

Осциллографы Agilent InfiniiVision 4000 серии X

**Руководство для
пользователя**



Agilent Technologies

Предупреждения

© Agilent Technologies, Inc. 2005-2013 г.

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

Обозначение документа

54709-97023

Издание

Второе издание, Февраль 2013 г.

Отпечатано в Малайзии.

Agilent Technologies, Inc.
1900 Garden of the Gods Road
Colorado Springs, CO 80907 USA

История изменений

54709-97009, Октябрь 2012 г.

54709-97023, Февраль 2013 г.

Гарантия

Приведенная в этом документе информация предоставляется на условиях «как есть» и может быть изменена без уведомления в следующих редакциях. В дальнейшем, в максимальных пределах, разрешенных применимыми правовыми нормами, компания Agilent отказывается от всех явных и подразумеваемых гарантий относительно данного руководства

и любой приведенной в нем информации, включая, но не ограничиваясь, подразумеваемую гарантию высоких коммерческих качеств и пригодности конкретным целям. Компания Agilent не несет ответственности за ошибки, а также за побочный или косвенный ущерб, полученный в связи с предоставлением или использованием данного документа и любой содержащейся в нем информации. Если компания Agilent и пользователь имеют отдельное письменное соглашение с условиями гарантии, распространяющимся на данный документ, которое противоречит данным условиям, приоритет имеют условия гарантии в отдельном соглашении.

Лицензии

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

Ограничение прав

Ограничение прав правительства США. Права на программное обеспечение и технические данные, предоставляемые федеральному правительству, включают только права, предоставляемые конечным пользователям. Компания Agilent предоставляет коммерческую лицензию на программное обеспечение и технические данные в соответствии с FAR 12.211 (технические данные) и 12.212 (компьютерное ПО) и, для Министерства обороны, DFARS 252.227-7015 (технические данные — коммерческий продукт) и DFARS 227.7202-3 (права на коммерческое компьютерное ПО или документацию к нему).

Правила безопасности

ВНИМАНИЕ

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

ОСТОРОЖНО

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

Осциллографы InfiniiVision 4000 серии X — краткий обзор

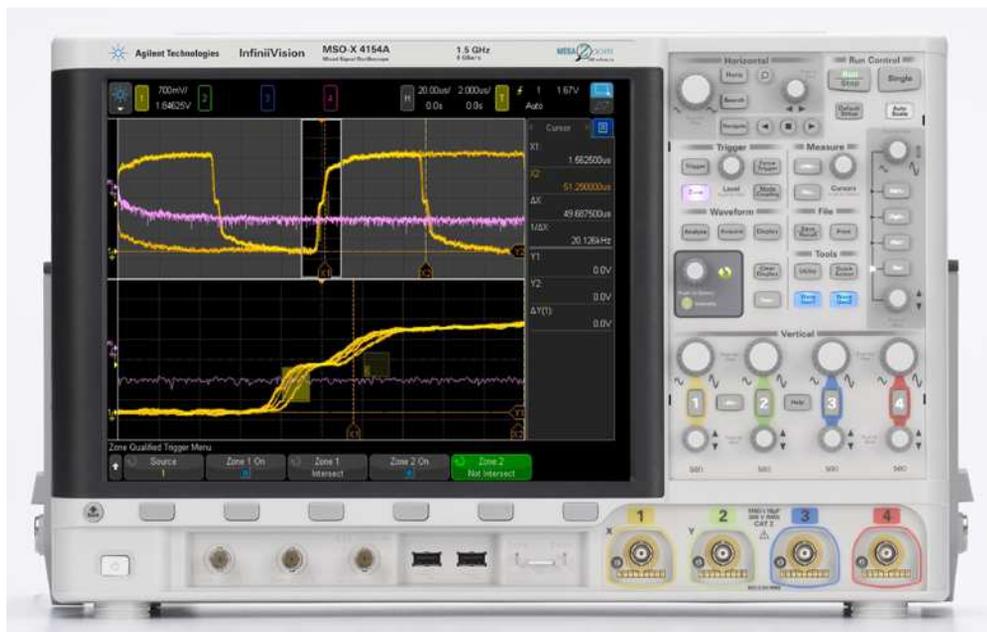


Таблица 1 4000 серии X: номера моделей, ширина полос пропускания, частоты дискретизации

Полоса пропускания	200 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц	1.5 ГГц
Частота дискретизации (с чередованием, без чередования)	5 Гвыб/с, 2,5 Гвыб/с				
2-канальный MSO + 16 логических каналов	MSO-X 4022A	MSO-X 4032A	MSO-X 4052A		
4-канальный MSO + 16 логических каналов	MSO-X 4024A	MSO-X 4034A	MSO-X 4054A	MSO-X 4104A	MSO-X 4154A
2-канальный DSO	DSO-X 4022A	DSO-X 4032A	DSO-X 4052A		
4-канальный DSO	DSO-X 4024A	DSO-X 4034A	DSO-X 4054A	DSO-X 4104A	DSO-X 4154A

Осциллографы Agilent InfiniiVision 4000 серии X имеют следующие характеристики.

- 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц и 1,5 ГГц – полосы пропускания.
- 2- и 4-канальные модели цифрового запоминающего осциллографа (DSO).
- 2+16-канальная и 4+16-канальная модели осциллографа смешанных сигналов (MSO).

С помощью осциллографа смешанных сигналов можно отлаживать смешанные схемы, одновременно используя аналоговые и тесно связанные цифровые сигналы. Частота дискретизации 16 цифровых каналов составляет 1,25 Гвыб/с при частоте переключения 250 МГц.

- Сенсорный экран SVGA 12,1 дюйма. Сенсорный экран обеспечивает простоту использования осциллографа.
 - Для ввода имен файлов, меток, сетей и принтеров можно использовать кнопки буквенно-цифровой клавиатуры вместо использования программных кнопок и  ручки ввода.
 - Можно касанием пальца обозначать прямоугольные области на экране для увеличения сигналов или установки запусков по зоне.
 - Можно коснуться синего значка меню на боковой панели, чтобы просмотреть информацию или управлять диалоговыми окнами. Можно перетаскивать (отделять) эти диалоговые окна из боковой панели, например для просмотра значений и измерений курсора одновременно.
 - Можно касаться других областей экрана вместо использования кнопок на лицевой панели, программных кнопок и ручек.
- 4 мегаточки памяти при чередовании и 2 мегаточки памяти MegaZoom IV для обеспечения наивысшей скорости обновления сигнала.
- Для обеспечения возможности быстрого выбора все ручки нажимаются.
- Типы запуска: фронт, фронт после фронта, длительность импульса, шаблон, ИЛИ, время нарастания/спада, N-ный фронт пакета, короткий пакет, настройка и задержка, видео и зона.

- Последовательное декодирование/параметры запуска для CAN/LIN, FlexRay, I²C/SPI, I²S, UART/RS232, MIL-STD-1553/ARINC 429 и USB. Lister для отображения пакетов последовательного декодирования.
- Сигналы математических функций: сложение, вычитание, умножение, деление, FFT, дифференцирование, интегрирование, квадратный корень, $Ax+B$, квадрат, абсолютное значение, логарифм, натуральный логарифм, экспонента, экспонента основания 10, фильтр низких частот, фильтр высоких частот, усредненное значение, увеличение, отклонение измерения, график синхронизации логической шины и график состояния логической шины.
- Местоположение опорных сигналов (4) для сравнения с сигналами других каналов или сигналами математических функций.
- Множество встроенных средств измерения и дисплей статистики измерений.
- Встроенный, запускаемый с помощью лицензии 2-канальный генератор сигналов следующих форм: произвольной, синусоидальной, прямоугольной, пилообразной, импульсной, постоянного тока, шума, кардинального синуса, экспоненциального нарастания, экспоненциального спада, кардиотонический и гауссова импульса. Модулированные сигналы на генераторе сигналов 1, кроме сигналов произвольной формы, импульсных сигналов, сигналов постоянного тока и шума.
- Наличие портов USB и LAN облегчает процесс распечатки, сохранения и обмена данных.
- Порт VGA для отображения экрана на разных мониторах.
- В осциллограф встроена система вызова быстрой справки. Для вызова быстрой справки нажмите и удерживайте любую кнопку. Подробные инструкции по использованию быстрой справки см. в разделе "Доступ к встроенной краткой справке" на странице 65.

Дополнительные сведения об осциллографах InfiniiVision см. на веб-сайте "www.agilent.com/find/scope."

Содержание данного руководства

В этом руководстве описывается применение осциллографов InfiniiVision 4000 серии X.

При распаковке осциллографа и первом его применении см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 1, “Начало работы,” на стр. 27
При отображении сигналов и полученных данных см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 2, “Средства управления разверткой,” на стр. 67• Глава 3, “Средства регулировки по вертикали,” на стр. 85• Глава 4, “Сигналы математических функций,” на стр. 97• Глава 5, “Опорные сигналы,” на стр. 131• Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 137• Глава 7, “Последовательное декодирование,” на стр. 157• Глава 8, “Настройка экрана,” на стр. 163• Глава 9, “Метки,” на стр. 171
При настройке запусков или режимов сбора данных см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 10, “Запуски,” на стр. 181• Глава 11, “Режим запуска/связи,” на стр. 223• Глава 12, “Управление сбором данных,” на стр. 233
Выполнение измерений и анализа данных.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 13, “Курсоры,” на стр. 255• Глава 14, “Измерения,” на стр. 265• Глава 15, “Тестирование по маске,” на стр. 299• Глава 16, “Цифровой вольтметр,” на стр. 313
При использовании встроенного генератора сигналов, активируемого по лицензии, см. следующий раздел.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 317
При сохранении, восстановлении или печати см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 18, “Сохранение/эп. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341• Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 359
При использовании функций утилит или веб-интерфейса осциллографа см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none">• Глава 20, “Настройки утилит,” на стр. 365• Глава 21, “Веб-интерфейс,” на стр. 387

Для справки см. следующий раздел.	<ul style="list-style-type: none"> • Глава 22, “Опорный сигнал,” на стр. 405
При использовании запуска по лицензированной последовательной шине и функций декодирования см. следующие разделы.	<ul style="list-style-type: none"> • Глава 23, “Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование,” на стр. 429 • Глава 24, “Запуск FlexRay и последовательное декодирование,” на стр. 449 • Глава 25, “Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование,” на стр. 459 • Глава 26, “Запуск по I2S и последовательное декодирование,” на стр. 481 • Глава 27, “Запуск по MIL-STD-1553/ARINC 429 и последовательное декодирование,” на стр. 493 • Глава 28, “Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование,” на стр. 511 • Глава 29, “Запуск USB 2.0 и последовательное декодирование,” на стр. 523

Совет

Краткие инструкции по последовательному нажатию кнопок панели и программных кнопок

Инструкции по нажатию последовательностей кнопок приведены в сокращенном виде. В сокращенном виде инструкция по нажатию кнопки **[Key1] Кнопка 1**, затем программной кнопки **Программная кнопка 2** и кнопки **Программная кнопка 3** выглядит следующим образом.

Нажмите **[Кнопка 1] > Программная кнопка 2 > Программная кнопка 3**.

Кнопками могут быть **[Key] Кнопка** на лицевой панели или **Программная кнопка**. Программные кнопки – это шесть кнопок, расположенных сразу под экраном осциллографа.

Содержание

Осциллографы InfiniiVision 4000 серии X — краткий обзор 3

Содержание данного руководства 6

1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки 27

Наклон осциллографа для удобного просмотра 30

Включение осциллографа 30

Подключение пробников к осциллографу 31



Предельное входное напряжение на аналоговом входе 32



Не допускайте смещения корпуса осциллографа 32

Входной сигнал 33

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию 33

Использование автомасштабирования 34

Компенсация пассивных пробников 36

Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов 37

Накладки для лицевой панели на разных языках 47

Элементы управления сенсорного экрана 49

Создание прямоугольников для масштабирования сигналов или настройки запуска по зоне 50

Перетаскивания сигналов влево или вправо для изменения положения по горизонтали 51

Выбор информации или элементов управления на боковой панели	51
Отделение диалоговых окон боковой панели с помощью перетаскивания	52
Выбор меню и закрытие диалоговых окон	53
Перетаскивание курсоров	53
Программные кнопки и меню на экране	54
Ввод имен с использованием диалоговых окон с буквенно-числовой клавиатурой	55
Изменение смещения сигналов путем перетаскивания значков точки отсчета земли	56
Доступ к элементам управления и меню с помощью значка искры	57
Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения	59
Доступ к меню развертки и открытие диалогового окна масштаба/задержки	59
Доступ к меню запуска, изменение режима запуска и открытие диалогового окна уровня запуска	60
Использование USB-мыши и/или клавиатуры для управления элементами на сенсорном экране	61
Разъемы на задней панели	61
Изучение дисплея осциллографа	63
Доступ к встроенной краткой справке	65

2 Средства управления разверткой

Регулировка масштаба развертки (время/деление)	69
Регулировка задержки по горизонтали (положения)	69
Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных	70
Изменение временного режима развертки ("Нормальный", "XY" или "Качение")	71

Временной режим "XY"	73
Отображение временной развертки с измененным масштабом	76
Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки	78
Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)	79
Поиск событий	79
Настройка поиска	80
Копирование настроек поиска	81
Навигация по временной развертке	81
Навигация по времени	82
Навигация по событиям поиска	82
Навигация по сегментам	83

3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций)	86
Настройка масштаба по вертикали	87
Настройка положения по вертикали	88
Указание связи каналов	88
Указание импеданса на входе канала	89
Указание ограничения полосы пропускания	90
Изменение точной/грубой настройки ручки масштабирования по вертикали	90
Инвертирование сигнала	91
Настройка параметров пробника аналогового канала	91
Указание единиц измерения канала	92
Указание коэффициента затухания пробника	92

Указание искажения пробника 93

Калибровка пробника 94

4 Сигналы математических функций

Отображение сигнала математических функций 97

Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции 99

Единицы измерения сигналов математических функций 100

Математические операторы 101

Сложение или вычитание 101

Умножение или деление 102

Математические преобразования 103

Дифференцирование 104

Интегрирование 105

Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT) 108

Квадратный корень 117

$Ax + B$ 118

Квадрат 119

Абсолютное значение 120

Логарифм 120

Натуральный логарифм 121

Экспонента 121

Экспонента основания 10 122

Математические фильтры 123

Фильтр высоких и низких частот 123

Усредненное значение 124

Математическая визуализация 125

Увеличение 125

Отклонение измерения 126

График синхронизации логической шины 128

График состояния логической шины 129

5 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала 132

Отображение опорного сигнала 132

Изменение масштаба и положения опорных сигналов 133

Регулировка искажений опорного сигнала 134

Отображение информации об опорном сигнале 134

Сохранение/вызов файлов опорных сигналов на
USB-накопитель и с USB-накопителя 134

6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому
устройству 137



Кабель пробника цифровых каналов 138

Получение сигналов по цифровым каналам 141

Отображение цифровых каналов с помощью функции
автомасштаба 141

Интерпретация сигнала на цифровом дисплее 143

Изменение размера отображения цифровых каналов 144

Включение и выключение одного канала 144

Включение и выключение всех цифровых каналов 144

Включение и выключение групп каналов 144

Изменение логического порога цифровых каналов 145

Изменение положения цифрового канала 145

Отображение цифровых каналов как шины 146

Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника	150
Входной импеданс	150
Заземление пробника	152
Оптимальные методы измерений	154
Замена контактов цифрового пробника	155

7 Последовательное декодирование

Модули последовательного декодирования	157
Lister	159
Поиск данных Lister	161

8 Настройка экрана

Регулировка яркости	163
Установка и отмена послесвечения	165
Очистка экрана	167
Выбор типа масштабной сетки	167
Регулировка яркости масштабной сетки	168
Отображение сигналов с помощью векторов и точек	168
Фиксация изображения на экране	169

9 Метки

Включение и выключение меток	171
Присвоение каналу заранее определенных меток	172
Определение новой метки	173
Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла	175
Восстановление заводских настроек по умолчанию для библиотеки меток	176

Добавление пояснения 176

10 Запуски

Настройка уровня запуска 183

Принудительный запуск 184

Запуск по фронту 184

Запуск по фронту за фронтом 187

Запуск по длительности импульса 190

Запуск по шаблону 193

 Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению
 шины 195

Запуск по условию ИЛИ 196

Запуск по времени нарастания/спада 198

Запуск по N-ному фронту серии 200

Запуск по короткому пакету 201

Запуск по настройке и удержанию 203

Запуск по видеосигналам 204

 Настройка общих запусков по видеосигналу 209

 Запуск по определенной строке видеосигнала 211

 Запуск по всем синхроимпульсам 212

 Запуск по определенному полукадру видеосигнала 213

 Запуск по всем полукадрам видеосигнала 214

 Запуск по нечетным или четным полям 215

Последовательный запуск 218

Запуск по зонам 219

11 Режим запуска/связи

Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" 224

Выбор связи триггеров	226
Включение и выключение подавления шума при запуске	228
Включение и выключение ВЧ-заграждения	228
Настройка задержки запуска	229
Вход внешнего источника запуска	230
 Максимальное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа	230

12 Управление сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой)	233
Общие сведения о дискретизации	235
Теория дискретизации	235
Наложение спектров	236
Полоса пропускания осциллографа и частота дискретизации	236
Время нарастания осциллографа	239
Необходимая полоса пропускания осциллографа	239
Объем памяти и частота дискретизации	240
Выбор режима сбора данных	240
Режим сбора данных "Нормальный"	242
Режим сбора данных "Обнаружение пиков"	242
Режим сбора данных "Усреднение"	245
Режим сбора данных "Высокое разрешение"	247
Параметр отбора проб в реальном времени	248
Отбор проб в реальном времени и полоса пропускания осциллографа	249
Сбор данных в сегментированную память	250
Навигация между сегментами	251

Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти	252
Время подготовки сегментированной памяти	253
Сохранение данных сегментированной памяти	253

13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений	256
Примеры курсоров	260

14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений	266
Сводная таблица измерений	268
Общий снимок	272
Измерения напряжения	273
Полная амплитуда	274
Максимум	274
Минимум	274
Амплитуда	275
Верхний уровень	275
Основание	276
Отклонение от установленного значения	276
Отрицательный выброс	278
Среднее значение	278
DC RMS	279
AC RMS	279
Коэффициент	281
Измерения времени	281
Период	282
Частота	282
Счетчик	283
+ Длительность	284

– Длительность	284
Длительность серии	284
Коэффициент заполнения	285
Время нарастания	285
Время спада	285
Задержка	286
Фаза	287
X при минимальном значении Y	289
X при максимальном значении Y	289
Измерения путем подсчета	290
Счетчик положительных импульсов	290
Счетчик отрицательных импульсов	291
Счетчик переднего фронта	291
Счетчик заднего фронта	291
Измерения смешанного типа	291
Площадь	291
Пороги измерений	292
Окно измерений	294
Статистика по измерению	295

15 Тестирование по маске

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска)	299
Параметры настройки теста по маске	302
Статистика по маске	304
Изменение файла маски вручную	305
Создание файла маски	309
Как проводится тестирование по маске?	310

16 Цифровой вольтметр

17 Генератор сигналов

- Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров 317
- Редактирование произвольных сигналов 322
 - Создание новых произвольных сигналов 324
 - Редактирование существующих произвольных сигналов 325
 - Сохранение других сигналов в произвольный сигнал 330
- Вывод синхронизирующих импульсов генератора 331
- Определение расчетной нагрузки на выходе 332
- Использование логических предустановок генератора сигналов 333
- Добавление шума в вывод генератора сигнала 333
- Добавление модуляции к выходному сигналу генератора 334
 - Настройка амплитудной модуляции (АМ) 335
 - Настройка частотной модуляции (ЧМ) 337
 - Настройка модуляции частотной манипуляции (ЧМн) 338
- Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию 339
- Настройка двухканального отслеживания 340

18 Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)

- Сохранение настроек, изображений экрана или данных 341
 - Сохранение файлов настройки 344
 - Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG 344
 - Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN 345
 - Управление длиной 347

Сохранение файлов данных Lister	348
Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель	349
Сохранение маски	349
Сохранение произвольных сигналов	350
Навигация по местам сохранения	350
Ввод имени файла	351
Отправка настроек, изображений экрана или данных по электронной почте	352
Восстановление файлов настройки, маски или данных	353
Восстановление файлов настройки	354
Восстановление файлов маски	354
Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя	355
Восстановление произвольных сигналов	355
Восстановление настроек по умолчанию	356
Выполнение безопасной очистки	356

19 Печать (экранов)

Печать экрана осциллографа	359
Настройка подключения сетевого принтера	361
Установка значений параметров печати	362
Установка значения параметра "Палитра"	363

20 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода/вывода	365
Настройка подключения осциллографа к сети LAN	366
Установка соединения с сетью LAN	367
Автономное (прямое) подключение к ПК	368
Диспетчер файлов	369

Настройка параметров осциллографа	371
Расширение по центру или по нижнему уровню	372
Отключение/включение прозрачных фонов	372
Загрузка библиотеки меток по умолчанию	372
Настройка экранной заставки	373
Установка параметров настройки автомасштаба	374
Настройка часов осциллографа	375
Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели	376
Настройка режима опорного сигнала	376
Передача тактового сигнала дискретизации на осциллограф	377
	
Максимальное входное напряжение на разъеме 10 MHz REF	377
Чтобы синхронизировать временную развертку двух или более приборов, выполните следующее.	378
Выполнение обслуживания	379
Пользовательская калибровка	380
Выполнение самопроверки оборудования	382
Выполнение самопроверки лицевой панели,	383
Отображение сведений об осциллографе	383
Отображение состояния пользовательской калибровки	383
Уход за осциллографом	384
Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания	384
Контактные сведения Agilent	384
Возврат устройства	384
Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие"	385

21 Веб-интерфейс

- Доступ к веб-интерфейсу 388
- Управление с помощью браузера 389
 - Дистанционная лицевая панель управления осциллографом 390
 - Простая дистанционная лицевая панель 391
 - Дистанционная лицевая панель на основе браузера 392
 - Дистанционное программирование через веб-интерфейс 393
 - Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries 394
- Сохранение/вызов 395
 - Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса 395
 - Восстановление файлов через веб-интерфейс 397
- Получение изображения 398
- Функции идентификации 398
- Средства измерения 399
- Установка пароля 401

22 Опорный сигнал

- Технические характеристики 405
- Категория измерения 406
 - Категория измерения осциллографа 406
 - Определения категории измерения 406
 - Стойкость к скачкам напряжения 407
 -  Предельное входное напряжение на аналоговом входе 407
 -  Предельное напряжение на входе цифрового канала 407

Внешние условия	407
Пробники и приспособления	408
Пассивные пробники	409
Односторонние активные пробники	410
Дифференциальные пробники	411
Токовые пробники	411
Доступные приспособления	412
Загрузка лицензий и модернизация осциллографа	413
Лицензионные модули	414
Другие модули	416
обновление до уровня MSO	416
Обновления для ПО и микропрограмм	416
Формат двоичных данных (.bin)	417
Двоичные данные в MATLAB	418
Формат заголовка двоичного файла	418
Пример программы для чтения двоичных данных	421
Примеры двоичных файлов	421
Файлы CSV и ASCII XY	424
Структура файлов CSV и ASCII XY	425
Минимальное и максимальное значения в файлах CSV	425
Официальное уведомление	426

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

Настройка для сигналов CAN	429
Запуск по CAN	431
Последовательное декодирование CAN	433
Интерпретация данных декодирования CAN	435
Суммирующее устройство CAN	436
Интерпретация данных CAN Lister	438

Поиск данных CAN в таблице Lister	439
Настройка для сигналов LIN	440
Запуск по LIN	442
Последовательное декодирование LIN	444
Интерпретация данных декодирования LIN	445
Интерпретация данных LIN Lister	447
Поиск данных LIN в таблице Lister	448

24 Запуск FlexRay и последовательное декодирование

Настройка сигналов FlexRay	449
Запуск FlexRay	451
Запуск по пакетам FlexRay	451
Запуск по ошибкам FlexRay	452
Запуск по событиям FlexRay	453
Декодирование последовательных данных FlexRay	454
Интерпретация декодирования FlexRay	455
Суммирующее устройство FlexRay	456
Интерпретация данных FlexRay Lister	457
Поиск данных FlexRay в Lister	458

25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C	459
Запуск по I2C	460
Последовательное декодирование I2C	465
Интерпретация данных декодирования I2C	466
Интерпретация данных I2C Lister	467
Поиск данных I2C в таблице Lister	468
Настройка сигналов SPI	469
Запуск по SPI	474

Последовательное декодирование SPI	475
Интерпретация данных декодирования SPI	477
Интерпретация данных SPI Lister	478
Поиск данных SPI в таблице Lister	479

26 Запуск по I2S и последовательное декодирование

Настройка сигналов I2S	481
Запуск по I2S	485
Последовательное декодирование I2S	488
Интерпретация данных декодирования I2S	489
Интерпретация данных I2S Lister	491
Поиск данных I2S в Lister	491

27 Запуск по MIL-STD-1553/ARINC 429 и последовательное декодирование

Настройка сигналов MIL-STD-1553	493
Запуск по MIL-STD-1553	495
Последовательное декодирование MIL-STD-1553	496
Интерпретация декодирования MIL-STD-1553	497
Интерпретация данных MIL-STD-1553 в Lister	499
Поиск данных MIL-STD-1553 в Lister	500
Настройка сигналов ARINC 429	501
Запуск по ARINC 429	503
Последовательное декодирование ARINC 429	505
Интерпретация декодирования ARINC 429	507
Суммирующее устройство ARINC 429	508
Интерпретация данных ARINC 429 в Lister	509
Поиск данных ARINC 429 в Lister	510

28 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

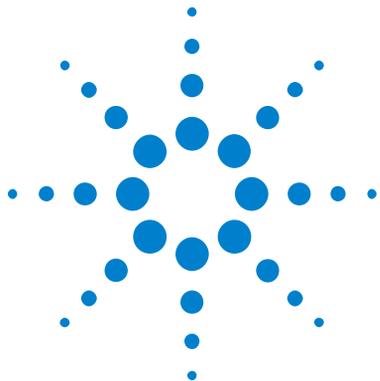
Настройка сигналов UART/RS232	511
-------------------------------	-----

Запуск UART/RS232	513
Последовательное декодирование UART/RS232	516
Интерпретация данных декодирования UART/RS232	518
Суммирующее устройство UART/RS232	519
Интерпретация данных UART/RS232 в Lister	520
Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister	521

29 Запуск USB 2.0 и последовательное декодирование

Настройка сигналов USB 2.0	523
Запуск по USB 2.0	525
Последовательное декодирование USB 2.0	527
Интерпретация декодирования USB 2.0	529
Интерпретация данных USB 2.0 в Lister	531
Поиск данных USB 2.0 в Lister	532

Предметный указатель



1

Начало работы

Проверка содержимого упаковки	27
Наклон осциллографа для удобного просмотра	30
Включение осциллографа	30
Подключение пробников к осциллографу	31
Входной сигнал	33
Восстановление настроек осциллографа по умолчанию	33
Использование автомасштабирования	34
Компенсация пассивных пробников	36
Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов	37
Элементы управления сенсорного экрана	49
Разъемы на задней панели	61
Изучение дисплея осциллографа	63
Доступ к встроенной краткой справке	65

В этой главе описываются действия, предпринимаемые при первом использовании осциллографа.

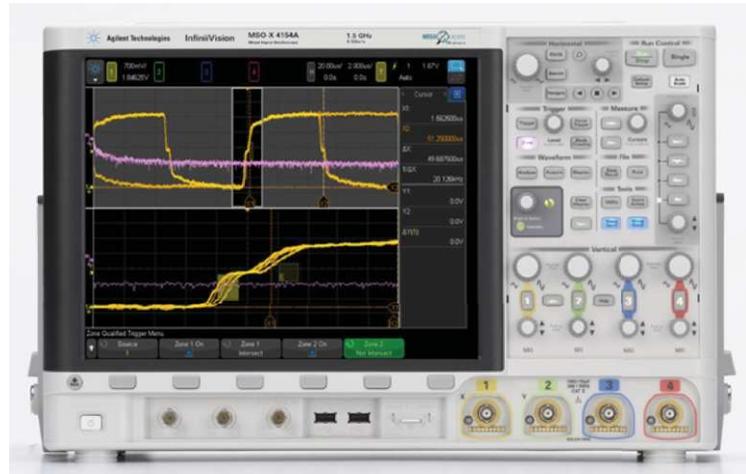
Проверка содержимого упаковки

- Проверка транспортировочного контейнера на наличие повреждений.

При наличии видимых повреждений транспортировочного контейнера сохраните его или амортизирующий материал до конца проверки содержимого посылки на комплектность, а также механической и электрической проверки самого осциллографа.

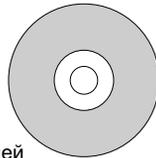


- Убедитесь в получении перечисленных далее наименований и других возможно заказанных приспособлений.
 - Осциллограф InfiniiVision 4000 серии X.
 - Кабель питания (характеристики кабеля зависят от страны производства).
 - Пробники осциллографа:
 - два пробника для двухканальной модели;
 - четыре пробника для четырехканальной модели.
 - Комплект цифрового пробника (только для моделей MSO).
 - Компакт-диск с документацией.



Осциллограф InfiniiVision 4000 серии X

Пробники N2894A
(2 или 4 шт.)

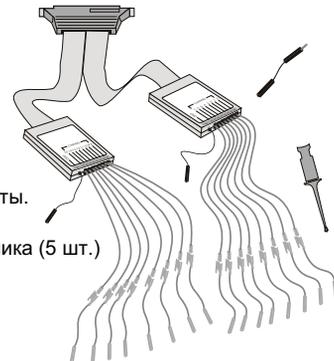
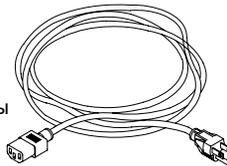


Компакт-диск с документацией



Комплект цифрового пробника*
(только для моделей MSO)

Кабель питания
(в зависимости от страны
производства)



*Комплект N6450-60001 включает следующие компоненты.

- 54620-61601 16-канальный кабель (1 шт.)
- 01650-82103 2-дюймовый кабель заземления пробника (5 шт.)
- 5090-4832 Захват (20 шт.)

Сменные детали цифрового пробника перечислены в главе "Цифровые каналы".

См. также • ["Доступные приспособления"](#) на странице 412

Наклон осциллографа для удобного просмотра

Для удобства просмотра осциллограф можно наклонить.

- 1 Наклоните осциллограф вперед. Поверните ножку вниз по направлению к задней панели осциллографа. Ножка встанет на место.



- 2 Повторите действие с другой ножкой.
- 3 Поставьте осциллограф так, чтобы он надежно встал на ножки.
Чтобы убрать ножку, выполните следующее.
 - 1 Наклоните осциллограф вперед. Нажмите кнопку освобождения ножки и поверните ее вверх по направлению лицевой панели осциллографа.
 - 2 Повторите действие с другой ножкой.

Включение осциллографа

Требования к электропитанию

- Требования в отношении напряжения в сети, частот и электропитания.
- ~Напряжение в сети – 100-120 В переменного тока, 50/60/400 Гц

- 100-240 В переменного тока, 50/60 Гц
- 120 Вт – макс.

Требования к системам вентиляции

Зоны впуска и выпуска воздуха не должны быть засорены. Для обеспечения надлежащего охлаждения приток воздуха не должен быть ограничен. Обязательно следите за тем, чтобы зоны впуска и выпуска воздуха не были засорены.

Под действием вентилятора воздух всасывается из левой и нижней частей осциллографа и выводится из отверстия на задней панели осциллографа.

Если осциллограф установлен на столе, необходимо обеспечить зазоры 2 дюйма по бокам устройства и зазоры 4 дюйма (100 мм) над и под устройством для надлежащей вентиляции.

Включение осциллографа

- 1 Подключите кабель питания к порту на задней панели осциллографа, затем подключите его к подходящему источнику напряжения переменного тока. Проложите кабель питания таким образом, чтобы исключить защемление кабеля ножками осциллографа.
- 2 Осциллограф автоматически настраивает входное напряжение в сети в диапазоне от 100 до 240 В переменного тока. Предоставленный сетевой шнур соответствует требованиям страны-изготовителя.

ОСТОРОЖНО

Всегда используйте заземленный кабель питания. Не снимайте заземление с кабеля питания.

- 3 Нажмите выключатель питания.

Выключатель питания находится в левом нижнем углу лицевой панели устройства. Осциллограф выполнит процедуру самодиагностики и через несколько секунд будет готов к работе.

Подключение пробников к осциллографу

- 1 Подключите пробник к разъему канала BNC осциллографа.

- 2 Подключите выдвижной наконечник пробника к нужной точке цепи или тестируемого устройства. Обязательно подключите кабель заземления пробника к точке заземления цепи.

ВНИМАНИЕ

 **Предельное входное напряжение на аналоговом входе**

CAT I: 300 среднеквадратических В, 400 В (макс.); динамическая перегрузка по напряжению 1,6 кВ (макс.)

50 Ом на входе: 5 среднеквадратических В – это защита на входе, установленная для режима 50 Ом. При обнаружении напряжения, превышающего 5 среднеквадратических В канал с нагрузкой в 50 Ом будет разорван. Однако, в зависимости от временной константы сигнала, возможны повреждения на входах. Защита на входе для режима 50 Ом работает, только когда на осциллограф подается питание.

С пробником 10073С 10:1 – CAT I: 500 В (макс.)

С пробником N2871А, N2872А или N2873А 10:1 – CAT I: 400 В (макс.), динамическая перегрузка по напряжению 1,25 кВ (макс.)

ВНИМАНИЕ

 **Не допускайте смещения корпуса осциллографа**

Нарушение заземления и смещение корпуса осциллографа могут привести к неточным измерениям, а также повреждению оборудования. Кабель заземления пробника следует замкнуть на корпус осциллографа и подключить к проводу заземления силового кабеля. Если нужно выполнить измерение между двумя точками, находящимися под напряжением, следует использовать дифференциальный пробник с достаточным динамическим диапазоном.

ОСТОРОЖНО

Не следует пренебрегать обеспечением защиты путем заземления осциллографа. Заземление осциллографа осуществляется посредством кабеля питания. Нарушение заземления повышает риск поражения электротоком.

Входной сигнал

Первый входной сигнал осциллографа – это сигнал на разъеме Demo 2, Probe Comp. Этот сигнал используется для компенсации пробников.

- 1 Подключите пробник канала 1 осциллографа к контакту **Demo 2** (Probe Comp) на лицевой панели.
- 2 Подключите кабель данного пробника к контакту заземления (рядом с контактом **Demo 2**).

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

- 1 Нажмите кнопку [**Default Setup**] **Настр.по умолчанию**.

Нажатие этой кнопки восстанавливает настройки осциллографа по умолчанию. Это приводит осциллограф в известное рабочее состояние. Далее перечислены основные стандартные параметры.

Таблица 2 Конфигурация по умолчанию

Развертка	Нормальный режим, масштаб 100 мкс/дел, задержка 0 с, синхронизирующий сигнал в центре экрана.
Отклонение (аналоговый сигнал)	Канал 1 включен, масштаб 5 В/дел, связь по постоянному току, положение 0 В, импеданс 1 МОм.
Запуск	Запуск по фронту, автоматический режим, уровень 0 В, источник - канал 1, связь по постоянному току, уклон переднего фронта, время задержки 40 нс.
Дисплей	Послесвечение выключено, яркость сетки 20 %, яркость сигнала 50 %.
Прочее	Нормальный режим сбора данных, кнопка [Run/Stop] Пуск/стоп в положении "Пуск", курсоры и измерители отключены.
Метки	Все пользовательские метки, созданные в библиотеке меток, сохраняются (не удаляются), но всем меткам каналов будут возвращены исходные имена.

1 Начало работы

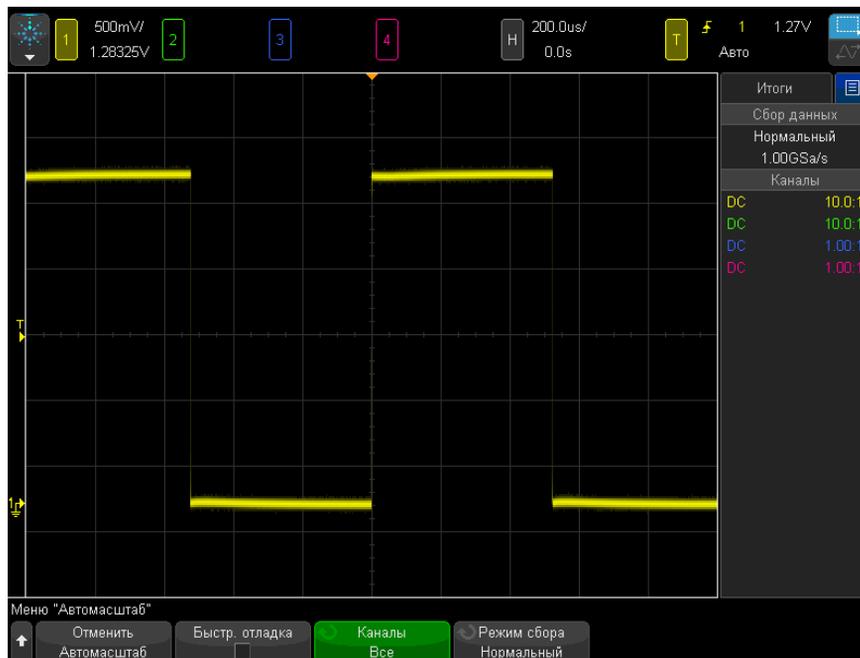
В меню сохранения/восстановления имеются параметры полного восстановления заводских настроек (см. раздел [“Восстановление настроек по умолчанию”](#) на странице 356) или выполнения безопасной очистки (см. раздел [“Выполнение безопасной очистки”](#) на странице 356).

Использование автомасштабирования

Чтобы автоматически настроить наилучшее отображение входных сигналов на экране осциллографа, используйте кнопку **[Auto Scale]** **Автомасштаб.**

1 Нажмите кнопку **[Auto Scale]** **Автомасштаб.**

На экране осциллографа должен отобразиться сигнал, подобный представленному ниже.



- 2 Для возврата к предыдущим настройкам осциллографа нажмите кнопку **Отменить автомасштаб**.
- 3 Для включения "быстрой отладки" автомасштабирования, изменения автомасштабируемых каналов или сохранения режима сбора данных в процессе автомасштабирования нажмите кнопку **Быстрая отладка, Каналы** или **Режим сбора**.

Те же кнопки отображаются и в меню "Настройка автомасштаба". См. ["Установка параметров настройки автомасштаба"](#) на странице 374.

Если сигнал отображается, но это не тот прямоугольный сигнал, который показан выше, то проведите процедуру ["Компенсация пассивных пробников"](#) на странице 36.

Если сигнал не отображается, то убедитесь, что пробник надежно подключен к входному разъему BNC на лицевой панели и разъему Demo 2 (Probe Comp) слева.

Принцип действия автомасштабирования

При автомасштабировании анализируются все сигналы на каждом из каналов и на входе внешнего источника запуска. Речь идет и о цифровых каналах, если таковые подключены.

При автомасштабировании улавливаются, включаются и масштабируются любые каналы с повторяющимся сигналом частотой от 25 Гц, рабочим циклом, превышающим 0,5 %, и минимальной полной амплитудой 10 мВ. Каналы, в которых сигнал не найден, будут отключены.

Для выбора источника запуска найдите первую действительную форму сигнала, начиная с источника внешнего запуска, затем, переходя от аналогового канала с наименьшим до аналогового канала с наибольшим номером и (если подключены цифровые пробники) заканчивая цифровым каналом с наибольшим номером.

При автомасштабировании для задержки указывается значение 0 секунд, настройка времени/деления (скорость развертки) по горизонтали зависит от входного сигнала (около 2 периодов отображаемого на экране запущенного сигнала), а для режима запуска указывается значение "Фронт".

Компенсация пассивных пробников

Каждый пассивный пробник осциллографа должен быть подвергнут компенсации для соответствия входным характеристикам канала осциллографа, к которому он подключен. Неправильно выполненная процедура компенсации пробника может стать причиной серьезных ошибок в измерениях.

- 1 Ввод сигнала компенсации пробника (см. [“Входной сигнал”](#) на странице 33).
- 2 Нажмите кнопку **[Default Setup] Настр.по умолчанию** для восстановления настроек осциллографа по умолчанию (см. [“Восстановление настроек осциллографа по умолчанию”](#) на странице 33).
- 3 Нажмите кнопку **[Auto Scale] Автомасштаб**, чтобы автоматически настроить осциллограф для сигнала компенсации пробника (см. [“Использование автомасштабирования”](#) на странице 34).
- 4 Нажмите кнопку канала, к которому подключен пробник ([1], [2] и т. д.).
- 5 В меню канала нажмите кнопку **Пробник**.
- 6 В меню пробника канала нажмите кнопку **Проверка пробника** и следуйте инструкциям на экране.

При необходимости используйте неметаллический инструмент (прилагаемый к пробнику), чтобы настроить подстроечный конденсатор пробника на максимально плоский импульс.

На пробниках модели N2862/63/90 подстроечный конденсатор – это желтый регулятор на наконечнике пробника. На других пробниках подстроечный компенсатор расположен на разъеме BNC.



- 7 Подключите пробники ко всем остальным каналам осциллографа (канал 2 2-канального осциллографа или каналы 2, 3 и 4 4-канального осциллографа).
- 8 Повторите процедуру для каждого канала.

