/RS232.



- б) Нажмите функциональную клавишу **Signals** и выберите каналы осциллографа, к которым вы подключили сигналы Rx и Tx. Подробные указания на этот счет см. в разделе 4.16.
3. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение установок шинной конфигурации в меню настройки последовательного декодирования вызывает также их изменение в меню настройки запуска.

4. Нажмите функциональную клавишу **Bus Config**.
- а) **#Bits** – Установите количество битов в словах UART/RS232 для согласования с вашей целевой системой (выбирается в пределах 5 ÷ 9 битов).
 - б) **Parity** – Выберите способ контроля четности (odd, even или none) на основе вашей целевой системы.
 - в) **Baud** – Выберите скорость передачи данных для согласования с сигналом в вашей целевой системе.
 - г) **Polarity** – Выберите уровень в паузе (idle low или idle high) для согласования с состоянием вашей целевой системы в паузе. Для RS232 выберите idle low (низкий уровень в паузе).
 - д) **Bit Order** – Выберите порядок следования битов в сигнале с вашей целевой системы: должен ли следовать за стартовым битом бит старшего разряда (MSB), или же бит младшего разряда (LSB). Для RS232 выберите LSB.

ПРИМЕЧАНИЕ

При отображении декодированных данных бит старшего разряда всегда отображается слева независимо от установки в пункте **Bit Order**.

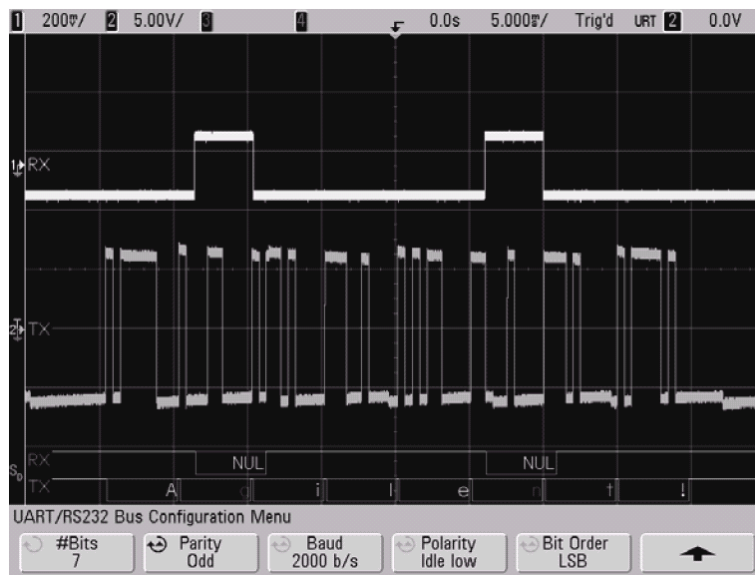
5. Нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню.
6. Нажмите функциональную клавишу **Base**, чтобы выбрать формат (Hex, Binary или ASCII), в котором отображаются декодированные слова.
- При отображении слов в формате ASCII применяется 7-битовый формат ASCII. Действительными являются символы ASCII между 0x00 и 0x7F. Для отображения в формате ASCII вы должны выбрать не менее 7 битов в шинной конфигурации. Если выбран формат ASCII и данные превышают значение 0x7F, то данные отображаются в шестнадцатиричном формате.
 - Когда количество битов (**#Bits**) установлено на 9, то девятый (предупредительный) бит отображается непосредственно слева от значения ASCII (которое получается из младших восьми битов).
7. Дополнительно (необязательно): Нажмите функциональную клавишу **Framing** и выберите некоторое значение. Это значение будет отображаться голубым цветом. Однако при возникновении ошибки контроля четности данные будут отображаться красным цветом.
8. Установите уровень запуска и пороговый уровень на середину уровня сигналов:
- Для аналоговых каналов вращайте ручку Trigger Level.
 - Для цифровых каналов нажмите клавишу **D15-D0** и функциональную клавишу **Thresholds**, чтобы получить доступ к функциональным клавишам установки порогового уровня.
9. Если на экране не появляется строка декодирования, нажмите функциональную клавишу **↑**, чтобы вернуться к предыдущему меню, затем нажмите функциональную клавишу **Decode**, чтобы включить последовательное декодирование.
10. Если процесс сбора данных остановлен, нажмите клавишу **Run/Stop**, чтобы включить сбор и декодирование данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если эта настройка не обеспечивает стабильный запуск, то сигнал UART/RS232 может быть настолько медленным, что осциллограф переходит в режим автоматического запуска. Нажмите клавишу **Mode/Coupling**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для удобства обзора декодированных данных вы можете пользоваться режимом развертки **Zoom**.

Интерпретация декодированных данных UART/RS232



- Бездействующая шина отображается белым цветом.
- Активная шина отображается темно-синим цветом с вертикальными линиями, обозначающими начало и конец каждого слова данных.
- При использовании пяти-восьмибитовых форматов декодированные данные отображаются белым цветом (в двоичном формате, шестнадцатиричном формате или в формате ASCII).
- При использовании 9-битового формата все слова данных отображаются зеленым цветом, включая девятый бит, который отображается слева.
- Когда выбрано значение слова данных для кадрирования, оно отображается голубым цветом. При использовании 9-битовых слов данных девятый бит также отображается голубым цветом.
- Отображаемое на экране содержание слова данных может выходить за пределы соответствующего прямоугольника, если установлена очень медленная развертка и за ним следует период бездействия.
- Когда установка масштаба изображения по горизонтали не позволяет отобразить все имеющиеся декодированные данные, то на декодированной шине появляются красные точки для указания местонахождения скрытых данных. Измените масштаб изображения по горизонтали, чтобы на экране поместились все данные.
- Неизвестная (неопределенная) шина отображается красным цветом.
- Ошибка контроля четности может привести к тому, что соответствующее слово данных будет отображаться красным цветом, включая 5 ÷ 8 битов данных и дополнительный девятый бит.

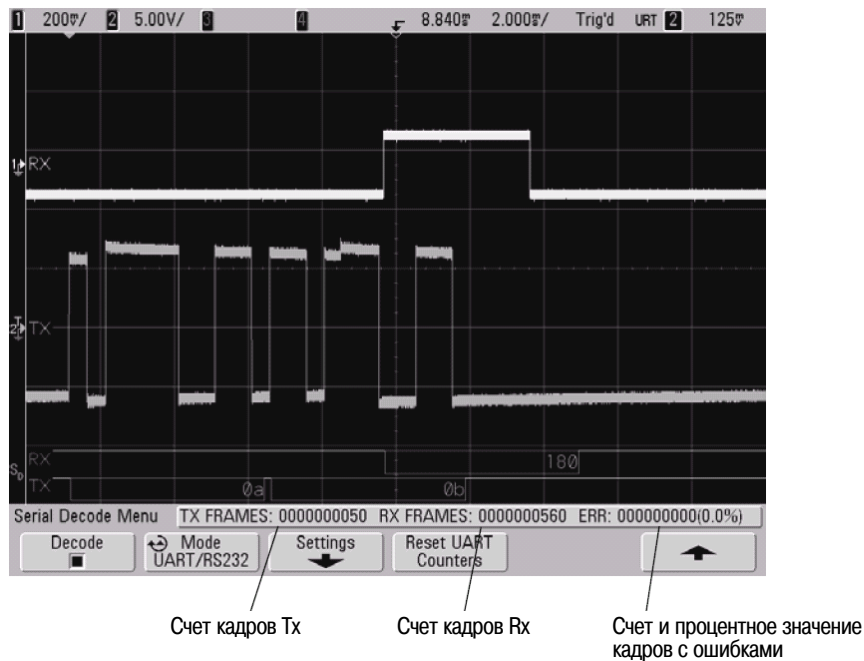
6.7.9 Сумматор UART/RS232

Сумматор UART/RS232 состоит из счетчиков, обеспечивающих прямое измерение качества и эффективности шины. Индикация сумматора появляется на экране всегда, когда включено декодирование данных UART/RS232 в меню Serial Decode.

Сумматор работает, производит счет кадров и вычисление процентных значений даже тогда, когда остановлен сбор данных.

Счетчик ошибок ERR считает кадры Rx и Tx с ошибками контроля четности. Результаты счета TX FRAMES и RX FRAMES включает в себя как нормальные кадры, так и кадры с ошибками контроля четности. Когда возникает состояние переполнения, счетчик индицирует **OVERFLOW**.

Счетчики можно обнулить путем нажатия функциональной клавиши **Reset UART Counters**.



6.8 Снижение случайных шумов в сигнале

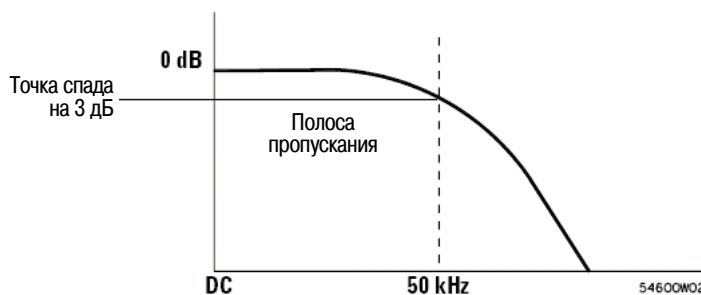
Если измеряемый сигнал зашумлен, то вы можете настроить осциллограф на подавление шумов на осциллограмме. Сначала следует стабилизировать осциллограмму путем удаления шумов из тракта запуска. Затем следует уменьшить шум на отображаемой осциллограмме.