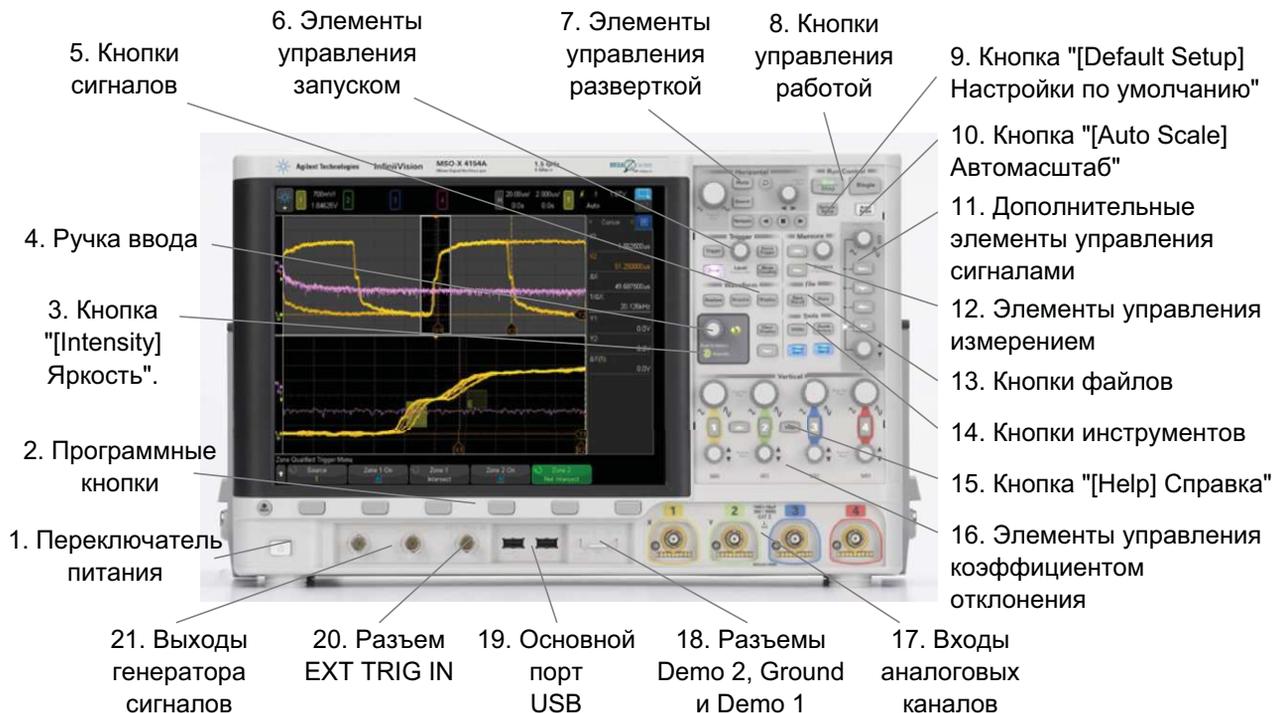
Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов

При упоминании *кнопки*, находящейся на лицевой панели, имеется в виду любая кнопка, которую можно нажать.

Программная кнопка – это одна из 6 кнопок, расположенных непосредственно под дисплеем. Условные обозначения этих кнопок отображаются на экране над ними. По мере перехода от одного меню осциллографа к другому их функции меняются.

Описание обозначенных на данном рисунке пронумерованных средств управления см. в приведенной далее таблице.

1 Начало работы



1.	Выключатель питания	Чтобы включить питание, нажмите один раз; нажмите еще раз, чтобы отключить питание. См. "Включение осциллографа" на странице 30.
2.	Программные кнопки	<p>Функции этих кнопок зависят от меню, отображаемых сразу над ними на дисплее.</p> <p>Кнопка "Назад/вверх" выполняет перемещение в иерархии меню программных кнопок. В верхней части иерархии кнопка "Назад/вверх" отключает меню. Вместо них на экране отображаются сведения об осциллографе.</p>

3.	Кнопка [Intensity] Яркость	<p>Нажмите эту кнопку, чтобы ее подсветить. Подсветив ее, поверните ручку ввода, чтобы отрегулировать яркость отображаемого сигнала. Совсем как при работе с аналоговым осциллографом, управляя яркостью сигнала можно выделять отдельные его детали. Регулировка яркости цифрового сигнала невозможна. Подробности об использовании регулятора яркости для просмотра деталей сигнала см. в разделе "Регулировка яркости" на странице 163.</p>
4.	Ручка ввода	<p>Ручка ввода используется для выбора элементов меню и изменения значений. Функция ручки ввода меняется в зависимости от выбранных меню и программной кнопки.</p> <p>Обратите внимание, что, когда с помощью ручки ввода можно выбрать значение, знак в виде изогнутой стрелки  подсвечивается над ней. Кроме того, когда символ ручки ввода  отображается на одной из программных кнопок, также можно выбрать значение с помощью ручки ввода.</p> <p>Часто для осуществления выбора достаточно поворота ручки ввода. Иногда ручку ввода можно нажать, чтобы подтвердить или отменить выбор. Также нажатием ручки ввода с экрана убираются всплывающие меню.</p>

5.	Кнопки сигналов	<p>Кнопка [Analyze] Анализ – нажмите, чтобы получить доступ к следующим функциям анализа.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Настройка уровня запуска. • Настройка порога измерений. • Автоматическая настройка запуска по видеосигналам и отображение. • Приложение для анализа качества сигнала DSOX4USBSQ USB 2.0. • Тестирование по маске (см. Глава 15, “Тестирование по маске,” на стр. 299). • Приложение для измерения мощности и анализа DSOX4PWR. • Цифровой вольтметр (DVM) (см. Глава 16, “Цифровой вольтметр,” на стр. 313). <p>Кнопка [Acquire] Захват позволяет выбрать режимы отображения “Нормальный”, “Обнаружение пиков”, “Усреднение” или “Высокое разрешение” (см. раздел “Выбор режима сбора данных” на странице 240), а также использовать сегментированную память (см. раздел “Сбор данных в сегментированную память” на странице 250).</p> <p>Кнопка [Display] Отображение обеспечивает доступ к меню, в котором можно включить послесвечение (см. раздел “Установка и отмена послесвечения” на странице 165), сбросить изображение и отрегулировать яркость (координатной) сетки (см. раздел “Регулировка яркости масштабной сетки” на странице 168).</p> <p>Кнопка [Touch] Сенсорное управление — нажмите, чтобы отключить/включить сенсорный экран.</p>
6.	Средства управления запуском	<p>С помощью этих элементов управления задаются параметры запуска осциллографа для сбора данных. См. Глава 10, “Запуски,” на стр. 181 и Глава 11, “Режим запуска/связи,” на стр. 223.</p>

7.	Средства управления разверткой	<p>К средствам управления разверткой относятся следующие.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручка масштаба развертки — поверните ручку в секции развертки с меткой  для настройки времени/деления (скорость развертки). Знаки под этой ручкой означают, что с ее помощью можно развернуть или уменьшить сигнал за счет масштабирования по горизонтали. • Ручка положения коэффициента развертки — поверните ручку с меткой ◀▶ для горизонтального перемещения по сигналу. При этом можно отобразить полученный сигнал до момента запуска (поворот ручки по часовой стрелке) или после (поворот ручки против часовой стрелки). Если перемещение по сигналу происходит при остановленном осциллографе (не находящемся в режиме работы), то отображаются данные сигнала, полученного последним. • Кнопка [Horiz] Горизонт. — нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню развертки, где можно выбрать режимы "XY" и "Качение", включить или выключить масштабирование и точную настройку времени/деления по горизонтали, а также выбрать точку отсчета времени запуска. • Кнопка "Масштаб"  — нажмите кнопку , чтобы разделить дисплей осциллографа на экраны "Нормальный" и "Масштаб", не открывая меню "Развертка". • Кнопка [Search] Поиск — поиск событий среди полученных данных. • Кнопки [Navigate] Навигация — нажимайте эту кнопку при прокрутке полученных данных по времени, событиям поиска или данным, сохраненным в сегментированной памяти. См. "Навигация по временной развертке" на странице 81. <p>Подробнее см. Глава 2, "Средства управления разверткой," на стр. 67.</p>
----	--------------------------------	--

8.	Кнопки управления работой	<p>Когда кнопка [Run/Stop] Пуск/стоп светится зеленым светом, осциллограф работает, то есть, при соблюдении условий запуска выполняется сбор данных. Для останова сбора данных нажмите кнопку [Run/Stop] Пуск/стоп.</p> <p>Когда кнопка [Run/Stop] Пуск/стоп светится красным светом, сбор данных остановлен. Для запуска сбора данных нажмите кнопку [Run/Stop] Пуск/стоп.</p> <p>Для однократного запуска и отображения данных (вне зависимости, работает осциллограф или остановлен) нажмите кнопку [Single] Однократный запуск. Пока идет запуск осциллографа, кнопка [Single] Однократный запуск светится желтым светом.</p> <p>Дополнительные сведения см. в разделе "Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой)" на странице 233.</p>
9.	Кнопка [Default Setup] Настр.по умолчанию	<p>Нажмите эту кнопку, чтобы восстановить настройки осциллографа по умолчанию (подробнее см. в разделе "Восстановление настроек осциллографа по умолчанию" на странице 33).</p>
10.	Кнопка [Auto Scale] Автомасштаб	<p>При нажатии кнопки [AutoScale] Автомасштаб осциллограф быстро определяет активные каналы, включает их и масштабирует для отображения входных сигналов на экране. См. "Использование автомасштабирования" на странице 34.</p>

11.	Дополнительные средства управления сигналом	<p>К дополнительным средствам управления сигналом относятся следующие.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Math] Математика — доступ к сигналам математических функций (сложение, вычитание, и т. д.). См. Глава 4, “Сигналы математических функций,” на стр. 97. • Кнопка [Ref] Опорн. — доступ к функциям опорного сигнала. Опорный сигнал – это сохраненный сигнал, который можно отобразить и сравнить с сигналом другого аналогового канала или математической функции. Измерения можно выполнять и для опорных сигналов. См. Глава 5, “Опорные сигналы,” на стр. 131. • Кнопка [Digital] Цифров. — кнопка включения или выключения цифровых каналов (слева загорится стрелка). Когда слева от кнопки [Digital] Цифров. загорается стрелка, с помощью верхней мультиплексированной ручки выбираются (и высвечиваются красным) отдельные цифровые каналы, а с помощью нижней выполняется их размещение. Если осциллограмма помещается поверх уже существующей, то значение индикатора с ее левого края изменяется с Dpp (где pp – это двойной номер канала от 0 до 15) на D*. Знак "*" означает взаимное наложение двух или нескольких каналов. Чтобы выбрать один из наложенных каналов, можно повернуть верхнюю ручку. Затем можно повернуть нижнюю ручку, чтобы расположить его, как и любой другой канал. Дополнительные сведения о цифровых каналах см. Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 137. • Кнопка [Serial] Последовательн. — эта кнопка используется для запуска последовательного декодирования. Мультиплексированные ручки масштаба и положения при последовательном декодировании не используются. Дополнительные сведения о последовательном декодировании см. в Глава 7, “Последовательное декодирование,” на стр. 157. • Мультиплексированная ручка масштаба — эта ручка масштаба используется для математических, опорных или цифровых сигналов с подсвеченной стрелкой слева. Для сигналов математических функций и опорных сигналов эта ручка работает как ручка масштаба коэффициента отклонения аналогового канала. • Мультиплексированная ручка положения — эта ручка положения используется для математических, опорных или цифровых сигналов с подсвеченной стрелкой слева. Для сигналов математических функций и опорных сигналов эта ручка работает как ручка перемещения аналогового канала по вертикали.
-----	---	--

12.	Средства управления измерением	<p>К средствам управления измерением относятся следующие.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручка курсоров — нажмите эту ручку, чтобы выбрать во всплывающем меню курсоры. Затем, когда всплывающее меню закроется (по истечении времени отображения или после повторного нажатия данной ручки), отрегулируйте с ее помощью положение выбранного курсора. • Кнопка [Cursors] Курсоры — нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню, с помощью которого можно выбрать режим курсоров и источник. • Кнопка [Meas] Измерения — нажмите эту кнопку для доступа к предварительно заданным измерениям. См. Глава 14, “Измерения,” на стр. 265.
13.	Кнопки файлов	<p>Нажмите кнопку [Save/Recall] Сохранение/вызов, чтобы сохранить или вывести на экран сигнал или настройки. См. Глава 18, “Сохранение/эп. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341.</p> <p>При нажатии кнопки [Print] Печать открывается меню конфигурации печати, с помощью которого отображаемые сигналы можно распечатать. См. Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 359.</p>
14.	Кнопки инструментов	<p>Сюда относятся следующие кнопки.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Utility] Утилиты — нажмите, чтобы обратиться к меню утилит, которое позволяет конфигурировать установки параметров ввода/вывода, пользоваться файловым обозревателем, задавать предпочтительные установки параметров, обращаться к меню обслуживания и выбирать другие параметры. См. Глава 20, “Настройки утилит,” на стр. 365. • Кнопка [Quick Action] Быстрое действие — нажмите, чтобы выбрать быстрое действие: измерение всего снимка экрана, печать, сохранение или вызов данных, фиксация отображения и т. д. См. “Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие"” на странице 385. • Кнопки [Wave Gen1] Генер. сигналов 1, [Wave Gen2] Генер. сигналов 2 — нажмите, чтобы получить доступ к функциям генератора сигналов. См. Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 317.
15.	Кнопка [Help] Справка	<p>Открывает меню справки, в котором можно просматривать темы справки и выбрать язык отображения. См. также “Доступ к встроенной краткой справке” на странице 65.</p>

16.	Средства регулировки коэффициента отклонения	<p>К средствам регулировки коэффициента отклонения относятся следующие.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопки включения/выключения аналоговых каналов — эти кнопки используются для включения или выключения канала или для доступа к меню программных кнопок канала. Для каждого канала имеется своя кнопка включения/выключения. • Ручка масштаба коэффициента отклонения — для каждого канала имеются ручки, обозначенные как . Эти ручки используются для изменения чувствительности по вертикали (усиление) каждого из аналоговых каналов. • Ручки положения коэффициента отклонения — эти ручки используются для изменения на дисплее положения канала по вертикали. Для каждого канала имеется свой регулятор положения по вертикали. • Кнопка [Label] Метка — нажмите эту кнопку для доступа к меню "Метка", с помощью которого можно устанавливать метки для обозначения каждой осциллограммы на экране осциллографа. См. Глава 9, "Метки," на стр. 171. <p>Дополнительные сведения см. в разделе Глава 3, "Средства регулировки по вертикали," на стр. 85.</p>
17.	Входы аналоговых каналов	<p>Подключите к этим разъемам BNC пробники осциллографа или кабели BNC.</p> <p>В осциллографе InfiniiVision 4000 серии X для импеданса на входе аналогового канала можно задать значение, равное 50 Ом или 1 МОм. См. "Указание импеданса на входе канала" на странице 89.</p> <p>Кроме того, в осциллографах InfiniiVision 4000 серии X имеется интерфейс автоопределения пробника. Для передачи данных между осциллографом и пробником интерфейс автоопределения пробника использует группу контактов, расположенных сразу под разъемом BNC канала. При подключении к осциллографу совместимого пробника интерфейс автоопределения распознает тип пробника и соответственно настраивает параметры прибора (единицы измерения, смещение, затухание, связь и импеданс).</p>

18.	Контакты Demo 2, заземления и Demo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Контакт Demo 2 — на этот контакт выводится сигнал компенсации пробника, с помощью которого можно сопоставить входное емкостное сопротивление пробника с каналом, к которому тот подключен. См. “Компенсация пассивных пробников” на странице 36. При наличии определенных лицензированных функций на этот контакт осциллографа могут также выводиться демонстрационные и учебные сигналы. • Контакт заземления — этот контакт используется для заземления пробников, подключенных к контактам Demo 1 и Demo 2. • Контакт Demo 1 — при наличии определенных лицензированных функций на этот контакт осциллографа могут выводиться демонстрационные и учебные сигналы.
19.	Основные порты USB	<p>Эти порты предназначены для подключения устройства хранения данных USB, принтера, мыши или клавиатуры к осциллографу. Подключите совместимый USB-накопитель (флэш-память, дисковод и т. д.) для сохранения или восстановления файлов настроек осциллографа и опорных сигналов или данных и изображений экрана. См. Глава 18, “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341.</p> <p>Для выполнения печати подключите совместимый USB-принтер. Дополнительные сведения о выполнении печати см. в Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 359.</p> <p>При наличии доступных обновлений порт USB можно использовать и для обновления системного ПО осциллографа.</p> <p>При отключении USB-накопителя от осциллографа соблюдения особых мер предосторожности не требуется (его не нужно извлекать).</p> <p>По осуществлении операций с файлами USB-накопитель можно просто отсоединить.</p> <p>ВНИМАНИЕ.  Не следует подключать основной компьютер к основному порту USB осциллографа. Воспользуйтесь портом для устройств. Основной компьютер распознает осциллограф как устройство, поэтому его следует подключать к порту осциллографа для устройств (расположено на задней панели). См. “Настройки интерфейса ввода/вывода” на странице 365.</p> <p>На задней панели прибора есть третий основной порт USB.</p>
20.	Разъем EXT TRIG IN	<p>Внешний разъем входного сигнала запуска BNC. Пояснения см. в разделе “Вход внешнего источника запуска” на странице 230.</p>

21.	Выходы генератора сигналов	Встроенный, запускаемый с помощью лицензии 2-канальный генератор сигналов может выводить сигналы произвольной, синусоидальной, прямоугольной, пилообразной формы, импульсные сигналы, сигналы постоянного тока, шума, синусоидально кардинальные сигналы, сигналы экспоненциального нарастания и спада, кардиотонические сигналы или сигналы гауссова шума на выходных разъемах генератора BNC Gen Out 1 или Gen Out 2. Модулированные сигналы доступны на генераторе сигналов 1, кроме сигналов произвольной формы, импульсных сигналов, сигналов постоянного тока и шума. Нажмите кнопку [Wave Gen1] Генер. сигналов 1 или [Wave Gen2] Генер. сигналов 2 , чтобы настроить генератор сигналов. См. Глава 17 , “Генератор сигналов,” на стр. 317.
-----	----------------------------	--

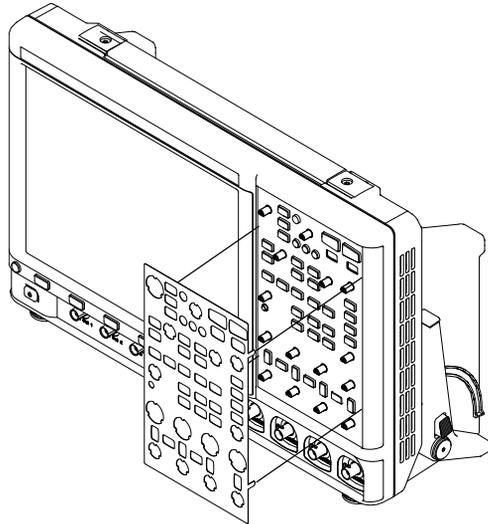
Накладки для лицевой панели на разных языках

Накладки на лицевую панель с переводом английских названий кнопок и меток доступны на 10 языках. Соответствующая накладка включается в комплект, когда при покупке прибора указывается вариант локализации.

Закрепление накладки на лицевой панели

- 1 Аккуратно потяните и снимите ручки лицевой панели.
- 2 Вставьте боковые ушки накладки в щелевые отверстия лицевой панели.

1 Начало работы



3 Верните ручки лицевой панели на место.

Накладки для лицевой панели можно заказать на веб-сайте "www.parts.agilent.com" по следующим номерам деталей.

Язык	Накладка для 2-канального прибора	Накладка для 4-канального прибора
Французский	54709-94315	54709-94316
Немецкий	54709-94313	54709-94314
Итальянский	54709-94317	54709-94318
Японский	54709-94321	54709-94322
Корейский	54709-94311	54709-94312
Португальский	54709-94323	54709-94324
Русский	54709-94325	54709-94326
Китайский (упрощенный)	54709-94306	54709-94308
Испанский	54709-94319	54709-94320
Китайский (традиционный)	54709-94309	54709-94310

Элементы управления сенсорного экрана

Когда горит кнопка [Touch] **Сенсорное управление**, можно управлять осциллографом, используя разные области экрана. Доступны следующие варианты.

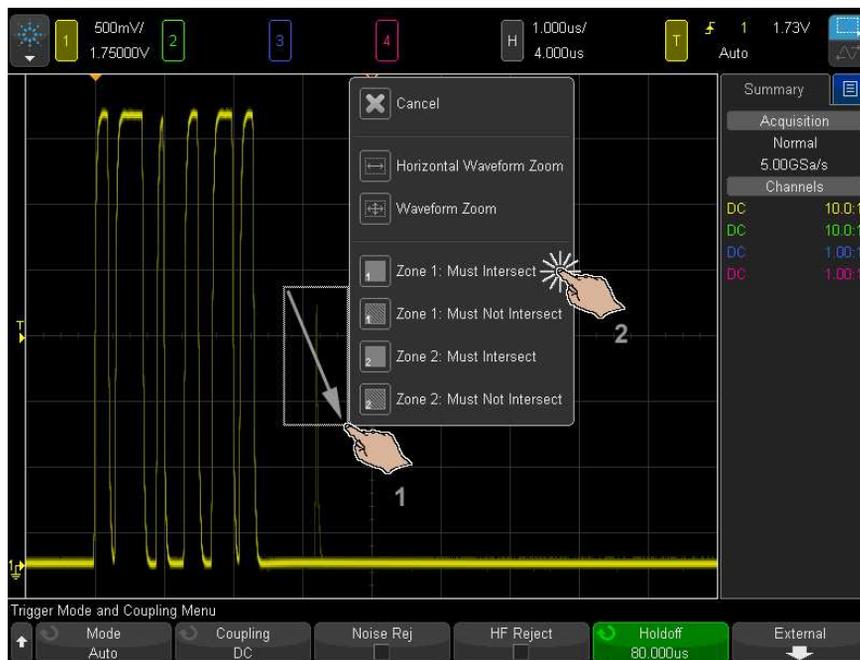
- “Создание прямоугольников для масштабирования сигналов или настройки запуска по зоне” на странице 50
- “Перетаскивания сигналов влево или вправо для изменения положения по горизонтали” на странице 51
- “Выбор информации или элементов управления на боковой панели” на странице 51
- “Отделение диалоговых окон боковой панели с помощью перетаскивания” на странице 52
- “Выбор меню и закрытие диалоговых окон” на странице 53
- “Перетаскивание курсоров” на странице 53
- “Программные кнопки и меню на экране” на странице 54
- “Ввод имен с использованием диалоговых окон с буквенно-числовой клавиатурой” на странице 55
- “Изменение смещения сигналов путем перетаскивания значков точки отсчета земли” на странице 56
- “Доступ к элементам управления и меню с помощью значка искры” на странице 57
- “Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения” на странице 59
- “Доступ к меню развертки и открытие диалогового окна масштаба/задержки” на странице 59
- “Доступ к меню запуска, изменение режима запуска и открытие диалогового окна уровня запуска” на странице 60
- “Использование USB-мыши и/или клавиатуры для управления элементами на сенсорном экране” на странице 61

Создание прямоугольников для масштабирования сигналов или настройки запуска по зоне

- 1 Прикоснитесь к верхнему правому углу экрана, чтобы выбрать режим рисования прямоугольника.

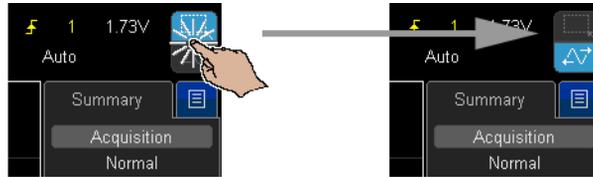


- 2 Проведите пальцем по экрану, чтобы нарисовать прямоугольник.
- 3 Уберите палец с экрана.
- 4 Выберите необходимый параметр во всплывающем меню.

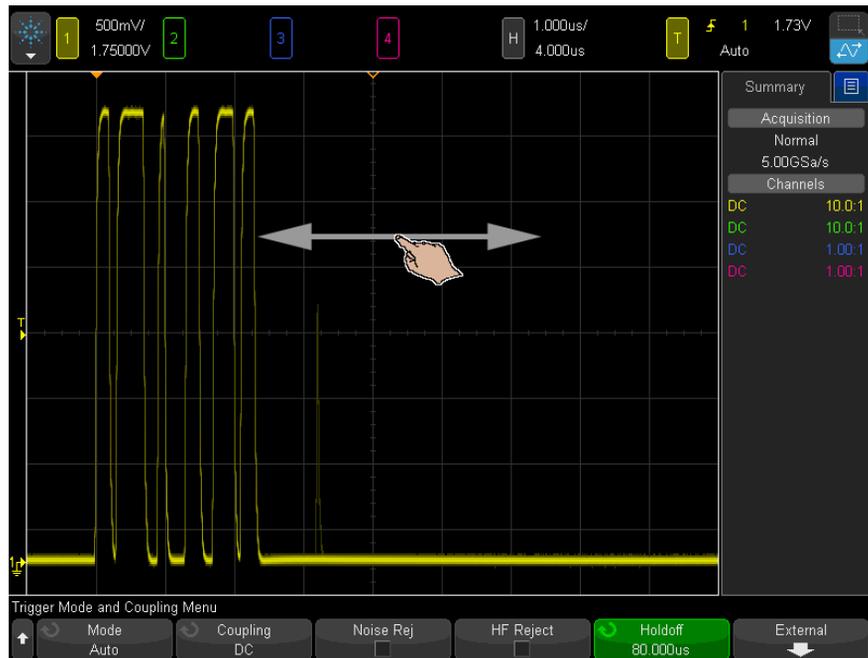


Перетаскивания сигналов влево или вправо для изменения положения по горизонтали

- 1 Прикоснитесь к верхнему правому углу экрана, чтобы выбрать режим перетаскивания по горизонтали.



- 2 Проведите пальцем по экрану, чтобы изменить задержку.

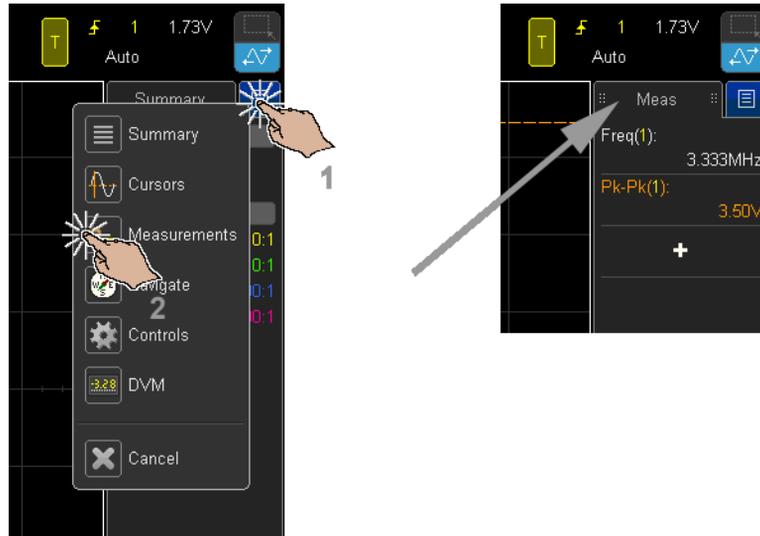


Выбор информации или элементов управления на боковой панели

- 1 Прикоснитесь к синему значку меню на боковой панели.

1 Начало работы

- 2 Во всплывающем меню выберите тип информации или элементы управления, которые необходимо отобразить на боковой панели.



Отделение диалоговых окон боковой панели с помощью перетаскивания

Диалоговые окна боковой панели можно отделить и поместить в любое место на экране.

- 1 Перетащите диалоговое окно боковой панели в любое место.



Это позволяет одновременно просматривать несколько типов информации или элементов управления.

Выбор меню и закрытие диалоговых окон

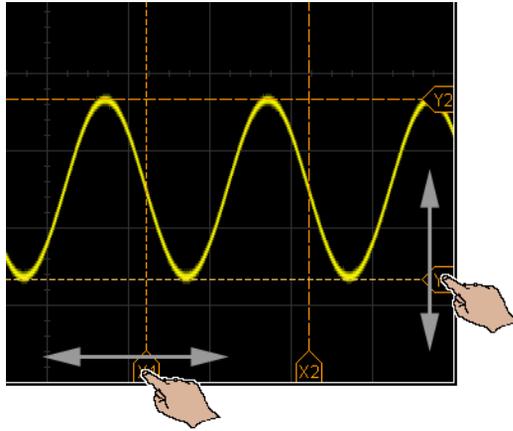
- Прикоснитесь к синему значку меню в диалоговом окне, чтобы отобразить параметры.



- Прикоснитесь к красному значку "X", чтобы закрыть диалоговое окно.

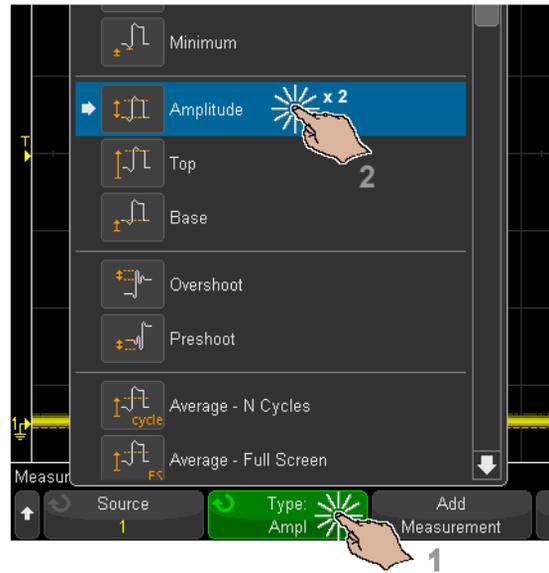
Перетаскивание курсоров

Когда курсоры отображаются, можно перетащить маркеры имени, чтобы изменить их положение.



Программные кнопки и меню на экране

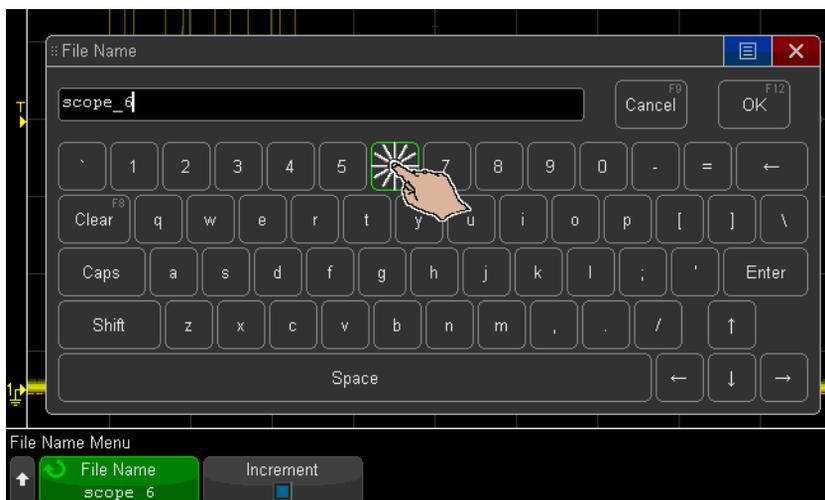
- Для выбора прикасайтесь к меткам программных кнопок на экране.
Это равнозначно нажатию программных кнопок.
- Если с помощью программных кнопок открываются меню, чтобы выбрать элемент меню, прикоснитесь к нему дважды.



Этот способ, возможно, более легкий по сравнению с выбором элемента меню с помощью  ручки ввода.

Ввод имен с использованием диалоговых окон с буквенно-числовой клавиатурой

С помощью некоторых программных кнопок открываются диалоговые окна с буквенно-числовой клавиатурой, которую можно использовать для ввода имен.



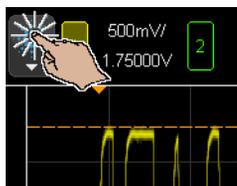
Изменение смещения сигналов путем перетаскивания значков точки отсчета земли

Для изменения вертикального смещения сигнала можно перетаскивать значки точки отсчета земли.



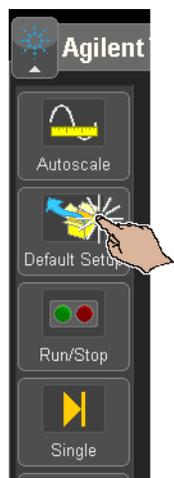
Доступ к элементам управления и меню с помощью значка искры

- 1 Прикоснитесь к значку искры в верхнем левом углу экрана, чтобы открыть главное меню.

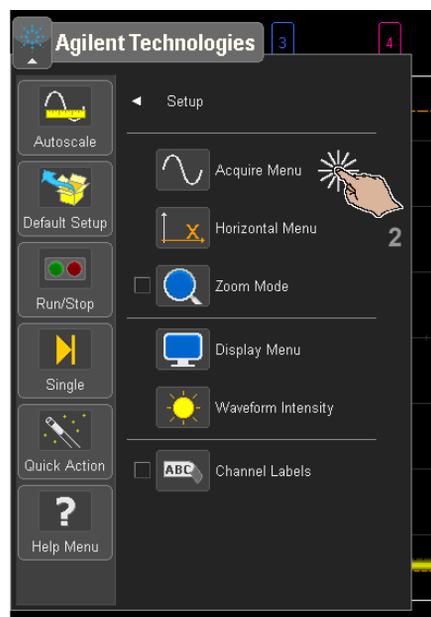
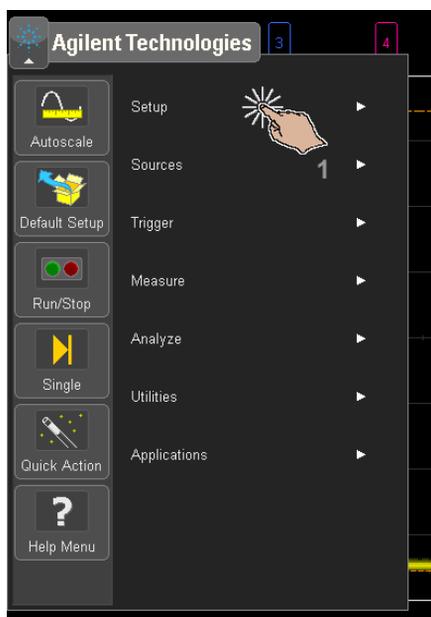


- 2 Используйте элементы управления слева для выполнения операций осциллографа.

1 Начало работы

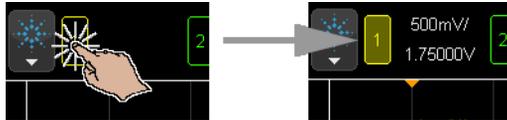


- 3 Прикасайтесь к элементам меню и подменю для получения доступа к меню и дополнительным элементам управления.

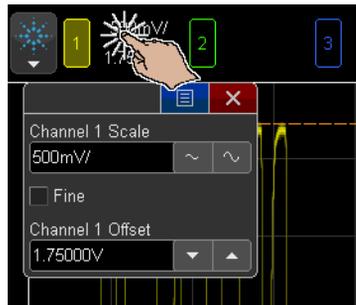


Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения

- Прикасайтесь к номерам каналов для их включения или выключения.

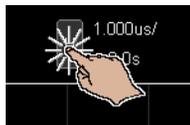


- Когда каналы включены, прикасайтесь к значениям масштаба и смещения, чтобы открыть диалоговое окно для изменения этих значений.



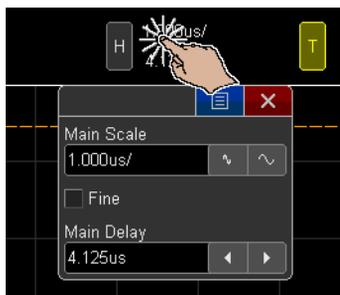
Доступ к меню развертки и открытие диалогового окна масштаба/задержки

- Прикоснитесь к символу развертки, чтобы открыть соответствующее меню.



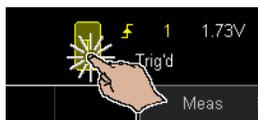
1 Начало работы

- Прикоснитесь к горизонтальной шкале и значениям задержки, чтобы открыть диалоговое окно и изменить их.

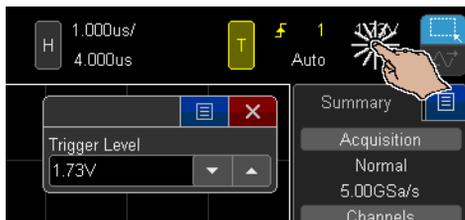


Доступ к меню запуска, изменение режима запуска и открытие диалогового окна уровня запуска

- Прикоснитесь к символу запуска, чтобы открыть соответствующее меню.



- Прикоснитесь к значению уровня запуска, чтобы открыть диалоговое окно для изменения этого уровня.



- Прикоснитесь к параметру "Авто" или "Запущено", чтобы быстро переключить режим запуска.



Использование USB-мыши и/или клавиатуры для управления элементами на сенсорном экране

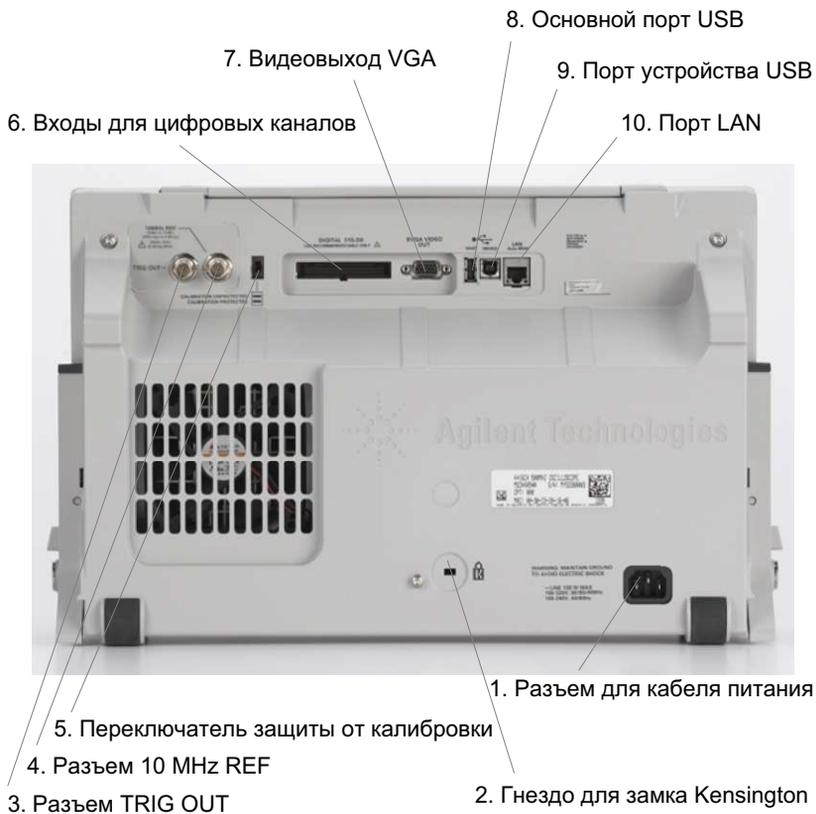
При подключении USB-мыши на экране отображается указатель мыши. Щелчки и перетаскивания с помощью мыши выполняются так же, как при управлении пальцами.

При подключении USB-клавиатуры ее можно использовать для ввода значений в диалоговых окнах с буквенно-числовой клавиатурой.

Разъемы на задней панели

Описание обозначенных на данном рисунке пронумерованных средств управления см. в приведенной далее таблице.

1 Начало работы



1.	Разъем кабеля питания	Подключите кабель питания к этому разъему.
2.	Гнездо для замка Kensington	К этому гнезду подключается замок Kensington, предназначенный для защиты устройства.
3.	Разъем TRIG OUT	Разъем выходного сигнала запуска BNC. См. "Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели" на странице 376.
4.	Разъем 10 MHz REF	Для синхронизации временной развертки нескольких приборов. См. "Настройка режима опорного сигнала" на странице 376.

5.	Переключатель защиты от калибровки	См. " Пользовательская калибровка " на странице 380.
6.	Входы цифровых каналов	Подключите кабель цифрового пробника к этому разъему (только для моделей MSO). См. Глава 6 , "Цифровые каналы," на стр. 137.
7.	Видеовыход VGA	Видеовыход VGA обеспечивает возможность подключения внешнего монитора или проектора с целью получения более крупного изображения или изображения на удаленном от осциллографа средстве просмотра. Даже при подключенном внешнем дисплее встроенный дисплей осциллографа остается включенным. Разъем видеовыхода активен постоянно. Для получения устойчивого видеосигнала оптимального качества рекомендуется использовать экранированный видеокабель с ферритовыми сердечниками.
8.	Основной порт USB	Этот порт работает так же, как порт USB на лицевой панели устройства. Порт USB используется для сохранения данных осциллографа и загрузки обновлений программного обеспечения. См. также Основной порт USB (see страница 46).
9.	Порт устройства USB	Этот порт предназначен для подключения осциллографа к хост-компьютеру. Через порт устройства USB можно запускать удаленные команды для управления осциллографом с хост-компьютера. См. " Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries " на странице 394.
10.	Порт LAN	Позволяет выполнить печать на сетевом принтере (см. Глава 19 , "Печать (экранов)," на стр. 359) и получить доступ к встроенному веб-серверу осциллографа. См. Глава 21 , "Веб-интерфейс," на стр. 387 и " Доступ к веб-интерфейсу " на странице 388.

Изучение дисплея осциллографа

На экране осциллографа отображаются полученные сигналы, настройки, результаты измерений и названия программных кнопок.

1 Начало работы

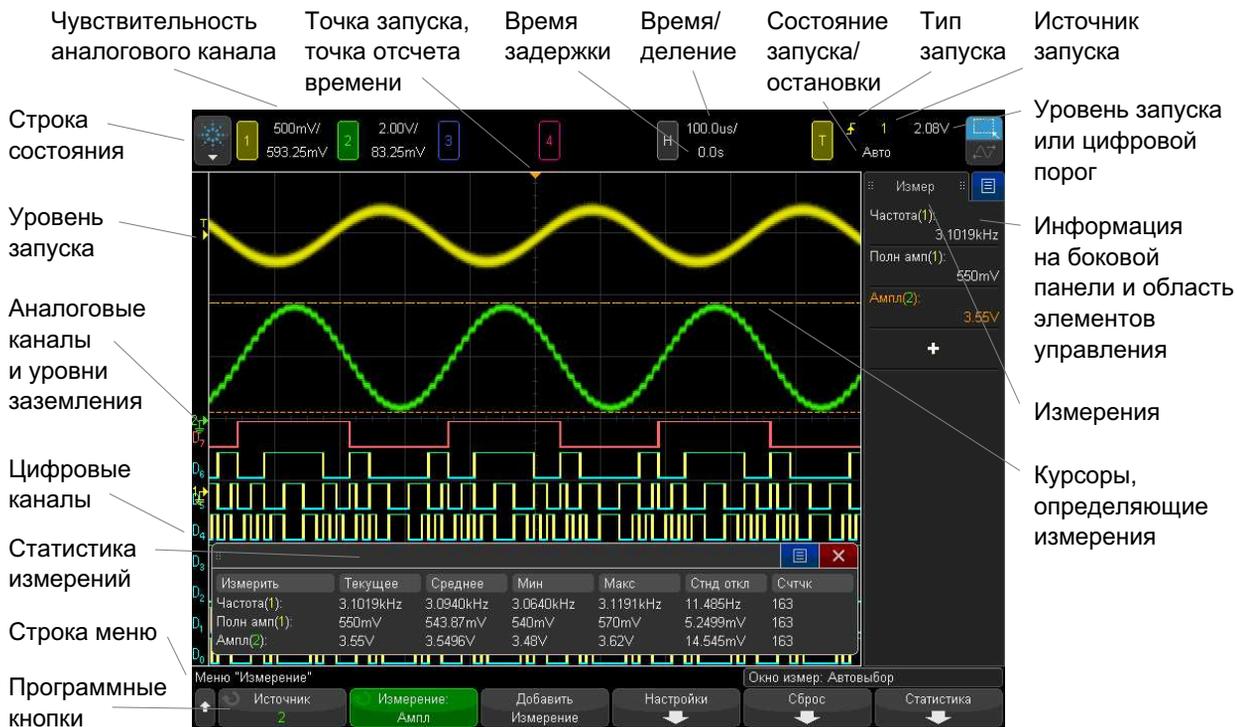


Рис. 1 Интерпретация показаний на дисплее осциллографа

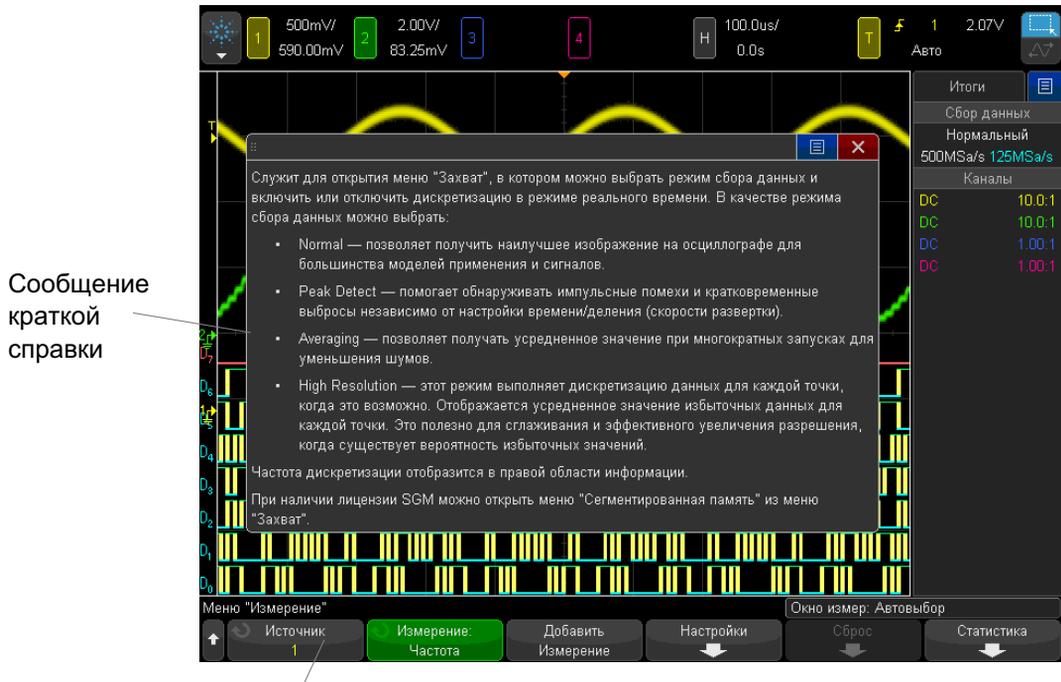
Строка состояния	Верхняя строка дисплея содержит сведения о настройках по вертикали, горизонтали и настройках запуска.
Область отображения	Область отображения содержит полученные сигналы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и уровня заземления. Сведения о каждом аналоговом канале отображаются разным цветом. Для отображения деталей сигналов используется 256 уровней яркости. Дополнительные сведения о просмотре деталей сигнала см. в разделе "Регулировка яркости" на странице 163. Дополнительные сведения о режимах отображения см. в Глава 8, "Настройка экрана," на стр. 163.

Информация на боковой панели и область элементов управления	Область информации на боковой панели может содержать сводку, курсоры, измерения или диалоговые окна данных цифрового вольтметра или диалоговое окно навигации или другие диалоговые окна управления. Дополнительные сведения см. в следующих разделах. <ul style="list-style-type: none"> • "Выбор информации или элементов управления на боковой панели" на странице 51 • "Отделение диалоговых окон боковой панели с помощью перетаскивания" на странице 52
Строка меню	Как правило, в этой строке содержится название и другие сведения о выбранном меню.
Метки программных кнопок	Эти метки описывают функции программных кнопок. Обычно с помощью программных кнопок настраиваются дополнительные параметры выбранного режима или меню. При нажатии кнопки  "Назад/вверх" в верхней точке иерархии меню отключаются метки программных кнопок и отображаются дополнительные сведения о смещении канала и других параметрах конфигурации.

Доступ к встроенной краткой справке

- Вызов краткой справки** 1 Нажмите и удерживайте кнопку или программную кнопку, для которой требуется просмотреть справку.

1 Начало работы



Нажмите и удерживайте кнопку на лицевой панели или программную кнопку (или щелкните программную кнопку правой кнопкой мыши при использовании удаленной лицевой панели в веб-обозревателе).

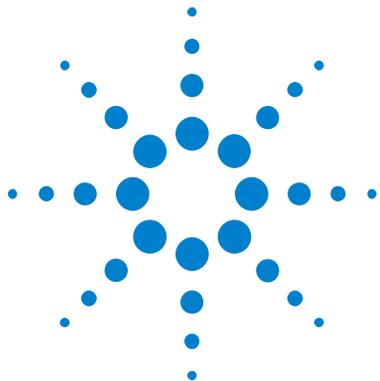
Краткая справка будет отображаться на экране до нажатия другой кнопки или поворота ручки.

Выбор языка интерфейса пользователя и краткой справки

Для выбора языка интерфейса пользователя и краткой справки выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Help] Справка**, затем нажмите программную кнопку **Язык**.
- 2 Нажимайте и отпускайте программную кнопку **Язык** или поворачивайте ручку ввода, пока не будет выбран нужный язык.

Доступны следующие языки: английский, французский, немецкий, итальянский, японский, корейский, португальский, русский, китайский (упрощенный), испанский и китайский (традиционный).



2 Средства управления разверткой

Регулировка масштаба развертки (время/деление)	69
Регулировка задержки по горизонтали (положения)	69
Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных	70
Изменение временного режима развертки ("Нормальный", "XY" или "Качение")	71
Отображение временной развертки с измененным масштабом	76
Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки	78
Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)	79
Поиск событий	79
Навигация по временной развертке	81

Ниже перечислены средства управления разверткой.

- Ручки масштаба и положения развертки.
- Кнопка [**Horiz**] **Горизонт.**, обеспечивающая доступ к меню "Развертка".
- Варианты выбора  для быстрого включения/выключения режима масштаба разделенного экрана.
- Кнопка [**Search**] **Поиск** для обнаружения событий на аналоговых каналах или среди данных последовательного декодирования.
- Кнопки [**Navigate**] **Навигация** для переключения между временем, поиском событий или сегментами сохраняемых в памяти собранных данных.
- Элементы управления сенсорного экрана для настройки горизонтального масштабирования и положения (задержки), получения доступа к меню "Развертка" и навигации.



2 Средства управления разверткой

На следующем рисунке показано меню "Развертка", отображающееся после нажатия кнопки [Horiz] Горизонт..

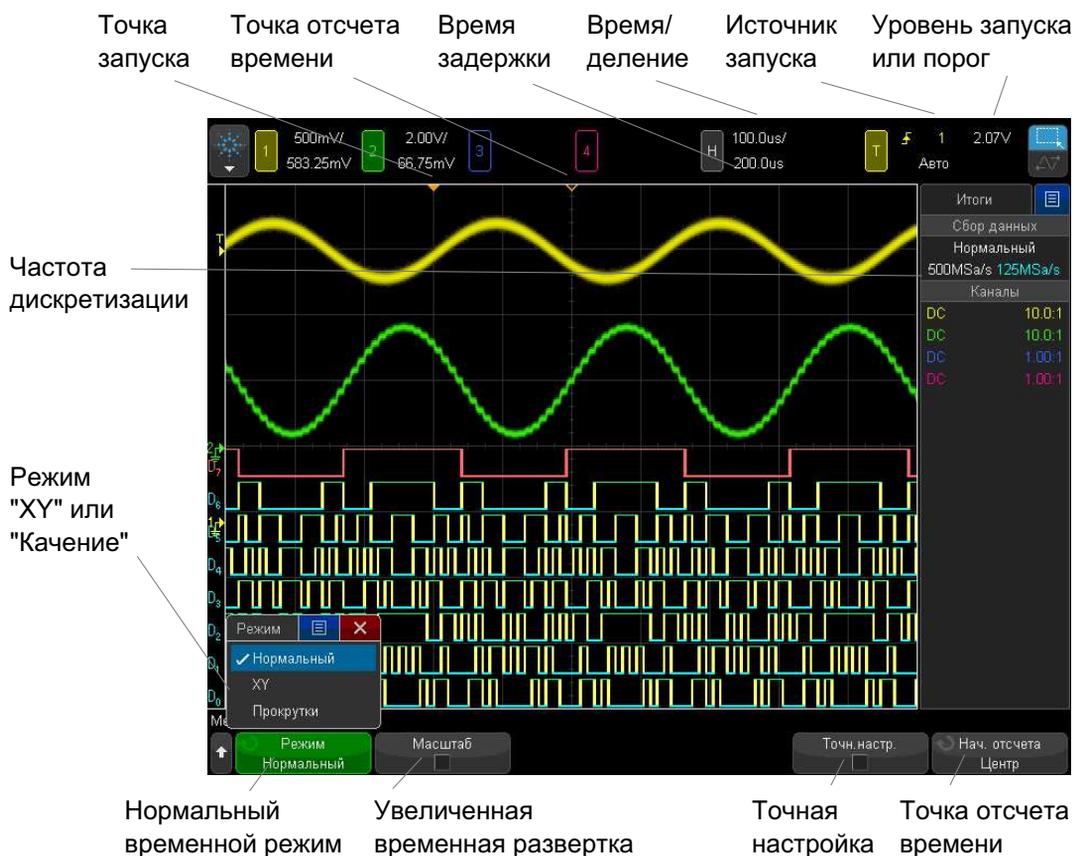


Рис. 2 Меню "Развертка"

Меню "Развертка" позволяет выбрать временной режим ("Нормальный", "XY" или "Качение"), задействовать масштаб, настроить контроллер точной настройки по времени (верньер), а также задать точку отсчета.

В правой информационной области экрана отображается текущая частота дискретизации.

Регулировка масштаба развертки (время/деление)

- 1 Поверните большую ручку масштаба развертки (скорость развертки)

с меткой  , чтобы изменить настройку времени/деления по горизонтали.

Эту регулировку можно также выполнить, используя сенсорный экран. См. ["Доступ к меню развертки и открытие диалогового окна масштаба/задержки"](#) на странице 59.

Обратите внимание на изменение данных времени/деления в строке состояния.

Символ ∇ в верхней части экрана обозначает точку отсчета времени.

В нормальном временном режиме ручка масштаба развертки работает и пока выполняется сбор данных, и когда он остановлен. Во время сбора данных с помощью ручки масштаба коэффициента развертки регулируется частота дискретизации. Когда сбор данных остановлен, с помощью ручки масштаба коэффициента развертки можно увеличить масштаб полученных данных. См. ["Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных"](#) на странице 70.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки масштаба развертки – иное. См. ["Отображение временной развертки с измененным масштабом"](#) на странице 76.

Регулировка задержки по горизонтали (положения)

- 1 Поверните ручку задержки по горизонтали (положения) ($\blacktriangleleft\blacktriangleright$).

Точка запуска переместится в горизонтальной плоскости, с паузой на значении 0,00 с (как при остановке механическим стопором), и в строке состояния отобразится значение задержки.

Эту регулировку можно также выполнить, используя сенсорный экран. См. ["Перетаскивания сигналов влево или вправо для изменения положения по горизонтали"](#) на странице 51 и ["Доступ к меню развертки и открытие диалогового окна масштаба/задержки"](#) на странице 59.

При изменении времени задержки точка запуска (сплошной перевернутый треугольник) перемещается в горизонтальной плоскости и указывает на ее удаленность от точки отсчета времени (полый перевернутый треугольник ∇). Эти точки отсчета отображаются вдоль верхней границы сетки дисплея.

[Рис. 2](#) показывает точку запуска со значением задержки в 200 мкс. Числовое значение задержки указывает, насколько далеко отстоит точка отсчета от точки запуска. При значении задержки равно нулю происходит наложение индикатора задержки на индикатор точки отсчета.

Слева от точки запуска отображаются все события, имевшие место до запуска. Такие события называются предпусковыми данными. Они отображают события, которые привели к точке запуска.

Все данные справа от точки запуска называются постпусковыми. Доступный диапазон задержки (предпусковые и постпусковые данные) зависит от выбранного значения времени/деления и объема памяти.

В нормальном временном режиме ручка положения коэффициента развертки работает и пока выполняется сбор данных, и когда он остановлен. Во время сбора данных с помощью ручки масштаба коэффициента развертки регулируется частота дискретизации. Когда сбор данных остановлен, с помощью ручки масштаба коэффициента развертки можно увеличить масштаб полученных данных. См. ["Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных"](#) на странице 70.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки положения коэффициента развертки – иное. См. ["Отображение временной развертки с измененным масштабом"](#) на странице 76.

Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных

Когда осциллограф остановлен, используйте ручки масштаба и положения развертки для прокрутки и изменения масштаба сигнала. Остановленное изображение может содержать сведения о нескольких циклах сбора данных, но для прокрутки и масштабирования доступны только данные последнего цикла.

Возможность прокрутки отображаемого сигнала (перемещения по горизонтали) и изменения его масштаба (расширения или сжатия по горизонтали) очень важна, так как она способствует более глубокому изучению полученного сигнала. Такое более глубокое изучение часто достигается за счет рассмотрения сигнала на разных уровнях абстрагирования. Может возникнуть необходимость рассмотрения как крупного изображения, так и отдельных мелких его деталей.

Возможность изучения деталей сигнала после его получения – это преимущество, которое обычно связывают с цифровыми осциллографами. Таковым часто является способность зафиксировать изображение с целью его измерения с помощью курсоров или распечатки. В ряде цифровых осциллографов это преимущество расширено до возможности дальнейшего изучения деталей полученного сигнала путем его прокрутки и изменения масштаба по горизонтали.

Ограничения по соотношению между настройками времени/деления, используемыми для сбора данных, и настройками времени/деления, используемыми при их просмотре, не существует. Существует, однако, некое полезное ограничение. До некоторой степени это связано с функцией анализируемого сигнала.

ЗАМЕЧАНИЕ

Увеличение масштаба остановленных данных

Если увеличить полученные данные в 1000 раз по горизонтали и в 10 раз по вертикали, то их отображение на экране будет по-прежнему достаточно четким. Не следует забывать, что проводить измерения отображаемых данных можно только автоматически.

Изменение временного режима развертки ("Нормальный", "XY" или "Качение")

- 1 Нажмите кнопку [**Horiz**] **Горизонт**.
- 2 В меню развертки нажмите кнопку **Режим времени** и выберите одно из значений.
 - **Нормальный** – стандартный рабочий режим осциллографа.

В нормальном временном режиме события сигналов, происходящие до запуска, отображаются слева от точки запуска (▼), а события сигналов, происходящие после него, – справа.

- **XY** – в режиме "XY" на экране отображается не зависимость напряжения от времени, а зависимость напряжения от напряжения. Временная развертка выключается. Напряжение канала 1 отображается по оси X, а канала 2 – по оси Y.

Режим "XY" можно использовать для сравнения соотношения частоты и фазы двух сигналов. При наличии преобразователей режим "XY" можно использовать для отображения зависимости деформации от смещения, потока от давления, напряжения от силы тока или частоты сигнала.

Измерения сигналов в режиме "XY" выполняется с помощью курсоров.

Для получения дополнительной информации об использовании режима "XY" для выполнения измерений обратитесь к разделу "Временной режим "XY"" на странице 73.

- **Качение** – вызывает медленное перемещение сигнала по экрану справа налево. Это может быть выполнено только при скорости развертки не более 50 мс/дел. В противном случае при выходе в режим "Качение" скорость развертки будет снижена до 50 мс/дел.

Запуска в режиме "Качение" не происходит. Фиксированной точкой отсчета является правый край экрана, что соответствует текущему моменту времени. Произошедшие события прокручиваются слева от точки отсчета. А так как запуска не происходит, отсутствуют и предпусковые данные.

Если в режиме "Качение" потребуется приостановить отображение, то нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск**. Чтобы удалить данные с экрана и возобновить сбор данных в режиме "Качение", снова нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск**.

Режим "Качение" используется для низкочастотных сигналов с целью получения изображения, как на ленточном самописце. Это позволяет прокручивать изображение сигнала на экране.

Временной режим "XY"

В режиме "XY" на экране осциллографа отображается не зависимость напряжения от времени, а зависимость напряжения от напряжения, и при этом используются два канала. Входной сигнал канала 1 отображается по оси X, а канала 2 – по оси Y. Для отображения на экране зависимости деформации от смещения, потока от давления, напряжения от силы тока или частоты сигнала можно использовать различные преобразователи.

Пример В этом задании показан обычный способ использования режима отображения "XY" на примере измерения разницы фаз двух сигналов одинаковой частоты по методу Лиссажу.

- 1 Подключите источник синусоидального волнового сигнала к каналу 1, а источник подобного сигнала той же частоты, но не совпадающего с первым по фазе – к каналу 2.
- 2 Нажмите кнопку [**AutoScale**] **Автомасштаб**, затем кнопку [**Horiz**] **Горизонт**, программную кнопку **Режим** и выберите "XY".
- 3 Центрируйте сигнал на экране с помощью кнопок положения канала 1 и 2 (◆). Для удобства просмотра разверните изображение сигнала с помощью ручек настройки вольт/деления каналов 1 и 2 и программных кнопок **Точный**.

Угол сдвига фаз (θ) можно рассчитать по следующей формуле (предполагается, что амплитуда напряжения обоих каналов одинакова):

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

2 Средства управления разверткой

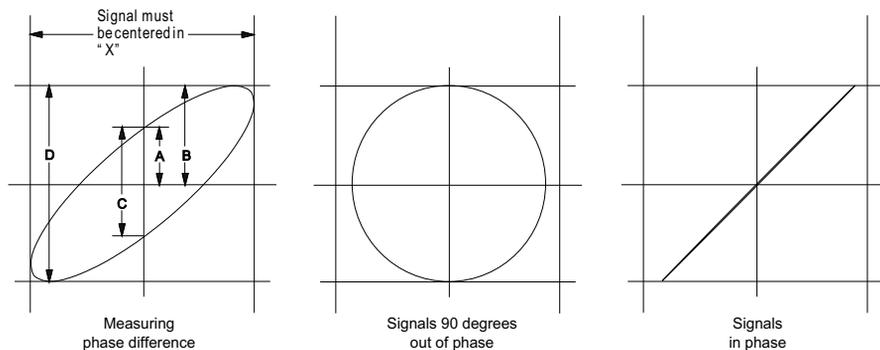


Рис. 3 Сигналы в режиме "XY", центрированные на экране

- 4 Нажмите кнопку [**Cursors**] **Курсоры**.
- 5 Установите курсор Y2 в верхней части сигнала, а курсор Y1 – в нижней.

Обратите внимание на значение ΔY внизу экрана. В этом примере используются курсоры оси Y, но вместо этого можно использовать курсоры оси X.

- 6 Переместите курсоры Y1 и Y2 на пересечение сигнала с осью Y. Снова обратите внимание на значение ΔY .

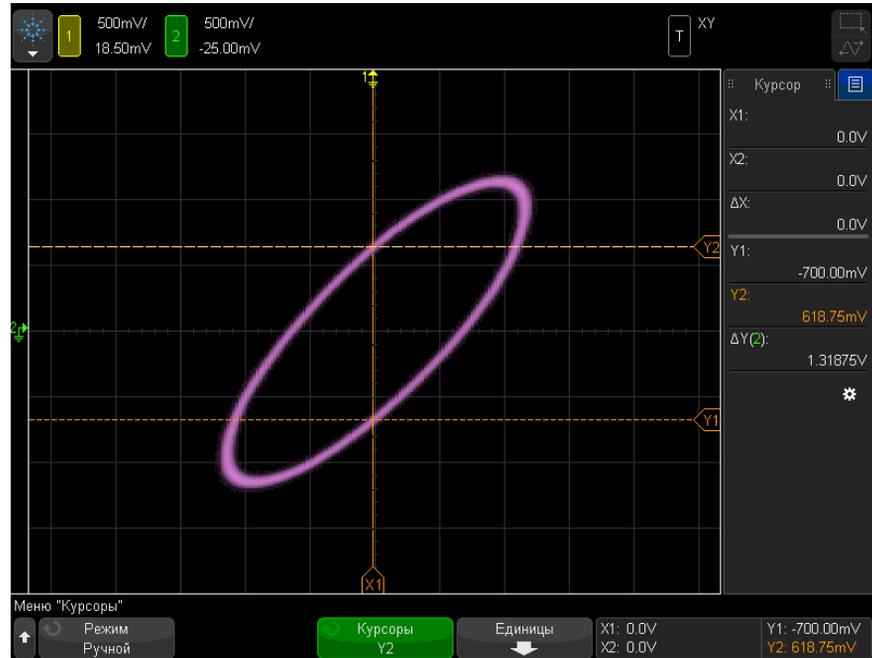


Рис. 4 Измерение угла сдвига фаз (автоматическое и с помощью курсоров)

7 Рассчитайте угол сдвига фаз по указанной ниже формуле.

Допустим, что первое значение ΔY составляет 2,297, а второе – 1,319, тогда:

$$\sin\theta = \frac{\text{second } \Delta Y}{\text{first } \Delta Y} = \frac{1.031}{1.688}; \theta = 37.65 \text{ degrees of phase shift}$$

ЗАМЕЧАНИЕ

Входной сигнал по оси Z в режиме отображения "XY" (Гашение)

При выборе режима отображения "XY" временная развертка выключается. Входной сигнал канала 1 отображается по оси X, канала 2 – по оси Y, а канала EXT TRIG IN – по оси Z. Если нужно просмотреть только отдельные участки изображения зависимости Y от X, то воспользуйтесь входным сигналом по оси Z. Сигнал по оси Z включает и выключает осциллограмму (в аналоговых осциллографах этот сигнал называется Z-гашением, т. к. он включает и выключает луч). При низком уровне сигнала Z (<1,4 В) отображается зависимость Y от X, а при высоком (>1,4 В) изображение отключается.

Отображение временной развертки с измененным масштабом

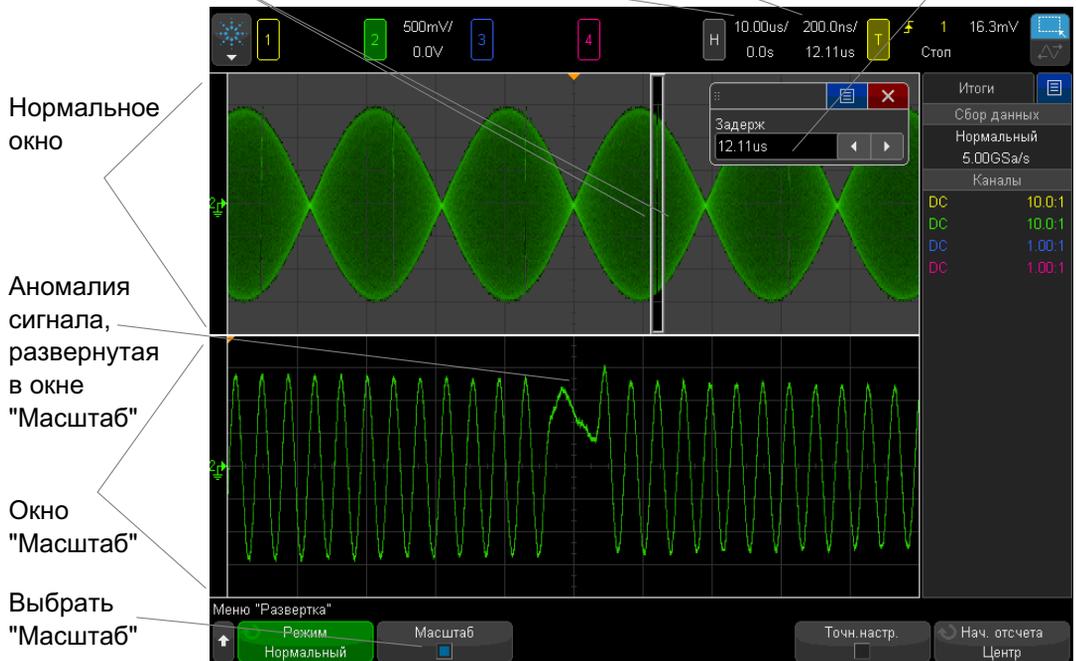
Масштаб (раньше называемый режимом задержки развертки) – это растянутая по горизонтали версия нормального экрана. При выборе режима "Масштаб" экран делится на две половины. В верхней части отображается нормальное окно времени/деления, а в нижней – окно времени/деления ускоренного масштабирования.

Окно "Масштаб" – это увеличенная область нормального окна времени/деления. Режим "Масштаб" можно использовать для размещения и горизонтального растяжения нужной части нормального окна для более детального анализа сигнала (с более высоким разрешением).

Включение (или выключение) режима "Масштаб"

- 1 Нажмите кнопку масштаба  (или кнопку [Horiz] Горизонт., а затем программную кнопку **Масштаб**).

Эти маркеры указывают на начало и конец окна "Масштаб" Время/деление для нормального окна Время/деление для увеличенного окна Время задержки мгновенно отображается при повороте ручки регулировки развертки



Область растяжения нормального экрана очерчивается прямоугольником, остальная часть экрана затемняется. Прямоугольник с областью растяжения нормального экрана отображается в нижней половине экрана.

Для изменения настроек времени/деления развертки в окне "Масштаб" поверните ручку масштаба развертки (скорость развертки). Во время вращения ручки увеличенное окно времени/деления будет выделено в строке состояния над областью отображения сигнала. С помощью ручки масштаба развертки (скорость развертки) можно регулировать размер окна.

С помощью ручки положения по горизонтали (время задержки) можно настроить положение увеличенного окна, передвигая его вправо-влево. Значение задержки (т. е. время по отношению к точке запуска) появляется в правом верхнем углу экрана при вращении ручки времени задержки (◀▶).

Отрицательное значение задержки свидетельствует о том, что вы смотрите на участок сигнала до точки запуска, а положительное – о том, что вы смотрите на участок сигнала после точки запуска.

Чтобы изменить настройки времени/деления развертки в нормальном окне, отключите режим "Масштаб" и поверните ручку масштаба развертки (скорость развертки).

Сведения об использовании режима "Масштаб" для измерений можно найти в разделах ["Локализация импульса для измерения верхнего уровня"](#) на странице 275 и ["Локализация события с целью измерения частоты"](#) на странице 282.

Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки

- 1 Нажмите ручку масштаба развертки (или кнопку **[Horiz] Горизонт. > Точный**), чтобы переключиться с режима грубой на режим точной настройки масштаба развертки.

Когда активирован режим **Точный**, при повороте ручки масштаба развертки изменение времени/деления (отображаемое в строке состояния в верхней части экрана) происходит с меньшим шагом. При включенном режиме **Точный** калибровка параметра времени/деления остается неизменной.

Когда режим **Точный** выключен, с помощью ручки масштаба развертки настройка времени/деления изменяется с пошаговой последовательностью 1-2-5.

Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)

Точка отсчета времени – это точка на экране для времени задержки (положение по горизонтали).

- 1 Нажмите кнопку [**Horiz**] **Горизонт.**
- 2 В меню развертки нажмите кнопку **Начало отсчета** и выберите одно из значений.
 - **Левый** – точка отсчета времени привязана к одному основному делению по левому краю экрана.
 - **Центр** – точка отсчета времени привязана к центру экрана.
 - **Правый** – точка отсчета времени привязана к одному основному делению по правому краю экрана.

Небольшой белый треугольник (∇) в верхней части координатной сетки обозначает точку отсчета времени. При значении задержки равном нулю происходит наложение индикатора точки запуска (\blacktriangledown) на индикатор точки отсчета.

Положение точки отсчета задает исходное положение события запуска в памяти осциллографа и на экране (если задержка установлена на 0).

При вращении ручки масштабирования по горизонтали (скорость развертки) изображение сигнала растягивается или сжимается относительно точки отсчета времени (∇). См. "[Регулировка масштаба развертки \(время/деление\)](#)" на странице 69.

При вращении ручки масштабирования по горизонтали ($\blacktriangleleft\blacktriangleright$) в режиме "Нормальный" (не "Масштаб") индикатор точки запуска (\blacktriangledown) перемещается вправо или влево относительно точки отсчета времени (∇). См. "[Регулировка задержки по горизонтали \(положения\)](#)" на странице 69.

Поиск событий

Для поиска фронта, длительности импульса, времени нарастания/спада, короткого пакета и последовательных событий на аналоговых каналах можно воспользоваться кнопкой [**Search**] **Поиск**.

Настройка параметров поиска (см. раздел "[Настройка поиска](#)" на странице 80) выполняется аналогично настройке параметров запуска. Фактически, за исключением настроек последовательных событий, параметры поиска можно скопировать в настройки запуска и наоборот (см. раздел "[Копирование настроек поиска](#)" на странице 81).

Поиск отличается от запуска тем, что вместо уровней запуска для него используются значения порогов измерения.

Найденные события поиска отмечаются в верхней части координатной сетки белыми треугольниками, а их количество отображается в строке меню сразу над обозначениями программных кнопок.

Настройка поиска

- 1 Нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 В меню поиска выберите пункт **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите тип поиска.
- 3 Нажмите кнопку **Настройки** и в меню настройки поиска настройте выбранный тип поиска.

Настройка параметров поиска выполняется аналогично настройке параметров запуска.

- Для настройки поиска фронта см. раздел "[Запуск по фронту](#)" на странице 184.
- Для настройки поиска длительности импульса см. раздел "[Запуск по длительности импульса](#)" на странице 190.
- Для настройки поиска времени нарастания/спада см. раздел "[Запуск по времени нарастания/спада](#)" на странице 198.
- Для настройки поиска короткого пакета см. раздел "[Запуск по короткому пакету](#)" на странице 201.
- Для настройки поиска последовательности см. раздел [Глава 10](#), "[Запуски](#)," на стр. 181 и "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Обратите внимание, что вместо уровней запуска для поиска используются значения порогов измерения. Для доступа к меню "Порог измерения" из меню поиска используйте программную кнопку **Пороги**. См. "[Пороги измерений](#)" на странице 292.

Копирование настроек поиска

За исключением настроек поиска последовательных событий, настройки поиска можно скопировать в настройки запуска и наоборот.

- 1 Нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 В меню поиска нажмите кнопку **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите тип поиска.
- 3 Нажмите кнопку **Копировать**.
- 4 В меню "Копия поиска" выполните следующие действия.
 - Нажмите **Копировать в запуск**, чтобы скопировать настройки для выбранного типа поиска в настройки для соответствующего типа запуска. Например, если в качестве типа поиска установлен тип "Длительность импульса", при нажатии кнопки **Копировать в запуск** настройки поиска будут скопированы в настройки запуска по длительности импульса, и будет выбран параметр "Запуск по длительности импульса".
 - Нажмите кнопку **Копировать из запуска**, чтобы скопировать настройки запуска для выбранного типа поиска в настройки поиска.
 - Для отмены копии нажмите кнопку **Отменить копию**.

Программные кнопки меню "Копия поиска" могут быть недоступны, если одну из настроек невозможно скопировать, или если для выбранного типа поиска нет соответствующего типа запуска.

Навигация по временной развертке

Для перемещения между следующими элементами можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- Полученные данные (см. раздел ["Навигация по времени"](#) на странице 82).
- События поиска (см. раздел ["Навигация по событиям поиска"](#) на странице 82).
- Сегменты – при включении сбора данных в сегментированную память (см. раздел ["Навигация по сегментам"](#) на странице 83).

Можно получить доступ к элементам управления навигации на сенсорном экране. См. "[Выбор информации или элементов управления на боковой панели](#)" на странице 51.

Навигация по времени

Когда сбор данных остановлен, можно воспроизвести полученные данные с помощью средств навигации.

- 1 Нажмите кнопку **[Navigate] Навигация**.
- 2 Нажмите кнопку **Навигация** в меню навигации и выберите элемент **Время**.
- 3 Нажимайте кнопки навигации    для перемещения вперед, остановки или перемещения назад по времени. Можно нажать кнопку  или  несколько раз, чтобы ускорить воспроизведение. Существует три уровня скорости воспроизведения.

Можно получить доступ к элементам управления навигации на сенсорном экране. См. "[Выбор информации или элементов управления на боковой панели](#)" на странице 51.

Навигация по событиям поиска

Когда сбор данных прекращен, с помощью средств навигации можно перейти к найденным событиям поиска (настроенным в меню с помощью кнопки **[Search] Поиск** – см. раздел "[Поиск событий](#)" на странице 79).

- 1 Нажмите кнопку **[Navigate] Навигация**.
- 2 Нажмите кнопку **Навигация** в меню "Навигация" и выберите элемент **Поиск**.
- 3 Нажмите   кнопку перехода назад или вперед, чтобы выбрать предыдущее или следующее событие поиска.

Поиск данных последовательного декодирования

- Можно нажать кнопку  остановки для установки или сброса метки.

- С помощью кнопки **Автомасштаб** можно определить, происходит ли при навигации автоматическое масштабирование отображаемого сигнала под размер отмеченной строки.
- Программная кнопка **Прокрутка Lister** позволяет использовать ручку ввода для прокрутки строк данных на экране "Lister".

Можно получить доступ к элементам управления навигации на сенсорном экране. См. "[Выбор информации или элементов управления на боковой панели](#)" на странице 51.

Навигация по сегментам

Когда задействована сегментированная память и остановлен сбор данных, с помощью средств навигации возможно воспроизведение сегментов полученных данных.

- 1 Нажмите кнопку **[Navigate] Навигация**.
- 2 Нажмите кнопку **Навигация** в меню навигации и выберите элемент **Сегменты**.
- 3 Нажмите кнопку **Режим воспроизведения** и выберите один из следующих вариантов.

- **Вручную** — воспроизведение сегментов вручную.

Режим воспроизведения вручную

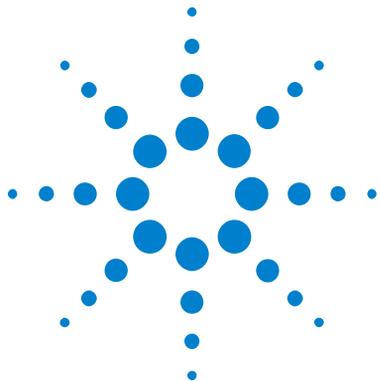
- Нажимайте кнопки   для перехода к предыдущему или следующему сегменту.
- Нажмите программную кнопку  для перехода к первому сегменту.
- Нажмите программную кнопку  для перехода к последнему сегменту.
- **Авто** — автоматическое воспроизведение сегментов.

Режим автоматического воспроизведения

2 Средства управления разверткой

- Нажмите программную кнопку    для перемещения вперед, останова или перемещения назад по времени. Можно нажать кнопку  или  несколько раз, чтобы ускорить воспроизведение. Существует три уровня скорости воспроизведения.

Можно получить доступ к элементам управления навигации на сенсорном экране. См. "[Выбор информации или элементов управления на боковой панели](#)" на странице 51.



3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций)	86
Настройка масштаба по вертикали	87
Настройка положения по вертикали	88
Указание связи каналов	88
Указание импеданса на входе канала	89
Указание ограничения полосы пропускания	90
Изменение точной/грубой настройки ручки масштабирования по вертикали	90
Инвертирование сигнала	91
Настройка параметров пробника аналогового канала	91

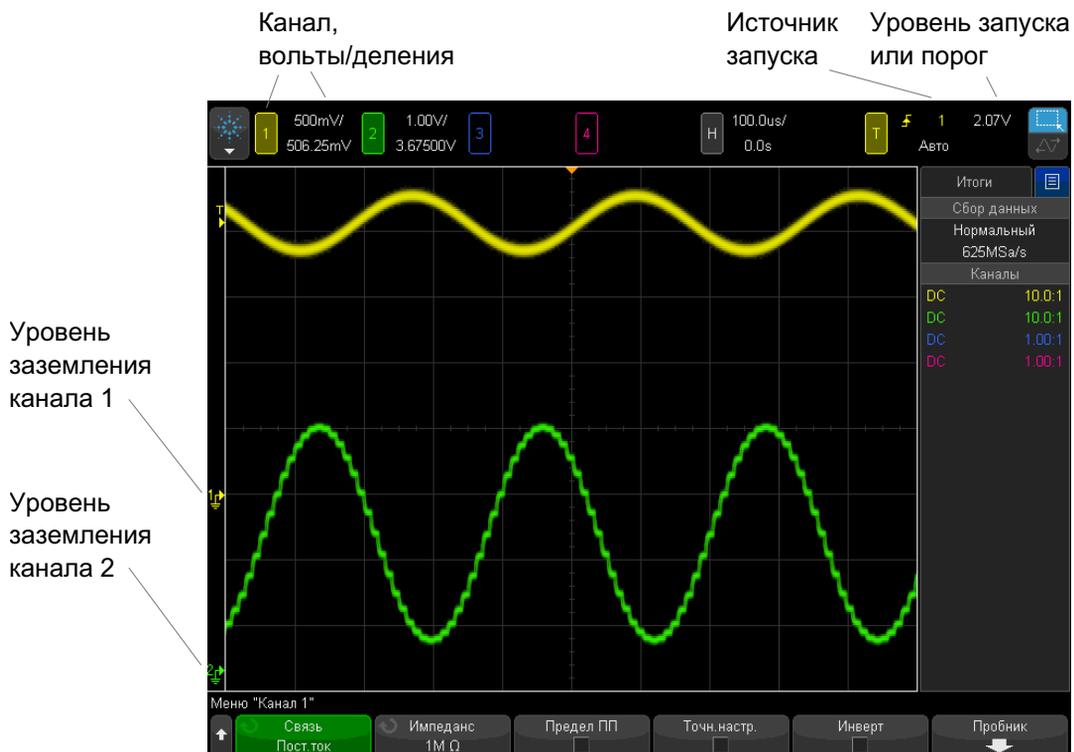
Ниже перечислены средства регулировки по вертикали.

- Ручки регулировки масштаба по вертикали и положения для каждого аналогового канала.
- Кнопки включения и выключения каналов и доступа к программному меню определенного канала.
- Элементы управления сенсорного экрана для настройки вертикального масштаба и расположения (смещения) и получение доступа к меню канала.

На следующем рисунке показано меню канала 1, отображающееся после нажатия кнопки канала [1].



3 Средства регулировки по вертикали



Уровень заземления сигнала для каждого отображаемого канала определяется по положению значка \oplus в крайней левой части экрана.

Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций)

- 1 Включение и выключение канала (а также отображение меню канала) осуществляется с помощью соответствующей кнопки аналогового канала.

Если канал включен, его кнопка подсвечивается.

Это также можно сделать с помощью сенсорного экрана. См. "Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения" на странице 59.

ЗАМЕЧАНИЕ**Выключение каналов**

Прежде чем выключить канал, необходимо открыть его меню. Например, если каналы 1 и 2 включены и на экране отображается меню канала 2, то для отключения канала 1 сначала следует нажать кнопку [1], чтобы открыть меню канала 1, а затем еще раз нажать кнопку [1], чтобы выключить канал 1.

Настройка масштаба по вертикали

- 1 Поверните большую ручку над кнопкой канала с меткой  , чтобы задать масштабирование по вертикали (вольты/деление) для канала.

Это также можно сделать с помощью сенсорного экрана. См. "Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения" на странице 59.

С помощью кнопки масштабирования по вертикали можно менять масштаб аналогового канала с пошаговой последовательностью 1-2-5 (с пробником 1:1) при условии, что точная настройка не включена (см. "Изменение точной/грубой настройки ручки масштабирования по вертикали" на странице 90).

Значение "вольты/деления" аналогового канала отображается в строке состояния.

При повороте ручки изменения настроек вольт/деления по умолчанию устанавливается режим вертикального расширения сигнала относительно уровня заземления канала, однако этот режим можно изменить на расширение относительно центра экрана. См. "Расширение по центру или по нижнему уровню" на странице 372.

Настройка положения по вертикали

- 1 Поверните маленькую ручку расположения по вертикали (\blacklozenge), чтобы приподнять или опустить сигнал канала на экране.