1. Подайте сигнал на вход осциллографа и получите стабильную осциллограмму.
2. Для удаления шумов из тракта запуска включите подавление высоких частот (HF reject), подавление низких частот (LF reject) или подавление шумов (см. ниже).
3. Для снижения шумов на осциллограмме применяйте усреднение (см. подраздел 6.6.6).

6.8.1 Подавление высоких частот

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.

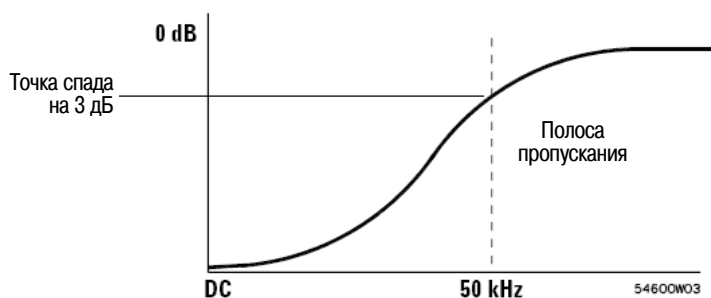
- Нажмите клавиши **Mode/Coupling** → **HF Reject**.



6.8.2 Подавление низких частот

Для подавления низких частот (LF reject) вводится фильтр верхних частот с нижней границей полосы пропускания 50 кГц на уровне -3 дБ. Этот фильтр удаляет из тракта запуска низкочастотные помехи, например, наводки от сети электропитания.

- Нажмите клавиши **Mode/Coupling** → **Coupling** → **LF Reject**.



6.8.3 Подавление шумов

Для подавления шумов вводится дополнительный гистерезис в схему запуска. Когда включено подавление шумов, схема запуска менее чувствительна к шуму, однако требует более высокого уровня сигнала для запуска осциллографа.

- Нажмите клавиши **Mode/Coupling** → **Noise Rej**.

6.9 Регистрация выбросов и коротких импульсов с применением пикового детектирования и бесконечного послесвечения

Выбросы 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.

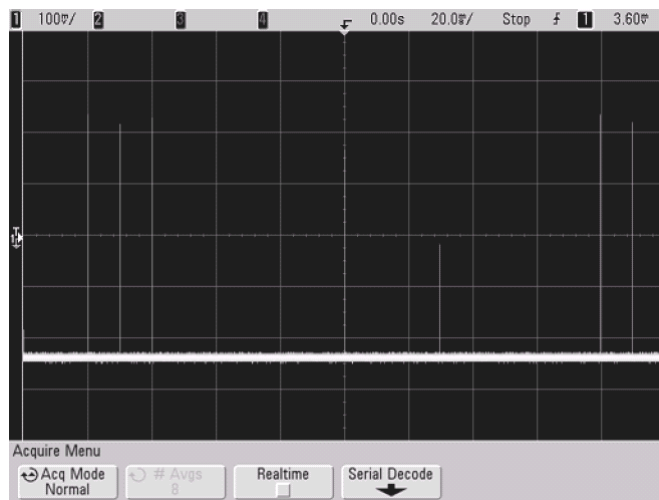


Рис. 43 Импульсы длительностью 15 нс, 20 мс/дел, нормальный режим сбора данных

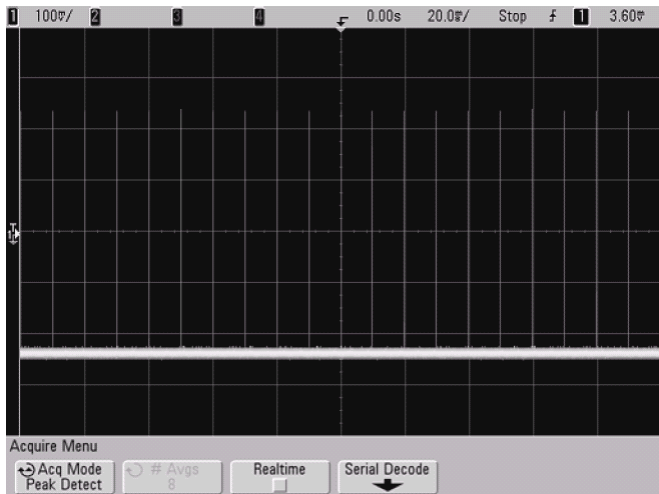


Рис. 44 Импульсы длительностью 15 нс, 20 мс/дел, режим пикового детектирования

6.9.1 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 ∞ **Persist** (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 **Menu/Zoom**, затем нажмите функциональную клавишу **Zoom**.
 - б) Для повышения разрешения при наблюдении выброса растяните осциллограмму по горизонтали.
 - в) Пользуйтесь ручкой регулировки положения по горизонтали $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ для панорамирования, чтобы установить растянутый участок основной развертки в области выброса.

6.10 Как действует автоматическое масштабирование (AutoScale)

Функция AutoScale автоматически конфигурирует осциллограф на наилучшее отображение осциллограмм входных сигналов путем анализа формы сигналов в каждом канале и на входе внешнего запуска. Это относится и к цифровым каналам у осциллографов смешанных сигналов (MSO).

Функция AutoScale находит, включает и масштабирует любой канал с периодическим сигналом, имеющим частоту по меньшей мере 50 Гц, коэффициент заполнения $> 0,5\%$ и амплитуду по меньшей мере 10 мВ (от пика до пика). Каналы, не соответствующие этим требованиям, выключаются.

Источник сигнала запуска выбирается путем поиска первого полноценного сигнала, начиная с сигнала внешнего запуска, затем продолжая от аналогового канала с максимальным номером до аналогового канала с минимальным номером и в заключение (у осциллографа смешанных сигналов) – с максимального номера цифрового канала.

При автоматическом масштабировании устанавливается нулевая задержка, установка коэффициента развертки зависит от частоты входного сигнала (примерно два периода синхронизированного сигнала на экране), и применяется запуск по фронту сигнала. Векторы остаются в том состоянии, в каком они были до автоматического масштабирования.

6.10.1 Отмена автоматического масштабирования

Нажмите функциональную клавишу **Undo AutoScale**, чтобы вернуть осциллограф к тем настройкам, которые действовали до нажатия клавиши **AutoScale**.

Это полезно, если вы нечаянно нажмете клавишу **AutoScale** или вам не понравятся настройки, выбранные функцией автоматического масштабирования, и вы захотите вернуться к прежним настройкам.

6.10.2 Выбор каналов, отображаемых после автоматического масштабирования

Функциональная клавиша выбора каналов **Channels** определяет, какие каналы будут отображаться при последовательных операциях автоматического масштабирования.

- **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.

6.10.3 Сохранение режима сбора данных при автоматическом масштабировании

При выполнении автоматического масштабирования обычно включается нормальный (Normal) режим сбора данных. Можно установить функцию AutoScale на сохранение неизменного режима сбора данных, если этот вариант является для вас предпочтительным.

Выберите вариант **Normal**, чтобы осциллограф переключался в нормальный режим сбора данных при каждом нажатии клавиши **AutoScale**. Этот режим принят по умолчанию.

Выберите вариант **Preserve**, чтобы при нажатии клавиши **AutoScale** осциллограф оставался в ранее выбранном вами режиме сбора данных.

7 Печать и сохранение данных

7.1 Вывод на печать содержания экрана осциллографа

Чтобы вывести на печать содержание экрана осциллографа, действуйте следующим образом:

1. Присоедините принтер USB к любому порту USB на передней панели или к прямоугольному порту USB Host на задней панели. Список поддерживаемых принтеров приведен в разделе 7.4.
2. Нажмите клавишу **Print** на передней панели.
3. Нажмите функциональную клавишу **Press to Print**.

ПРИМЕЧАНИЕ

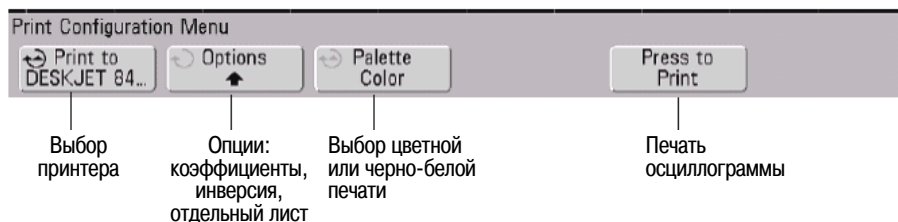
Функция Print запоминает состояние экрана, которое было перед нажатием клавиши **Print**. На распечатке будет показано последнее меню, к которому вы обращались. Таким образом, если перед нажатием клавиши **Print** на экране отображались результаты измерений (амплитуда, частота и т.д.), то эти результаты 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**.

7.1.1 Опции печати

Вы можете выводить на печать масштабные коэффициенты, печатать в цвете или в черно-белых полутонах, а также выбрать печать осциллограммы на отдельном листе бумаги (Form Feed) отдельно от коэффициентов (если выбрана печать масштабных коэффициентов). Для экономии чернил у струйного принтера можно инвертировать цвета масштабной сетки, чтобы получить белый фон вместо черного.