Эту регулировку можно также выполнить, используя сенсорный экран. См. "Изменение смещения сигналов путем перетаскивания значков точки отсчета земли" на странице 56 и "Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения" на странице 59.

Значение напряжения смещения представляет разницу напряжения между центром дисплея по вертикали и значком уровня заземления (\blacklozenge). Оно также может соответствовать напряжению в центре экрана по вертикали, если вертикальное расширение задано по заземлению (см. "Расширение по центру или по нижнему уровню" на странице 372).

Указание связи каналов

Данный параметр переключает связь входа канала на **AC** (переменный ток) или **DC** (постоянный ток).

Совет

Если канал связан по постоянному току, то можно быстро определить постоянную составляющую сигнала, просто измерив расстояние от него до символа заземления.

Если канал связан по переменному току, то составляющая постоянного тока сигнала удаляется, что позволяет использовать большую чувствительность для отображения составляющей переменного тока этого сигнала.

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 Чтобы выбрать тип связи входного канала, нажмите программную кнопку **Связь** в меню канала.
 - **DC** — Связь по постоянному току полезна при просмотре сигналов с частотой не выше 0 Гц, не имеющих заметных смещений по постоянному току.

- **АС** – Связь по переменному току полезна при просмотре сигналов со значительными смещениями по постоянному току.

Если выбрана связь по переменному току, выбрать режим 50Ω невозможно. Это предотвращает повреждение осциллографа.

При связи по переменному току последовательно к входному сигналу подключается фильтр высоких частот 10 Гц, удаляющий из сигнала все смещения составляющей постоянного тока.

Обратите внимание на то, что связь каналов не зависит от связи триггеров. Для изменения связи триггеров см. раздел "[Выбор связи триггеров](#)" на странице 226.

Указание импеданса на входе канала

ЗАМЕЧАНИЕ

При подключении автоматически определяемого, автоматического измерительного или совместимого пробника InfiniiMax осциллограф автоматически настраивает правильный импеданс на входах аналоговых каналов.

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 В меню канала нажмите кнопку **Импеданс** и выберите одно из значений.
 - **50 Ом** – соответствует сопротивлению 50 Ом кабелей, обычно используемых для высокочастотных измерений, и сопротивлению 50 Ом активных пробников.

Выбранный входной импеданс **50 Ом** отображается на экране наряду со сведениями о канале.

При выборе связи по переменному току (см. раздел "[Указание связи каналов](#)" на странице 88) или если на вход подается избыточное напряжение для предотвращения возможных повреждений осциллограф автоматически переключается в режим **1МОм**.

- **1 МОм** – это режим, предназначенный для использования многих пассивных пробников и проведения измерений общего назначения. Более высокий импеданс минимизирует эффект нагрузки осциллографа на тестируемое устройство.

Такое согласование полного импеданса позволяет получить наиболее точные результаты измерений благодаря минимизации отражений в тракте сигнала.

- См. также**
- Для получения дополнительных сведений об изменении с помощью пробников посетите веб-страницу "www.agilent.com/find/scope_probes."
 - Сведения о выборе пробника можно найти в документе "*Руководство по выбору пробников и приспособлений для осциллографов Agilent* (номер документа: 5989-6162EN)", доступном на веб-сайте "www.agilent.com".

Указание ограничения полосы пропускания

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 Нажмите программную кнопку **Предел ПП** в меню канала, чтобы включить или отключить ограничение полосы пропускания.

Когда ограничение полосы пропускания включено, максимальная полоса пропускания канала составляет приблизительно 20 МГц. При включении ограничения полосы пропускания для сигналов, частоты которых ниже этого предела, из них удаляется нежелательный высокочастотный шум. Кроме того, ограничение полосы пропускания ограничивает тракт сигнала запуска по любому каналу, для которого включена функция **Предел ПП**.

Изменение точной/грубой настройки ручки масштабирования по вертикали

- 1 Нажмите ручку масштабирования канала по вертикали (или нажмите кнопку канала и программную кнопку **Точная** в меню канала), чтобы переключить точный или грубый режим настройки.

Это также можно сделать с помощью сенсорного экрана. См. "[Включение/выключение каналов и открытие диалоговых окон масштаба/смещения](#)" на странице 59.

Если выбрана **Точная** настройка, то чувствительность канала по вертикали можно менять с меньшим шагом. Чувствительность канала сохраняет полную калибровку, если включена **Точная** настройка.

Значение масштаба по вертикали отображается в строке меню в верхней части экрана.

Когда **Точная** настройка отключена, при повороте ручки изменения настроек вольт/деления меняется чувствительность канала с пошаговой последовательностью 1-2-5.

Инвертирование сигнала

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 В меню канала нажмите программную кнопку **Инвертировать**, чтобы инвертировать выбранный канал.

При выборе параметра **Инвертировать** значения напряжения отображаемого сигнала инвертируются.

Инвертирование влияет на то, как отображаются данные канала. Тем не менее, при использовании основных условий запуска осциллограф пытается сохранить ту же точку запуска, изменяя настройки запуска.

Кроме того, при инвертировании канала изменяется результат любой математической функции, выбранной в меню "Математическая функция сигнала", и любого измерения.

Настройка параметров пробника аналогового канала

- 1 Нажмите кнопку канала, связанного с выбранным пробником.
- 2 В меню канала нажмите программную кнопку **Пробник**, чтобы отобразить меню пробника канала.

В этом меню можно выбрать для подключенного пробника такие дополнительные параметры, как коэффициент затухания и единицы измерения.



Меню пробника канала изменяется в зависимости от типа подключенного пробника.

Для пассивных пробников (как то: N2862A/B, N2863A/B, N2889A, N2890A, 10073C, 10074C или 1165A) отображается программная кнопка **Проверка пробника**, которая открывает доступ к процедуре компенсации пробников.

Осциллограф выполняет точную калибровку аналоговых каналов для таких активных пробников, как пробники InfiniiMax. При подключении калибруемого пробника отображается программная кнопка **Калибровка пробника** (и может также измениться программная кнопка коэффициента затухания). См. "[Калибровка пробника](#)" на странице 94.

- См. также**
- "[Указание единиц измерения канала](#)" на странице 92
 - "[Указание коэффициента затухания пробника](#)" на странице 92
 - "[Указание искажения пробника](#)" на странице 93

Указание единиц измерения канала

- 1 Нажмите кнопку канала, связанного с выбранным пробником.
- 2 В меню канала нажмите кнопку **Пробник**.
- 3 В меню пробника канала нажмите кнопку **Единицы** и выберите одно из следующих значений.
 - **Вольты** — для пробника напряжения.
 - **Амперы** — для токового пробника.

Чувствительность канала, уровень запуска, результаты измерений и математические функции отображаются в выбранных единицах измерения.

Указание коэффициента затухания пробника

Если осциллограф распознает подключенный пробник, то он задается автоматически. См. Входы аналоговых каналов (see [страница 46](#)).

Для выполнения точных измерений следует должным образом настроить коэффициент затухания пробника.

Если подключенный пробник не распознан осциллографом автоматически, то коэффициент затухания можно задать вручную.

- 1 Нажмите кнопку канала.
- 2 Нажимайте программную кнопку **Пробник**, чтобы выбрать способ указания коэффициента затухания: **Соотношение** или **Децибелы**.
- 3 Поверните ручку ввода , чтобы установить коэффициент затухания подключенного пробника.

При измерении значений напряжения можно установить коэффициент затухания от 0,1:1 до 10 000:1 с последовательностью 1-2-5.

При измерении значений тока с помощью пробника тока можно установить коэффициент затухания от 10 В/А до 0,0001 В/А.

Коэффициент затухания в децибелах можно указать, используя значения от -20 дБ до 80 дБ.

Если в качестве единиц измерения выбраны амперы, а также выбрана настройка коэффициента затухания вручную, то и единицы, и коэффициент затухания отображаются над программной кнопкой **Пробник**.



Указание искажения пробника

При измерении временных интервалов в наносекундах (нс) на точность измерения могут повлиять незначительные отличия в длине кабеля могут. Для удаления ошибок "задержка в кабеле" между любыми двумя каналами используйте кнопку **Искажение**.

- 1 Прозондируйте одну точку обоими пробниками.
- 2 Нажмите кнопку канала одного из выбранных пробников.
- 3 В меню канала нажмите кнопку **Пробник**.

- 4 В меню канала нажмите кнопку **Искажение** и выберите нужное значение искажения.

Каждый аналоговый канал можно отрегулировать до ± 100 нс с приращениями в 10 пс до общей разницы 200 нс.

Нажатие кнопок **[Default Setup] Настр.по умолчанию** или **[Auto Scale] Автомасштаб** на настройку искажения не влияет.

Калибровка пробника

Процедура калибровки пробника начинается с нажатия программной кнопки **Калибровка пробника**.

Осциллограф выполняет точную калибровку аналоговых каналов для таких активных пробников, как пробники InfiniiMax. При подключении калибруемого пробника в меню пробника канала активируется программная кнопка **Калибровка пробника**.

Калибровка одного из таких пробников

- 1 Прежде всего, подключите пробник к одному из каналов осциллографа.

Например, это может быть усилитель/головка пробника InfiniiMax с подключенными аттенюаторами.

- 2 Подключите пробник к контакту Demo 2 (Probe Comp) слева, а заземление пробника – к контакту заземления.

ЗАМЕЧАНИЕ

Калибруя дифференциальный пробник, подключите положительный вывод к контакту Probe Comp, а отрицательный – к контакту заземления. Возможно, потребуется подключить зажим "крокодил" к ушку заземления, чтобы дифференциальный пробник охватывал диапазон от контрольной точки Probe Comp до заземления. Надлежащее заземление обеспечивает наиболее точную калибровку пробника.

- 3 Нажмите кнопку включения/выключения канала, чтобы включить канал, если он выключен.
- 4 В меню канала нажмите программную кнопку **Пробник**.
- 5 Вторая слева программная кнопка в меню пробника канала предназначена для указания головки пробника (и коэффициента

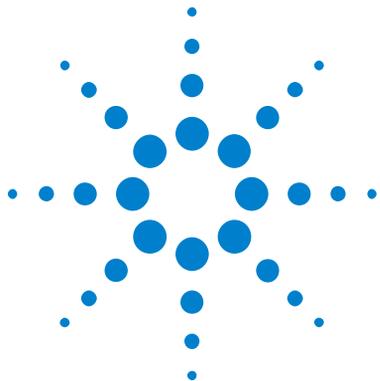
затухания). Нажимайте эту программную кнопку, пока выбор головки пробника не совпадет с используемым аттенюатором.

Доступны следующие значения.

- Односторонний обозреватель 10:1 (без аттенюатора).
 - Дифференциальный обозреватель 10:1 (без аттенюатора).
 - Односторонний обозреватель 10:1 (затухание: +6 дБ).
 - Дифференциальный обозреватель 10:1 (затухание: +6 дБ).
 - Односторонний обозреватель 10:1 (затухание: +12 дБ).
 - Дифференциальный обозреватель 10:1 (затухание: +12 дБ).
 - Односторонний обозреватель 10:1 (затухание: +20 дБ).
 - Дифференциальный обозреватель 10:1 (затухание: +20 дБ).
- 6** Нажмите программную кнопку **Калибровка пробника** и следуйте инструкциям на экране.

Для получения подробных сведений о пробниках и приспособлениях InfiniiMax см. *Руководство пользователя* по пробникам.

3 Средства регулировки по вертикали



4 Сигналы математических функций

- Отображение сигнала математических функций 97
- Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции 99
- Единицы измерения сигналов математических функций 100
- Математические операторы 101
- Математические преобразования 103
- Математические фильтры 123
- Математическая визуализация 125

Можно задать до четырех математических функций. Только один сигнал математической функции можно отобразить одновременно. Сигнал математической функции отображается светло-фиолетовым цветом.

Математические функции можно использовать для аналоговых каналов или низших математических функций при использовании операторов, отличных от сложения, вычитания, умножения или деления.

Отображение сигнала математических функций

- 1 Нажмите кнопку **[Math] Математика** на лицевой панели, чтобы отобразить меню сигналов математических функций.



- 2 Нажмите программную кнопку **Отобразить математические** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать математическую функцию для отображения. Затем снова нажмите ручку ввода или программную кнопку **Отобразить математические**, чтобы отобразить выбранную математическую функцию.
- 3 Выберите оператор, преобразование, фильтр или визуализацию с помощью программной кнопки **Оператор**.

Дополнительные сведения об операторах см. в следующих разделах.

- ["Математические операторы"](#) на странице 101
- ["Математические преобразования"](#) на странице 103
- ["Математические фильтры"](#) на странице 123
- ["Математическая визуализация"](#) на странице 125

- 4 С помощью программной кнопки **Источник 1** выберите аналоговый канал (или низшую математическую функцию) для выполнения математической операции. Для выбора можно повернуть ручку ввода или несколько раз нажать программную кнопку **Источник 1**.

Высшие математические функции могут работать на нижних математических функциях при использовании операторов, отличных от простых арифметических операций (+, -, *, /). Например, если параметр **Мат. 1** установлен в качестве операции вычитания между каналами 1 и 2, функция **Мат. 2** может быть установлена в качестве операции FFT для функции "Мат. 1". Такие функции называются каскадными математическими функциями.

Для каскадирования математических функций используйте программную кнопку **Источник 1**.

СОВЕТ

При каскадировании математических функций для получения наиболее точных результатов необходимо выполнить масштабирование нижних математических функций по вертикали, чтобы их сигналы занимали весь экран и помещались на нем полностью.

- 5 Если выбран арифметический оператор для математической функции, то выберите второй источник для арифметического действия с помощью программной кнопки **Источник 2**.

- 6 Сведения об изменении размера и положения сигнала математической функции см. в разделе "Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции" на странице 99.

Совет**Рекомендации по применению математических действий**

Если аналоговый канал или сигнал математической функции обрезан (отображен на экране не полностью), то обрезанным окажется и обработанный с помощью этой функции сигнал.

Как только отобразится сигнал математической функции, для более удобного его просмотра можно отключить аналоговые каналы.

Для удобства просмотра и оценки измерений можно отрегулировать пропорциональное изменение размеров по вертикали и смещение каждого из сигналов математических функций.

Сигнал математической функции можно измерить с помощью кнопок [**Cursors**] **Курсоры** и/или [**Meas**] **Измерения**.

Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции

- 1 Убедитесь, что мультиплексированные ручки масштаба и положения выше и ниже кнопки [**Math**] **Математика** настроены для сигналов математических функций.

Если стрелка слева от кнопки [**Math**] **Математика** не горит, то нажмите эту кнопку.
- 2 Для изменения размера и положения сигнала математической функции используйте мультиплексированные ручки масштаба и положения выше и ниже кнопки [**Math**] **Математика**.

ЗАМЕЧАНИЕ**Автоматическая настройка масштаба и смещения математической функции**

При любом изменении определения отображаемой математической функции происходит автоматическая настройка оптимальных значений масштаба по вертикали и смещения сигнала данной функции. Если значения масштаба и смещения для некоей функции установлены вручную, то выберите новую функцию, затем выберите исходную функцию, и масштаб исходной функции будет изменен автоматически.

- См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 100

Единицы измерения сигналов математических функций

В меню канала пробника, нажав программную кнопку **Единицы измерения**, можно в качестве единиц измерения для каждого входного канала установить вольты или амперы. Доступны следующие единицы измерения сигналов математических функций.

Математическая функция	Единицы измерения
сложение или вычитание	V или A
умножение	V ² , A ² или Вт (вольт-ампер)
дифференцирование	V/с или A/с
∫ интегрирование	V/с или A/с
FFT	дБ* (децибелы). См. также "Единицы измерений FFT" на странице 114.
√ (квадратный корень)	V ^{1/2} , A ^{1/2} или Вт ^{1/2} (вольт-ампер)
* Когда источником FFT служат каналы 1, 2, 3 или 4, единицей измерения сигнала FFT будет дБВ, если единицей измерения канала являются вольты, а для импеданса канала задано значение 1 МОм. Единицей измерения для графиков FFT является децибел от милливатта (дБм), когда единицей измерения сигнала в каналах является вольт и входной импеданс каналов установлен на 50 Ом. Единицей измерения для графиков FFT является децибел (дБ) для всех прочих источников FFT или в том случае, когда единицей измерения сигнала в каналах-источниках является ампер.	

Если при использовании двух каналов-источников для них установлены разные единицы измерения и комбинации последних невозможно разделить, то для сигналов математических функций будет отображаться единица **U** (не определено).

Математические операторы

Математические операторы выполняют арифметические операции (сложение, вычитание или умножение) на аналоговых входных каналах.

- "Сложение или вычитание" на странице 101
- "Умножение или деление" на странице 102

Сложение или вычитание

При выборе сложения или вычитания значения точек **Источника 1** и **Источника 2** последовательно складываются или вычитаются, а результат отображается на экране.

Вычитание можно использовать для дифференцированных измерений или сравнения двух сигналов.

Если смещение сигналов по постоянному току больше динамического диапазона входных каналов осциллографа, то следует использовать дифференциальный пробник.

4 Сигналы математических функций

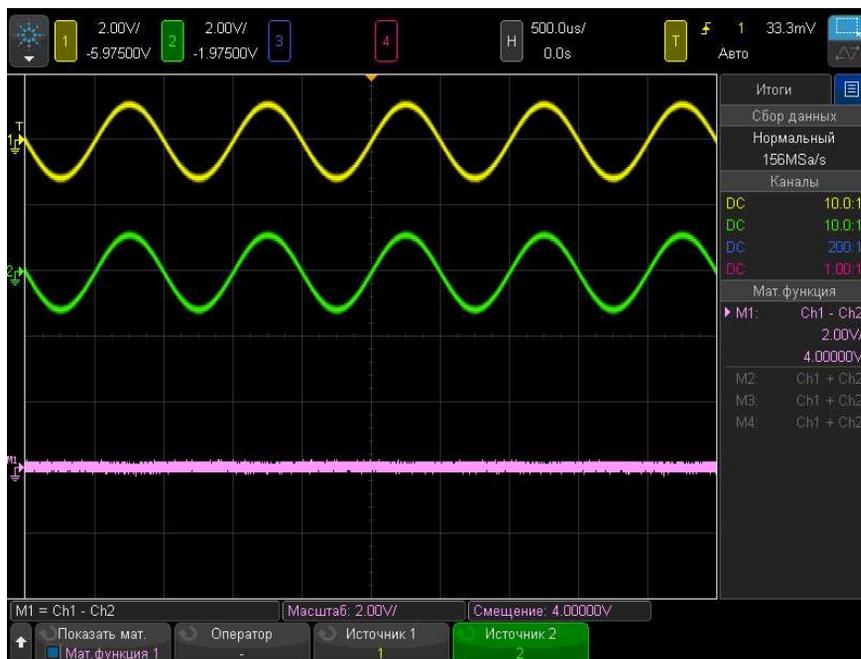


Рис. 5 Пример вычитания сигнала канала 2 из сигнала канала 1

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 100

Умножение или деление

При выборе математической функции умножения или деления значения точек **Источник 1** и **Источник 2** последовательно перемножаются или делятся, а результат отображается на экране.

При делении на ноль на кривой выхода отображаются пустые пространства (то есть, нулевые значения).

Функция умножения удобна для просмотра соотношений мощности сигналов, когда сигнал одного из каналов пропорционален силе тока.

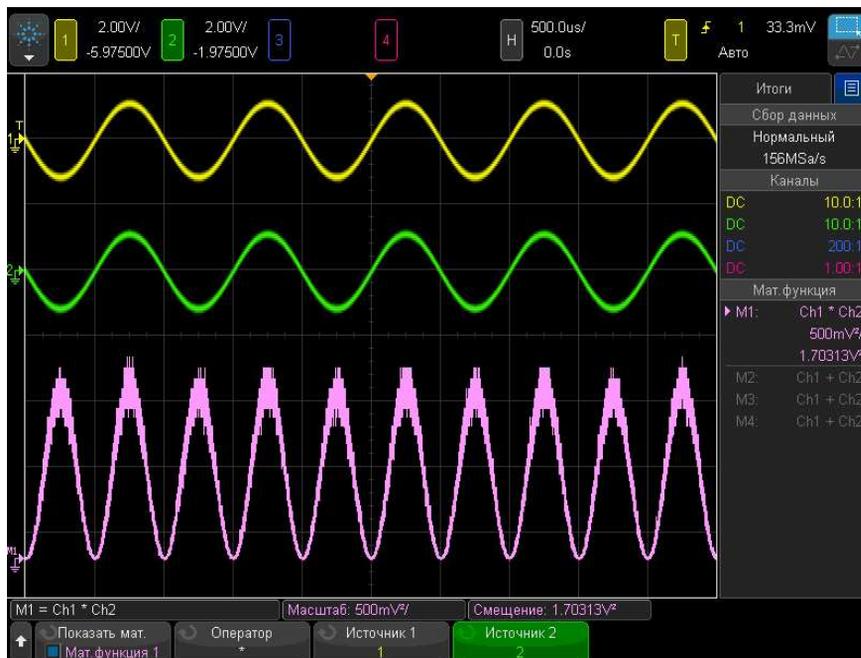


Рис. 6 Пример умножения сигнала канала 1 на сигнал канала 2

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 100

Математические преобразования

Математические преобразования выполняют функцию преобразования (дифференцирование, интегрирование, FFT или выделение квадратного корня) на аналоговом входном канале или по результатам арифметического действия.

- ["Дифференцирование"](#) на странице 104
- ["Интегрирование"](#) на странице 105
- ["Измерения с применением быстрого преобразования Фурье \(FFT\)"](#) на странице 108

- "Квадратный корень" на странице 117
- "Ах + В" на странице 118
- "Квадрат" на странице 119
- "Абсолютное значение" на странице 120
- "Логарифм" на странице 120
- "Натуральный логарифм" на странице 121
- "Экспонента" на странице 121
- "Экспонента основания 10" на странице 122

Дифференцирование

d/dt (дифференцирование) позволяет вычислить дискретную производную по времени выбранного источника сигнала.

Дифференцирование можно использовать для измерения мгновенного значения перепада сигнала. Например, с помощью функции дифференцирования можно измерить скорость нарастания выходного напряжения операционного усилителя.

Процедура дифференцирования очень чувствительна к шумам, поэтому в качестве режима сбора данных рекомендуется установить **Усреднение** (см. раздел "Выбор режима сбора данных" на странице 240).

Функция **d/dt** выстраивает производную выбранного источника по формуле "оценка среднего значения перепада по 4 точкам". Уравнение выглядит следующим образом.

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

Где:

- d – дифференциальный сигнал;
- y – точки данных каналов 1, 2, 3, 4 или математических функций 1, 2, 3 (нижняя математическая функция);
- i – индекс точек данных;
- Δt – временной интервал между точками.

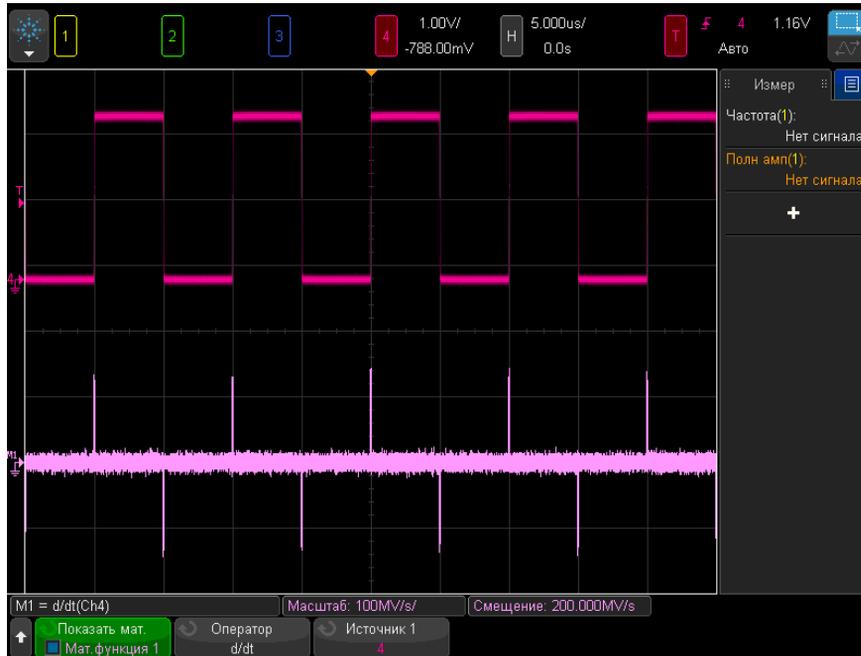


Рис. 7 Пример функции дифференцирования

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 100

Интегрирование

$\int dt$ – функция интегрирования вычисляет интеграл сигнала выбранного источника. Интегрирование можно применять для измерения энергии импульсов в вольт-секундах или для измерения площади под графиком.

$\int dt$ – функция формирует интеграл сигнала источника согласно трапецидальному алгоритму. Уравнение выглядит следующим образом.

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

Где:

- I – проинтегрированная осциллограмма
- Δt – временной интервал между точками
- y – точки данных каналов 1, 2, 3, 4 или математических функций 1, 2, 3 (нижняя математическая функция).
- c_o – произвольная константа
- i – индекс точек данных

Оператор интегрирования предоставляет в распоряжение пользователя программную кнопку **Смещение**, которая позволяет ввести компенсацию постоянной составляющей входного сигнала.. Небольшое смещение по постоянному напряжению на входе функции интегрирования (и даже небольшая погрешность калибровки осциллографа) может вызвать постепенное "сползание" результата интегрирования вверх или вниз. Компенсация постоянной составляющей позволяет выровнять результирующую осциллограмму.

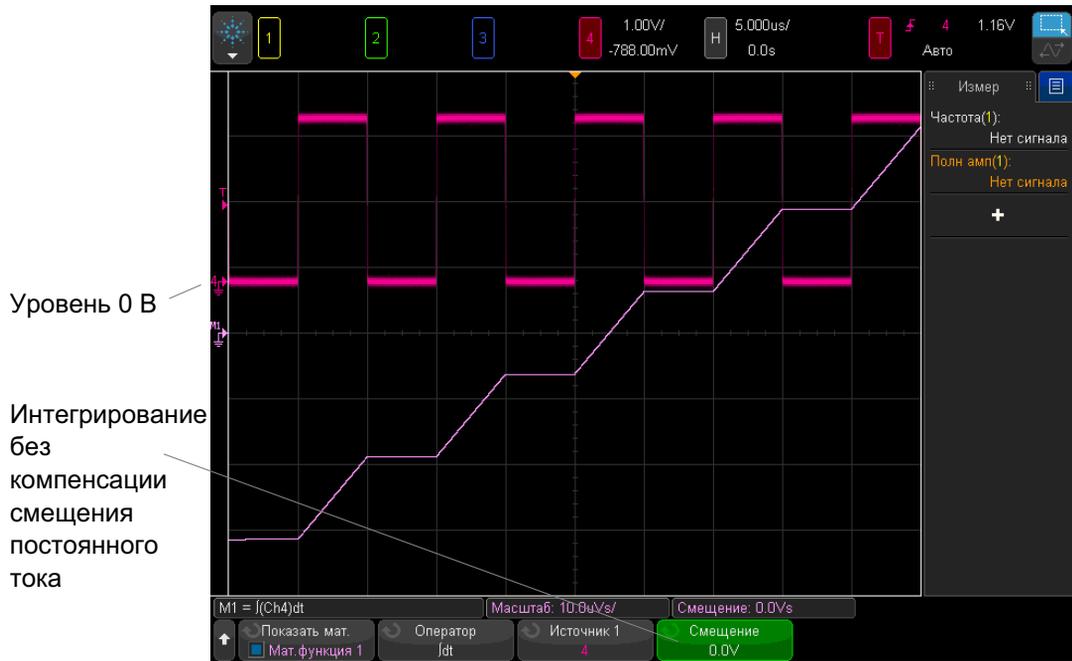


Рис. 8 Интегрирование без смещения сигнала

4 Сигналы математических функций

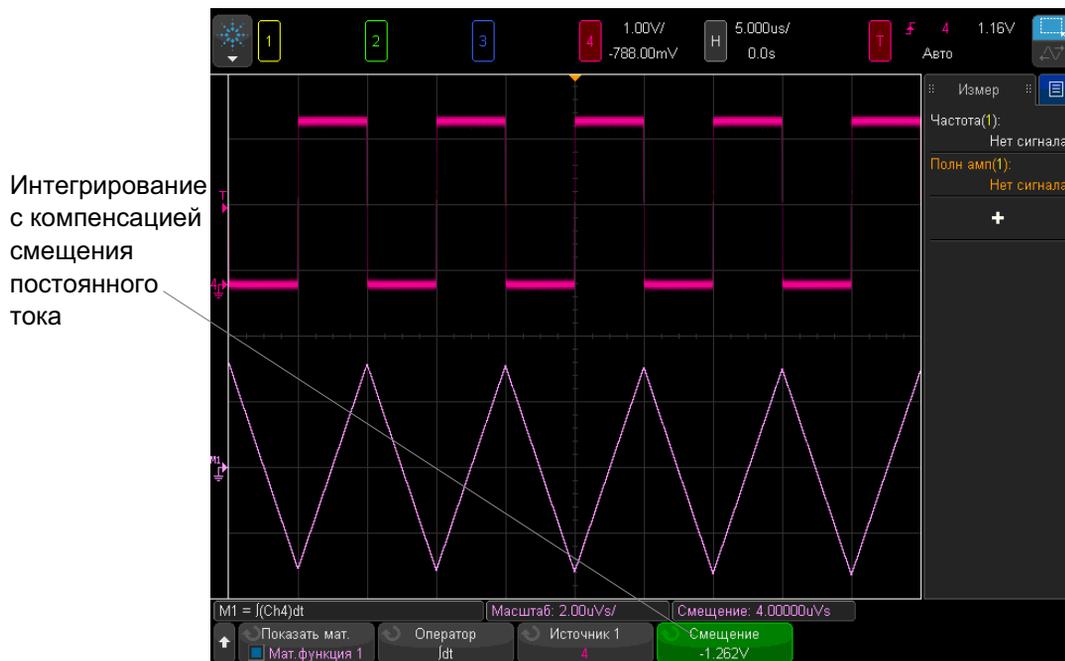


Рис. 9 Интегрирование со смещением сигнала

См. также • "Единицы измерения сигналов математических функций" на странице 100

Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)

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

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

Чтобы вывести на экран график, полученный в результате быстрого преобразования Фурье, выполните следующее.

- 1 Нажмите программную кнопку **Отобразить математические** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать математическую функцию для отображения. Затем снова нажмите ручку ввода или программную кнопку **Отобразить математические**, чтобы отобразить выбранную математическую функцию.
- 2 Нажмите кнопку **[Math] Математика**. Затем нажмите программную кнопку **Отобразить математические** и выберите математическую функцию для использования. Затем нажмите программную кнопку **Оператор** и выберите **FFT**.

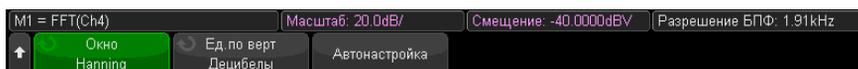


- **Источник 1** — выбор источника для функции FFT.
- **Диапазон** — настройка общей длины видимого на экране спектра функции FFT (слева направо). Чтобы получить цену деления шкалы в герцах на деление, следует разделить на 10 значение ширины спектра. Вы можете установить значение диапазона выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите программную кнопку **Диапазон**, затем вращайте ручку ввода, чтобы установить желаемый частотный диапазон для отображения на экране.
- **Центр** — настройка частоты спектра функции FFT, отображаемого вдоль центральной вертикальной линии координатной сетки экрана. Можно установить значение центра ниже половины частотного диапазона или выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите программную кнопку **Центр**, затем вращайте ручку ввода, чтобы установить желаемую центральную частоту на дисплее.

4 Сигналы математических функций

- **Масштаб** – настройка пользовательских коэффициентов масштаба по вертикали функции FFT, выраженных в дБ/дел (децибелы/деление). См. "Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции" на странице 99.
- **Смещение** – настройка пользовательского смещения для функции FFT. Значение смещения выражается в децибелах и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. См. "Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции" на странице 99.
- **Дополнительные FFT** – отображение меню дополнительных настроек FFT.

3 Нажмите программную кнопку **Дополнительные FFT**, чтобы вывести на экран меню дополнительных установок параметров FFT.



- **Окно**– выбор окна для отображения входного сигнала функции FFT.
 - **Хеннинг** – окно для проведения точных частотных измерений или разделения двух близко расположенных частот.
 - **Окно с плоской вершиной** – окно для точных измерений амплитуды пиковых значений частоты.
 - **Прямоугольный** – окно с хорошим частотным разрешением и высокой точностью измерения амплитуды, но его следует использовать только при отсутствии утечек. Применяется с такими сигналами, как псевдослучайный шум, импульсы, синусоидальные пакеты и затухающие синусоидальные колебания.
 - **Блэкман-Харрис** – это окно дает меньшее временное разрешение по сравнению с прямоугольным окном, однако повышает возможность обнаружения мелких импульсов благодаря более низким боковым лепесткам.
 - **Единицы измерения по вертикали** – позволяет выбрать единицу измерения шкалы FFT по вертикали: децибелы или вольты эффективного значения напряжения (V RMS).

- **Автонастройка, FFT** — устанавливает такие значения диапазона и центра, при которых обеспечивается отображение всего имеющегося спектра. Максимально возможная частота равна половине частоты дискретизации FFT, которая зависит от установки коэффициента развертки (время/деление). Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT (f_s/N). Текущее разрешение FFT отображается над программными кнопками.

ЗАМЕЧАНИЕ**Особенности регулировки масштаба и смещения**

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

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

Нажатие программной кнопки FFT **Автонастройка** приводит к автоматическому перемасштабированию графика; при этом значения частотного диапазона и центральной частоты автоматически отслеживают установку коэффициента развертки.

- 4 Для выполнения измерений с помощью курсоров нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры** и задайте для программной кнопки **Источник** значение **Мат.функция**.

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.

- 5 Для выполнения других измерений нажмите кнопку **[Meas] Измерения** и задайте для программной кнопки **Источник** значение **Мат.функция**.

4 Сигналы математических функций

На графике FFT можно выполнять измерения междупиковых значений, максимального, минимального и среднего значения в децибелах. Можно также найти значение частоты при первом появлении максимума сигнала с помощью измерения параметра X при максимальном значении Y.

Показанный на следующем рисунке спектр FFT получен при подаче на канал 1 сигнала прямоугольной формы 2,5 В, 100 кГц. Для коэффициента развертки установлено значение 50 мкс/дел, для чувствительности по вертикали – значение 1 В/дел, для единиц измерения/деление установлено значение 20 дБВ, для смещения – значение -40,0 дБВ, для центральной частоты – значение 500 кГц, для частотного диапазона – значение 1 МГц, а для окна выбрано значение "Хеннинг".



- См. также
- ["Рекомендации по измерениям FFT"](#) на странице 113
 - ["Единицы измерений FFT"](#) на странице 114

- "Значение постоянной составляющей при вычислении FFT" на странице 115
- "Ложные частотные составляющие и наложение спектров" на странице 115
- "Просачивание спектральных составляющих" на странице 117
- "Единицы измерения сигналов математических функций" на странице 100

Рекомендации по измерениям FFT

Количество точек, регистрируемых для записи FFT, может достигать до 65 536. 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 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 кнопками **[Math] Математика** и **[Cursors] Курсоры** для переключения между измерительными функциями и средствами управления частотной областью в меню FFT.

ЗАМЕЧАНИЕ

Разрешение FFT

Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT (f_s/N). При фиксированном количестве точек FFT (до 65 536) чем меньше частота дискретизации, тем лучше разрешение.

Уменьшение эффективной частоты дискретизации путем выбора более низкой скорости развертки (более высокого значения коэффициента развертки) приводит к повышению низкочастотного разрешения отображения спектра FFT, однако увеличивает вероятность появления ложных частотных составляющих. Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT. Реальное разрешение отображения спектра будет не столь

высоким, поскольку способность разрешать две близкие частоты в действительности ограничивается формой окна-фильтра. Хороший способ проверки разрешения двух близких частот состоит в обследовании боковых полос амплитудно-модулированного синусоидального сигнала.

Для достижения наилучшей точности воспроизведения спектра по вертикали при измерении пиков выполняйте следующее.

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

Для достижения наилучшей точности воспроизведения частоты на пиках выполняйте следующее.

- Применяйте окно Хеннинга.
- Пользуйтесь меню курсоров для установки курсора X на интересующую частоту.
- Отрегулируйте частотный диапазон для повышения точности позиционирования курсора.
- Вернитесь к меню курсоров для точного позиционирования курсора X.

Дополнительные сведения о применении функций FFT см. в документе Agilent Application Note 243, *Основы анализа сигналов* на веб-странице по адресу "<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>".

Дополнительные сведения также можно получить из главы 4 книги Роберта А. Витте (Robert A. Witte) *Измерение спектра и сети*.

Единицы измерений FFT

Уровень 0 дБВ соответствует синусоидальному сигналу с напряжением 1 среднеквадратический В. Когда источником сигнала FFT является канал 1 или канал 2 (либо канал 3 или 4 у четырехканального осциллографа), то единицей измерения для осциллограмм FFT

является децибел от вольта (дБВ), когда единицей измерения сигнала в каналах является вольт и входной импеданс каналов установлен на 1 МОм.

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

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

Значение постоянной составляющей при вычислении FFT

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

Ложные частотные составляющие и наложение спектров

При применении FFT важно иметь представление о ложных частотных составляющих, возникающих при дискретизации. При выполнении измерений с применением FFT оператор должен понимать, что именно должно содержаться в частотной области, и учитывать частоту дискретизации, частотный диапазон и полосу пропускания осциллографа. Разрешение FFT (отношение частоты дискретизации к количеству точек FFT) отображается прямо над программными кнопками, когда на экране отображается меню FFT.

ЗАМЕЧАНИЕ

Частота Найквиста и наложение спектров в частотной области

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

4 Сигналы математических функций

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. Настройка время/деление по горизонтали для сигналов прямоугольной формы определяет частоту дискретизации и результаты при разрешении FFT 1,91 Гц. На этой осциллограмме спектра FFT составляющие входного сигнала с частотой, превышающей частоту Найквиста, отображаются зеркально относительно правой кромки экрана.



Рис. 10 Наложение спектров

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

Просачивание спектральных составляющих

Функция FFT работает с повторяющимися записями временной зависимости сигнала. В конце записи образуется разрыв, если только запись не содержит целое число периодов оцифрованного сигнала. Этот разрыв называется просачиванием спектральных составляющих. Для минимизации просачивания спектральных составляющих в качестве фильтров для FFT применяются окна, плавно приближающиеся к нулю в начале и в конце сигнала. В меню FFT предлагается четыре окна – окно Хеннинга, окно с плоской вершиной, прямоугольное окно и окно Блэкмана-Харриса. Дополнительные сведения о просачивании см. в документе Agilent Application Note 243, *Основы анализа сигналов* на веб-странице по адресу "<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>".

Квадратный корень

С помощью функции квадратного корня ($\sqrt{\quad}$) можно вычислить квадратный корень выбранного источника.

Если преобразование для определенного входного значения не указано, на выходе функции будет отображено пустое пространство (нулевые значения).

4 Сигналы математических функций



Рис. 11 Пример функции $\sqrt{\quad}$ (квадратный корень)

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 100

Ax + B

Функция Ax + B позволяет применить усиление и смещение к имеющемуся источнику входа.

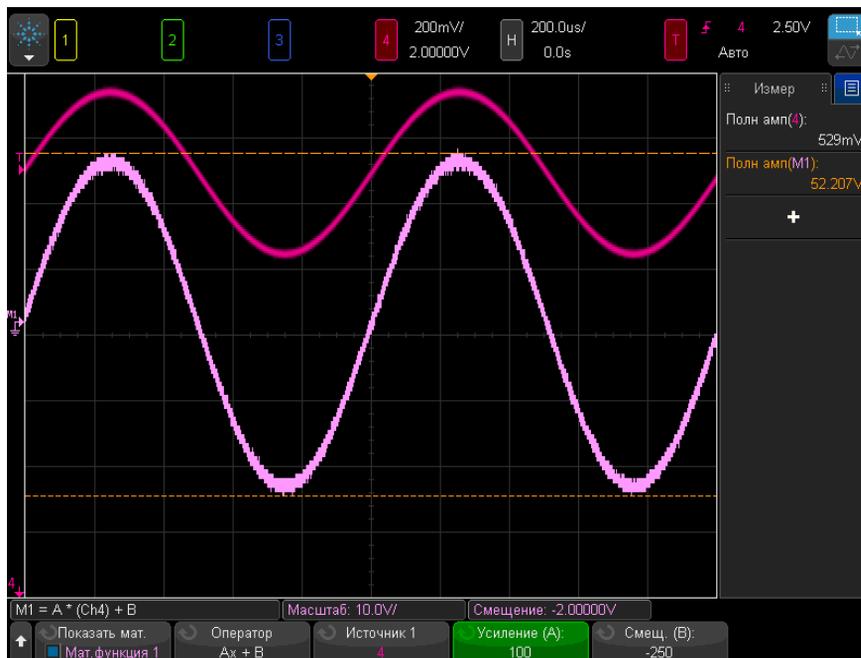


Рис. 12 Пример $Ax + B$

С помощью программной кнопки **Усиление (A)** выберите усиление.

С помощью программной кнопки **Смещение (B)** выберите смещение.

Отличие функции $Ax + B$ от функции математической визуализации с увеличением состоит в том, что значение выхода будет отличаться от значения входа.

См. также • "Увеличение" на странице 125

Квадрат

Функция квадратного корня позволяет вычислить по точкам квадратный корень выбранного источника и вывести результат.

Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать источник сигнала.

4 Сигналы математических функций

См. также • ["Квадратный корень"](#) на странице 117

Абсолютное значение

Функция абсолютного значения изменяет отрицательные значения на входе на положительные и отображает получившийся сигнал.

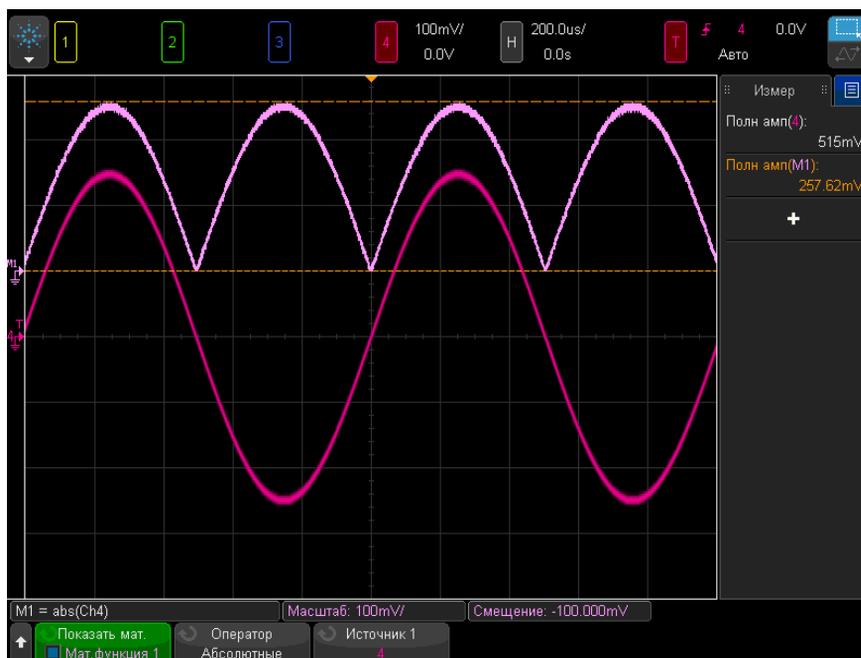


Рис. 13 Пример абсолютного значения

См. также • ["Квадрат"](#) на странице 119

Логарифм

С помощью функции десятичного логарифма (\log) выполняется преобразование источника входа. Если преобразование для определенного входного значения не указано, на выходе функции будет отображено пустое пространство (нулевые значения).

См. также • "Натуральный логарифм" на странице 121

Натуральный логарифм

С помощью функции натурального логарифма (\ln) выполняется преобразование источника входа. Если преобразование для определенного входного значения не указано, на выходе функции будет отображено пустое пространство (нулевые значения).



Рис. 14 Пример натурального логарифма

См. также • "Логарифм" на странице 120

Экспонента

С помощью экспоненциальной функции (e^x) выполняется преобразование источника входа.

4 Сигналы математических функций

См. также • ["Экспонента основания 10"](#) на странице 122

Экспонента основания 10

С помощью функции экспоненты основания 10 (10^x) выполняется преобразование источника входа.



Рис. 15 Пример экспоненты основания 10

См. также • ["Экспонента"](#) на странице 121

Математические фильтры

Можно использовать математические фильтры для создания сигнала, который является результатом применения фильтра высоких и низких частот на аналоговом входном канале или по результатам арифметического действия.

- "Фильтр высоких и низких частот" на странице 123
- "Усредненное значение" на странице 124

Фильтр высоких и низких частот

Функции фильтра высоких и низких частот используются для применения фильтра к выбранному сигналу источника и отображения результатов в математическом сигнале.

Фильтр высоких частот является однополюсным фильтром высоких частот.

Фильтр низких частот является фильтром Bessel-Thompson 4-го порядка.

Для выбора частоты среза фильтра -3 дБ используйте программную кнопку **Полоса пропускания**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Отношение частоты Найквиста входного сигнала к выбранной частоте среза -3 дБ определяет число точек, доступных для вывода, и в некоторых случаях на кривой выхода точки отсутствуют.



Рис. 16 Пример фильтра низких частот

Усредненное значение

При выборе оператора усредненного значения математический сигнал будет выбран в качестве исходного сигнала, усредненное выбранное количество раз.

Исходным сигналом может быть один из аналоговых входных каналов или один из предыдущих сигналов математических функций.

В отличие от усреднения собранных данных оператор математического усреднения можно использовать для усреднения данных одиночного аналогового входного канала или математической функции.

Если усреднение собранных данных также активировано, данные аналогового входного канала будут усреднены, а затем они будут усреднены с помощью математической функции. Можно

использовать оба типа усреднения для достижения нужного числа усреднений всех сигналов и увеличения числа усреднений на определенном сигнале.

Усреднения вычисляются с помощью аппроксимации "Затухающее среднее значение", где:

$$\text{следующее_среднее_значение} = \text{текущее_среднее_значение} + (\text{новые_данные} - \text{текущее_среднее_значение})/N$$

Где N начинается с 1 для первого сбора данных и приращений для каждого последующего сбора данных, при достижении выбранного числа усреднений операция будет остановлена.

См. также • ["Режим сбора данных "Усреднение"](#) на странице 245

Математическая визуализация

Можно применить визуализацию математических функций, что обеспечивает разные способы просмотра собранных данных и измеренных значений.

- ["Увеличение"](#) на странице 125
- ["Отклонение измерения"](#) на странице 126
- ["График синхронизации логической шины"](#) на странице 128
- ["График состояния логической шины"](#) на странице 129

Увеличение

Математическая функция увеличения позволяет отображать имеющийся источник входа с разными параметрами по вертикали для обеспечения более подробного вида по вертикали.

4 Сигналы математических функций

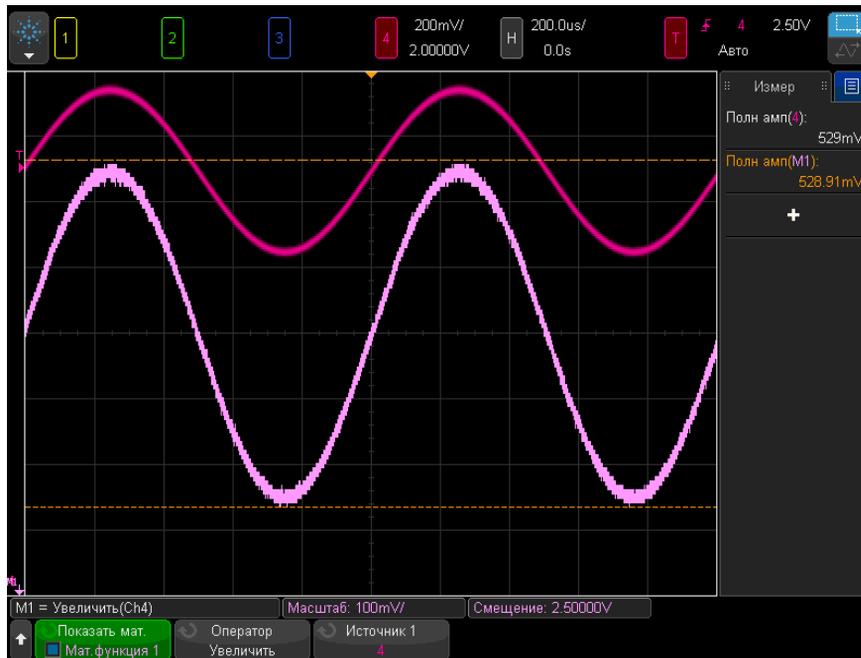


Рис. 17 Пример увеличения

См. также • "Ax + B" на странице 118

Отклонение измерения

С помощью математической функции тренда измерения отображаются значения измерения сигнала (на основе значений порогов измерения) при прохождении сигнала по экрану. Для каждого цикла проводится измерение, и его значение отображается на экране.



Рис. 18 Пример отклонения измерения

Нажмите программную кнопку **Тип**, чтобы выбрать измерение, отклонение которого требуется просмотреть. Можно отобразить значения отклонений для следующих измерений.

- Среднее значение
- RMS - AC
- Коэффициент
- Период
- Частота
- +Длительность
- -Длительность
- Коэффициент заполнения
- Время нарастания
- Время спада

4 Сигналы математических функций

С помощью программной кнопки **Пороги** войдите в меню пороговых значений измерений. См. "**Пороги измерений**" на странице 292.

Если для части кривой не удастся выполнить измерение, на выводе функции на участке отклонения будет отображаться пустое пространство (обозначающее отсутствие значения), пока не удастся выполнить измерение.

График синхронизации логической шины

С помощью функции синхронизации логической шины в таблице отображаются значения данных шины в виде аналогового сигнала (подобно преобразованию D/A). Во время перехода значения шины выходом функции будет являться последнее стабильное состояние шины.

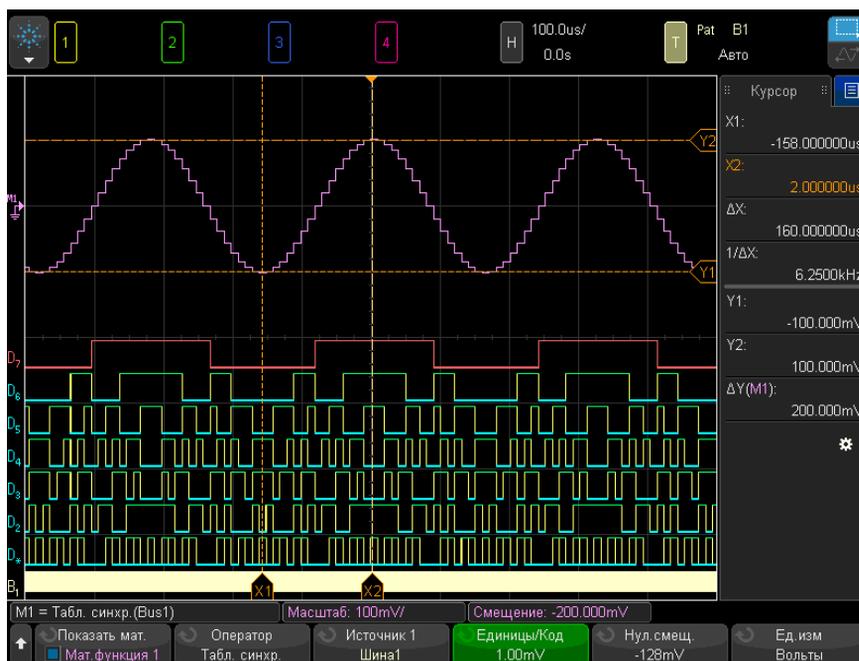


Рис. 19 Пример графика синхронизации логической шины

С помощью программной кнопки **Единицы измерения/код** укажите аналоговое значение, эквивалентное каждому приращению значения данных шины.

С помощью программной кнопки **Смещение 0** укажите аналоговое значение, эквивалентное нулевому значению шины данных.

С помощью программной кнопки **Единицы измерения** укажите тип значений, которые представляют данные шины (вольты, амперы и т. д.).

См. также • ["График состояния логической шины"](#) на странице 129

График состояния логической шины

С помощью функции состояния логической шины в таблице отображаются значения данных шины, отобранные на краю тактового сигнала, в виде аналогового сигнала (подобно преобразованию D/A).

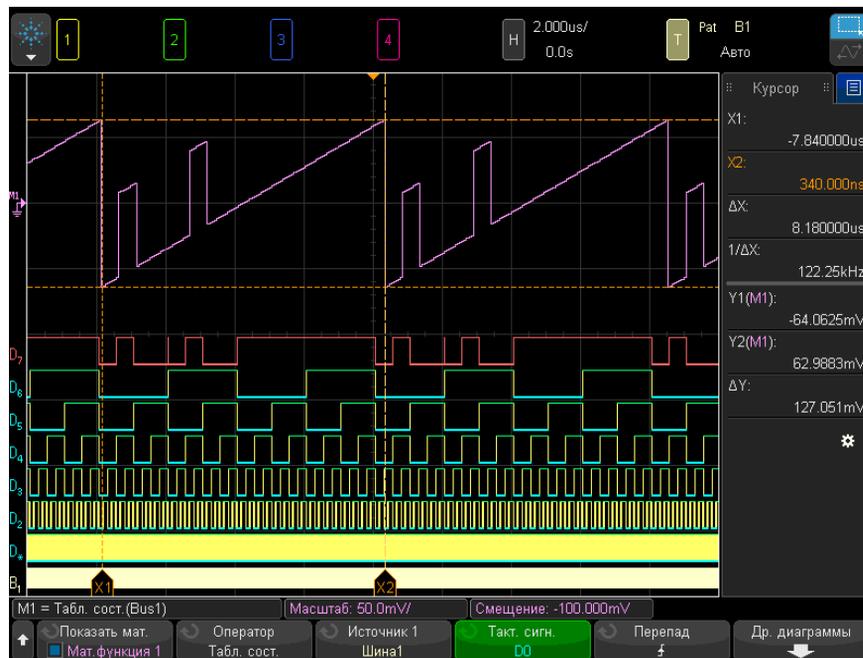


Рис. 20 Пример графика состояния логической шины

4 Сигналы математических функций

С помощью программной кнопки **Тактовый сигнал** выберите тактовый сигнал.

С помощью программной кнопки **Отклонение** выберите фронт тактового сигнала, который требуется использовать.

С помощью программной кнопки **Дополнительная диаграмма** откройте подменю для указания аналогового значения, эквивалентного каждому приращению значения шины, аналогового значения, эквивалентного нулевому значению шины, и типа значений, которые представлены данными шины на графике (вольты, амперы и т. д.).



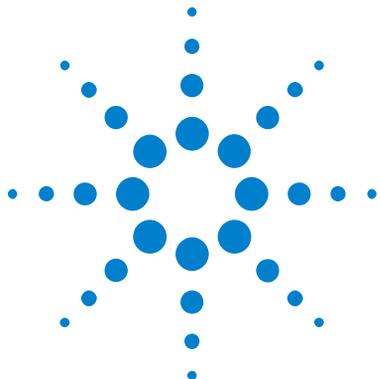
С помощью программной кнопки **Единицы измерения/код** укажите аналоговое значение, эквивалентное каждому приращению значения данных шины.

С помощью программной кнопки **Смещение 0** укажите аналоговое значение, эквивалентное нулевому значению шины данных.

С помощью программной кнопки **Единицы измерения** укажите тип значений, которые представляют данные шины (вольты, амперы и т. д.).

См. также

- ["График синхронизации логической шины"](#) на странице 128



5 Опорные сигналы

- Сохранение сигнала в файл опорного сигнала 132
- Отображение опорного сигнала 132
- Изменение масштаба и положения опорных сигналов 133
- Регулировка искажений опорного сигнала 134
- Отображение информации об опорном сигнале 134
- Сохранение/вызов файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя 134

Сигналы аналоговых каналов или математических функций можно сохранить в одном или четырех файлах опорных сигналов в осциллографе. После этого опорный сигнал можно отобразить и сравнить с другими сигналами. Только один опорный сигнал можно отобразить одновременно.

Если опорным сигналам назначены мультиплексированные ручки (нажата кнопка **[Ref] Опорн.** и горит индикатор слева от этой кнопки), с помощью этих ручек можно изменять масштаб и положение опорных сигналов. Можно также регулировать искажения опорных сигналов. Данные о масштабе, смещении и искажениях опорного сигнала могут отображаться на экране осциллографа.

Сигналы аналоговых каналов, математических функций или опорные сигналы можно сохранить в файл опорных сигналов на USB-накопителе. Файл опорного сигнала, сохраненный на USB-накопителе, можно вызывать в один из файлов опорных сигналов.



Сохранение сигнала в файл опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Ref] Опорн.**, чтобы включить опорные сигналы.
- 2 В меню опорного сигнала нажмите программную кнопку **Отобразить опорный** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала для отображения. Затем снова нажмите ручку ввода или программную кнопку **Отобразить опорный**, чтобы отобразить выбранный файл опорного сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сохранить в R1/R2/R3/R4**, чтобы сохранить сигнал в файл опорного сигнала.

ЗАМЕЧАНИЕ

Опорные сигналы являются энергонезависимыми — они сохраняются даже после выключения питания или выполнения настройки по умолчанию.

Удаление файла опорного сигнала

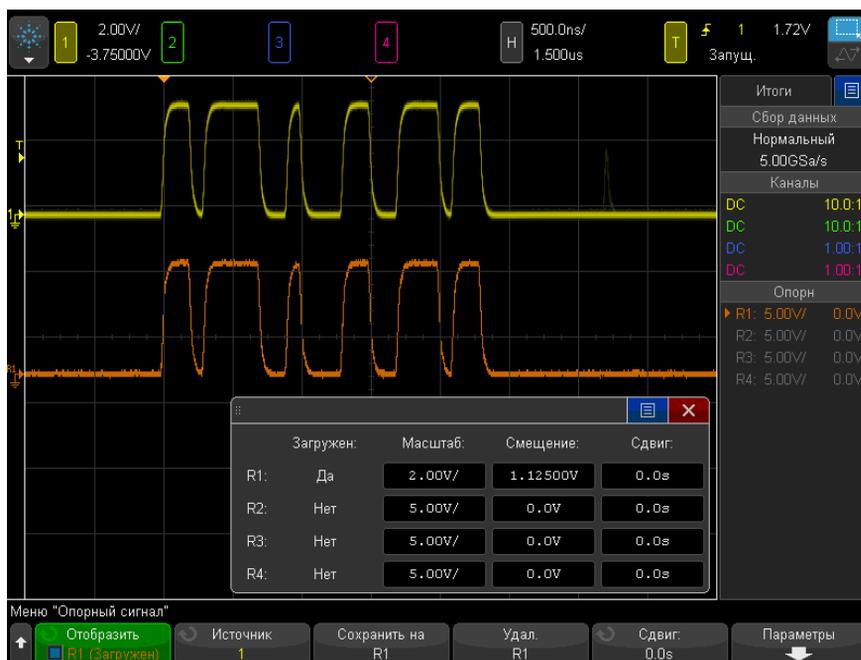
- 1 Нажмите кнопку **[Ref] Опорн.**, чтобы включить опорные сигналы.
- 2 В меню опорного сигнала нажмите программную кнопку **Опорн.** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Удалить R1/R2/R3/R4**, чтобы удалить файл опорного сигнала.

Опорные сигналы можно удалить, восстановив заводскую настройку или выполнив безопасную очистку файлов (см. [Глава 18](#), “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341).

Отображение опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Ref] Опорн.**, чтобы включить опорные сигналы.
- 2 В меню опорного сигнала нажмите программную кнопку **Опорн.** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.

- 3 Затем нажмите программную кнопку **Опорн.** еще раз, чтобы включить/отключить отображение опорного сигнала.



Только один опорный сигнал можно отобразить одновременно.

Опорные сигналы всегда отображаются как векторы (т. е. линии между точками данных сигнала) и могут отличаться от сигналов, отображающихся в виде точек (если этот параметр доступен на осциллографе).

См. также • ["Отображение информации об опорном сигнале"](#) на странице 134

Изменение масштаба и положения опорных сигналов

- 1 Убедитесь, что мультиплексированные ручки масштаба и положения выше и ниже кнопки **[Ref] Опорн.** настроены для опорных сигналов.

Если стрелка слева от кнопки **[Ref] Опорн.** не горит, то нажмите эту кнопку.

- 2 Настройте масштаб опорного сигнала с помощью верхней мультиплексированной ручки.
- 3 Для настройки положения опорного сигнала используйте нижнюю мультиплексированную ручку.

Регулировка искажений опорного сигнала

После отображения опорных сигналов можно отрегулировать их искажения.

- 1 Отображение необходимого опорного сигнала (см. ["Отображение опорного сигнала"](#) на странице 132).
- 2 Нажмите программную кнопку **Искажение** и с помощью ручки ввода отрегулируйте искажения опорного сигнала.

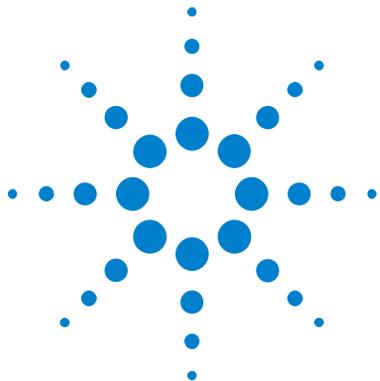
Отображение информации об опорном сигнале

- 1 Нажмите кнопку **[Ref] Опорн.**, чтобы включить опорные сигналы.
- 2 В меню опорного сигнала нажмите программную кнопку **Параметры**.
- 3 В меню параметров опорного сигнала нажмите программную кнопку **Сведения о дисплее**, чтобы включить или отключить отображение информации об опорном сигнале на экране осциллографа.

Сохранение/вызов файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя

Сигналы аналоговых каналов, математических функций или опорные сигналы можно сохранить в файл опорных сигналов на USB-накопителе. См. ["Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель"](#) на странице 349.

Файл опорного сигнала, сохраненный на USB-накопителе, можно вызывать в один из файлов опорных сигналов. См. "[Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя](#)" на странице 355.



6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству	137
Получение сигналов по цифровым каналам	141
Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба	141
Интерпретация сигнала на цифровом дисплее	143
Включение и выключение всех цифровых каналов	144
Включение и выключение групп каналов	144
Включение и выключение одного канала	144
Изменение размера отображения цифровых каналов	144
Изменение положения цифрового канала	145
Изменение логического порога цифровых каналов	145
Отображение цифровых каналов как шины	146
Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника	150
Замена контактов цифрового пробника	155

В этой главе описываются способы использования цифровых каналов осциллографа смешанных сигналов (MSO).

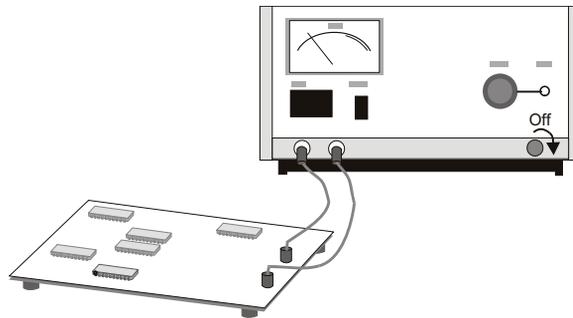
Цифровые каналы задействованы в моделях MSOX4000 серии X и DSOX4000 серии X, на которых установлена лицензия обновления MSO.

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству

- 1 При необходимости отключите подачу питания на тестируемое устройство.



Отключение питания тестируемого устройства предотвратит возможные повреждения в результате случайного замыкания двух цепей при подключении пробников. Питание осциллографа можно не отключать, так как на пробники напряжения не подается.



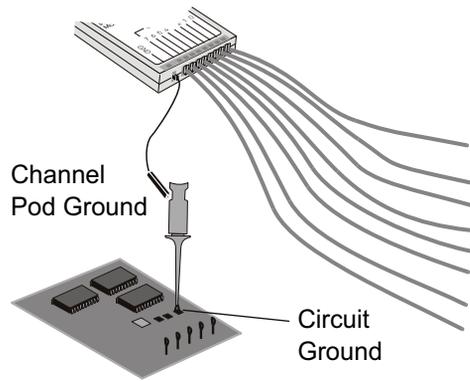
- 2 Подключите кабель цифрового пробника к разъему DIGITAL Dn – D0 на осциллографе смешанных сигналов. Кабель цифрового пробника снабжен разъемом, и потому подключить его можно только одним способом. Отключать питание осциллографа не нужно.

ВНИМАНИЕ

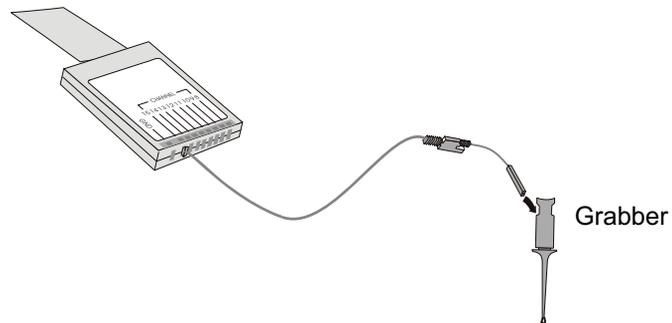
Кабель пробника цифровых каналов

С осциллографом смешанного сигнала следует использовать только входящий в комплект поставки логический пробник и набор приспособлений Agilent (см. раздел "[Доступные приспособления](#)" на странице 412).

- 3 С помощью захвата пробников подключите кабель заземления к каждой группе (модулю) каналов. Наличие заземления повышает четкость поступающего на осциллограф сигнала, что обеспечивает точность измерений.

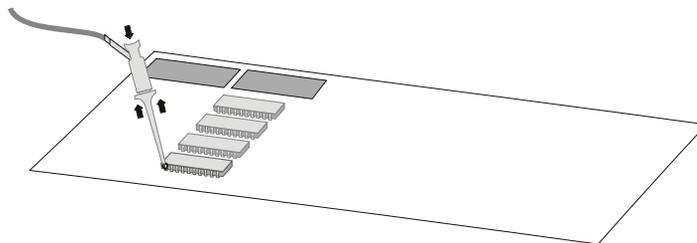


- 4 Подключите захват к одному из кабелей пробника. (Для ясности на рисунке отсутствуют кабели других пробников).

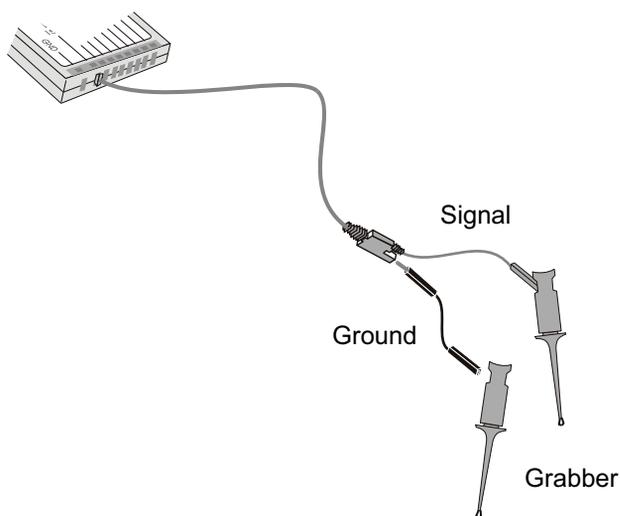


- 5 Подключите захват к узлу цепи, которую необходимо протестировать.

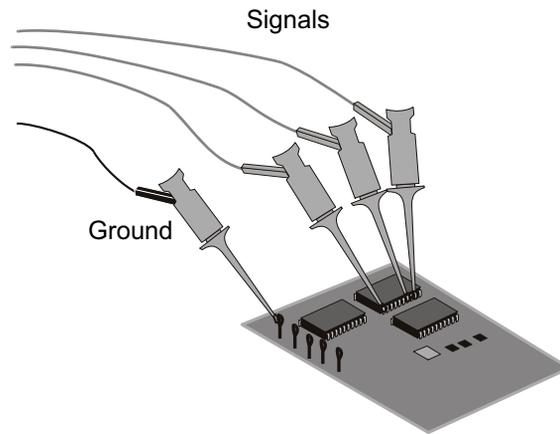
6 Цифровые каналы



- 6 При измерении высокоскоростных сигналов, подключите к кабелю пробника кабель заземления, подключите к кабелю заземления захват, затем прикрепите захват к заземлению тестируемого устройства.



- 7 Выполняйте эти шаги, пока не подключитесь ко всем представляющим интерес точкам.



Получение сигналов по цифровым каналам

При включении с помощью кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** или **[Single] Однократный запуск** осциллограф изучает входное напряжение на входе каждого пробника. По наступлении условий запуска происходит запуск осциллографа, и полученные данные отображаются на дисплее.

Всякий раз, когда осциллограф отбирает пробу на цифровом канале, входное напряжение сравнивается со значением логического порога. Если это напряжение превышает порог, то в памяти пробы сохраняется значение "1", если нет, то "0".

Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба

Когда сигналы подключены к цифровым каналам, обязательно подключите заземляющие кабели; с помощью автомасштабирования выполняется быстрая настройка и отображение цифровых каналов.

- Нажмите кнопку **[AutoScale] Автомасштаб**, чтобы выполнить быструю настройку прибора.

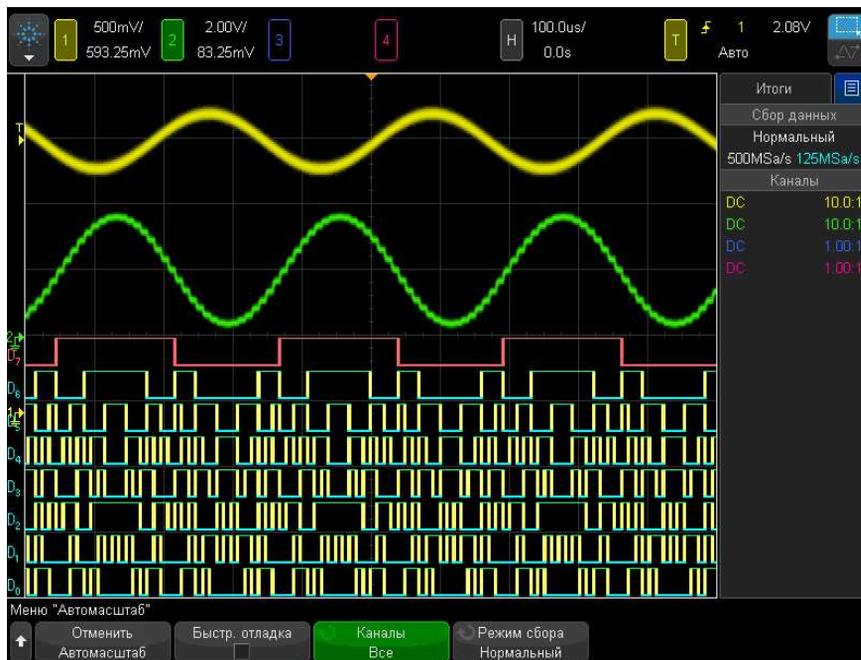


Рис. 21 Пример. Автомасштабирование цифровых каналов (только для моделей MS0)

Отобразится любой цифровой канал с активным сигналом. Все цифровые каналы, на которых отсутствует активный сигнал, будут выключены.

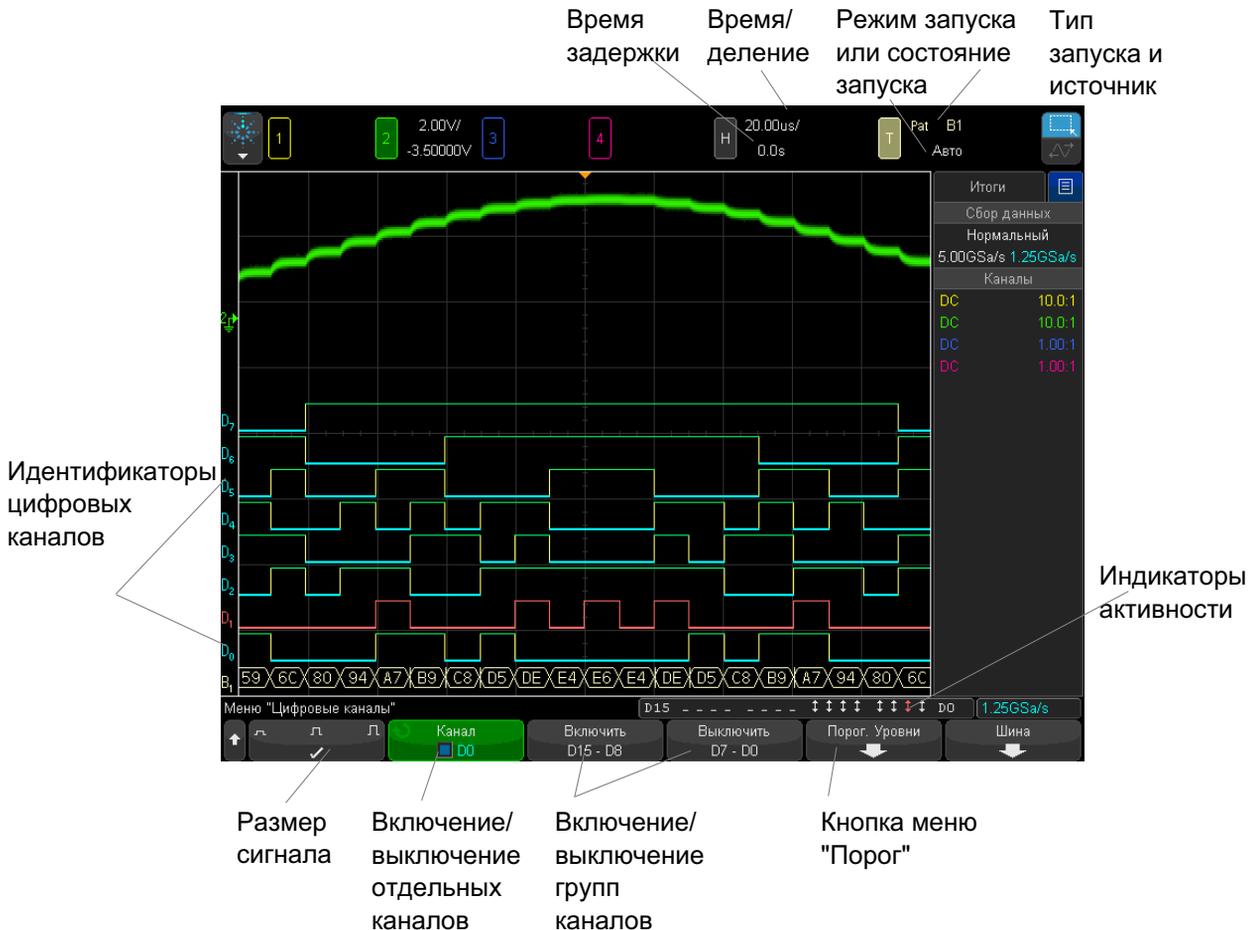
- Для отмены эффектов автомасштабирования перед нажатием любой другой кнопки нажмите программную кнопку **Отменить автомасштаб**.

Это полезно в том случае, когда кнопка **[AutoScale] Автомасштаб** нажата случайно или настройки, выбранные с помощью автомасштабирования, не подходят. При этом осциллограф вернется к прежним настройкам. См. также "[Принцип действия автомасштабирования](#)" на странице 35.

Для возврата прибора к заводским настройкам по умолчанию, нажмите кнопку **[Default Setup] Настр.по умолчанию**.

Интерпретация сигнала на цифровом дисплее

На приведенном ниже рисунке показан типичный дисплей, отображающий цифровые каналы.



Индикатор активности Если включен какой-либо цифровой канал, в строке состояния внизу экрана будет показан индикатор активности. Цифровой канал может находиться в постоянно высоком (■), постоянно низком (■) или переключаемом логическом состоянии (↕).

Изменение размера отображения цифровых каналов

- 1 Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.**
- 2 Нажмите программную кнопку размера (  ), чтобы выбрать режим отображения цифровых каналов.

Параметр размера позволяет увеличивать для удобства просмотра размер цифровых осциллограмм по вертикали или сжимать их.

Включение и выключение одного канала

- 1 Когда отобразится меню "Цифровой канал", поверните ручку ввода и выберите во всплывающем меню нужный канал.
- 2 Нажмите ручку ввода или программную кнопку, расположенную сразу под всплывающим меню, чтобы включить или выключить выбранный канал.

Включение и выключение всех цифровых каналов

- 1 Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.**, чтобы включить отображение цифровых каналов. Над программными кнопками отобразится меню "Цифровой канал".

Если нужно отключить цифровые каналы, а меню "Цифровой канал" еще не отображается, то для выключения цифровых каналов следует дважды нажать кнопку **[Digital] Цифров.** При первом нажатии отобразится меню "Цифровой канал", при втором отключатся цифровые каналы.

Включение и выключение групп каналов

- 1 Если меню цифрового канала еще не отображается, то нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** на лицевой панели.
- 2 Нажмите программную кнопку **Выключить** (или **Включить**) для группы **D15 – D8** или для группы **D7 – D0**.

При каждом нажатии этой кнопки переключаются режимы функций **Включение** и **Выключение**.

Изменение логического порога цифровых каналов

- 1 Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.**, чтобы отобразить меню цифрового канала.
- 2 Нажмите программную кнопку **Пороги**.
- 3 Нажмите программную кнопку **D15 - D8** или **D7 - D0**, затем выберите одну из предустановок логических схем или элемент **Пользователь**, чтобы задать собственное значение порога.

Логические схемы	Пороговое напряжение
TTL	+1,4 В
CMOS	+2,5 В
ECL	-1,3 В
Пользователь	Переменный, от -8 В до +8 В

Установленный порог применяется ко всем каналам выбранной группы D15 - D8 или D7 - D0. При желании для каждой из групп каналов можно установить разные пороговые значения.

Значения, превышающие установленный порог, являются высокими (1), а не превышающие – низкими (0).

Если программная кнопка **Пороги** установлена в положение **Пользователь**, то нажмите программную кнопку **Пользователь** для группы каналов, и затем поверните ручку ввода, чтобы установить логический порог. Для каждой группы каналов имеется своя кнопка **Пользователь**.

Изменение положения цифрового канала

- 1 Убедитесь, что мультиплексированные ручки масштаба и положения выше и ниже кнопки настроены для цифровых каналов.

Если стрелка слева от кнопки **[Digital] Цифров.** не горит, то нажмите эту кнопку.

- 2 Выберите канал с помощью мультиплексированной ручки выбора.

Выбранный сигнал подсвечивается красным.

- 3 Переместите выбранный сигнал с помощью мультиплексированной ручки положения.

Если один сигнал канала помещается поверх другого, то значение индикатора на левом фронте осциллограммы изменится с **Dnn** (где nn – это номер канала из одной или двух цифр) на **D***. Знак "*" означает взаимное наложение нескольких каналов.

Отображение цифровых каналов как шины

Цифровые каналы можно группировать и отображать в виде шины. Значение каждой шины отображается в нижней части экрана в шестнадцатеричном или двоичном формате. Можно создать не более двух шин. Чтобы сконфигурировать и отобразить каждую шину, нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** на лицевой панели. Затем нажмите программную кнопку **Шина**.



Выберите шину. Чтобы ее включить, поверните и нажмите ручку ввода или нажмите программную кнопку **Шина 1/шина 2**.

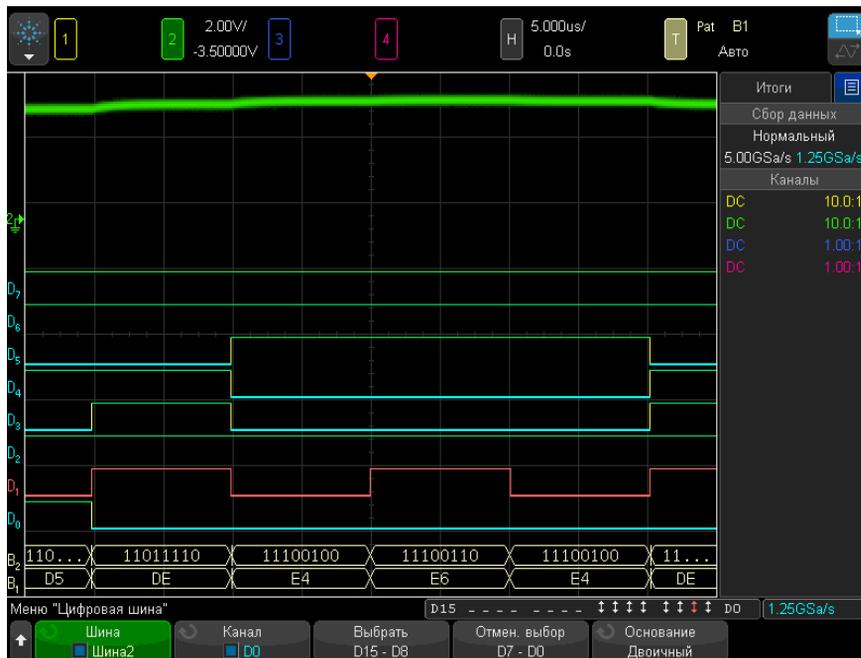
С помощью программной кнопки **Канал** и ручки ввода выбирайте отдельные каналы, чтобы включить их в шину. Выбор каналов можно осуществлять, поворачивая и нажимая ручку ввода или нажимая программную кнопку. Кроме того, чтобы добавить в каждую шину или исключить из нее группу из восьми каналов, можно нажать программные кнопки **Выбрать/отменить выбор D15-D8** и **Выбрать/отменить выбор D7-D0**.



Если экран шины абсолютно пуст, полностью белый или на нем отображается строка "...", то для отображения данных следует увеличить коэффициент развертки или отобразить значения с помощью курсоров (см. раздел ["Использование курсоров для считывания значений шины"](#) на странице 148).

Программная кнопка **Основание** позволяет выбрать отображение значений шины в шестнадцатеричном или двоичном формате.

Шины отображаются в нижней части экрана.

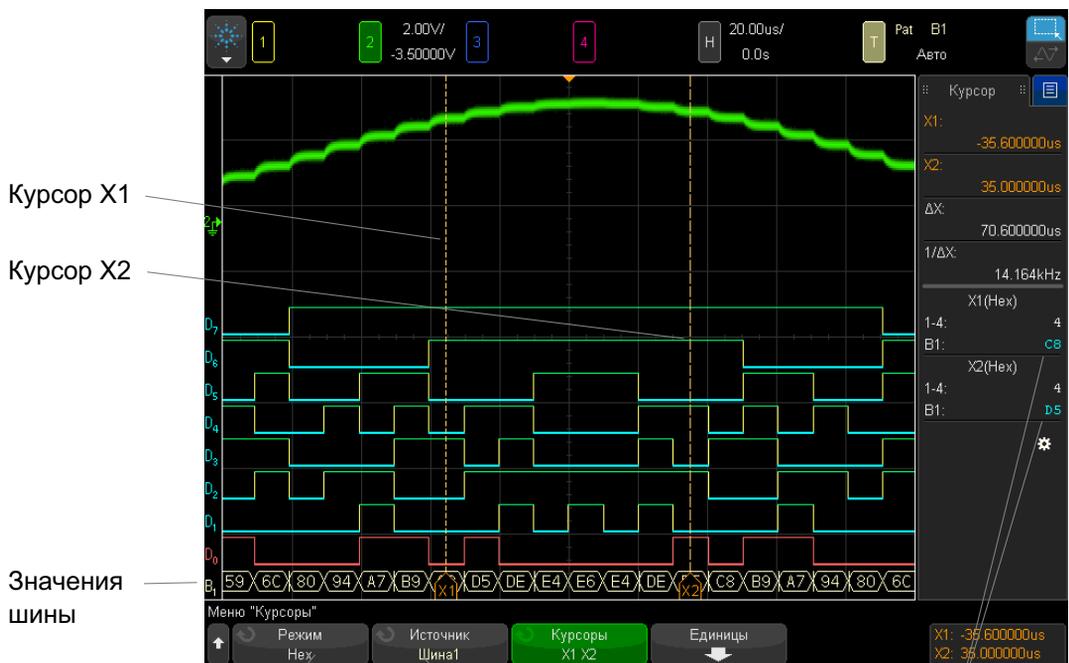


Значения шины можно отобразить в шестнадцатеричном или двоичном формате.