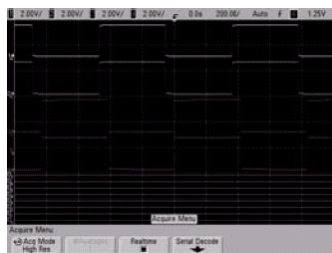
При нажатии клавиши **Print** появляются меню Print Configuration. Функциональные клавиши опций печати и **Press to Print** доступны только тогда, когда подключен принтер.



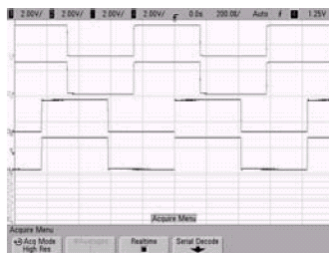
7.1.2 Выбор опций печати

Нажмите функциональную клавишу **Options**, чтобы изменить следующие опции:

- **Factors** – Выберите **Factors**, если вы хотите, чтобы в распечатку были включены масштабные коэффициенты осциллографа, к которым относятся 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 инвертирования принят по умолчанию.



Без инвертирования



С инвертированием

- **Form Feed** – Эту можно выбрать для передачи на принтер команды подачи страницы (Form Feed) после того, как будет напечатана осциллограмма, и перед тем, как будут печататься масштабные коэффициенты. Выключите опцию **Form Feed**, если вы хотите, чтобы масштабные коэффициенты были напечатаны на том же листе, что и осциллограмма. Эта опция действует только тогда, когда выбрана опция **Factors**.

7.1.3 Палитра (Palette)

Нажмите функциональную клавишу **Palette**, чтобы изменить следующие опции.

- **Color** – Когда выбрана цветная печать (**Color**), осциллограммы печатаются в цвете.
- **Grayscale** – Когда выбрана черно-белая печать (**Grayscale**), осциллограммы печатаются оттенками серого цвета.

7.1.4 Поддерживаемые принтеры

Чтобы получить обновленный список принтеров, совместимых с осциллографами серии InfiniiVision 7000, посетите страницу www.agilent.com/find/InfiniiVision-printers.

7.2 Сохранение осциллографических данных

Ниже описаны некоторые особенности, относящиеся к сохранению осциллографических данных.

- Вы можете сохранить осциллограмму и вызывать ее впоследствии. Вызванная осциллограмма отображается голубым цветом.
- Вы можете сохранить параметры настройки осциллографа и вызывать их впоследствии. В файле параметров настройки сохраняются такие установки параметров, как коэффициент развертки, чувствительность по вертикали, режим запуска, уровень запуска, измерения, курсоры и математические функции. Это позволяет вам быстро и единообразно настроить осциллограф для выполнения определенных измерений.
- Различие между печатью и сохранением данных заключается в следующем. Печать всегда означает распечатку содержания экрана на принтере. Сохранение означает запись данных на накопителе USB или во внутренней памяти осциллографа.

В следующей таблице перечислены типы данных и возможности их сохранения.

Таблица 14 Сохранение осциллографических данных

Тип данных	Возможности сохранения	
	Накопитель USB	Внутренняя память осциллографа
Параметры настройки осциллографа и осциллограммы	Да	Да*
Файлы экранного изображения и данных осциллограмм (BMP, PNG, CSV, ASCII XY, BIN)	Да	Нет
* Если установлена опция режима защиты конфиденциальных данных, то невозможно занесение данных во внутреннюю память осциллографа.		

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сохранения изображения на экране осциллографа вы можете также воспользоваться Web-браузером (см. подраздел 1.7.5).

7.2.1 Выбор места сохранения данных

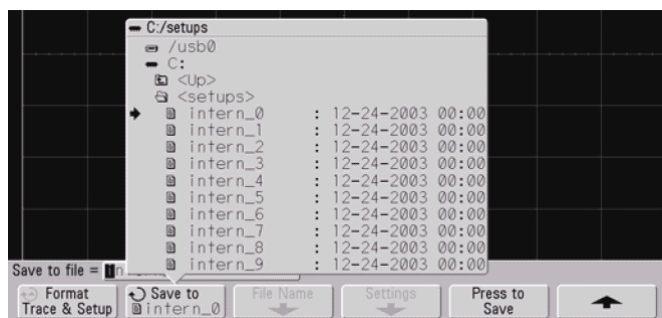
Нажмите клавиши **Save/Recall** → **Save**, чтобы вызвать меню сохранения (Save) и выбрать место сохранения данных.

Нажмите функциональную клавишу to go/Location/Save to (при использовании файлового обозревателя (File Explorer) осциллографа)

Вторая слева функциональная клавиша в меню Save – это функциональная клавиша файлового обозревателя.

Если к осциллографу не присоединен накопитель USB, то у вас остается лишь возможность занесения файлов осциллограмм и параметров настройки во внутреннюю память осциллографа. Если к осциллографу не подключен накопитель USB, то вы не сможете сохранять файлы экранного изображения или данных осциллограмм, как описано далее в подразделах 7.2.3 и 7.2.4.

Вращайте ручку Entry, чтобы совместить стрелку выбора с пунктом "C:" и нажмите ручку Entry, чтобы выбрать этот пункт. Затем поверните и нажмите ручку Entry, чтобы выбрать директорию "setups", затем выберите для перезаписи файл (intern_n).

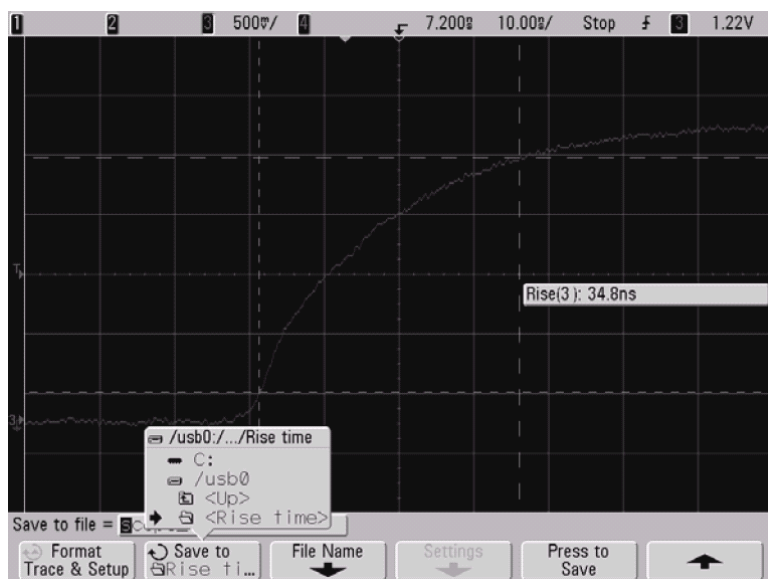


ПРИМЕЧАНИЕ

Файловый обозреватель в меню Save и Recall можно использовать для сохранения следующих типов файлов: наборы параметров настройки осциллографа, осциллограммы, экранные изображения и данные осциллограмм. Файловым обозревателем можно пользоваться для вызова файлов наборов параметров настройки осциллографа и файлов осциллограмм.

Файловый обозреватель (File Explorer) в меню Utility можно использовать для загрузки файлов в осциллограф и для удаления файлов.

Если к осциллографу присоединен один или несколько накопителей USB, то вы можете выбирать их тем же способом. На следующем рисунке показано изображение, готовое к сохранению в субдиректории Rise time на накопителе USB. Чтобы сохранить изображение, нажмите ручку Entry.



7.2.2 Выбор имени файла

Перезапись файла

Чтобы перезаписать файл с существующим именем, вы можете выбрать его и нажать функциональную клавишу **Press to Save**.

Создание файла с новым именем

1. Нажмите функциональную клавишу **File Name** в меню **Save**. Чтобы действовала эта функциональная клавиша, к осциллографу должен быть присоединен накопитель USB.
2. Несколько раз вращайте и нажимайте ручку **Entry**, чтобы выбрать буквы и цифры для нового имени файла. Можно также нажимать функциональную клавишу **Spell** и функциональную клавишу **Enter**, чтобы создать новое имя файла.
3. Для перемещения курсора в пределах имени файла можно нажимать функциональную клавишу **Enter** или ручку **Entry**.
4. Можно нажимать функциональную клавишу **Delete Character** для удаления текущего символа и сдвига остальных символов влево.
5. В случае выбора опции **Auto Increment** к имени файла добавляется 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.
6. Нажмите функциональную клавишу **Press to Save**, чтобы сохранить файл.

7.2.3 Сохранение осциллограмм и параметров настройки осциллографа

Когда из функциональной клавиши **Format** выбрана опция **Trace & Setup**, то производится сохранение на накопителе USB и во внутренней памяти осциллографа как осциллограммы, так и набора параметров настройки осциллографа. После сохранения вы можете вызвать осциллограмму, набор параметров настройки или то и другое.

Осциллограмма сохраняется в файле с расширением имени TIF, а набор параметров настройки – в файле с расширением имени SCP. Эти расширения имени файлов видны при применении файлового обозревателя (File Explorer), но не видны при поиске файлов в меню **Recall**.

7.2.4 Файлы экранного изображения и данных осциллограмм

Вы можете сохранить на присоединенном к осциллографу накопителе USB экранное изображение (тип файла BMP или PNG) или данные осциллограмм (тип файла CSV, ASCII, BIN или ALB).