Использование курсоров для считывания значений шины

Чтобы считать цифровое значение шины в любой точке, используя курсоры, необходимо выполнить следующие действия.

- 1 Включите курсоры (нажав кнопку **[Cursors] Курсоры** на лицевой панели).
- 2 Нажмите программную кнопку **Режим** курсора и измените режим на **Шестнадцатеричный** или **Двоичный**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и выберите значение **Шина 1** или **Шина 2**.
- 4 С помощью ручки ввода и программных кнопок **X1** и **X2** расположите курсоры в точках, значения шины в которых необходимо считать.



Курсор X1

Курсор X2

Значения шины

Установка для режима курсоров значения "Двоичный" или "Шестнадцатеричный"

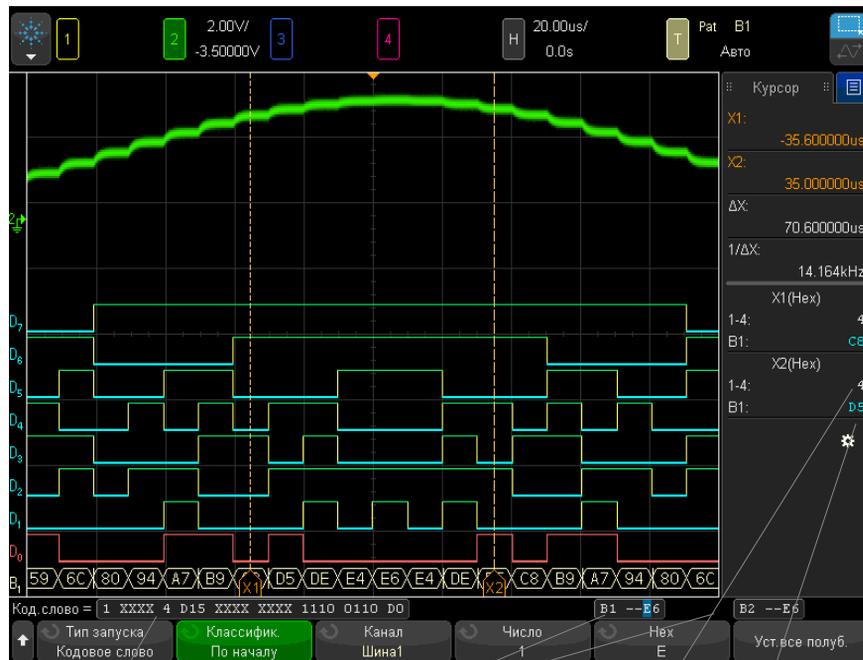
Выбор в качестве источника шины 1 или шины 2

Значения шины в местах курсоров, показанных здесь

Отображение значений шин при использовании запуска по шаблону

Значения шин отображаются и при использовании функции запуска по шаблону. Нажмите кнопку **[Pattern] Шаблон** на лицевой панели, чтобы отобразить меню запуска по шаблону, и они отобразятся справа над программными кнопками.

При невозможности отображения значения шины в шестнадцатеричном формате вместо него отобразится знак доллара (\$). Это происходит, когда в описании шаблона одно или несколько "безразличных состояний" (X) сгруппированы с низким (0) и высоким (1) уровнями логики, или когда в него включен индикатор перехода – передний фронт (⏏) или задний фронт (⏏). Байт, состоящий только из безразличных состояний (X), отобразится в шине как безразличное состояние (X).



Определение шаблона запуска

Отображаемые значения шины

Значения аналогового канала в месте курсора

Значения цифрового канала в месте курсора

Дополнительные сведения о запуске по шаблону см. в разделе "[Запуск по шаблону](#)" на странице 193.

Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника

Используя осциллограф смешанного сигнала можно столкнуться с проблемами, связанными с измерением пробниками. Существует две категории таких проблем. Это нагрузка пробника и заземление пробника. Как правило, проблемы, связанные с нагрузкой пробника, влияют на тестируемое устройство, тогда как проблемы его заземления – на точность данных, получаемых средством измерения. Конструкция пробников сводит первую к минимуму, тогда как вторую несложно разрешить, должным образом выполняя процедуры измерения.

Входной импеданс

Логические пробники – это пассивные пробники с высоким уровнем входного импеданса и широкой полосой пропускания. Обычно при их использовании наблюдается некое затухание сигнала, поступающего в осциллограф, как правило, на уровне 20 дБ.

Как правило, входной импеданс пробника указывается исходя из его параллельной емкости и сопротивления. Значение сопротивления складывается из сопротивления наконечника и входного сопротивления средства измерения (см. следующий рисунок). Емкостное сопротивление – это сопротивление последовательно подключенных конденсатора наконечника и кабеля плюс емкостное сопротивление прибора в параллели с паразитной емкостью на землю. Хотя в результате получается точная расчетная схема входного импеданса пробника для постоянного тока и низких частот, более полезной является схема импеданса на входе высокочастотного пробника (см. следующий рисунок). В этой высокочастотной схеме принимается во внимание чистое емкостное сопротивление наконечника на землю, а также последовательное сопротивление наконечника и характерный импеданс кабеля (Z_0).

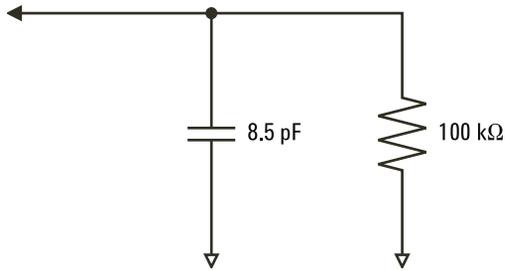


Рис. 22 Эквивалентная схема для постоянного тока и низкочастотного пробника

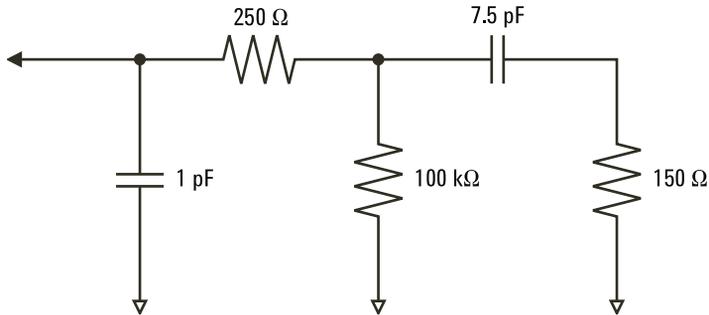


Рис. 23 Эквивалентная схема для высокочастотного пробника

На этих двух рисунках представлены расчетные схемы импеданса для данных моделей. Сравнивая две эти схемы, можно заметить, что и последовательное сопротивление наконечника, и характерный импеданс кабеля значительно увеличивают входной импеданс. Паразитная емкость наконечника, как правило, невысокая (1 пФ) устанавливает на диаграмме импеданса конечную точку прерывания.

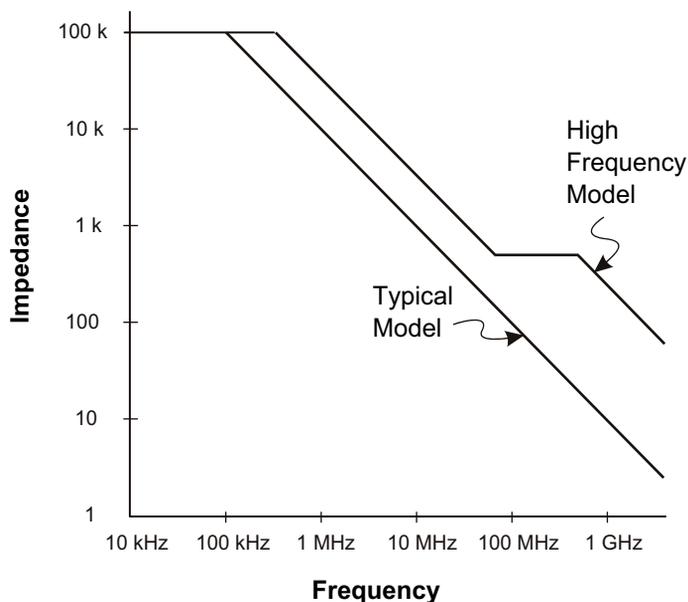


Рис. 24 Зависимость импеданса от частоты для схем цепи пробников обеих моделей

Логические пробники представлены показанным выше графиком высокочастотной модели. Они разработаны с целью обеспечения наибольшего возможного последовательного сопротивления наконечника. Паразитная емкость на землю сводится к минимуму за счет особой конструкции узла наконечника пробника. При высоких частотах это обеспечивает максимальный входной импеданс.

Заземление пробника

Заземление пробника – это путь возврата тока от пробника к источнику, имеющий малый импеданс. При высоких частотах увеличение протяженности этого пути создает высокое синфазное напряжение на входе пробника. Согласно приведенному далее уравнению, созданное напряжение работает, как если бы этот путь был индуктором.

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

Следствием повышения индукции заземления (L), силы тока (di) или сокращения времени передачи (dt) станет повышение напряжения (V). Когда уровень этого напряжения превысит пороговое напряжение, заданное для осциллографа, это приведет к появлению ложных данных измерения.

При совместном использовании одного заземления несколькими пробниками возврат всего тока, проходящего по пробникам, вынужденно происходит по единому пути индукции того пробника, заземление которого используется. В результате (см. уравнение выше) сила тока (di) возрастает, и в зависимости от времени передачи (dt) синфазное напряжение может возрасти до уровня, вызывающего формирование ложных данных.

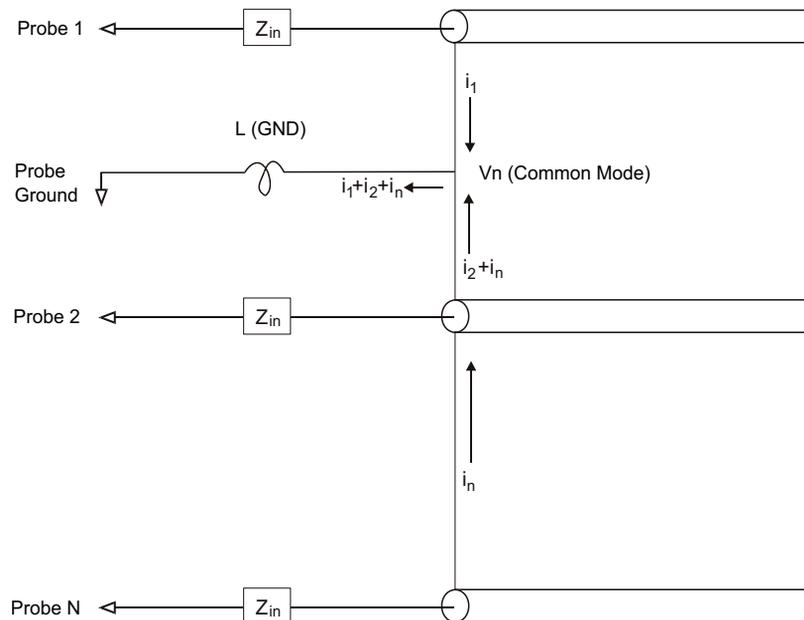


Рис. 25 Схема формирования синфазного входного напряжения

Помимо формирования синфазного напряжения при удлинении пути возврата через заземление снижается четкость импульсов, испускаемых системой пробников. Время нарастания увеличивается, и, так как индуктивно-емкостная цепь на входе пробника не демпфирована, повышается реверберация. Поскольку для цифровых каналов отображаются реконструированные сигналы, реверберации и помех на экране нет. Изучая осциллограмму сигнала обнаружить проблемы заземления невозможно. Фактически, скорее свидетельством такой проблемы станут случайные искажения и противоречивые результаты измерений данных. Для изучения реверберации и помех используйте аналоговые каналы.

Оптимальные методы измерений

Наличие переменных L , d_i и dt заставляет усомниться в достаточном резерве точности настройки измерения. Далее приведены рекомендации по успешному проведению измерений.

- Если хотя бы один канал группы цифровых каналов (D15–D8 и D7–D0) используется для сбора данных, то кабель заземления группы следует подключить к заземлению тестируемого устройства.
- При сборе данных в условиях повышенного шума, в дополнение к кабелю заземления группы следует использовать кабель заземления каждого третьего пробника канала.
- При проведении высокоскоростных временных измерений (время нарастание менее 3 нс) следует задействовать кабель заземления каждого пробника цифрового канала.

При создании высокоскоростной цифровой системы следует рассмотреть возможность создания выделенных портов, напрямую связанных с интерфейсом системы пробников прибора. Это облегчит настройку измерения и обеспечит повторяемость процесса сбора контрольных данных. Кабель 16-канального логического пробника 01650-61607 и адаптер прерывания 01650-63203 созданы для удобного подключения к стандартизированным 20-контактным разъемам. Данный кабель представляет собой 2-метровый кабель пробника логического анализатора, а адаптер прерывания обеспечивает резистивно-емкостные цепи в удобной упаковке. Как и 20-контактный низкопрофильный прямой соединитель панели 1251-8106, эти детали можно заказать в компании Agilent Technologies.

Замена контактов цифрового пробника

Если требуется отсоединить контакт пробника от кабеля, вставьте в боковое отверстие разъема для кабеля скрепку или иной остроконечный предмет и, надавив на защелку, вытяните контакт кабеля.

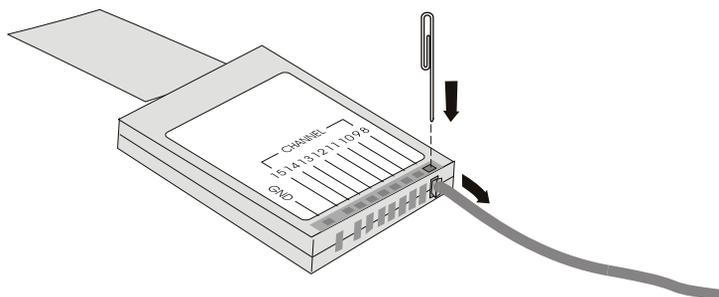
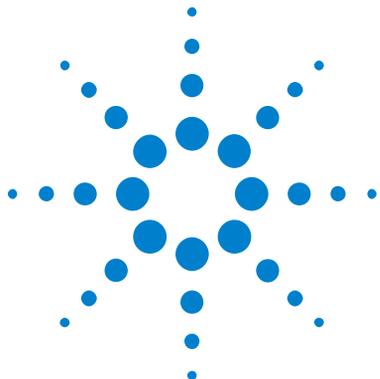


Таблица 3 Сменные детали цифрового пробника

Номер детали	Описание
N6450-60001	Комплект цифрового пробника, включающий в себя 16-канальный кабель 54620-61601, 2-дюймовые контакты заземления пробника 01650-82103 (5 шт.) и захваты 5090-4832 (20 шт.)
54620-61601	16-канальный кабель с 16 контактами пробника и 2 кабелями заземления модуля (1 шт.)
5959-9333	Сменные контакты пробника (5 шт.), а также метки пробника 01650-94309
5959-9334	Сменные 2-дюймовые контакты заземления пробника (5 шт.)
5959-9335	Сменные кабели заземления модуля (5 шт.)
5090-4833	Захваты (20 шт.)
01650-94309	Упаковка меток пробника

Сведения о прочих сменных деталях можно найти в *Руководстве по обслуживанию осциллографов InfiniiVision 4000 серии X*.



7 Последовательное декодирование

Модули последовательного декодирования 157

Lister 159

Поиск данных Lister 161

Запуск на основе последовательных данных

В ряде случаев, например, когда запуск происходит по медленному последовательному сигналу (как то: I2C, SPI, CAN, LIN и т. д.) для предотвращения автозапуска и получения устойчивого изображения может потребоваться переключить режим запуска с автозапуска на нормальный режим. Режим запуска можно выбрать, нажав кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, а затем программную кнопку **Режим**.

Кроме того, для каждого канала-источника следует задать соответствующий уровень порогового напряжения. Пороговый уровень сигнала можно задать в меню сигналов. Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, а затем программную кнопку **Сигналы**.

Модули последовательного декодирования

Аппаратно-ускоренные модули последовательного декодирования Agilent можно установить в процессе производства осциллографа или подключить позже. Доступны следующие лицензионные средства последовательного декодирования.



7 Последовательное декодирование

Лицензия последовательного декодирования	См. следующие разделы.
DSOX4AUTO позволяет декодировать сигналы последовательных шин CAN (локальная сеть контроллеров) и LIN (коммутируемая локальная сеть).	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование CAN" на странице 433.• "Последовательное декодирование LIN" на странице 444.
DSOX4FLEX позволяет декодировать сигналы последовательных шин FlexRay.	<ul style="list-style-type: none">• "Декодирование последовательных данных FlexRay" на странице 454.
DSOX4EMBD позволяет декодировать сигналы последовательных шин I2C (Inter-IC) и SPI (Serial Peripheral Interface).	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование I2C" на странице 465.• "Последовательное декодирование SPI" на странице 475.
DSOX4AUDIO позволяет декодировать сигналы последовательных шин I2S (Inter-IC Sound или Integrated Interchip Sound).	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование I2S" на странице 488.
DSOX4COMP позволяет декодировать сигналы многих протоколов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), включая RS232 (рекомендованный стандарт 232).	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование UART/RS232" на странице 516.
DSOX4AERO позволяет декодировать сигналы последовательных шин MIL-STD-1553 и ARINC 429.	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование MIL-STD-1553" на странице 496.• "Последовательное декодирование ARINC 429" на странице 505.
DSOX4USBFL или DSOX4USBH позволяет декодировать сигналы USB последовательных шин на полной/низкой или высокой скорости.	<ul style="list-style-type: none">• "Последовательное декодирование USB 2.0" на странице 527.

Чтобы определить, установлены ли на осциллограф эти лицензионные средства, см. раздел "Отображение сведений об осциллографе" на странице 383.

Для заказа лицензионных средств последовательного декодирования перейдите на веб-сайт "www.agilent.com" и выполните поиск по номеру продукта (например, DSOX4AUTO) или обратитесь к местному представителю компании Agilent Technologies (см. "www.agilent.com/find/contactus").

Lister

Lister – это мощный инструмент изучения сбоев протокола. Lister можно использовать для просмотра большого объема последовательных данных на уровне пакетов в виде таблицы, в том числе временных меток и особых декодированных значений. Нажав кнопку **[Single] Однократный запуск**, можно нажать программную кнопку **Прокрутка Lister** и повернуть ручку ввода, чтобы выбрать событие, а затем для его отображения нажать программную кнопку **Увелич. выдел. область**.

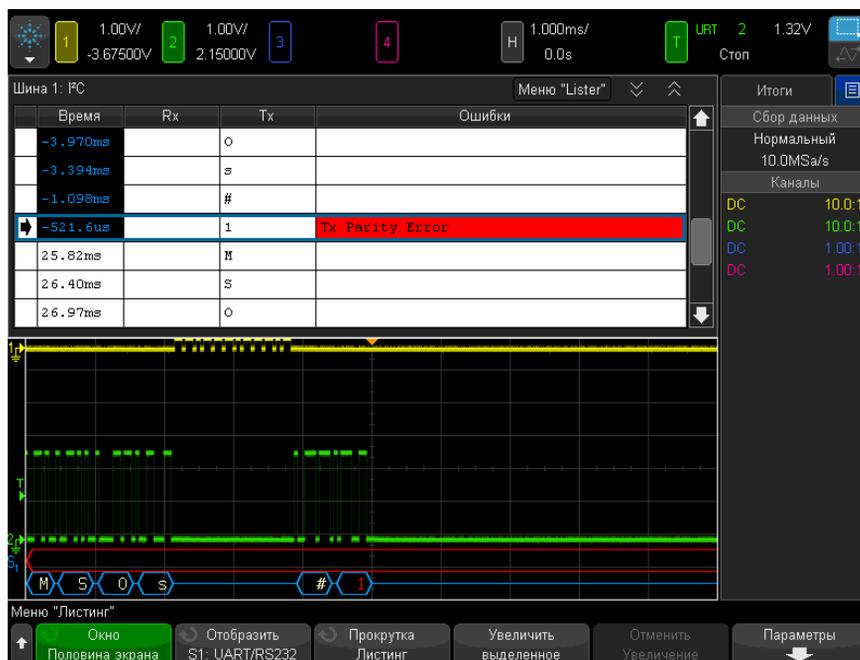
Использование таблицы Lister

- 1 Настройте запуск и декодирование данных последовательных сигналов, которые предстоит проанализировать.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн. > Lister**.
- 3 Нажмите кнопку **Окно**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать размер окна Lister (**Половина экрана** или **На весь экран**).

Когда включен сенсорный экран, можно прикоснуться к нижнему или верхнему шеврону в верхнем правом углу координатной сетки Lister, чтобы выбрать размер окна Lister.

- 4 Нажмите кнопку **Отображение** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (**Последовательн. 1** или **Последовательн. 2**), на котором выполняется декодирование сигналов данной последовательной шины. (При выборе значения **Все** происходит чередование декодированных данных разных шин по времени).

7 Последовательное декодирование



Прежде чем выбрать строку или прокрутке данных Lister, следует остановить сбор данных.

- 5 Нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск** (в секции управления работой на лицевой панели), чтобы остановить сбор данных.

При нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** вместо **[Stop] Стоп** заполняется максимальный объем памяти.

При просмотре большого числа пакетов в уменьшенном масштабе данные всех пакетов могут не отобразиться в таблице Lister. Тем не менее, при нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** на экране Lister отобразятся все данные последовательного декодирования.

- 6 Для прокрутки данных нажмите программную кнопку **Прокрутка Lister** и воспользуйтесь ручкой ввода.

Временные метки в столбце "Время" обозначают время события по отношению к точке запуска по умолчанию; можно дополнительно конфигурировать время события относительно предыдущей строки,

как описано в следующем шаге 9. Временные метки событий, представленных в области отображения сигнала, отображаются на темном фоне.

- 7 Нажмите программную кнопку **Увелич. выдел. область** (или кнопку ввода), чтобы центрировать изображение сигнала по времени, соответствующему выбранной строке таблицы Lister, и автоматически задать значение масштаба развертки.
- 8 Нажмите программную кнопку **Отменить масштаб**, чтобы вернуться к настройкам масштаба развертки и задержки, предшествовавшим последнему нажатию кнопки **Увелич. выдел. область**.
- 9 Нажмите программную кнопку **Параметры**, чтобы открыть меню "Параметры Lister". В этом меню можно выполнить следующее.
 - Включить или выключить параметр **Отслеживать время**. Если он включен, то при выборе различных строк таблицы Lister (с помощью ручки ввода, пока сбор данных остановлен) значение задержки развертки будет изменяться в соответствии со временем выбранной строки. Кроме того, при изменении значения задержки развертки будет выполняться прокрутка таблицы Lister.
 - Нажать программную кнопку **Прокрутка Lister** выполнять прокрутку строк данных на экране Lister с помощью ручки ввода.
 - Нажать программную кнопку **Начало отсчета** и с помощью ручки ввода выбрать отображение в столбце "Время" экрана Lister времени по отношению к запуску или к предыдущей строке пакета.

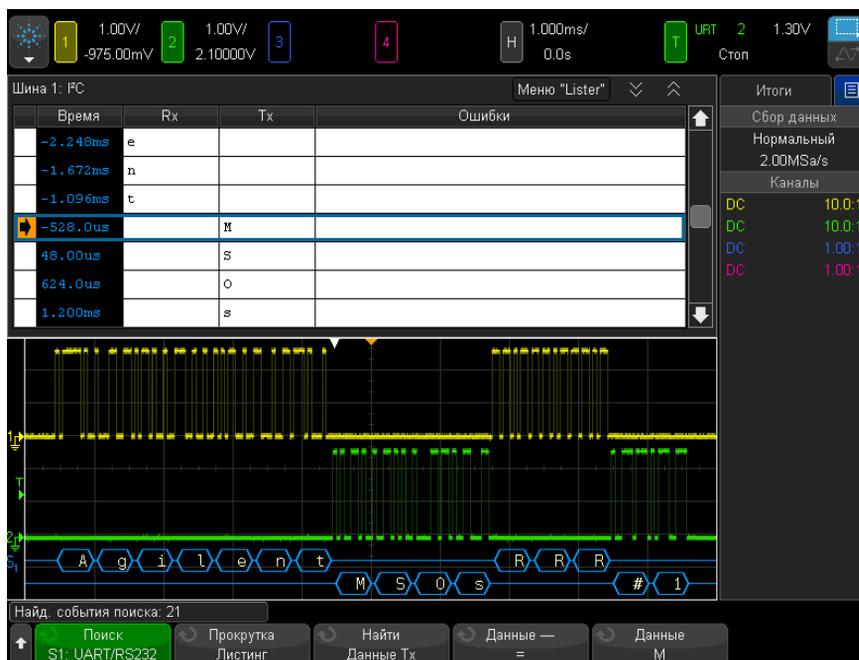
Поиск данных Lister

При включенном последовательном декодировании с помощью кнопки **[Search] Поиск** в строках таблицы Lister можно находить и устанавливать пометки.

Программная кнопка **Поиск** позволяет указывать для поиска определенные события. Это аналогично указанию протоколов запуска.

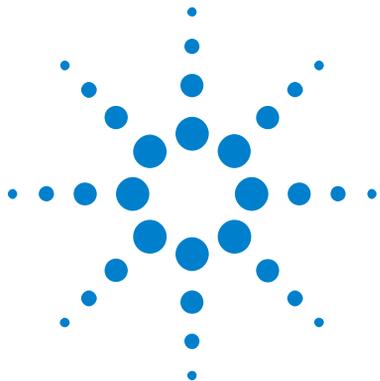
Найденные события помечаются оранжевым цветом в крайнем левом столбце таблицы Lister. Общее число найденных событий отображается над программными кнопками.

7 Последовательное декодирование



Каждый модуль последовательного декодирования позволяет находить связанные с его протоколом заголовки, данные, ошибки и т. д. См. следующие разделы.

- "Поиск данных ARINC 429 в Lister" на странице 510
- "Поиск данных CAN в таблице Lister" на странице 439
- "Поиск данных FlexRay в Lister" на странице 458
- "Поиск данных I2C в таблице Lister" на странице 468
- "Поиск данных I2S в Lister" на странице 491
- "Поиск данных LIN в таблице Lister" на странице 448
- "Поиск данных MIL-STD-1553 в Lister" на странице 500
- "Поиск данных SPI в таблице Lister" на странице 479
- "Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister" на странице 521
- "Поиск данных USB 2.0 в Lister" на странице 532



8 Настройка экрана

- Регулировка яркости 163
- Установка и отмена послесвечения 165
- Очистка экрана 167
- Выбор типа масштабной сетки 167
- Регулировка яркости масштабной сетки 168
- Отображение сигналов с помощью векторов и точек 168
- Фиксация изображения на экране 169

Регулировка яркости

Можно регулировать яркость отображаемых осциллограмм для компенсации различных характеристик сигналов (таких, как высокая скорость развертки и низкая частота запуска).

Увеличение яркости позволяет увидеть максимальное количество шумовых компонентов и редких событий.

Уменьшение яркости может способствовать выявлению подробностей сигналов сложной формы, как показано на следующих рисунках.

- 1 Нажмите кнопку **[Intensity] Яркость**, чтобы она засветилась.

Эта кнопка расположена под ручкой ввода.

- 2 Вращайте ручку ввода, чтобы отрегулировать яркость осциллограмм.

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



8 Настройка экрана

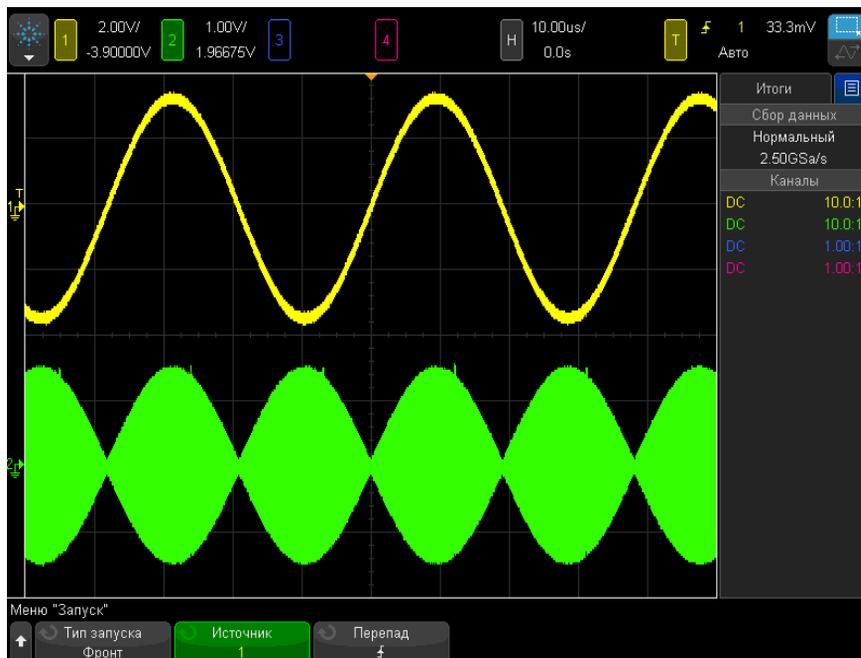


Рис. 26 Отображение амплитудной модуляции при яркости 100 %

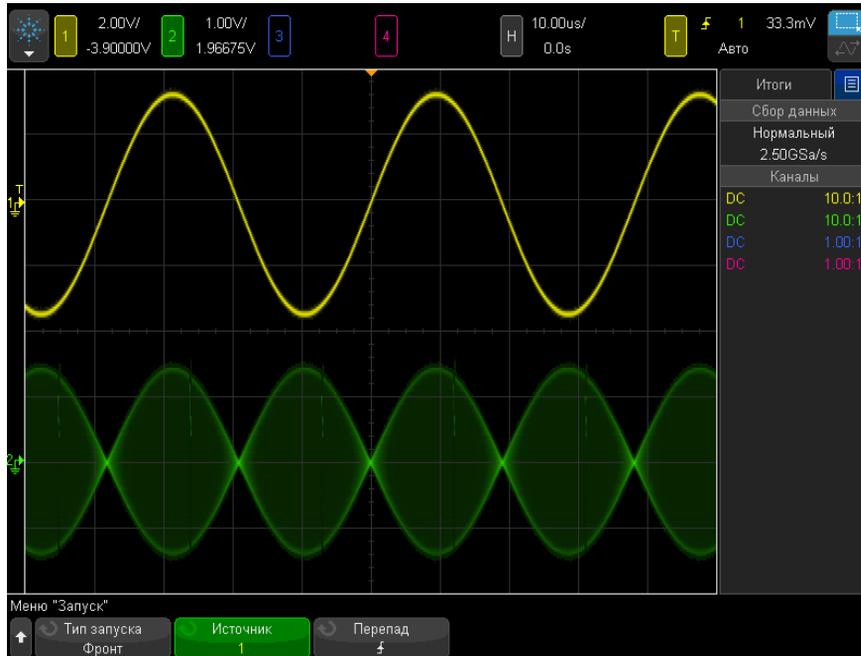


Рис. 27 Отображение амплитудной модуляции при яркости 40 %

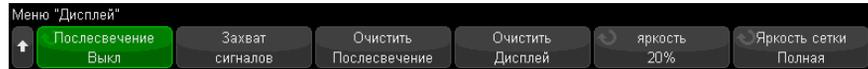
Установка и отмена послесвечения

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

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

Чтобы задействовать послесвечение, выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Отображение**.



2 Нажмите программную кнопку **Послесвечение**, затем выберите нужный вариант с помощью ручки ввода.

- **Выкл.** — выключение послесвечения.

Когда выключено послесвечение, можно нажать программную кнопку **Захват сигналов**, чтобы включить бесконечное послесвечение для однократной регистрации сигнала. Результат однократной регистрации отображается с пониженной яркостью и сохраняется на экране, пока вы не отмените послесвечение или очистите экран.

- ∞ **Послесвечение** — (постоянное послесвечение) результаты предыдущих выборок не удаляются.

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

- **Переменное послесвечение** — через определенное время результаты прежних выборок удаляются.

Регулируемое послесвечение обеспечивает вид осциллограмм, как у аналогового осциллографа.

Когда выбрано регулируемое послесвечение, нажмите программную кнопку **Время** и задайте с помощью ручки ввода длительность отображения предыдущих регистраций.

Тогда начнется накопление многократных регистраций.

3 Чтобы стереть с экрана результаты предыдущих регистраций, нажмите программную кнопку **Удалить послесвечение**.

Осциллограф снова начинает накопление регистраций.

4 Чтобы выключить послесвечение и вернуться в обычный режим отображения, нажмите программную кнопку **Удалить послесвечение**.

Выключение послесвечения не приводит к очистке экрана. Экран очищается при нажатии программной кнопки **Очистить дисплей** или при нажатии кнопки **[AutoScale] Автомасштаб** (которая тоже отменяет послесвечение).

Сведения о другом способе просмотра наихудших крайних значений меняющихся сигналов см. в разделе "[Захват помех или коротких импульсов](#)" на странице 242.

Очистка экрана

- 1 Нажмите кнопку **[Clear Display] Очистить дисплей** (или нажмите **[Display] Отображение > Очистить дисплей**).

Можно также сконфигурировать кнопку **[Quick Action] Быстрое действие** для очистки экрана. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

Выбор типа масштабной сетки

Когда выбран тип запуска **Видео** (см. "[Запуск по видеосигналам](#)" на странице 204) и вертикальное масштабирование для хотя бы одного отображаемого канала равно 140 мВ/дел, с помощью программной кнопки **Сетка** можно выбрать следующие типы сетки.

- **Полная** — обычная осциллографическая сетка.
- **мВ** — разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от -0,3 В до 0,8 В.
- **IRE** — (Институт радиоинженеров) разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от -40 до 100 единиц IRE. Уровни 0,35 В и 0,7 В сетки **мВ** также показаны и помечены справа. При выборе сетки **IRE** значения курсора также отображаются в единицах IRE. (Значения курсоров через интерфейс дистанционного управления не выражаются в единицах IRE).

Значения сетки **мВ** и **IRE** являются точными (и соответствуют значениям курсоров Y), когда масштаб отображения по вертикали равен 140 мВ/дел и смещение по вертикали составляет 245 мВ.

Чтобы установить тип масштабной сетки, выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Отображение** (или **[Display] Отображение > Дополнительно** на моделях с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц).

- 2 Нажмите программную кнопку **Сетка** и вращайте ручку ввода , чтобы выбрать тип масштабной сетки.

Регулировка яркости масштабной сетки

Чтобы отрегулировать яркость масштабной сетки, выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Отображение**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Яркость**, затем вращайте ручку ввода , чтобы изменить яркость сетки.

Уровень яркости индицируется на программной кнопке **Яркость** и допускает регулировку в пределах от 0 до 100 %.

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

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

Отображение сигналов с помощью векторов и точек

Осциллографы Agilent InfiniiVision 4000 серии X созданы для оптимальной работы с включенными векторами (для соединения точек). В этом режиме создаются наиболее подходящие сигналы для большинства ситуаций.

На моделях с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц можно отключить векторы для просмотра только точек данных сигнала.

Для отключения или повторного включения векторов выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Отображение > Дополнительно**.
- 2 Нажмите кнопку **Векторы**.

Когда векторы включены, с помощью кнопки **Векторы** соединяются линией соседние точки осциллограммы.

- Режим "Векторы" придает оцифрованным сигналам вид аналоговых сигналов. Для сложных аналоговых сигналов, например сигналов видео и модулированных сигналов, отображаются данные яркости с включенными векторами.
- Режим "Векторы" позволяет наблюдать резкие перепады на сигналах типа прямоугольных.
- Векторы позволяют отображать точные детали сложных сигналов, предназначенных для просмотра, как при работе с аналоговыми сигналами, даже когда размер детали сигнала характеризуется меньшим количеством пикселей.

Возможно, потребуется отключить векторы при отображении очень сложных сигналов или сигналов с множеством значений. Выключение векторов может помочь при отображении сигналов с множеством значений, например глазковых диаграмм.

Включение векторов не приводит к снижению скорости отображения.

Использование цифровых каналов на осциллографах смешанных сигналов не влияет на настройку векторов. Они всегда отображаются с включенными векторами. Они также могут содержать сведения об одном цикле сбора данных.

Фиксация изображения на экране

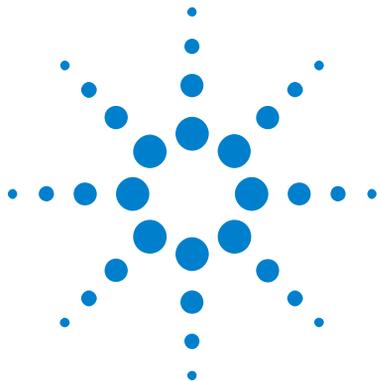
Чтобы можно было фиксировать изображение на экране, не останавливая процессы сбора данных, необходимо сконфигурировать кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

- 1 После того, как будет сконфигурирована кнопка **[Quick Action] Быстрое действие**, нажмите ее, чтобы зафиксировать изображение на экране.
- 2 Чтобы отменить этот режим, еще раз нажмите кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**.

На зафиксированном изображении можно пользоваться курсорами с ручным управлением.

8 Настройка экрана

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



9 Метки

- Включение и выключение меток [171](#)
- Присвоение каналу заранее определенных меток [172](#)
- Определение новой метки [173](#)
- Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла [175](#)
- Восстановление заводских настроек по умолчанию для библиотеки меток [176](#)
- Добавление пояснения [176](#)

Метки можно определять и присваивать каждому из аналоговых входных каналов, или их можно отключить, чтобы увеличить область отображения сигнала. На моделях MSO метки можно применять и к цифровым каналам.

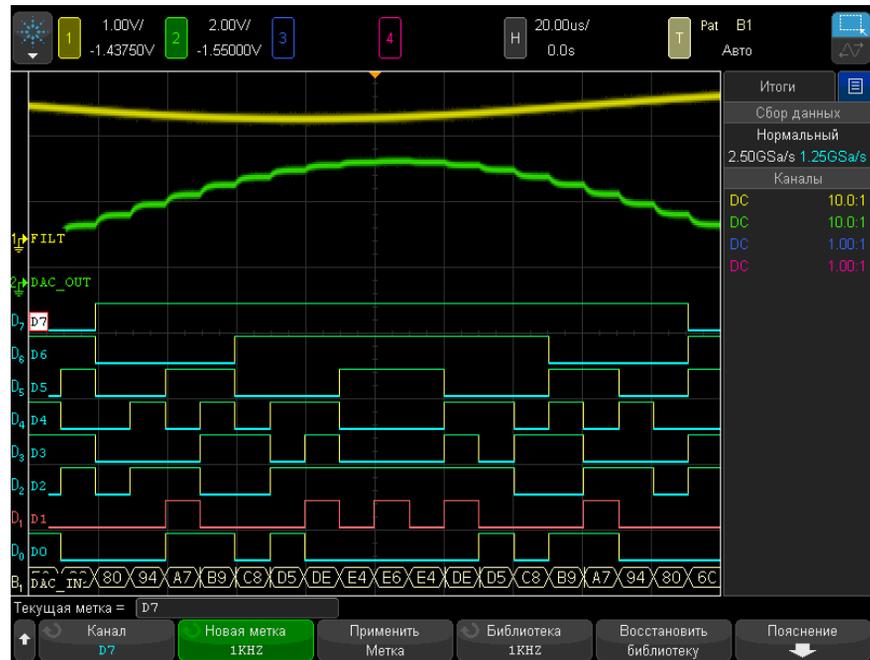
Включение и выключение меток

- 1 На лицевой панели нажмите кнопку **[Label] Метка**.

Так включаются метки для отображаемых аналоговых и цифровых каналов. Метки отображаются с левого края отображаемых осциллограмм.

Пример отображения меток представлен на приведенном ниже рисунке.

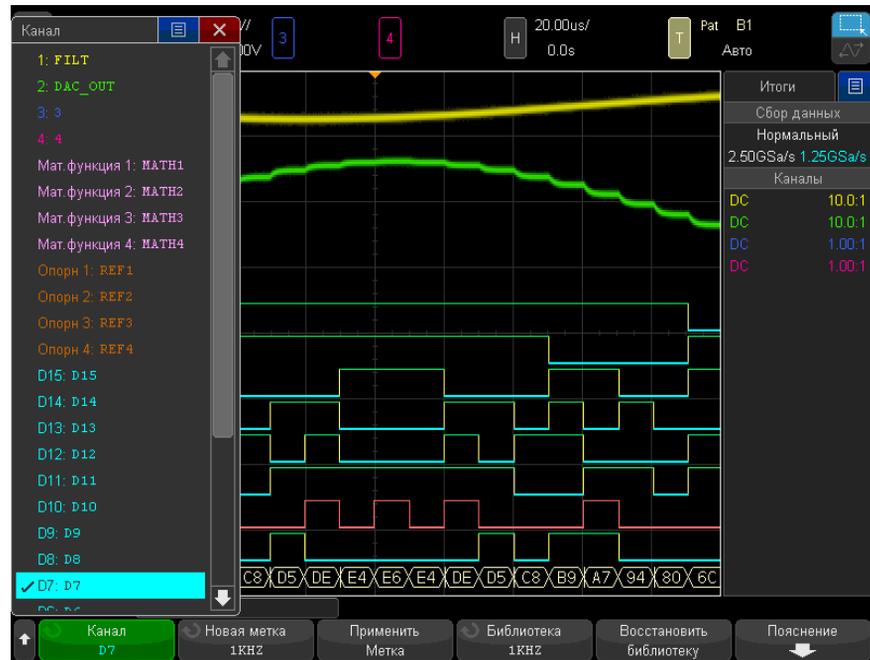




- 2 Чтобы отключить метки, снова нажмите кнопку **[Label] Метка**.