Форматы файлов экранного изображения и данных осциллограмм

В файле можно сохранить данные, которые отображаются на экране. Файлы экранного изображения и файлы данных осциллограмм можно сохранить на накопителе USB, однако их невозможно занести во внутреннюю память осциллографа.

Вы можете сохранить файлы экранного изображения или данных осциллограмм в графических форматах (BMP, PNG) или в форматах данных (CSV, ASCII, BIN, ALB). Чтобы выбрать формат файла, нажмите клавиши **Save/Recall** → **Save** → **Format**.

- **BMP (8-bit) image file** – Все экранное изображение (включая строку состояния и функциональные клавиши) преобразуется в растровый графический файл небольшого размера с невысоким разрешением.
- **BMP (24-bit) image file** – Все экранное изображение преобразуется в растровый графический файл большого размера с высоким разрешением.
- **PNG (24-bit) image file** – Это графический файл, реализующий алгоритм сжатия без потери информации. Эти файлы обладают значительно меньшим размером по сравнению с файлами формата BMP.
- **CSV data file** – 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 file** – Этот файл содержит значения для каждого отображаемого на экране канала в виде переменных, разделяемых запятой. Если сбор данных остановлен, то в этом файле можно сохранять записи данных, содержащие более 1000 точек. Этот формат также пригоден для анализа данных в электронных таблицах.
- **BIN data file** – Это 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. Если сбор данных остановлен, то в этом файле можно сохранять записи данных, содержащие более 1000 точек.
- **ALB data file** – Это файл в фирменном формате Agilent, который может читаться логическими анализаторами Agilent.

7.2.5 Сохранение параметров настройки осциллографа

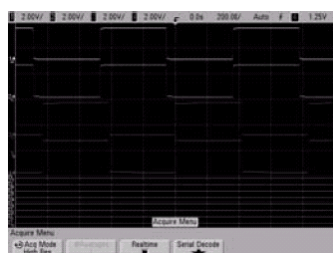
Нажмите клавиши **Save/Recall** → **Save** → **Settings**, чтобы изменить следующие опции. Эти установки неприменимы, когда выбран формат "Trace&Setup".

Factors (масштабные коэффициенты)

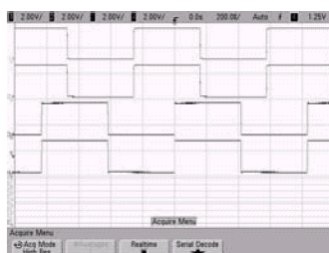
Выберите **Factors**, если вы хотите включить в сохраняемые данные масштабные коэффициенты осциллографа, к которым относятся установки параметров отображения по вертикали и горизонтали, параметров запуска, сбора данных, математических функций и экрана. Масштабные коэффициенты будут сохранены в отдельном файле с расширением TXT.

Invert Graticule Colors (инвертирование изображения)

Эта установка применима, когда с помощью функциональной клавиши **Format** выбран формат BMP или PNG. Эту опцию можно использовать для экономии чернил у струйного принтера при печати осциллограмм. При этом цвет фона меняется с черного на белый. Режим инвертирования принят по умолчанию. Опция **Invert Graticule Colors** доступна, когда выбран формат BMP или PNG.



Без инвертирования



С инвертированием

Palette (палитра)

Нажмите функциональную клавишу **Palette**, чтобы изменить следующие опции, которые доступны, когда выбран формат BMP или PNG.

- **Color** – Когда выбрана цветная печать (**Color**), осциллограммы печатаются в цвете. Цветная печать неприменима к формату CSV.
- **Grayscale** – Когда выбрана черно-белая печать (**Grayscale**), осциллограммы печатаются оттенками серого цвета. Опция **Grayscale** неприменима к формату CSV.

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. Можно установить значение **Length** на 100, 250, 500 или 1000, когда действует сбор данных. Когда остановлен сбор данных, можно установить более высокое значение этого параметра. Однако если включено последовательное декодирование, то всегда выводится полная длина записи.

Выводятся только отображаемые на экране точки данных. Поэтому следует отрегулировать изображение органами управления по горизонтали, чтобы на экране отображались данные, которые вы хотите сохранить.

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.

За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 8.12.

7.2.6 Сохранение осциллограмм и/или параметров настройки на накопителе USB

1. Вставьте накопитель USB в порт USB на передней или задней панели осциллографа.
2. Нажмите клавишу **Save/Recall**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Save**. В поле "**Save to file**" над функциональной клавишей **Save** отображается предлагаемое имя файла. Если вы хотите изменить имя файла, нажмите функциональную клавишу **File Name** и действуйте, как описано в подразделе 7.2.2.
4. С помощью функциональной клавиши **Format** выберите формат файла (см. подраздел 7.2.4).
5. Нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

7.2.7 Сохранение осциллограмм и/или параметров настройки во внутренней памяти осциллографа

1. Нажмите клавишу **Save/Recall**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Save**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Format** и выберите вариант **Trace and Setup** (осциллограмма и параметры настройки).
4. Нажмите функциональную клавишу **Save to**. Затем вращайте ручку Entry, чтобы перейти к директории "C:\setups", затем выберите для перезаписи один из файлов (intern0 ÷ intern9). Для выбора директории и файла можно нажимать ручку Entry.
5. Нажмите функциональную клавишу **Press to Save** или выберите файл с помощью ручки Entry, затем нажмите ручку Entry.

7.2.8 Вызов осциллограмм и/или параметров настройки осциллографа

Вызванная осциллограмма обычно используется для быстрого сравнения результатов измерений. Например, вы можете сохранить осциллограмму в качестве образца, выполнить аналогичные измерения на испытываемой системе, затем вызвать образцовую осциллограмму для выявления различий.

1. Нажмите клавишу **Save/Recall**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Recall**. Появляется меню Recall.
3. В этом меню нажмите функциональную клавишу **Recall**: и выберите **Setup**, **Trace** или **Trace and Setup**.
4. Нажмите вторую слева функциональную клавишу и перейдите к ячейке внутренней памяти осциллографа или к накопителю USB, где хранится интересующая вас осциллограмма и/или набор параметров настройки осциллографа. За дополнительной информацией обращайтесь к подразделу 7.2.9.
5. Нажмите функциональную клавишу **Press to Recall**.

7.2.9 Файловый обозреватель (File Explorer)

Файловый обозреватель служит для просмотра файловой системы и для работы с файлами. С помощью файлового обозревателя вы можете сохранять, вызывать, загружать и удалять файлы.

Файловая система

Доступная для пользователя файловая система содержит десять ячеек внутренней памяти, а также внешние устройства памяти USB, которые присоединяются к портам устройств USB на осциллографе.

Внутренняя память

У осциллографа в директории C:\setups находятся десять ячеек энергонезависимой памяти с именами от intern_0 до intern_9. В каждую из этих ячеек внутренней памяти вы можете занести осциллограмму и набор параметров настройки осциллографа. Однако невозможно заносить во внутреннюю память графические файлы экранных изображений и файлы данных осциллограмм, которые следует сохранять на накопителях USB.

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 накопитель USB, то при считывании устройства USB на экране может появляться небольшая четырехцветная круглая пиктограмма.

Перед отсоединением устройства USB не нужно принимать никаких специальных мер предосторожности. Просто следует убедиться в том, что завершена та или иная операция с файлами, и вынуть устройство USB из порта USB осциллографа.

Не присоединяйте к осциллографу устройства USB, которые идентифицируются как тип оборудования "CD", поскольку эти устройства несовместимы с осциллографами серии InfiniiVision 7000.

Если присоединить к осциллографу два накопителя USB, то первый из них обозначается как "USB0", а второй как "USB5" (но не как "USB1"). Это обычный способ нумерации, присущий драйверу USB.

Файл, удаленный с накопителя USB, не может быть восстановлен осциллографом.

ПРИМЕЧАНИЕ

Особенности портов USB:

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 накопители USB и принтеры.

Квадратное гнездо на задней панели с маркировкой "DEVICE" предназначено для управления осциллографом через шину USB. За дополнительной информацией обращайтесь к *Краткому начальному руководству по программированию осциллографов серии InfiniiVision 7000* или к *Справочнику программиста осциллографов серии InfiniiVision 7000*. Для онлайн-обращения к этим документам посетите страницу www.agilent.com/find/7000manual.

Системное программное обеспечение

В осциллограф можно загрузить файлы системного программного обеспечения (программные обновления, которые можно скачать с сайта www.agilent.com/find/7000sw). За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 8.2.

7.2.10 Применение файлового обозревателя

С помощью файлового обозревателя можно загружать и удалять файлы.

Создавать директории на накопителе USB можно с помощью компьютера или другого прибора. Вы можете обратиться к любой директории на накопителе USB, вращая и нажимая ручку Entry.

1. Присоедините к порту USB на передней или задней панели осциллографа накопитель USB с подлежащими загрузке или удалению файлами. Во время считывания данных с накопителя USB на экране может появляться пиктограмма в виде небольшого четырехцветного кружка.
2. Нажмите клавиши **Utility** → **File Explorer**.
3. Вращайте и нажимайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный файл на накопителе USB. Эта функциональная клавиша будет иметь обозначение **Press to go** при указании директории, которая может быть выбрана, обозначение **Location** при указании выбранной в данный момент директории, и обозначение **Selected** при указании файла, который можно загрузить или удалить. Нажатием ручки Entry инициируется выбранная операция.



Для перемещения пользуйтесь ручкой Entry, выберите объект с помощью этой клавиши или нажмите ручку Entry

Загрузка
выбранного
файла

Удаление
выбранного
файла

Возврат
к предыдущему меню

8 Справочная информация

8.1 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 16 коррелированных по времени цифровых каналов.

Чтобы посмотреть установленные в данное время лицензии, нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Features** → **Show license information**.

За информацией по модернизации вашего осциллографа путем лицензирования обращайтесь в местное представительство компании Agilent Technologies или по адресу www.agilent.com/find/7000.

8.2 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/7000sw.

Чтобы посмотреть установленные в данное время версии программного и микропрограммного обеспечения, нажмите клавиши **Utility** → **Service** → **About Oscilloscope**.

8.3 Опция режима защиты конфиденциальных данных

Опция режима защиты конфиденциальных данных (Secure Environment Mode) соответствует требованиям, изложенным в главе 8 документа National Industrial Security Program Operating Manual (NIS-POM).

Режим защиты конфиденциальных данных называется опцией SEC.

Когда установлена опция режима защиты конфиденциальных данных, то осциллограммы и параметры настройки осциллографа заносятся во внутреннюю энергозависимую память (вместо внутренней энергонезависимой памяти). Параметры настройки осциллографа, осциллограммы и данные осциллограмм стираются при выключении питания. Поэтому следующий пользователь после включения осциллографа не сможет увидеть эту информацию. Установки часов и локальной сети (LAN) не стираются после выключения питания.

Для постоянного сохранения данных вы можете записать их на внешнее устройство памяти через один из портов USB осциллографа.

После установки режима защиты конфиденциальных данных невозможно отменить его.

Когда установлена лицензия режима защиты конфиденциальных данных, она отображается как SEC в строке Installed Licenses в окне "About Oscilloscope". Чтобы вызвать это окно, нажмите клавишу **Utility**, затем функциональную клавишу **Service**, затем функциональную клавишу **About Oscilloscope**.

8.4 Настройка порта ввода-вывода

Осциллографом можно управлять через локальную сеть (LAN) или шину USB.

Чтобы посмотреть конфигурацию ввода-вывода (I/O) у осциллографа, включая его IP-адрес и имя главного узла (hostname), нажмите клавиши **Utility** → **I/O**.

Чтобы изменить настройки контроллера ввода-вывода, нажмите функциональную клавишу **Configure** и выберите тип соединения I/O (LAN или USB).

Инструкции по настройке осциллографа на управление от контроллера через LAN или USB приведены в *Кратком начальном руководстве для программиста осциллографов Agilent серии InfiniVision 7000*.

8.5 Применение сигнала опорной частоты 10 МГц

На задней панели осциллографа имеется соединитель BNC **10 MHz REF**, что обеспечивает следующие возможности:

- Подавать на осциллограф более точный сигнал опорной частоты.
- Синхронизировать развертку двух или нескольких приборов.

8.5.1 Точность опорной частоты и частотомера

Генератор развертки осциллографа использует внутренний источник опорной частоты, который имеет погрешность 15×10^{-6} . Этого достаточно в большинстве случаев. Однако если вы наблюдаете интервал, который является очень узким в сравнении с выбранной задержкой (например, при наблюдении импульса длительностью 15 нс при установке задержки 1 мс), то может возникать существенная погрешность.

При применении встроенного источника опорной частоты аппаратный частотомер осциллографа имеет 5 разрядов индикации.

8.5.2 Подача внешнего сигнала опорной частоты

При подаче на осциллограф внешнего сигнала опорной частоты развертки аппаратный частотомер осциллографа автоматически переключается на 8 разрядов индикации. В этом случае частотомер (**Quick Meas** → **Select** → **Counter**) имеет такую же точность, как и внешняя опорная частота.

За дополнительной информацией в отношении аппаратного частотомера обращайтесь к подразделу 5.4.3.

8.5.3 Работа осциллографа с внешним сигналом опорной частоты

1. Подайте на соединитель BNC с маркировкой **10 MHz REF** прямоугольный или синусоидальный сигнал с частотой 10 МГц. Амплитуда сигнала должна находиться в пределах $180 \text{ мВ} \div 1 \text{ В}$ при постоянной составляющей $0 \div 2 \text{ В}$.

ПРИМЕЧАНИЕ

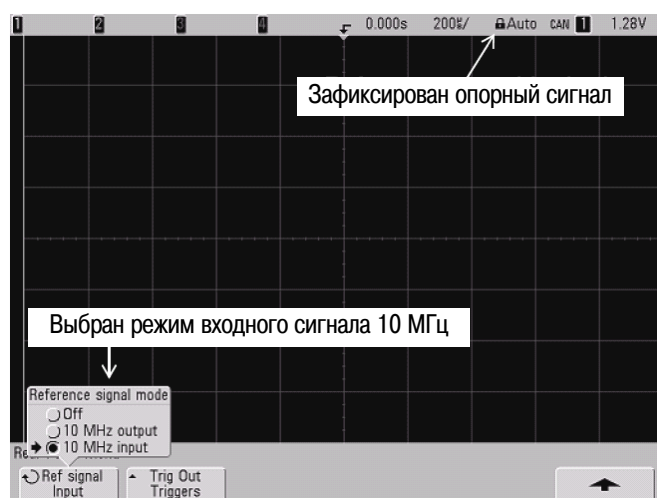


Максимальное входное напряжение на соединителе **10 MHz REF**:

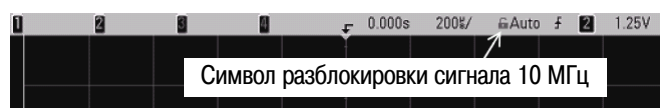
Во избежание повреждения прибора не допускается подача на соединитель BNC **10 MHz REF** напряжения, превышающего $\pm 15 \text{ В}$.

2. Нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Rear Panel** → **Ref Signal**.
3. С помощью ручки Entry и функциональной клавиши **Ref Signal** выберите вариант **10 MHz input**.

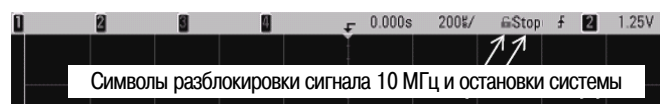
В верхней части экрана появляется черный символ запертого замка.



В случае отклонения частоты подаваемого сигнала больше чем на 0,5% от 10 МГц возникает мягкая разблокировка. Осциллограф продолжает сбор данных, однако в правой верхней части экрана отображается теперь красный символ отпертого замка.



В случае пропадания внешнего сигнала опорной частоты возникает жесткая разблокировка. В правой верхней части экрана отображается красный символ отпертого замка; осциллограф прекращает сбор данных. Осциллограф возобновляет сбор данных при восстановлении стабильного сигнала опорной частоты.



8.5.4 Синхронизация развертки двух или нескольких приборов

С осциллографа можно вывести его сигнал системной синхронизации 10 МГц для синхронизации с другими приборами.

1. Присоедините кабель BNC к соединителю BNC с маркировкой **10 MHz REF** на задней панели осциллографа.
2. Присоедините другой конец кабеля BNC к другому прибору, который должен принимать сигнал опорной частоты 10 МГц. Присоедините на вход другого прибора согласованную нагрузку 50 Ом. Здесь может быть несколько других приборов.
3. Нажмите клавиши **Utility** → **Options** → **Rear Panel** → **Ref Signal**.
4. С помощью ручки Entry и функциональной клавиши **Ref Signal** выберите вариант **10 MHz output**.

На выходе осциллографа действует сигнал опорной частоты 10 МГц с уровнями TTL.

8.6 Проверка гарантийного статуса и дополнительного обслуживания

Чтобы узнать гарантийный статус вашего прибора, действуйте следующим образом:

1. Обратитесь к странице 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.

8.7 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.

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 закройте упаковочную тару и нанесите на нее маркировку "FRAGILE" ("хрупкое содержимое").

8.8 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.

8.9 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.

8.9.1 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).

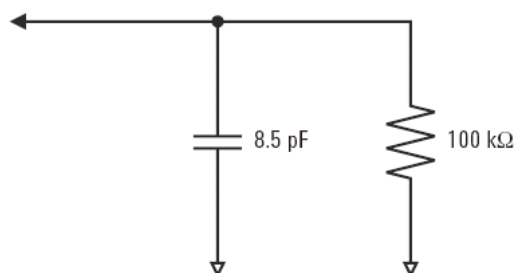


Рис. 45 Эквивалентная схема пробника для постоянного и низкочастотного напряжения

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).

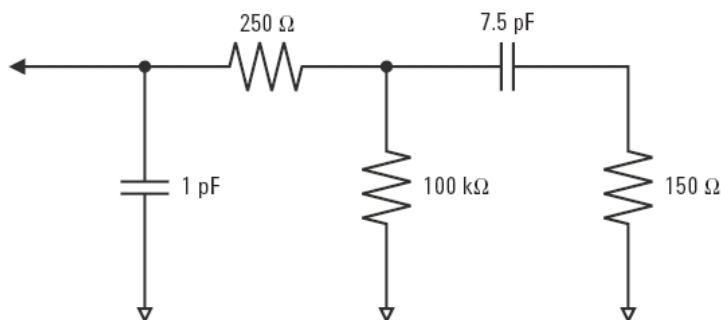


Рис. 46 Высокочастотная эквивалентная схема пробника

На рис. 47 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.