Присвоение каналу заранее определенных меток

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Канал** и поверните ручку ввода или несколько раз нажмите программную кнопку **Канал**, чтобы выбрать канал, которому следует присвоить метку.



На рисунке выше приведен список каналов и меток, присвоенных им по умолчанию. Для присвоения каналу метки включать его не требуется.

- 3 Нажмите программную кнопку **Библиотека** и поверните ручку ввода или несколько раз нажмите программную кнопку **Библиотека**, чтобы выбрать заранее определенную метку в библиотеке.
- 4 Чтобы присвоить эту метку выбранному каналу, нажмите программную кнопку **Применить новую метку**.
- 5 Повторите вышеописанную процедуру для каждой из заранее определенных меток, которую нужно присвоить каналу.

Определение новой метки

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**.

- 2 Нажмите программную кнопку **Канал** и поверните ручку ввода или несколько раз нажмите эту программную кнопку, чтобы выбрать канал, которому следует присвоить метку.

Для присвоения каналу метки включать его не требуется. Если канал включен, то высветится его текущая метка.

- 3 Нажмите программную кнопку **Новая метка**.
- 4 В диалоговом окне с клавиатурой "Новая метка" можно ввести текст, используя следующие элементы управления.
- Сенсорный экран (когда горит индикатор кнопки **[Touch] Сенсорное управление** на лицевой панели).
 - Ручка ввода  . Поверните ручку, чтобы выбрать кнопку в диалоговом окне, затем нажмите ручку ввода  для осуществления ввода.
 - Подключенная клавиатура USB.
 - Подключенная мышь USB – можно щелкнуть любой доступный для выбора элемент на экране.
- 5 После ввода текста нажмите кнопку Enter или ОК в диалоговом окне или снова нажмите программную кнопку **Новая метка**.

На программной кнопке отобразится новая метка.

- 6 Нажмите программную кнопку **Применить новую метку** для присвоения новой метки выбранному каналу и сохранения этой метки в библиотеке.

Вновь определенная метка добавляется в список меток, хранящийся в энергонезависимой памяти прибора.

Автоматическое приращение номеров при присвоении меток

При присвоении меток, имя которых оканчивается цифрой, например ADDR0 или DATA0, после нажатия программной кнопки **Применить новую метку** осциллограф выполняет автоматическое приращение цифры, и измененное имя метки отображается в поле "Новая метка". Поэтому для присвоения метки новому каналу достаточно выбрать его и снова нажать программную кнопку **Применить новую метку**. В списке меток сохраняется только исходное имя метки. Эта функция позволяет легко присваивать метки с последовательными именами нумерованным линиям управления и шинам данных.

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла

Иногда удобнее создать список меток в текстовом редакторе и затем загрузить его в осциллограф. Список может содержать до 75 меток. Когда список загружен, метки добавляются в начало списка осциллографа. При загрузке более 75 меток сохраняются только первые 75 из них.

Загрузка в осциллограф меток из текстового файла

- 1 Создайте список меток в текстовом редакторе. Имя метки может содержать до десяти символов. Разделяйте метки с помощью перевода строки.
- 2 Назовите файл labellist.txt и сохраните его на USB-накопителе, например, на флэш-диске.
- 3 С помощью диспетчера файлов загрузите список в осциллограф (нажмите кнопку [Utility] **Утилиты** > **Диспетчер файлов**).

ЗАМЕЧАНИЕ

Управление списком меток

При нажатии программной кнопки **Библиотека** отобразится список из 75 меток, использованных последними. Дубликаты меток в списке не сохраняются. Имя метки может заканчиваться любым числом младших разрядов. Если основа имени новой метки совпадает с основой уже существующей в библиотеке метки, то новая метка в нее не вносится. Так, если в библиотеке есть метка A0 и создается новая метка с именем A12345, то последняя в библиотеку не добавляется.

Когда пользователь задает новую метку, она заменяет самую старую метку в списке. Самой старой считается метка, которая дольше всех не использовалась для обозначения канала. После присвоения метки какому-либо каналу эта метка становится самой новой в списке. Так, по прошествии некоторого времени, созданные метки будут преобладать над заранее определенными, что позволит пользователю легко настроить дисплей прибора в соответствии с его потребностями.

При сбросе настроек списка меток библиотеки (см. следующий параграф) все пользовательские метки будут удалены и восстановлены его заводские настройки.

Восстановление заводских настроек по умолчанию для библиотеки меток

ЗАМЕЧАНИЕ

Нажатие программной кнопки **Восстановить библиотеку** приведет к удалению из библиотеки всех пользовательских меток и восстановлению заводских настроек списка меток. Восстановить пользовательские метки после удаления невозможно.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка** (или **[Utility] Утилиты > Параметры > Настройки**).
- 2 Нажмите программную кнопку **Восстановить библиотеку**.

При этом из библиотеки будут удалены все пользовательские метки и для меток библиотеки будут восстановлены заводские настройки. Однако восстановление настроек по умолчанию не затрагивает меток, присвоенных текущим каналам (то есть тех, что присутствуют в области отображения сигнала).

ЗАМЕЧАНИЕ

Восстановление меток по умолчанию без удаления из библиотеки списка пользователя

При нажатии кнопки **[Default Setup] Настр.по умолчанию** для всех каналов восстанавливаются метки по умолчанию, но список пользовательских меток из библиотеки не удаляется.

Добавление пояснения

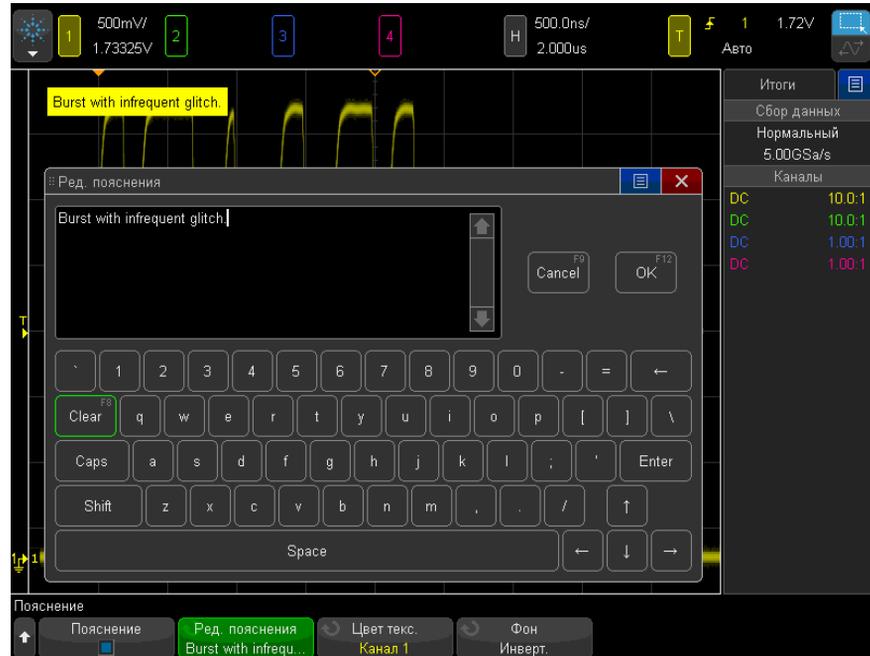
Можно добавить пояснение на дисплей осциллографа. Пояснение необходимо использовать для документального подтверждения с целью добавления примечаний до снятия экранов.

Добавление пояснения.

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Label] Метка**.
- 2 В меню меток нажмите кнопку **Пояснение**.
- 3 В меню "Пояснение" нажмите кнопку **Пояснение** для включения функции пояснения.

Когда функция включена, можно перетаскивать окно пояснения в координатной сетке с помощью сенсорного экрана или USB-мыши.

- 4 Нажмите кнопку **Редактировать пояснение**.
- 5 В диалоговом окне с клавиатурой для редактирования пояснения можно ввести текст, используя следующие элементы управления.



- Сенсорный экран (когда горит индикатор кнопки [Touch] **Сенсорное управление** на лицевой панели).
- Ручка ввода  . Поверните ручку, чтобы выбрать кнопку в диалоговом окне, затем нажмите ручку ввода  для осуществления ввода.
- Подключенная клавиатура USB.
- Подключенная мышь USB – можно щелкнуть любой доступный для выбора элемент на экране.

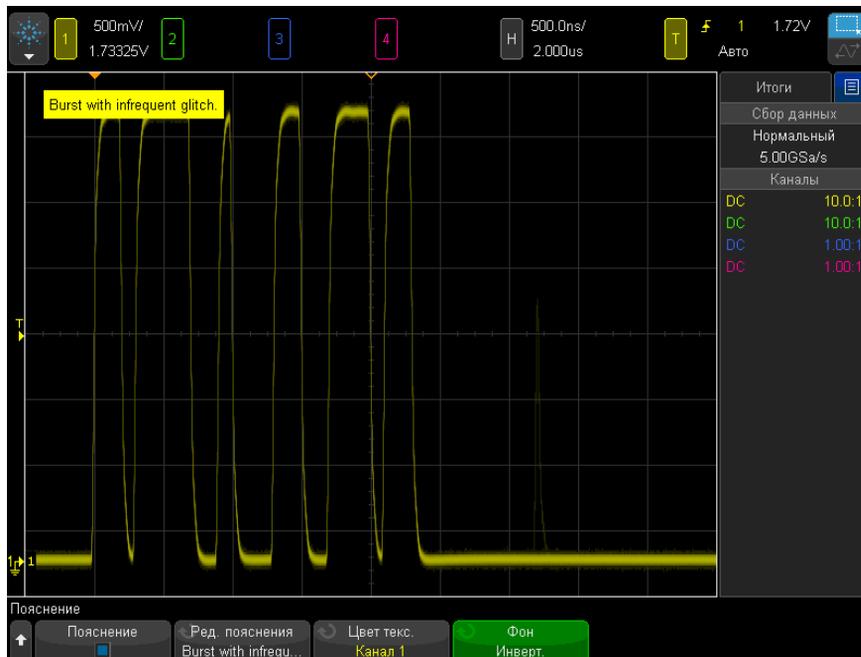
- 6 После ввода текста нажмите кнопку Enter или ОК в диалоговом окне или снова нажмите программную кнопку **Редактировать пояснение**.

На программной кнопке отобразится текст пояснения.

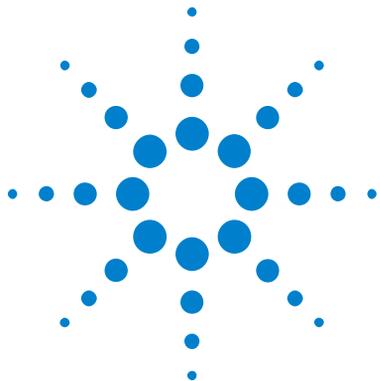
- 7 Нажмите программную кнопку **Цвет текста** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать цвет пояснения.

Можно выбрать белый, красный или другой цвет, соответствующий аналоговым каналам, цифровым каналам, математическим сигналам, опорным сигналам или меткам.

- 8 Нажмите программную кнопку **Фон** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать фон пояснения.
- **Непрозрачный** – пояснение имеет сплошной фон.
 - **Инвертированный** – цвета переднего плана и фона пояснения переключены.
 - **Прозрачный** – пояснение имеет прозрачный фон.



- См. также**
- ["Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG"](#) на странице 344
 - ["Печать экрана осциллографа"](#) на странице 359



10 Запуски

- Настройка уровня запуска 183
- Принудительный запуск 184
- Запуск по фронту 184
- Запуск по фронту за фронтом 187
- Запуск по длительности импульса 190
- Запуск по шаблону 193
- Запуск по условию ИЛИ 196
- Запуск по времени нарастания/спада 198
- Запуск по N-ному фронту серии 200
- Запуск по короткому пакету 201
- Запуск по настройке и удержанию 203
- Запуск по видеосигналам 204
- Последовательный запуск 218
- Запуск по зонам 219

Настройки запуска осциллографа определяют момент начала сбора и отображения данных. Например, можно настроить запуск по переднему фронту входного сигнала аналогового канала 1.

Повернув ручку уровня запуска, можно настроить уровень обнаружения фронта аналогового канала по вертикали.

Кроме запуска по фронту, можно настроить запуск по времени нарастания/спада, по N-ному фронту серии, по шаблону, по длительности импульсов, по импульсу короткого пакета, по нарушению настройки и удержания, по ТВ-сигналам и последовательным сигналам (если установлены лицензионные модули).



В качестве источника сигнала для большинства типов запуска можно использовать любой входной канал или BNC (см. раздел "[Вход внешнего источника запуска](#)" на странице 230).

Внесенные в настройки запуска изменения вступают в силу немедленно. Если внесение изменений в настройки запуска происходит, пока осциллограф остановлен, то при последующем нажатии кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** или **[Single] Однократный запуск** применяются новые настройки. Если во время изменения настроек запуска осциллограф работает, то новые параметры запуска будут использованы в следующем цикле сбора данных.

При отсутствии пусковых сигналов для сбора и отображения данных можно использовать кнопку **[Force Trigger] Принудит. триггер**.

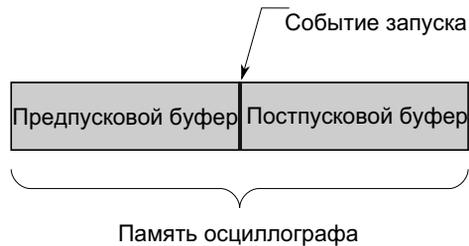
Для настройки параметров, влияющих на любой тип запуска, можно воспользоваться кнопкой **[Mode/Coupling] Режим/связь** (см. [Глава 11](#), "Режим запуска/связи," на стр. 223).

Как и настройки осциллографа, настройки запуска можно сохранить (см. [Глава 18](#), "Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)," на стр. 341).

Общие сведения о запусках

Пусковым сигналом является такой, при котором всякий раз при возникновении конкретного условия запуска осциллограф начинает отслеживание (отображение) осциллограммы из левой в правую часть экрана. При этом происходит стабильное отображение таких периодических сигналов, как синусоидальные и прямоугольные волны, а также таких непериодических сигналов, как потоки последовательных данных.

На приведенном далее рисунке представлена концептуальная модель памяти осциллографа. Событие запуска можно воспринимать как границу между предпусковым и постпусковым буферами памяти осциллографа. Положение события запуска в памяти осциллографа определяется настройками точки отсчета времени и задержки (положения по горизонтали) (см. раздел "[Регулировка задержки по горизонтали \(положения\)](#)" на странице 69).



Настройка уровня запуска

Повернув ручку уровня запуска, можно настроить уровень запуска для выбранного аналогового канала.

Уровень запуска можно отрегулировать, используя сенсорный экран. См. ["Доступ к меню запуска, изменение режима запуска и открытие диалогового окна уровня запуска"](#) на странице 60.

Чтобы установить для уровня всех отображаемых аналоговых каналов значение 50 % сигнала, следует нажать ручку уровня запуска. Если используется связь по переменному току, то при нажатии этой ручки уровень запуска будет установлен на 0 В.

При использовании высокого и низкого (сдвоенного) уровня запуска (например, для запусков "Время нарастания/спада" и "Короткий пакет") нажатие ручки уровня позволяет переключаться между высоким и низким уровнем.

Положение уровня запуска для аналогового канала показано соответствующим значком **T** в крайней левой части экрана (если аналоговый канал включен). Значение уровня запуска для аналогового канала отображается в верхнем правом углу экрана.

Уровень запуска для выбранного цифрового канала можно задать в виде порогового значения в меню "Пороги цифрового канала". Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** на лицевой панели осциллографа, а затем с помощью программной кнопки **Пороги** задайте пороговый уровень ("TTL", "CMOS", "ECL" или "Задано пользователем") для выбранной группы цифровых каналов. Пороговое значение отобразится в правом верхнем углу экрана.

Уровень линейного запуска настроить невозможно. Этот запуск синхронизирован с линией электроснабжения осциллографа.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы изменить уровень запуска всех каналов, следует нажать кнопку **[Analyze]** **Анализ > Функции** и выбрать пункт **Уровни запуска**.

Принудительный запуск

При нажатии кнопки **[Force Trigger]** **Принудит. триггер** выполняется запуск (какого-либо действия) и отображается сбор данных.

Эту кнопку можно использовать в режиме запуска "Нормальный", когда сбор данных осуществляется только при выполнении условия запуска. В этом режиме, если запуск не выполняется (то есть, отображается индикатор "Запущено?"), можно нажать кнопку **[Force Trigger]** **Принудит. триггер**, чтобы принудительно выполнить запуск и проверить поступающие сигналы.

В режиме запуска "Авто", если условие запуска не выполнено, запуск выполняется принудительно, и отображается индикатор "Авто?".

Запуск по фронту

Запуск по фронту – это запуск по поиску указанного фронта (отклонения) и уровня напряжения на форме сигнала. С помощью этого меню можно задать источник запуска и отклонение. Тип, источник и уровень запуска отображаются в правом верхнем углу экрана.

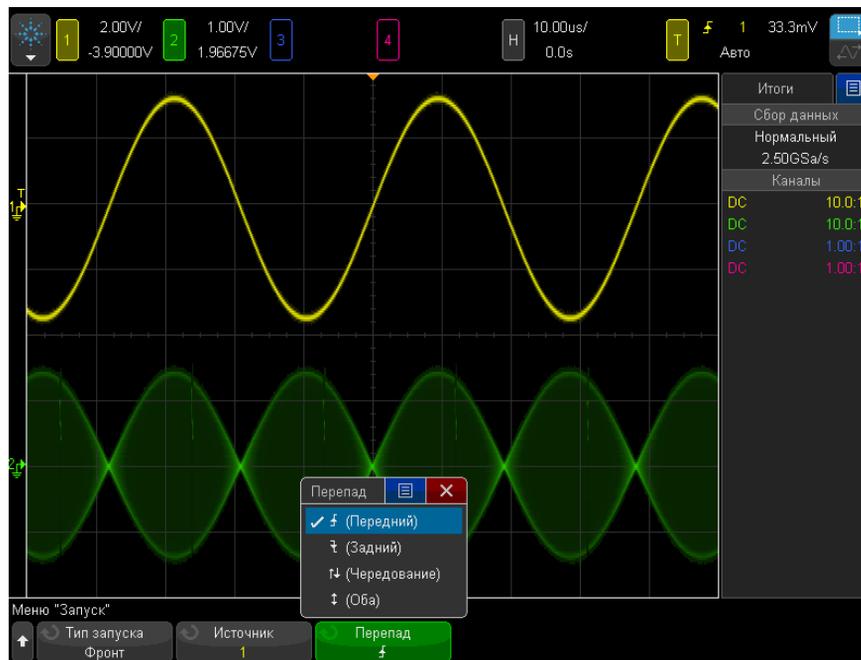
- 1 Нажмите кнопку **[Trigger]** **Триггер** на передней панели в секции "Триггер".
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Фронт**.
- 3 Чтобы выбрать источник запуска, выполните следующие действия.
 - Аналоговый канал, количество каналов – 1.
 - Цифровой канал (на осциллографе смешанных сигналов), количество цифровых каналов минус один – **D0**.

- **Внешние** - запуски, осуществляющиеся через сигнал EXTTRIG .
- **Линейные** – запуски, осуществляющиеся на 50 % уровне переднего и заднего фронта сигнала источника питания переменного тока.
- **Генер. сигналов 1/2** – запуск на уровне 50 % от переднего фронта выходного сигнала генератора сигналов. (Не доступно, когда выбраны постоянный ток, шумовые или электросигналы).
- **Модуляция генератора сигналов (ЧМн/ЧМ)** – при использовании в генераторе сигналов модуляции ЧМн или ЧМ запуск выполняется на уровне 50 % переднего фронта модулирующего сигнала.

Можно выбрать канал, который не будет отображаться как источник запуска по фронту.

Выборанный источник запуска указывается в правом верхнем углу экрана, рядом с символом отклонения:

- с **1** по **4** = аналоговые каналы;
 - с **D0** по **Dn** = цифровые каналы;
 - **E** = вход внешнего запуска;
 - **L** = линейный запуск;
 - **W** = генератор сигналов.
- 4** Нажмите кнопку **Отклонение** и выберите передний фронт, задний фронт, чередование фронтов или любой фронт (в зависимости от выбранного источника). Выбор отображается в правом верхнем углу экрана.

**ЗАМЕЧАНИЕ**

Режим чередования фронтов можно использовать, если требуется выполнить запуск по обоим фронтам тактового сигнала (например, сигналы DDR).

Режим любого фронта можно использовать, если требуется выполнить запуск по действию выбранного источника.

Все режимы используют пропускную способность осциллографа целиком, кроме режима любого фронта, который имеет ограничение. В режиме любого фронта запуск будет выполнен по сигналам незатухающей волны до 100 МГц, но может также быть выполнен на изолированных импульсах до значения $1/(2 \cdot \text{пропускная способность осциллографа})$.

Применение функции автомасштаба для установки запуска по фронту сигнала

Простейшим способом установки запуска по фронту сигнала является применение функции автомасштаба. Просто нажмите кнопку [AutoScale] **Автомасштаб**. Осциллограф попытается реализовать внутренний запуск с применением простого типа запуска по фронту. См. "[Использование автомасштабирования](#)" на странице 34.

ЗАМЕЧАНИЕ**Технология MegaZoom для простого запуска**

С помощью встроенной технологии MegaZoom можно автоматически масштабировать сигнал, после чего осциллограф временно прекратит регистрировать сигналы. Полученные данные можно увеличить и просмотреть с помощью ручек регулировки по вертикали и горизонтали. Это позволит легко найти стабильную точку запуска. При использовании функции автомасштаба часто появляется экран запуска.

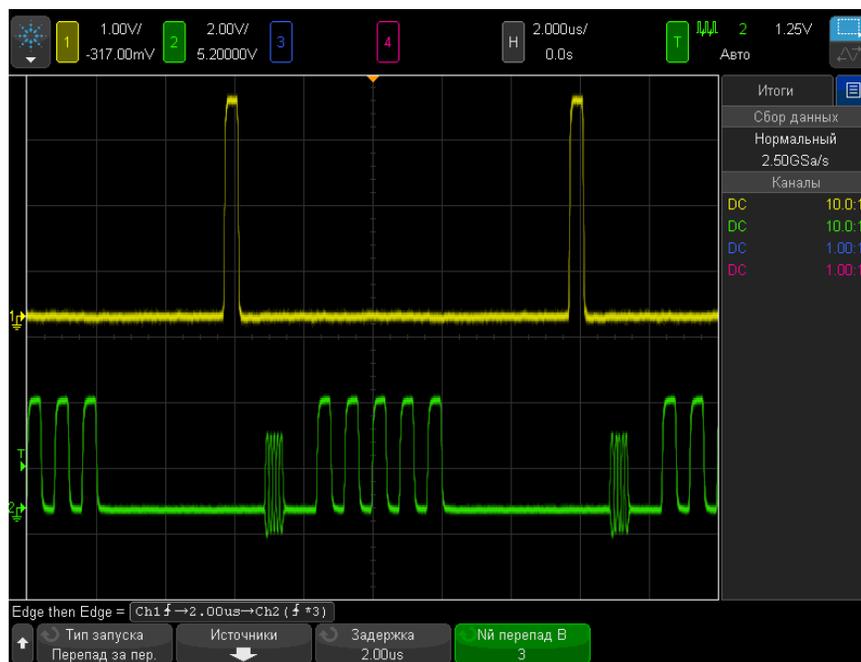
Запуск по фронту за фронтом

В режиме запуска по фронту за фронтом запуск возникает, когда появляется N-й фронт сигнала после подготовительного фронта и определенной задержки.

Подготовительный фронт и фронт запуска можно задать в виде положительного  или отрицательного  фронта сигнала в аналоговых или цифровых каналах.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Фронт за фронтом**.

10 Запуски



- 3 Нажмите программную кнопку **Источники**.
- 4 В меню источников запуска по фронту за фронтом выполните следующее.



- a Нажмите программную кнопку **Подготовка А** и вращайте ручку ввода, чтобы выбрать канал, в котором должен возникать подготовительный фронт сигнала.
- b Нажмите программную кнопку **Отклонение А**, чтобы выбрать фронт (положительный или отрицательный) подготовительного сигнала А.
- c Нажмите программную кнопку **Триггер В** и вращайте ручку ввода, чтобы выбрать канал, в котором должен возникать запускающий фронт сигнала.
- d Нажмите программную кнопку **Отклонение В** и вращайте ручку ввода, чтобы выбрать фронт (положительный или отрицательный) сигнала запуска В, который должен запустить осциллограф.

Вращением ручки регулировки уровня запуска настройте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** и выберите **Пороги**, чтобы указать пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или логического порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

- 5 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню запуска.
- 6 Нажмите программную кнопку **Задержка**, затем вращайте ручку ввода, чтобы ввести значение времени задержки между фронтом подготовительного сигнала А и фронтом сигнала запуска В.
- 7 Нажмите программную кнопку **N-ый фронт В**, затем вращайте ручку ввода, чтобы выбрать N-й фронт сигнала запуска В, по которому должен производиться запуск.

Запуск по длительности импульса

При использовании запуска по длительности импульса (импульсной помехе) осциллограф будет запускаться при положительном или отрицательном импульсе указанной длительности. Если нужен запуск по указанному значению тайм-аута, воспользуйтесь триггером **Шаблон** в меню запуска (см. "[Запуск по шаблону](#)" на странице 193).

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Длительность импульса**.



- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы указать источник канала запуска.

Выбранный канал отобразится в правом верхнем углу экрана, рядом с символом полярности.

Источником может быть любой аналоговый или цифровой канал, доступный на вашем осциллографе.

- 4 Чтобы настроить уровень запуска, выполните следующие действия.
- При выборе аналоговых каналов поверните ручку уровня запуска.
 - При выборе цифровых каналов нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** и задайте пороговый уровень с помощью параметра **Пороги**.

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

- 5 Нажмите программную кнопку полярности импульса, чтобы выбрать положительную (\sqcup) или отрицательной (\sqcap) полярность для искомой длительности импульса.

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

При выборе положительного импульса запуск произойдет в момент перехода импульса "высокий-низкий", если удовлетворяется квалификационное условие. При выборе отрицательного импульса запуск произойдет в момент перехода импульса "низкий-высокий", если удовлетворяется квалификационное условие.

- 6 Нажмите программную кнопку "Классификатор" ($< > ><$), чтобы выбрать классификатор времени.

С помощью программной кнопки "Классификатор" можно установить запуск осциллографа при длительности импульса, которая удовлетворяет следующим условиям.

- Меньше значения времени ($<$).

Например, для положительного импульса, если $t < 10$ нс.



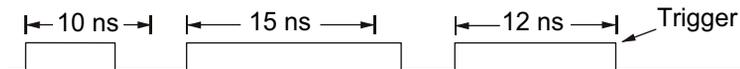
- Больше значения времени ($>$).

Например, для положительного импульса, если $t > 10$ нс.



- В пределах диапазона значений времени (><).

Например, для положительного импульса, если $t > 10$ нс и $t < 15$ нс:



- 7 Установите значения времени классификатора с помощью программной кнопки (< или >) и поверните ручку ввода, чтобы задать классификаторы длительности импульса.

Классификаторы можно задать следующим образом.

- 2 нс – 10 с для классификатора > или < (5 нс – 10 с для моделей с полосой пропускания 350 МГц и ниже).
- 10 нс – 10 с для классификатора ><, с минимальной разницей 5 нс между верхней и нижней настройками.

Запуск по длительности импульса < программная кнопка для установки классификатора

в

- При выборе классификатора "меньше" (<) с помощью ручки ввода можно задать запуск осциллографа при импульсе, длина которого меньше значения времени, отображенного на программной кнопке.
- При выборе классификатора "в пределах диапазона" (><) с помощью ручки ввода можно установить значение верхнего предела промежутка.

Запуск по длительности импульса > программная кнопка для установки классификатора

в

- При выборе классификатора "больше" (>) с помощью ручки ввода можно задать запуск осциллографа при импульсе, длина которого больше значения времени, отображенного на программной кнопке.
- При выборе классификатора "в пределах диапазона" (><) с помощью ручки ввода можно установить значение нижнего предела промежутка.

Запуск по шаблону

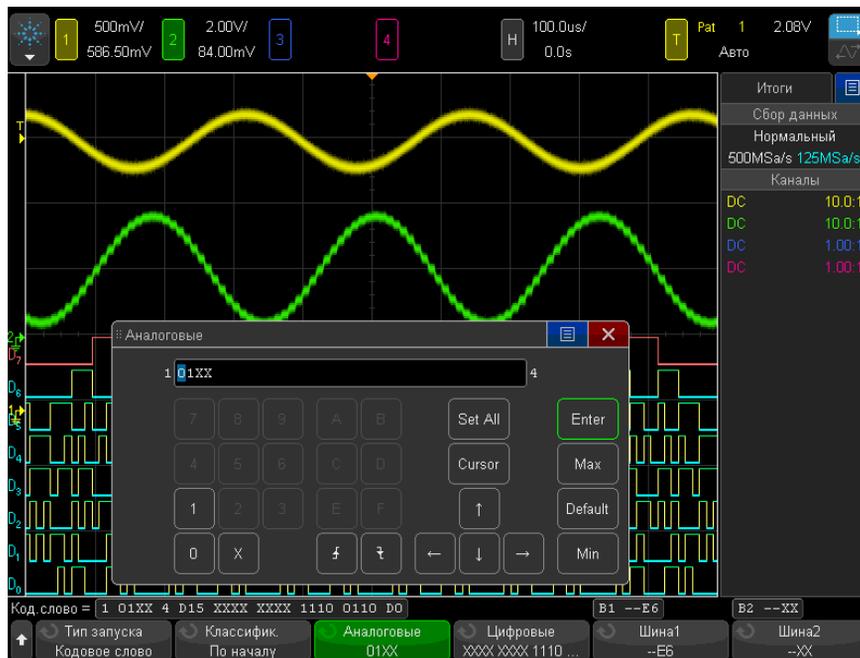
Запуск по шаблону определяет условие запуска, выполняя поиск указанного шаблона. Этот шаблон представляет собой комбинацию каналов с логическим операндом И. Каждый канал может иметь значение 0 (низкое), 1 (высокое) или "безразличное состояние" (X). Для канала, включенного в шаблон, можно указать передний или задний фронт.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Шаблон**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Классификатор** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать значение для длительности шаблона.
 - **Введен** – если шаблон введен.
 - **<** (меньше) – если время наличия шаблона меньше некоего значения.
 - **>** (больше) – если время наличия шаблона больше значения времени. Запуск выполняется при выходе из шаблона (не при превышении значения времени программной кнопки **>**).
 - **Тайм-аут** – если время наличия шаблона больше значения времени. В этом случае запуск выполняется при превышении значения времени программной кнопки **>** (не при выходе из шаблона).
 - **><** (в пределах диапазона) – если время наличия шаблона находится в рамках некоего диапазона значений.
 - **<>** (за пределами диапазона) – если время наличия шаблона находится вне рамок некоего диапазона значений.

Длительность шаблонов оценивается с помощью таймера. Запуск таймера выполняется на последнем фронте, который позволяет выполнить условие шаблона (логический операнд И). Кроме случаев, когда выбран классификатор **Тайм-аут**, запуск выполняется на первом фронте, который делает условие шаблона невыполнимым, при условии соблюдения критериев классификатора времени.

Для установки значений времени выбранного классификатора используются программные кнопки (**<** и **>**) и ручка ввода.

- 4 Чтобы установить шаблон аналогового или цифрового канала, нажмите программную кнопку **Аналоговый** или **Цифровой** и с помощью клавиатуры для двоичных значений введите следующее:



- **0** задает для выбранного канала значение шаблона "ноль" (низкое). Низкое состояние означает, что уровень напряжения канала ниже уровня его запуска или порога.
- **1** задает для выбранного канала значение шаблона 1 (высокое). Высокое состояние означает, что уровень напряжения канала выше уровня его запуска или порога.
- **X** задает для выбранного канала значение шаблона "безразличное состояние". Канал, для которого задано "безразличное состояние", игнорируется и как часть шаблона не используется. Однако если всем каналам в шаблоне присвоено значение "безразличное состояние", то запуск осциллографа не будет выполнен.

- Программная кнопка "Нарастающий фронт" () или "Спадающий фронт" () позволяет установить шаблон для фронта выбранного канала. В шаблоне можно указать только один передний или задний фронт. Если значение фронта задано, то запуск осциллографа произойдет по достижении указанного фронта, если выполняется условие шаблона, установленного для других каналов.

Если значения фронта не указано, то запуск осциллографа произойдет согласно последнему фронту, при котором выполняются условия шаблона.

ЗАМЕЧАНИЕ

Указание фронта в шаблоне

В шаблоне можно указать только один предел переднего или заднего фронта. Если установлен предел фронта, а затем в шаблоне выбирается другой канал и для него устанавливается иной предел фронта, то значение предыдущей установки фронта изменяется на "безразличное состояние".

Также можно указать шаблоны для цифровых каналов, используя программные кнопки **Шина 1** и **Шина 2** и указав шестнадцатеричные значения. См. "[Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины](#)" на странице 195.

Выбранный шаблон указан в строке "Pattern =" непосредственно над программными кнопками.

- 5 Чтобы отрегулировать уровень аналогового и цифрового канала, нажмите **[Analyze] Анализ > Функции**, выберите **Уровни запуска** и используйте программные кнопки в меню анализа.

Также можно установить пороговые уровни для цифровых каналов, нажав кнопку **[Digital] Цифров. > Пороги**.

Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины

Можно указать значение шины, по которому будет осуществляться запуск. Для этого сначала определите шину. Дополнительные сведения см. в разделе "[Отображение цифровых каналов как шины](#)" на странице 146. Запуск по значению шины можно осуществлять независимо от того, отображается шина или нет.

Чтобы осуществить запуск по значению шины, выполните следующие действия.

- 1 Выберите тип запуска по шаблону и классификатор, как описано в "[Запуск по шаблону](#)" на странице 193.
- 2 Нажмите программную кнопку **Шина 1** или **Шина 2** и введите значения полубайта (шестнадцатеричный символ), используя клавиатуру для шестнадцатеричных символов в отдельном диалоговом окне.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если цифра состоит менее чем из четырех бит, то ее значение будет ограничено наибольшим числом, которое может быть представлено этим числом бит.

Если шестнадцатеричное число шины содержит один или несколько битов безразличного состояния (X) и один или несколько битов со значением "0" или "1", то вместо цифры будет отображаться значок "\$".

Сведения об отображении цифровой шины, когда включен запуск по шаблону, см. в разделе "[Отображение значений шин при использовании запуска по шаблону](#)" на странице 149.

Запуск по условию ИЛИ

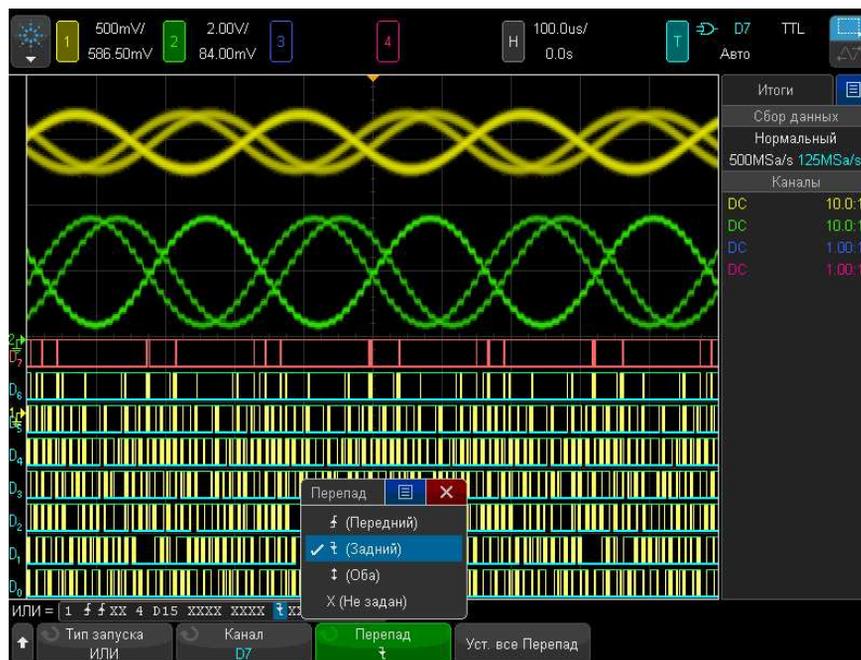
В режиме запуска по условию ИЛИ производится запуск при обнаружении одного (или нескольких) заданных фронтов сигнала в аналоговых или цифровых каналах.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер** на передней панели в секции "Триггер".
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **ИЛИ**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Отклонение** и выберите положительный фронт, отрицательный фронт, любой фронт или "безразличное состояние". Выбор отображается в правом верхнем углу экрана.
- 4 Для каждого аналогового или цифрового канала, который требуется включить в запуск по ИЛИ, нажмите программную кнопку **Канал**, чтобы выбрать канал.

При нажатии программной кнопки **Канал** (или вращении ручки ввода) выбираемый канал выделяется в строке "ИЛИ =" над программными кнопками и в правом верхнем углу экрана рядом с символом логического элемента ИЛИ.

Вращением ручки регулировки уровня запуска настройте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите кнопку **[Digital] Цифров.** и выберите **Пороги**, чтобы указать пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или логического порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

- 5 Для каждого выбранного канала нажмите программную кнопку **Отклонение** и выберите направление изменения фронта: \uparrow (положительный фронт), \downarrow (отрицательный фронт), \updownarrow (любой фронт) или X (не имеет значения). Выбор отображается над программными кнопками.

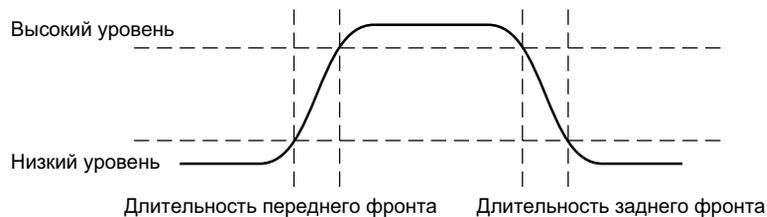


Если все каналы в режиме запуска по ИЛИ установить на X ("безразличное состояние"), то осциллограф не будет запускаться.

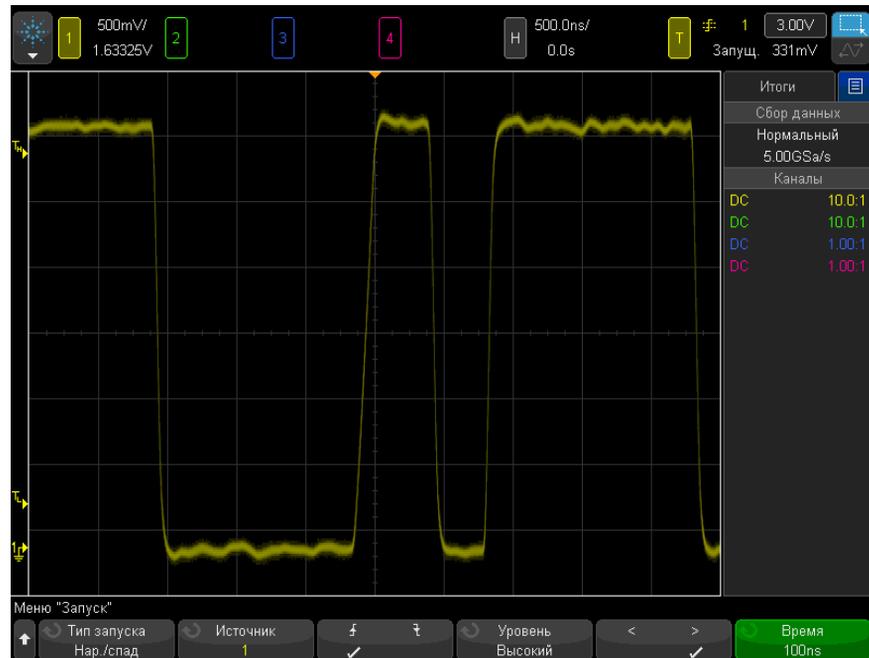
- Чтобы задать все аналоговые и цифровые каналы для фронта, выбранного с помощью программной кнопки **Отклонение**, нажмите программную кнопку **Настроить все фронты**.

Запуск по времени нарастания/спада

Запуск по времени нарастания/спада используется для поиска перехода переднего или заднего фронта от одного уровня к другому за период времени, который больше или меньше заданного значения.



- Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Время нарастания/спада**.



- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Передний фронт или задний фронт** для переключения между типами фронтов.
- 5 Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Высокий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте высокий уровень.
- 6 Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Низкий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте низкий уровень.

Для переключения уровней (**Высокий** и **Низкий**) можно также использовать ручку уровня запуска.

- 7 Нажмите программную кнопку **Классификатор** для переключения между значениями "больше" и "меньше".
- 8 Нажмите программную кнопку **Время** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать время.