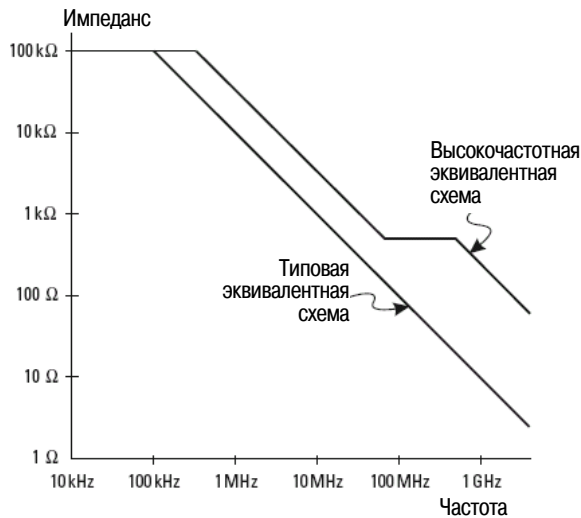


Рис. 47 Частотная зависимость импеданса для двух эквивалентных схем пробника

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.

8.9.2 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 (см. рис. 48).

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.

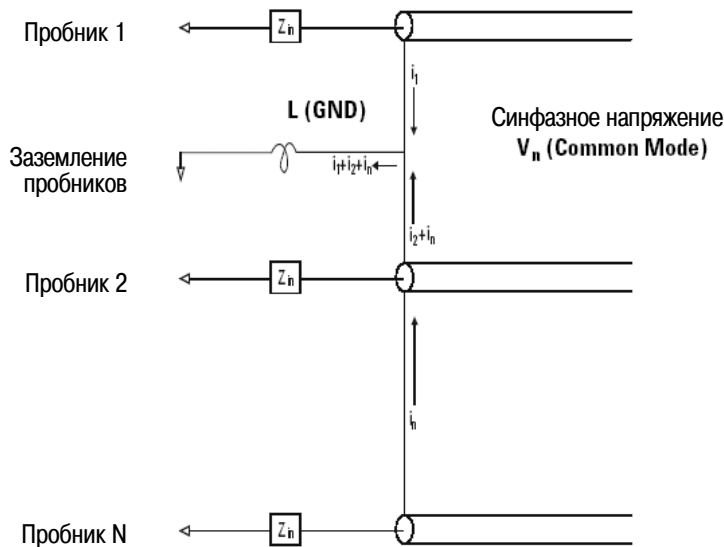


Рис. 48 Модель возникновения синфазного входного напряжения

8.9.3 Рекомендации по оптимальному применению пробников

Ввиду наличия переменных L , di и dt 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 (D15 ÷ D8 и D7 ÷ D0) 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 рассчитаны на подключение к стандартным 20-контактным соединителям печатной платы. Этот пробник содержит двухметровый кабель пробника логического анализатора и оконечный адаптер 01650-63203, который обеспечивает надлежащие RC-цепочки в очень удобном комплекте. Прилагаются три 20-контактных узкопрофильных прямых соединителя для печатных плат. Дополнительные соединители для печатных плат можно заказать у компании Agilent Technologies.

8.10 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.

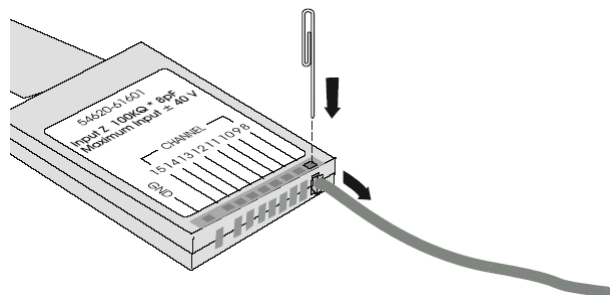


Таблица 15 Запасные части для цифрового пробника

Номер для заказа	Наименование
54620-68701	Комплект цифрового пробника
5959-9333	Запасные провода пробника (5 шт.)
5959-9935	Запасной провод заземления пробника длиной 5 см (5 шт.)
01650-94309	Набор этикеток пробника
54620-61801	16-канальный кабель (1 шт.)
5090-4833	Контактные захваты (20 шт.)

Информация о других запасных частях содержится в *Сервисном руководстве для осциллографов серии InfiniiVision 7000*.

8.11 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 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.

8.11.1 Двоичные данные в программе MATLAB

Двоичные данные из осциллографа серии InfiniiVision 7000 можно импортировать в программу Math-Works MATLAB®. Вы можете загрузить соответствующие функции MATLAB с сайта компании Agilent Technologies www.agilent.com/find/7000sw.

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.

8.11.2 Формат заголовков двоичных данных

Заголовок файла

В двоичном файле имеется только один заголовок файла. Заголовок файла содержит следующую информацию.

Cookie (индикатор) – Два байтовых символа AG, которые указывают, что это файл в формате двоичных данных Agilent.

Version (версия) – Два байта, которые представляют 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 серии 7000
- 5 = не применяется в осциллографах серии 7000
- 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, при усреднении кратность 4 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 серии 7000 оставлена пустой.

Time (время) – 16-битовая группа символов; у осциллографов серии 7000 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. У осциллографов серии 7000 не используется.

Segment Index (сегментный указатель) – 32-битовое целое число без знака. У осциллографов серии 7000 не используется.

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 серии 7000
- 5 = не применяется в осциллографах серии 7000
- 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.

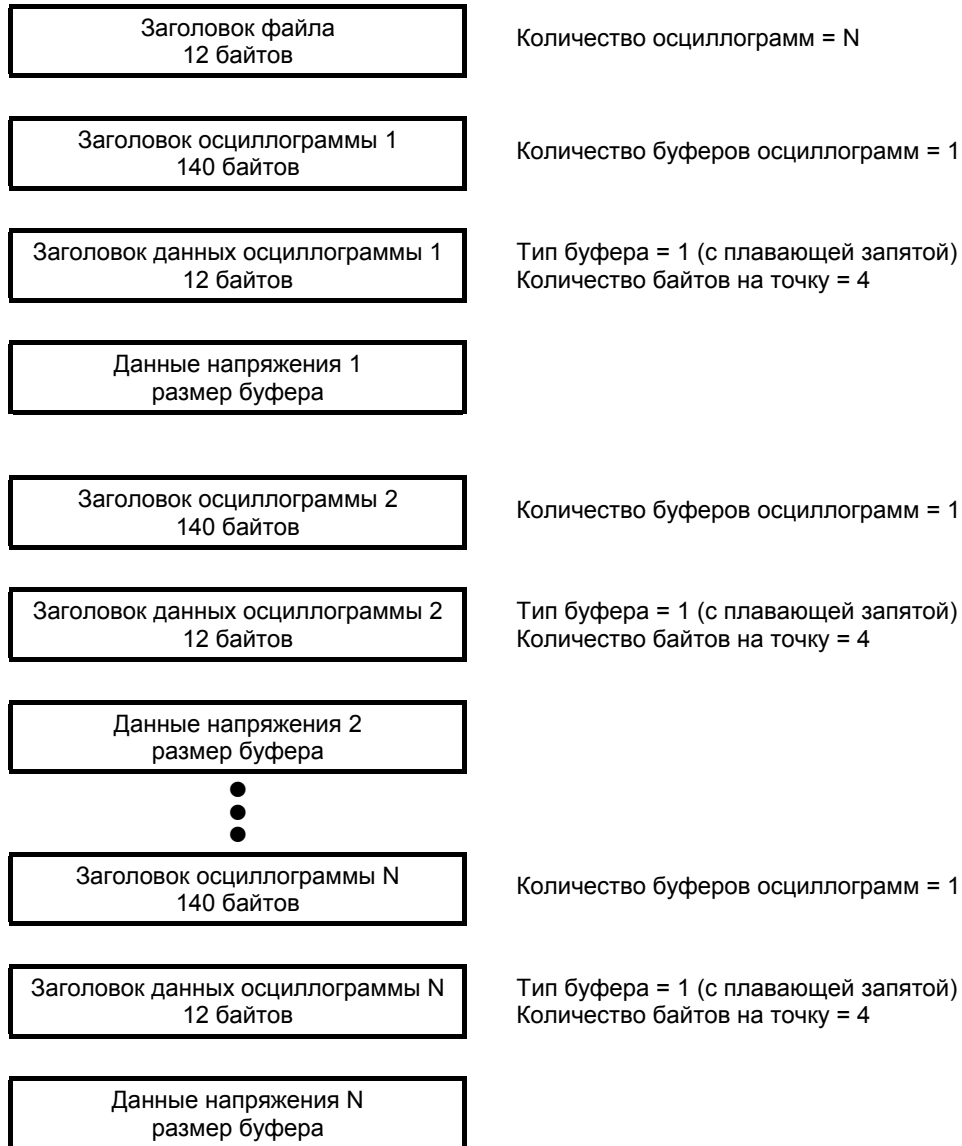
8.11.3 Пример программы для считывания двоичных данных

Чтобы найти пример программы для считывания двоичных данных, зайдите на сайт www.agilent.com/find/7000sw и выберите "Example Program for Reading Binary Data".

8.11.4 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	

8.12 Минимальные и максимальные значения в файлах CSV

Если вы выполняете быстрое измерение минимума или максимума, то минимальные и максимальные значения, которые индицируются на экране быстрых измерений, могут не появляться в файле CSV.

Объяснение:

Когда частота дискретизации у осциллографа равна 4 ГГц, то выборка производится с периодом 250 пс. Если установлен коэффициент развертки 100 нс/дел., то отображаются данные на интервале 1000 нс (поскольку ширина экрана соответствует десяти делениям). Чтобы найти общее количество сделанных осциллографом выборок, воспользуемся формулой:

$$1000 \text{ нс} \times 4 \text{ ГГц} = 4000 \text{ выборок}$$

Для измерительных данных осциллограф ограничивает количество точек с 4000 до 1000 точек, которые помещаются на экране. Такая децимация не теряет отслеживание минимальных и максимальных значений у каждой из 1000 точек данных, и на экране отображаются минимальные и максимальные значения. Однако данные с избыточным количеством выборок обрабатываются для получения значения наилучшей оценки каждой из 1000 точек по горизонтали. Данные в файле CSV представляют значения наилучшей оценки в каждой из 1000 точек по горизонтали. Поэтому минимальные и максимальные значения могут не появляться в файле CSV.

Это возникает при избыточном количестве выборок:

$$(10 \times \text{коэффициент развертки (с/дел.)} \times \text{макс. частота дискретизации} > 1000)$$

9 Питание и условия эксплуатации

В этой главе описаны требования к питанию и условия эксплуатации, приемлемые для осциллографов Agilent серии 7000.

9.1 Требования к питанию

Сетевое напряжение и частота – $96 \div 144$ В; $48 \div 440$ Гц или $192 \div 288$ В; $48 \div 66$ Гц; автоматический выбор

Потребляемая мощность – макс. 120 Вт

9.2 Категории измерений

Осциллографы серии InfiniiVision 7000 предназначены для измерений в категории измерений I.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Применяйте этот прибор только для измерений в пределах указанной для него категории измерений.

9.2.1 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.

9.2.2 Стойкость к броскам напряжения

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



Максимальное входное напряжение для аналоговых входов:

Категория I: $300 V_{эфф}$, $400 V_{пик}$; броски напряжения $1,6 kV_{пик}$

Категория II: $100 V_{эфф}$, $400 V_{пик}$

С пробником 10:1 10073C или 10074C:

Категория I: $500 V_{пик}$

Категория II: $400 V_{пик}$

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ



Не допускается превышение входного напряжения $5 V_{эфф}$ в режиме 50-омного входа. При появлении на входе напряжения свыше $5 V_{эфф}$ в режиме 50 Ом срабатывает защита входа и отключается нагрузка 50 Ом. Тем не менее это не исключает возможность повреждения входных цепей (в зависимости от динамики сигнала). Защита 50-омного входа действует только тогда, когда осциллограф включен.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Максимальное входное напряжение для логических каналов:

$\pm 40 \text{ В}_{\text{пик}}$, категория I; броски напряжения $800 \text{ В}_{\text{пик}}$

9.3 Условия эксплуатации

Окружающая среда – Применять только в помещениях.

Температура окружающей среды – Рабочая температура $-10^{\circ}\text{C} \div +55^{\circ}\text{C}$; температура при хранении $-65^{\circ}\text{C} \div +71^{\circ}\text{C}$.

Влажность – Рабочая относительная влажность 95% при температуре 40°C в течение 24 часов; относительная влажность при хранении 90% при температуре 65°C в течение 24 часов.

Высота над уровнем моря – Рабочая высота до 4570 м; высота при хранении до 15244 м.

Категория перенапряжения – Этот прибор рассчитан на питание от **сети**, которая соответствует категории II перенапряжения, что типично для оборудования, которое подключается к сети через сетевой шнур и розетку.

Степень загрязненности окружающей среды – Допускается эксплуатация осциллографа серии InfiniiVision 7000 в окружающей среде со степенью загрязненности 2 (или 1).

Определения степени загрязненности – Степень загрязненности 1: без появления загрязнений или появление лишь сухих непроводящих загрязнений. Эти загрязнения не влияют на функционирование прибора. Пример: чистая комната или офисное помещение с кондиционированием воздуха.

Степень загрязненности 2: обычно могут возникать только сухие непроводящие загрязнения. Иногда может возникать временная проводимость, обусловленная конденсацией влаги. Пример: окружающая среда в помещениях.

Степень загрязненности 3: появляются проводящие загрязнения или сухие непроводящие загрязнения, которые приобретают проводимость вследствие ожидаемой конденсации влаги. Пример: оборудование вне помещений под навесом.

9.4 Технические характеристики

Полные современные технические данные и характеристики осциллографов серии InfiniiVision 7000 приведены в соответствующем проспекте (Data Sheet). Чтобы загрузить копию этого проспекта, зайдите на сайт www.agilent.com/find/7000 и выберите закладку **Library**, затем выберите **Specifications**. Или зайдите на "домашнюю" страницу компании Agilent по адресу www.agilent.com и поищите **7000 series oscilloscopes data sheet**.

Чтобы заказать проспект по телефону, обращайтесь в местный офис компании Agilent. Список телефонов вы можете получить на сайте www.agilent.com/find/contactus.

9.5 Комментарии

Программа RealVNC лицензирована по условиям общедоступной лицензии GNU (проект по свободному распространению программного обеспечения). Авторское право © 2002-2005 RealVNC Ltd. Все права сохраняются.

Это открытое программное средство. Вы можете распространять его и/или модифицировать при соблюдении условий общедоступной лицензии GNU, опубликованных Фондом открытых программных средств (Free Software Foundation) – либо версии 2 лицензии, либо (по вашему выбору) более поздней лицензии.

Эта программа распространяется в надежде, что она окажется полезной, однако **без гарантии**, даже без подразумеваемой гарантии **коммерческой пригодности** или **пригодности к применению для определенной цели**. Дополнительные подробности изложены в общедоступной лицензии GNU. Эта лицензия находится на компакт-диске документации для программиста осциллографов Agilent серии InfiniiVision 7000. Код источника RealVNC можно получить у компании RealVNC или у компании Agilent (эта услуга является платной).

Алфавитный указатель

А

Автоматическая настройка	40, 61
Автоматические измерения	49, 134
Автоматическое масштабирование (AutoScale)	40
каналы	40
отмена	176
режим сбора данных	177
цифровые каналы	61
Активная последовательная шина	155, 158, 160, 165
Активные пробники	28
Аналоговые пробники	25
Аналоговые фильтры, настройка	125
Аналоговый канал	
коэффициент ослабления пробника	44
настройка	42
Асимметрия, аналоговые каналы	44

Б

Бездействие (пауза)	
последовательной шины	155, 158, 160, 165
Бесконечное послесвечение	38, 147, 175
Библиотека меток "по умолчанию"	53
Биты, запуск по сигналам SPI	102
Быстрое преобразование Фурье (FFT)	
параметр Center	126
ложные частотные составляющие	125

В

Векторы (соединение точек)	148
Верньер канала	42
Верньер регулировки по горизонтали	45
Включение каналов	33
Внешние устройства памяти	32
Внешний запуск	
входной импеданс	72
единицы измерения у пробников	72
коэффициент ослабления пробника	71
установки параметров пробника	71
Возврат прибора для технического обслуживания ...	188
Возможности сетевых соединений	18
Временные параметры, измерение	136
Время выдержки	70
Время нарастания, измерение	138
Время спада, измерение	138
Встроенная справочная система	29
Входное напряжение	26, 71
Входной импеданс	
вход внешнего запуска	72
вход канала	43
Выбор значений	30
Выбор места сохранения данных	180
Выбор цифровых каналов	33, 64
Выброс перед фронтом импульса	144
Вызов осциллограмм и параметров настройки	183
Высокочастотный шум, подавление	174
Выходной соединитель запуска	114
Вычисление квадратного корня	129

Г

Гистерезис запуска	174
Глазковые диаграммы	152
Глубина памяти	39
Графические символы в меню	30

Д

Двоичные данные (.bin)	193
в программе MATLAB	192
пример программы для считывания	194
Двоичные курсоры	130
Декодирование	
данных CAN, каналы-источники	160
данных FlexRay	166
данных I ² C	154
данных LIN	163
Дискретизация в реальном масштабе времени ...	152
Дискретизация, частота	9, 151, 153
Дистанционное управление	18
Длина регистрации	39

З

Заводская конфигурация	58
Загрузка (вызов) файлов	183
Запасные части	192
Запуск	
внешний	71
выдержка	70
гистерезис	174
по длительности импульса	75
по длительности кодовой комбинации	81
по кадрам I ² C	89, 90
по кодовой комбинации	77
по сигналам CAN	79
по сигналам FlexRay	83
по сигналам I ² C	88
условия запуска	89
по сигналам LIN	92
по сигналам SPI	99
по сигналам USB	113
по шестнадцатиричной кодовой комбинации шины	78
по фронту сигнала	74
по N-му фронту импульсного пакета	91
редкие события	152
телевизионный	102
характер связи	69
Защита конфиденциальных данных	186

И

Измерения	49, 178
амплитуда	141
быстрое преобразование Фурье (FFT)	125
временные параметры	136
время нарастания	138
время спада	138
выброс на фронте импульса	144
выброс перед фронтом импульса	144
длительность "+"	138
длительность "-"	138
задержка	139
коэффициент заполнения	137
максимальное значение	142
междупиковое значение	142
минимальное значение	142
напряжение	140
основание	142
период	138
среднее значение	141

И		К	
Измерения	49, 178	Категории измерений	197
среднеквадратическое значение	142	Классификатор	75
стандартное отклонение	142	Контактный захват	60
счетчик	137	Конфигурация	
частота	137	порта ввода-вывода	186
фаза	139	принятая по умолчанию	58
Измерительные пороги	135	Коррекция переходных характеристик пробников	26, 32
Импеданс		Коэффициент ослабления	41
входа внешнего запуска	72	Коэффициент ослабления пробника	44, 71
цифровых пробников	189	Коэффициент развертки, верньер	45
Имя файла, новое	181	Крутизна фронта сигнала	122
Инвертирование экранного отображения	182	Курсорные измерения	48, 130
Инвертирование осциллограммы	44	Курсоры Normal, Binary и Hex	130
Индикаторы		Курсоры X и Y	131
автоматического запуска	33, 68		
активности	63	Л	
времени задержки	46	Лицензии	57, 186
запуска Auto	68	Лицензия на добавление цифровых каналов	186
запуска Auto?	68	Логический порог	63
запуска Trig'd	69	Локальная сеть (LAN)	
запуска Trig'd?	69	интерфейс	18
D*	33, 64	соединение	18
Инсталлированные лицензии		управление	186
ALT	57		
AMS	57	М	
FPG	57	Максимальная частота дискретизации	153
FRS	57	Масштабная сетка	38
LSS	57	регулировка яркости	38
memXM	57	Математические функции	118
MSO	57	1 * 2 (умножение)	120
Интерфейс AutoProbe	32, 43	1 – 2 (вычитание)	121
внешний запуск	71	d/dt (дифференцирование)	122
Интерфейс дистанционного управления	18	вычисление квадратного корня	129
Информация об осциллографе	57	единицы измерения	119
Источник запуска	74	измерения	141
		интегрирование	123
К		масштабирование и смещение	119
Калибровка	55	Междупиковое значение	142
Калибровка пробника	44	Межсетевой интерфейс	18
Канал		Меню	
аналоговый	42	Quick Meas	49, 134
асимметрия	44	сигналов CAN	159
верньер	42	сигналов I ² C	154
единицы измерений у пробника	44	сигналов LIN	163
инвертирование	44	сигналов SPI	156, 170
клавиши включения и выключения	32	цифровых каналов	63
ограничение полосы пропускания	44	Метки	50
характер связи на входе	43	библиотека "по умолчанию"	53
чувствительность по вертикали	43	Микропрограммная версия, информация	20
Категория измерений, определения	197	Модернизация до уровня MSO	186
Категория перенапряжения	198	Модуляция яркости	48, 117
Клавиши			
измерений	34	Н	
AutoScale	34	Наложение спектров	125
Horizontal Menu/Zoom	34	Настройка, автоматическая	40, 61
Label	32	Настройка по умолчанию	58
Math	32	Настройка хранителя экрана	54
Menu/Zoom	34	Неопределенное состояние	130
Mode/Coupling, запуск	68	Нестабильный запуск	152
Print	53	Низкоамплитудные импульсы	138
Quick Meas	49, 134	Низкочастотный шум, подавление	174
Run/Stop	38	Новая метка	51
Single	39	Номер модели	20
Utility	33	Нулевой уровень	43

О

Обновление микропрограммного обеспечения	186
Обычный режим запуска	40, 69
Ограничение полосы пропускания	44
Однократная регистрация	33, 39
Окно для быстрого преобразования Фурье (FFT)	127
Окно Хеннинга	127
Оперативная справочная система Quick Help	29
Операции с файлами	184
Опорная временная точка	45
Опции печати	178
Опция Auto Increment	181
Опция SEC	186
Опция сбора данных в реальном масштабе времени	152
Органы управления запуском	33
на передней панели	31, 34
по горизонтали	45
цифровых каналов	33
Основной режим развертки	45
Остановка сбора данных	33, 38
Осциллограмма сохранение в памяти осциллографа	183
сохранение на накопителе USB	183
Осциллограф смешанных сигналов (MSO)	9, 57
Отмена автоматического масштабирования	176
Отображение цифровых каналов в виде сигналов шины	64
Отображение цифровых осциллограмм	62
Очистка осциллографа от загрязнений	189

П

Память сбора данных	68
Панель дистанционного управления	20
Панорамирование и изменение масштаба	39, 146
Параметры сетевой конфигурации	20
Пароль	21
Пары каналов	153
Пассивные пробники	27
Передняя панель описание органов управления	30
Период, измерение	138
Печать	53
Печать содержания экрана	178
Пиковое детектирование	150, 175
Подавление высоких частот	70, 174
низких частот	174
Положение по вертикали	42
регулировка	32
Полоса пропускания осциллографа	153
Пользовательская калибровка	55
Полярность импульсов	75
Полярность синхрои́мпульсов, запуск TV	103
Порог измерения в аналоговых каналах	135
цифровые каналы	63
Пороговые уровни CMOS, TTL, ECL	63
Последовательное декодирование	153, 182
данных CAN	159
Последовательные данные	88
Послесвечение, бесконечное	147
Предопределенные метки	51
Примеры файлов двоичных данных	195

П

Принадлежности	11, 13, 14
Принтер	32, 178, 179
Присоединение пробников аналоговые пробники	25
цифровые пробники	59
Причины нелинейных искажений	125
Пробник интерфейс AutoProbe	32
калибровка	44
коэффициент ослабления	44, 71
Программные обновления	186
Просачивание спектральных составляющих	126

Р

Развертка основной режим	45
Растяжка осциллограмм относительно "нулевого" уровня	54
относительно середины экрана	54
по вертикали	54
по горизонтали	146
Регулировка коэффициент развертки	33
положение по горизонтали	33
Редкие события запуска	152
Режим автоматического запуска	40, 68
Режим запуска	68
автоматический	40, 68
обычный	40, 69
Режим растянутой (задержанной) развертки	46
Режим сбора данных	150
высокое разрешение	151
нормальный режим	150
пиковое детектирование	150
усреднение	151, 152
Режим цифровой шины	64
Режим XY	47, 115
Режим Zoom	46
Ручки регулировки Entry	30, 34
задержка	46
положение	33, 64

С

Самопроверка	57
Сбор данных нормальный режим	150
режим пикового детектирования	150, 175
режим реального времени	152
Связь на входе по переменному напряжению	43
по постоянному напряжению	43
Сервисные функции	55
Серийный номер	20
Сетевой выключатель	16, 32
Сигнал Source frequency	114
Случайный шум	174
Соединение точек осциллограммы	148
Соединение LAN	18
Соединение с компьютером	19
Сохранение данных выбор места	180
форматы файлов	181
Сохранение осциллографических данных	179

С

Список меток	52
загрузка из текстового файла	52
Справочная система, встроенная	29
Сравнение результатов измерений	183
Среднеквадратическое значение, измерение	142
Стандартное отклонение, измерение	142
Степень загрязненности, определения	198
Стирание осциллограмм	148, 176
Стойкость к броскам напряжения	197
Строка измерений	37
Строка состояния	37
Сумматор	
CAN	162
FlexRay	169
UART/RS232	173
Суммирование	121
Счетчик	
кадров CAN	162
кадров FlexRay	169
кадров UART/RS232	173
Считывание данных EEPROM, запуск I ² C	89

Т

Телевизионный запуск (TV)	102
Технические характеристики	10
Технология MegaZoom III	9
Типы запуска	73
Транспортные повреждения	11
Требования к вентиляции	16

У

Удаление символов при вводе	181
Удаление файла	184
Управление длиной данных	182
Управление осциллографом	186
Управление через Web-браузер	20
Условные обозначения в тексте	30
Установка осциллографа с наклоном	15

Ф

Фаза, измерение	139
Файловый обозреватель	180, 183
применение	185
Файлы	
сохранение, вызов, загрузка	184
Флэш-модуль	32
Форматы файлов	
осциллограмм	181
ASCII	182
BIN	182
BMP	181
CSV	181
PNG	181

Ф

Функциональные клавиши	30, 34, 37
Addresses	18
Clear Display	148, 176
Configure	18
Controller	18
Digit	78
Domain	18
Hex	78
I/O	18
Imped	43
IP Options	18
LAN Settings	18
Length	182
Modify	18
Set all Digits	78

Х, Ц

Характер связи на входе канала	43
Хранитель экрана	54
Цифровой запоминающий осциллограф (DSO)	9
Цифровые каналы	10, 11, 38, 63
ввод в действие	186
высота осциллограмм	63
логический порог	63
отображение	41
работа с пробниками	189
функция AutoScale	61
Цифровые пробники	59, 189
импеданс	189

Ч, Ш

Частота дискретизации	9, 151, 153
Частота источника	114
Чувствительность по вертикали	32, 42
Шум	
высокочастотный	174
низкочастотный	174
подавление	70

Э, Я

Экран	34, 37
векторы	148
область отображения осциллограмм	37
отображение нескольких регистраций	39
подробности формы сигнала	149
режимы отображения	148
стирание осциллограмм	148
строка измерений	37
строка состояния	37
функциональные клавиши	37
яркость	38
Энергия импульса	123
Яркость осциллограммы	32