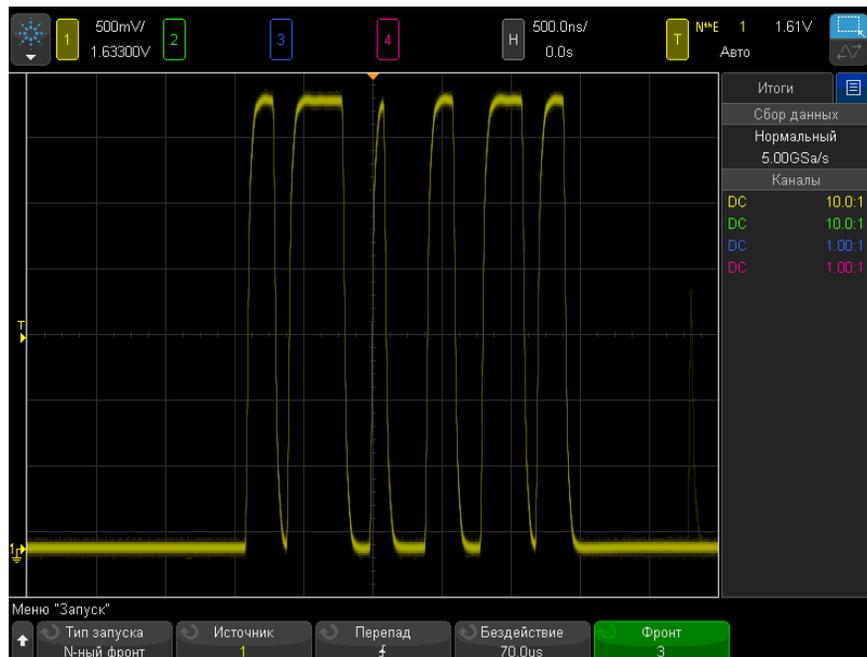
Запуск по N-ному фронту серии

Этот тип запуска осуществляется по N-ному фронту серии, который создается по истечении времени бездействия.



Для настройки этого запуска необходимо выбрать источник, отклонение фронта, время бездействия и номер фронта.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **N-ный фронт серии**.

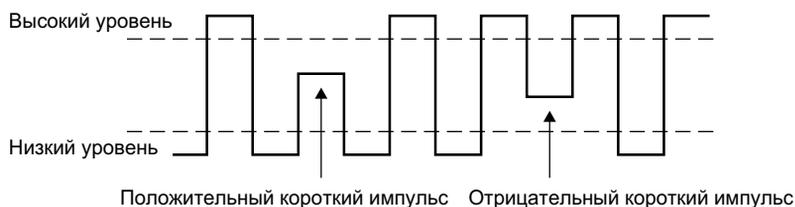


- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.

- 4 Нажмите программную кнопку **Отклонение**, чтобы указать отклонение фронта.
- 5 Нажмите программную кнопку **Бездействие** и поверните ручку ввода, чтобы задать время бездействия.
- 6 Нажмите программную кнопку **Фронт**, а затем с помощью ручки ввода укажите номер фронта, по которому должен осуществляться запуск.

Запуск по короткому пакету

Запуск по короткому пакету используется для поиска импульсов, которые пересекают одно пороговое значение, но не пересекают другое.



- Положительный короткий импульс пересекает нижний порог, но не пересекает верхний.
- Отрицательный короткий импульс пересекает верхний порог, но не пересекает нижний.

Чтобы осуществить запуск по короткому пакету, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Короткий пакет**.



- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
- 4 Переключаться между разными типами импульсов можно с помощью программных кнопок **Положительный короткий импульс**, **Отрицательный короткий импульс**, **Оба типа коротких импульсов**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Высокий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте высокий уровень.
- 6 Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Низкий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте низкий уровень.

Для переключения уровней (**Высокий** и **Низкий**) можно также использовать ручку уровня запуска.

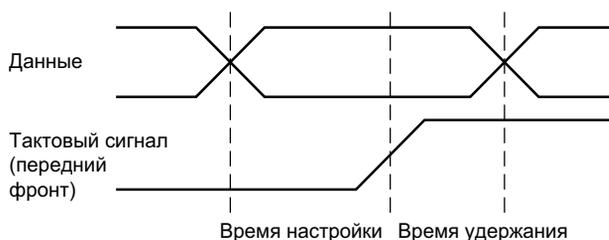
- 7 Нажмите программную кнопку **Классификатор** для переключения между значениями "больше", "меньше" и **Нет**.

Таким образом можно указать, должна ли длительность короткого импульса быть больше или меньше конкретного значения.

- 8 Если выбран **Классификатор** "больше" или "меньше", нажмите программную кнопку **Время** и поверните ручку ввода, чтобы указать время.

Запуск по настройке и удержанию

Запуск по настройке и удержанию используется для поиска нарушений настройки и удержания.

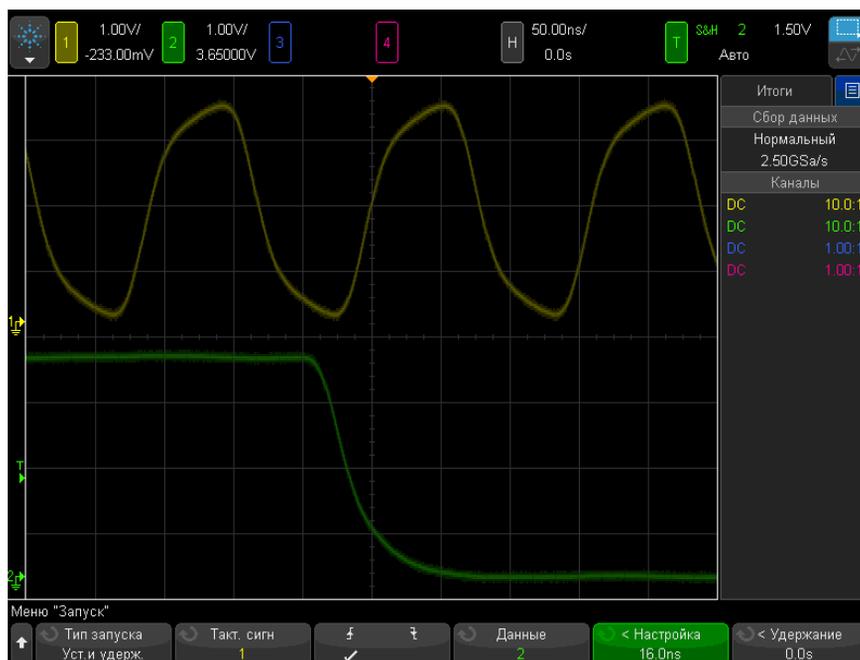


Один канал осциллографа используется для измерения тактового сигнала, а другой – для измерения сигнала данных.

Чтобы осуществить запуск по настройке и удержанию, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Настройка и удержание**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать входной канал с тактовым сигналом.
- 4 Задайте подходящий уровень запуска для тактового сигнала с помощью ручки уровня запуска.
- 5 Нажмите программную кнопку **Передний фронт или задний фронт**, чтобы указать используемый фронт синхроимпульса.
- 6 Нажмите программную кнопку **Данные** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать входной канал с сигналом данных.
- 7 Задайте подходящий уровень запуска для сигнала данных с помощью ручки уровня запуска.

- 8 Нажмите программную кнопку **< Настройка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать время настройки.



- 9 Нажмите программную кнопку **< Удержание** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать время удержания.

Запуск по видеосигналам

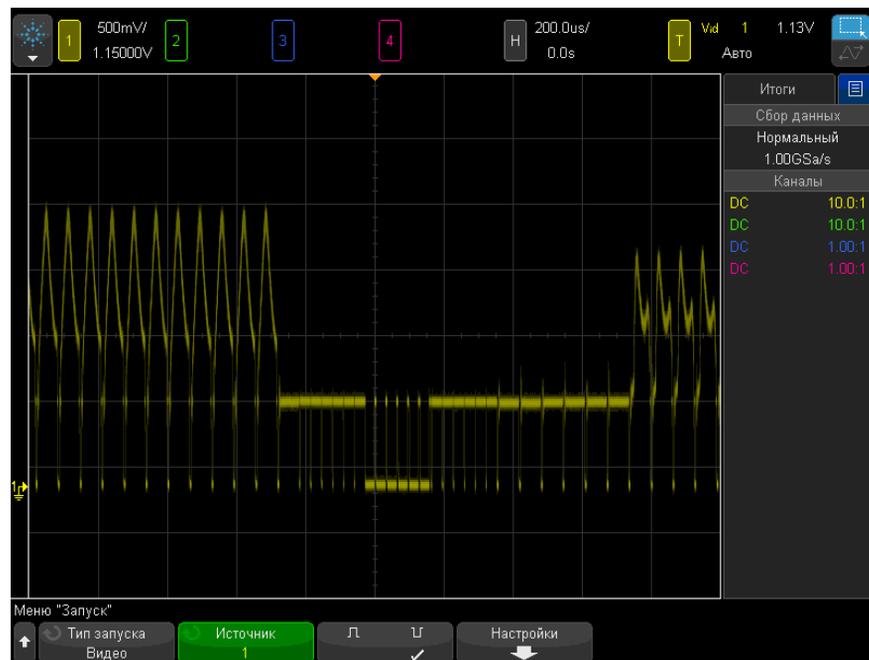
Запуск по видеосигналам можно использовать для регистрации сложных осциллограмм большинства стандартных аналоговых видеосигналов и видеосигналов высокой четкости. Схема запуска определяет вертикальный и горизонтальный интервал формы сигнала и обеспечивает запуск на основе выбранных вами настроек.

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

ЗАМЕЧАНИЕ

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

- 1 Нажмите кнопку [Trigger] Триггер.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.



- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и выберите любой аналоговый канал в качестве источника запуска по видеосигналам.

Выбранный источник запуска отображается в правом верхнем углу экрана. Вращение ручки запуска **Уровень** не приводит к изменению уровня запуска, поскольку уровень запуска автоматически устанавливается на синхроимпульс. Для связи запусков автоматически устанавливается режим **ТВ** в меню запуска и установки связи.

ЗАМЕЧАНИЕ**Следите за правильным согласованием**

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

- 4 Нажмите программную кнопку полярности синхроимпульсов, чтобы установить видеозапуск по синхроимпульсам положительной (\sqcup) или отрицательной (\sqcap) полярности.
- 5 Нажмите программную кнопку **Настройки**.



- 6 В меню запуска видео нажмите программную кнопку **Стандарт**, чтобы установить телевизионный стандарт.

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

Стандарт	Тип	Синхроимпульс
NTSC	Чересстрочный	Двухуровневый
PAL	Чересстрочный	Двухуровневый
PAL-M	Чересстрочный	Двухуровневый
SECAM	Чересстрочный	Двухуровневый

С помощью лицензии на расширенный запуск по видеосигналу DSOX4VID осциллограф дополнительно поддерживает три стандарта.

Стандарт	Тип	Синхроимпульс
Общий	Чересстрочный/прогрессивный	Двухуровневый/трехуровневый
EDTV 480p/60	Прогрессивный	Двухуровневый
EDTV 567p/50	Прогрессивный	Двухуровневый
HDTV 720p/50	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 720p/60	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080p/24	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080p/25	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080p/30	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080p/50	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080p/60	Прогрессивный	Трехуровневый
HDTV 1080i/50	Чересстрочный	Трехуровневый
HDTV 1080i/60	Чересстрочный	Трехуровневый

При выборе параметра **Общий** запуск может осуществляться по пользовательским двухуровневым и трехуровневым стандартам видеосинхронизации. См. "[Настройка общих запусков по видеосигналу](#)" на странице 209.

- 7 Нажмите программную кнопку **Автонастройка**, чтобы автоматически настроить осциллограф для выбранного источника (**Источник**) и стандарта (**Стандарт**).
- Чувствительность канала-источника по вертикали устанавливается на 140 мВ/дел.
 - Смещение канала-источника устанавливается на 245 мВ.
 - Включается канал-источник.
 - Для типа запуска устанавливается значение **Видео**.
 - Для режима запуска по видео устанавливается значение **Все строки** (однако не изменяется, если для параметра **Стандарт** установлено значение **Общий**).

- Для типа отображения **Сетка** установлено **IRE** (если для параметра **Стандарт** установлено значение **NTSC**) или **mB** (см. "Выбор типа масштабной сетки" на странице 167).
- Для коэффициента развертки устанавливается значение 10 мкс/дел для стандартов NTSC/PAL/SECAM или 4 мкс/дел для стандартов EDTV или HDTV (не изменяется при выборе **Общий**).
- Задержка устанавливается так, чтобы запуск происходил на первом делении слева по горизонтали (не изменяется при выборе **Общий**).

Кроме того, можно нажать кнопку **[Analyze] Анализ > Функции** и выбрать **Видео** для быстрого доступа к автоматической настройке запуска по видео и параметрам отображения.

- 8** Нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы выбрать часть видеосигнала, по которой должен производиться запуск осциллографа.

Возможны следующие режимы видеозапуска.

- **Поле 1** и **Поле 2** – запуск на переднем фронте первого импульса-врезки поля 1 или поля 2 (только для чересстрочных стандартов).
 - **Все поля** – запуск на переднем фронте первого импульса в вертикальном интервале синхронизации.
 - **Все строки** – запуск по всем горизонтальным синхроимпульсам.
 - **Строка** – запуск по выбранному числу строк (только стандарты EDTV и HDTV).
 - **Строка: поле 1** и **Строка:поле 2** – запуск по номеру линии, выбранному в поле 1 или поле 2 (только для чересстрочных стандартов).
 - **Строка: изменение** – поочередный запуск по номеру линии, выбранному в поле 1 и поле 2 (только стандарты NTSC, PAL, PAL-M и SECAM).
- 9** При выборе режима запуска по номеру строки, нажмите программную кнопку **Номер строки**, затем вращайте ручку ввода, чтобы выбрать номер строки для запуска.

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

Видеостандарт	Поле 1	Поле 2	Все поля
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

В следующих таблицах указаны числа линий для каждого видеостандарта EDTV/HDTV (доступно при наличии лицензии на расширенный запуск по видеосигналу DSOX4VID).

EDTV 480p/60	1 – 525
EDTV 567p/50	1 – 625
HDTV 720p/50, 720p/60	1 – 750
HDTV 1080p/24, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60	1 – 1125
HDTV 1080i/50, 1080i/60	1 – 1125

Примеры реализации запуска по видеосигналу

Следующие примеры приведены для знакомства с видеозапуском. В этих примерах используется видеостандарт NTSC.

- ["Запуск по определенной строке видеосигнала"](#) на странице 211
- ["Запуск по всем синхроимпульсам"](#) на странице 212
- ["Запуск по определенному полукадру видеосигнала"](#) на странице 213
- ["Запуск по всем полукадрам видеосигнала"](#) на странице 214
- ["Запуск по нечетным или четным полям"](#) на странице 215

Настройка общих запусков по видеосигналу

Если выбрано значение **Общий** (доступно при наличии лицензии на расширенный запуск по видеосигналу DSOX4VID) в качестве **Стандарт** для запуска по видеосигналу, запуск может осуществляться по пользовательским двухуровневым и трехуровневым стандартам видеосинхронизации. Меню запуска по видеосигналу изменяется следующим образом.



- 1 Нажмите программную кнопку **Время >**, затем поверните ручку ввода для установки для этого времени значения, превышающего длину импульса, чтобы осциллограф выполнил синхронизацию согласно синхронизации по вертикали.
- 2 Нажмите программную кнопку **Номер фронта**, затем поверните ручку ввода для выбора N-ного фронта после запуска по синхронизации по вертикали.
- 3 Для включения или отключения управления синхронизацией по горизонтали нажмите первую программную кнопку **Строчная синхронизация**.
 - Для видео с чередованием сигналов включите управление **Строчная синхронизация** и установите регулировку **Строчная синхронизация** в соответствии с временем синхронизации измеренного видеосигнала, чтобы функция **Номер фронта** выполняла подсчет только строк и не выполняла повторный подсчет при выравнивании. Кроме того, можно настроить параметр **Задержка поля** так, чтобы осциллограф запускался один раз для каждого пакета.
 - Аналогично, для прогрессивных видеосигналов с трехступенчатой синхронизацией включите управление **Строчная синхронизация** и установите регулировку **Строчная синхронизация** в соответствии с временем синхронизации измеренного видеосигнала, чтобы функция **Номер фронта** выполняла подсчет только строк и не выполняла повторный подсчет при синхронизации по вертикали.

Если включено управление синхронизацией по горизонтали, нажмите вторую программную кнопку **Строчная синхронизация**, затем поверните ручку ввода для установки минимального времени действия импульса синхронизации по горизонтали для признания его действительным.

Запуск по определенной строке видеосигнала

Для реализации видеозапуска необходимо, чтобы амплитуда синхроимпульса превышала $1/2$ деления сетки с любым аналоговым каналом в качестве источника запуска. Уровень запуска не изменяется при вращении ручки запуска **Уровень**, 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 кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт (NTSC в данном примере).
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите полукадр строки, по которой вы хотите запускать осциллограф. Можно выбрать **Строка:поле 1**, **Строка:поле 2** или **Строка:изменение**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Номер строки** и выберите номер строки, которую требуется обследовать.

ЗАМЕЧАНИЕ

Поочередный запуск

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

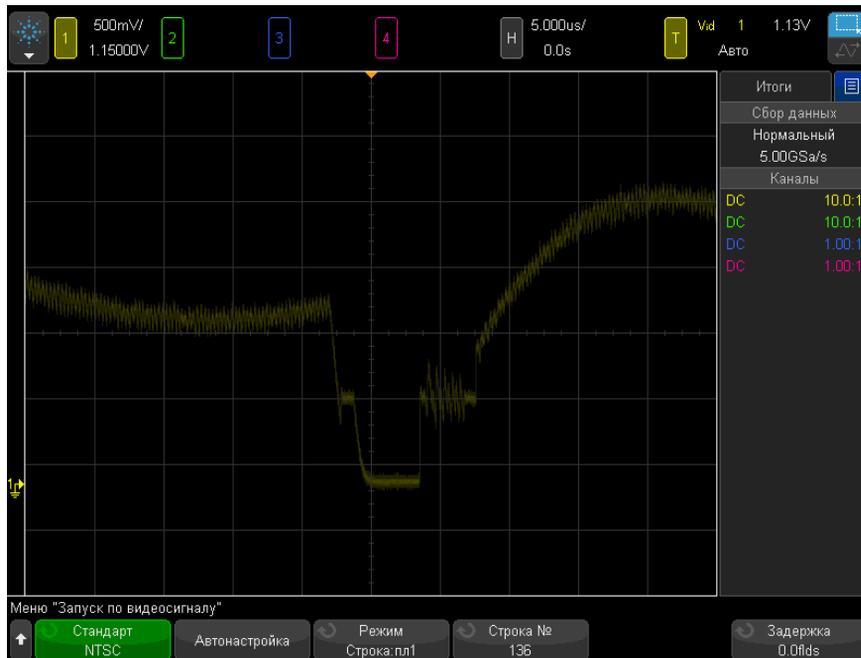


Рис. 28 Пример: запуск по строке 136

Запуск по всем синхроимпульсам

Для быстрого нахождения максимальных уровней видеосигнала можно запускать осциллограф по всем синхроимпульсам. Если в качестве режима запуска по видеосигналу выбран режим **Все строки**, осциллограф будет запускаться по всем горизонтальным синхроимпульсам.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **Все строки**.



Рис. 29 Запуск по всем строкам

Запуск по определенному полукадру видеосигнала

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

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **Поле 1** или **Поле 2**.

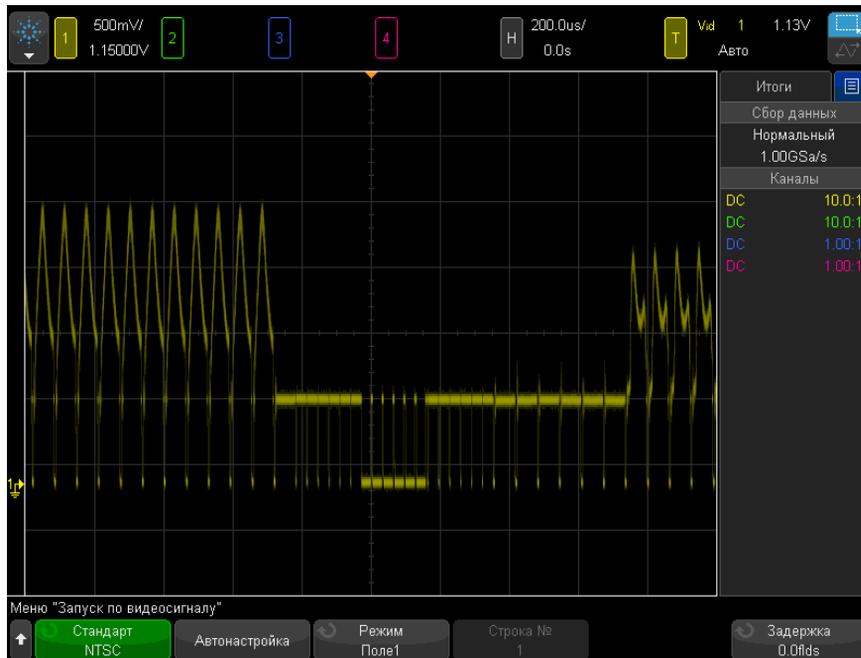


Рис. 30 Запуск по полю 1

Запуск по всем полукадрам видеосигнала

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

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **Все поля**.

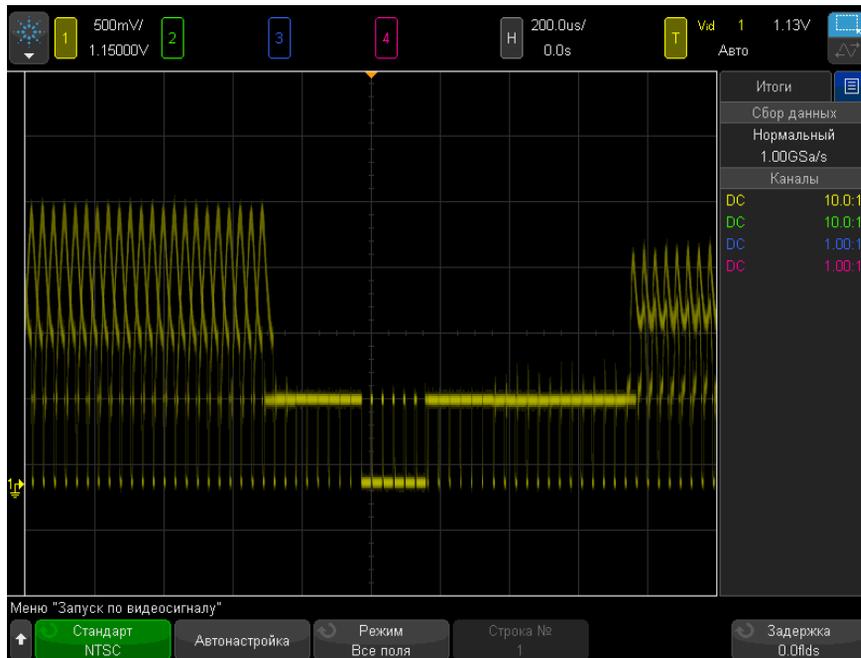


Рис. 31 Запуск по всем полукадрам

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 "Поле 1", осциллограф запускается по цветным полям 1 или 3. Когда выбран вариант "Поле 2", осциллограф запускается по цветным полям 2 или 4.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, а затем с помощью ручки ввода выберите **Видео**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **Поле 1** или **Поле 2**.

Система запуска ищет положение начала кадровой синхронизации для определения поля. Однако это определение поля не учитывает фазу опорной поднесущей. Когда выбран вариант "Поле 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.

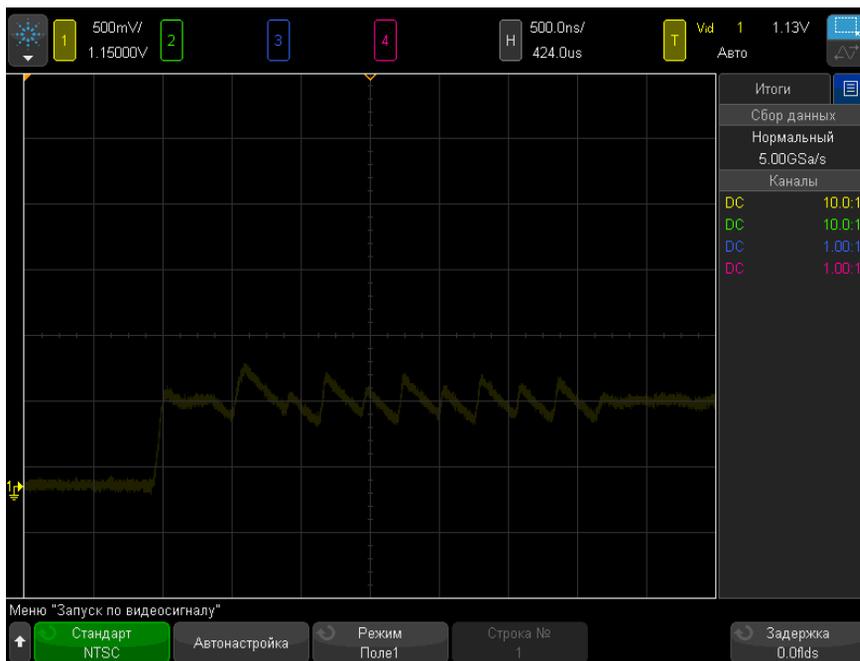


Рис. 32 Запуск по цветному полю 1 поочередно с цветным полем 3

Если нужен более подробный анализ, то можно выбрать для запуска только одно цветное поле. Можно сделать это с помощью программной кнопки **Задержка поля** в меню запуска видео. Нажмите программную кнопку **Задержка поля** и с помощью ручки ввода регулируйте задержку с приращениями в половину поля, пока осциллограф не станет запускаться только по одной фазе сигнала цветового пакета.

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

При регулировке задержки с помощью программной кнопки **Задержка поля** и ручки ввода соответствующее время выдержки индицируется в меню режима запуска и связи.

Таблица 4 Время задержки для половины поля

Стандарт	Время
NTSC	8.35 мс
PAL	10 мс
PAL-M	10 мс
SECAM	10 мс
Общий	8.35 мс
EDTV 480p/60	8.35 мс
EDTV 567p/50	10 мс
HDTV 720p/50	10 мс
HDTV 720p/60	8.35 мс
HDTV 1080p/24	20.835 мс
HDTV 1080p/25	20 мс
HDTV 1080p/30	20 мс
HDTV 1080p/50	16.67 мс
HDTV 1080p/60	8.36 мс
HDTV 1080i/50	10 мс
HDTV 1080i/60	8.35 мс

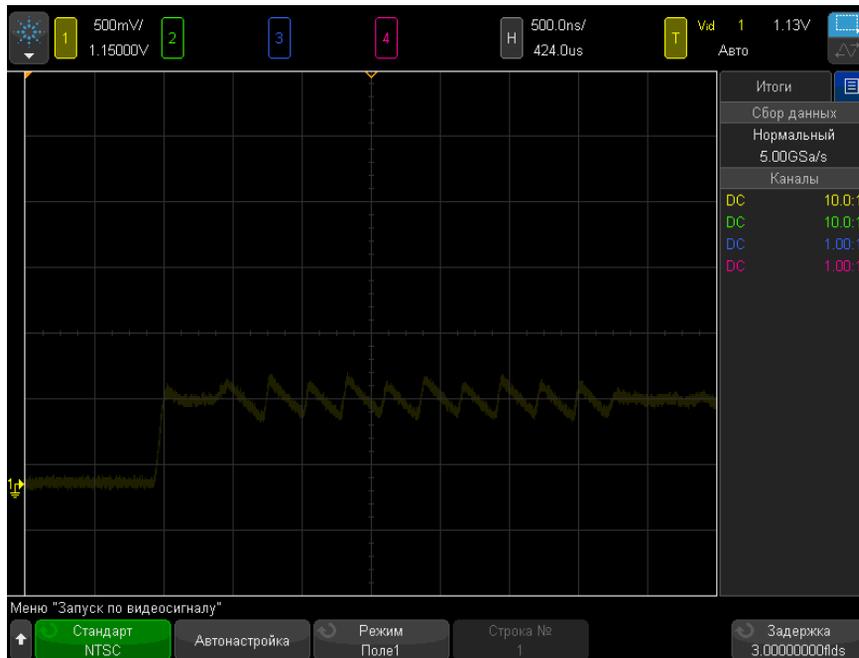


Рис. 33 Применение задержки поля для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим "Поле 1")

Последовательный запуск

С помощью лицензий на последовательное декодирование (см. ["Модули последовательного декодирования"](#) на странице 157) можно активировать типы последовательных запусков. Для настройки этих запусков см. следующие разделы.

- ["Запуск по ARINC 429"](#) на странице 503
- ["Запуск по CAN"](#) на странице 431
- ["Запуск FlexRay"](#) на странице 451
- ["Запуск по I2C"](#) на странице 460
- ["Запуск по I2S"](#) на странице 485
- ["Запуск по LIN"](#) на странице 442

- "Запуск по MIL-STD-1553" на странице 495
- "Запуск по SPI" на странице 474
- "Запуск UART/RS232" на странице 513
- "Запуск по USB 2.0" на странице 525

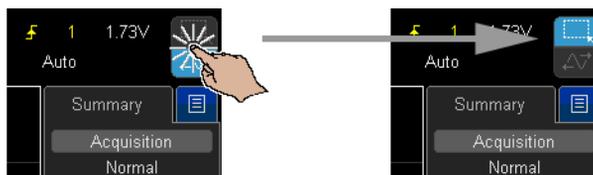
Запуск по зонам

Функция использования запуска по зонам позволяет установить одну или две прямоугольные области, "Зона 1" и "Зона 2", которые должен или не должен пересекать сигнал для сбора данных для отображения и сохранения.

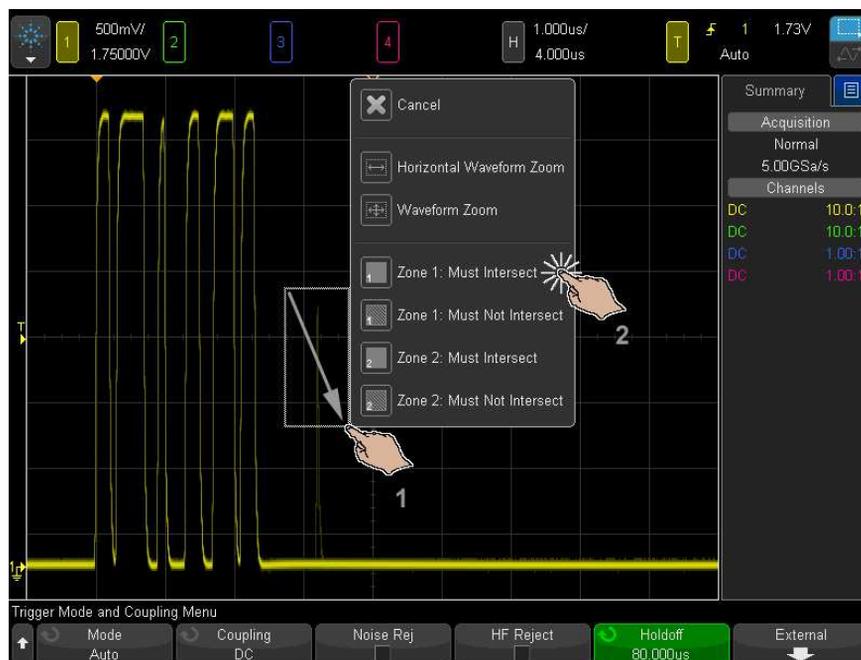
Функция запуска по зонам имеет приоритет над аппаратным запуском осциллографа, определяющим параметры сбора данных о сигналах, используемых для определения пересечений зон.

Чтобы настроить запуск по зонам, выполните следующее.

- 1 Прикоснитесь к верхнему правому углу экрана, чтобы выбрать режим рисования прямоугольника.



- 2 Проведите пальцем (или с помощью указателя подключенной USB-мыши) по экрану, чтобы перетащить прямоугольную зону, которая может пересекаться или нет с сигналом.
- 3 Уберите палец с экрана (или отпустите кнопку мыши).
- 4 Во всплывающем меню определите, является ли прямоугольник зоной 1 или зоной 2 и зоной пересечения или непересечения.



Кнопка **[Zone] Зона** подсвечивается, чтобы показать, что включена функция запуска по зоне.

- 5 В меню запуска по зоне нажмите программную кнопку **Источник** и выберите источник входного аналогового канала, с которым связаны обе зоны.



Цвета зоны соответствуют выбранному входному аналоговому каналу. Зоны, через которые не должен проходить сигнал, затенены и отличаются от сплошных зон, которые должен пересекать сигнал.

Источник запуска по зонам не обязательно должен являться аппаратным источником запуска.

- 6 Можно использовать программные кнопки **Зона 1 активна** и **Зона 2 активна**, чтобы отключить или включить зоны; можно

использовать программные кнопки **Зона 1** и **Зона 2** для переключения условий пересечения и непересечения.

При деактивации обеих зон функция запуска по зонам будет отключена. Когда функция запуска по зонам включена, хотя бы одна зона должна быть активна.

Можно нажать кнопку **[Zone] Зона**, чтобы отключить или повторно включить запуск по зоне.

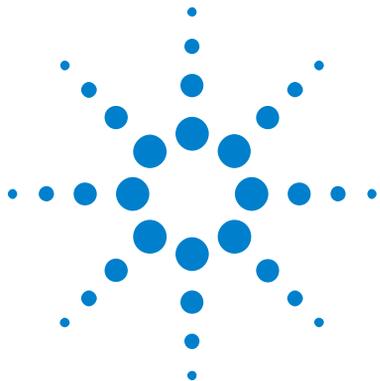
При использовании двух непересекающихся зон их условия объединяются с помощью логического оператора "И" для определения окончательного условия контроля.

Если две пересекающиеся зоны имеют обязательное условие пересечения, для зон используется оператор "ИЛИ". Если две пересекающиеся зоны имеют разные условия, зона 1 получает приоритет, а зона 2 не используется. В данном случае в зоне 2 будет отключена заливка (т. е. нет штриховки или сплошного заполнения), что обозначает, что зона не используется.

Функция запуска по зонам несовместима с режимами строчной развертки XY и "Качение", режимом сбора данных "Усреднение" и функцией сбора данных "Сегментированная память", поэтому она будет отключена.

ЗАМЕЧАНИЕ

Следует помнить, что сигнал TRIG OUT поступает при аппаратном запуске осциллографа. Сигнал TRIG OUT показывает, когда присутствует сигнал запуска (сбор данных), который должен пересекаться с зоной, а не когда сбор данных соответствует характеристикам зоны и отображается на дисплее осциллографа.



11 Режим запуска/связи

- Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" [224](#)
- Выбор связи триггеров [226](#)
- Включение и выключение подавления шума при запуске [228](#)
- Включение и выключение ВЧ-заграждения [228](#)
- Настройка задержки запуска [229](#)
- Вход внешнего источника запуска [230](#)

Доступ к меню режима запуска и связи

- Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, находящуюся в секции "Триггер" на лицевой панели.



Сигналы с высоким уровнем шума

Если уровень шума измеряемого сигнала высок, то осциллограф можно настроить на подавление шума в канале запуска и на отображаемой осциллограмме. Сначала необходимо стабилизировать изображение сигнала путем удаления шума из канала запуска. Затем следует сократить уровень шумов на отображаемом сигнале.

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
- 2 Удалите шум из канала запуска путем включения фильтра высоких частот ("[Включение и выключение ВЧ-заграждения](#)" на странице 228), фильтра низких частот ("[Выбор связи триггеров](#)" на странице 226). См. также раздел "[Включение и выключение подавления шума при запуске](#)" на странице 228.



- 3 С целью сокращения уровня шумов на отображаемом сигнале обратитесь к разделу "Режим сбора данных "Усреднение"" на странице 245.

Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный"

Когда осциллограф включен, режим запуска определяет последовательность действий при отсутствии пусковых сигналов.

В режиме **Авто** (который установлен по умолчанию), если отсутствуют заданные условия запуска, запуск выполняется принудительно, после чего осуществляется сбор данных и сведения об активности сигнала выводятся на экран осциллографа.

В режиме **Нормальный** запуск и сбор данных осуществляется только при выполнении заданных условий.

Чтобы выбрать режим запуска, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Режим** в меню режима запуска и связи, а затем выберите параметр **Авто** или **Нормальный**.

Выбрать параметр можно, используя сенсорный экран. См. "[Доступ к меню запуска, изменение режима запуска и открытие диалогового окна уровня запуска](#)" на странице 60.

См. следующие описания "[Когда использовать режим запуска "Авто"](#)" на странице 225 и "[Когда использовать режим запуска "Нормальный"](#)" на странице 226.

Для переключения между режимами запуска ("Авто" и "Нормальный") можно также настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

Запуск, предпусковой и постпусковой буферы

Сразу после включения осциллографа (при нажатии кнопки **[Run] Пуск** или **[Single] Однократный запуск** или изменении условий запуска) в первую очередь заполняется предпусковой буфер памяти. Затем, после заполнения предпускового буфера, осциллограф начнет поиск триггера, и выборочные данные продолжают передаваться через предпусковой буфер в режиме FIFO ("первый на входе – первый на выходе").

Когда триггер будет найден, в предпусковом буфере будут записаны события, произошедшие непосредственно перед запуском. Затем начнет заполняться постпусковой буфер и на экране появятся данные памяти осциллографа. Если сбор данных был запущен с помощью кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп**, то процесс повторится. Если сбор данных был запущен с помощью кнопки **[Single] Однократный запуск**, то он прекратится (и вы сможете увеличить и прокрутить изображение сигнала).

В режимах запуска "Авто" и "Нормальный" триггер может быть пропущен, если событие произошло во время заполнения предпускового буфера. Такое возможно, например, когда с помощью ручки масштаба развертки установлена низкая настройка времени/деления, такая как 500 мс/дел.

Индикатор запуска

Индикатор запуска в правом верхнем углу экрана указывает, выполнен ли запуск.

В режиме запуска **Авто** индикатор может иметь следующий вид.

- **Авто?**— условие запуска не обнаружено (после заполнения предпускового буфера). В этом случае происходит принудительный запуск и начинается сбор данных.
- **Авто** — условие запуска обнаружено (или предпусковой буфер заполняется).

В режиме запуска **Нормальный** индикатор может иметь следующий вид.

- **Запущено?**— условие запуска не обнаружено (после заполнения предпускового буфера). В этом случае сбор данных не выполняется.
- **Запущено**— условие запуска обнаружено (или предпусковой буфер заполняется).

Когда осциллограф не работает, индикатор запуска имеет вид – **Стоп**.

Когда использовать режим запуска "Авто"

Режим запуска **Авто** рекомендуется использовать в следующих случаях.

- Для проверки сигналов постоянного тока или сигналов с неизвестными уровнями или активностью.
- Если условия запуска складываются достаточно часто, и поэтому принудительный запуск не требуется.

Когда использовать режим запуска "Нормальный"

Режим запуска **Нормальный** рекомендуется использовать в следующих случаях.

- Если требуется собрать данные только о конкретных событиях, заданных с помощью настроек запуска.
- Запуск осуществляется на основе редких сигналов, исходящих от последовательной шины (например, I2C, SPI, CAN, LIN и т. д.), или на основе сигналов, поступающих сериями. Режим запуска **Нормальный** позволяет стабилизировать отображение сигналов, поскольку предотвращает автоматический запуск осциллографа.
- Запуск одиночного цикла сбора данных с помощью кнопки **[Single] Однократный запуск**.

Часто при выполнении одиночного цикла сбора данных приходится запускать некоторые действия на тестируемом устройстве. Естественно, при этом очень нежелательно, чтобы происходил преждевременный автозапуск осциллографа. Поэтому, прежде чем запустить действие в цепи, подождите, пока отобразится индикатор запуска **Запущено?** (это свидетельствует о том, что предпусковой буфер заполнен).

См. также

- ["Принудительный запуск"](#) на странице 184
- ["Настройка задержки запуска"](#) на странице 229
- ["Размещение точки отсчета времени \(слева, по центру, справа\)"](#) на странице 79

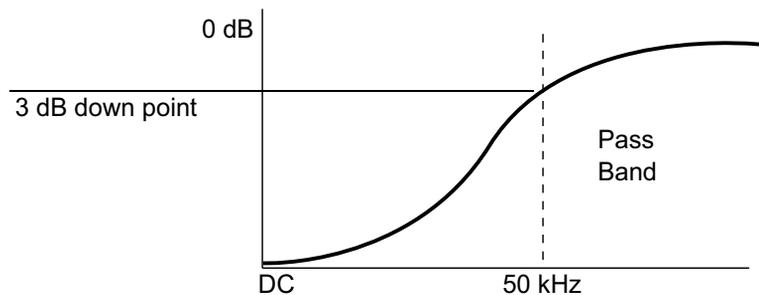
Выбор связи триггеров

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Связь** в меню режима запуска и связи, а затем с помощью ручки ввода выберите один из следующих вариантов.
 - **DC** — при использовании такой связи сигналы постоянного и переменного тока могут поступать в канал запуска.
 - **AC** — при использовании такой связи в канале запуска размещается фильтр верхних частот на 10 Гц, который убирает смещение постоянной составляющей напряжения из сигнала запуска.

Во всех моделях на входе внешнего триггера размещается фильтр высоких частот на 50 Гц.

Используйте связь по переменному току для получения стабильного запуска по фронту, если в сигнале наблюдается большое смещение постоянной составляющей.

- **НЧ** (низкочастотное) **заграждение** при использовании такой связи последовательно с сигналом запуска устанавливается фильтр верхних частот на 50 кГц с граничной точкой 3 дБ.



Низкочастотное заграждение устраняет из сигнала запуска нежелательные низкочастотные составляющие (например, частоты линии питания), которые могут создать помехи надлежащему запуску.

Используйте связь **НЧ заграждение** для получения стабильного запуска по фронту, если в сигнале наблюдаются низкочастотные помехи.

- **Видео** — такая связь, как правило, неактивна, однако она выбирается автоматически, если в меню запуска включен запуск по видео.

Обратите внимание на то, что связь триггеров не зависит от связи каналов (см. ["Указание связи каналов"](#) на странице 88).

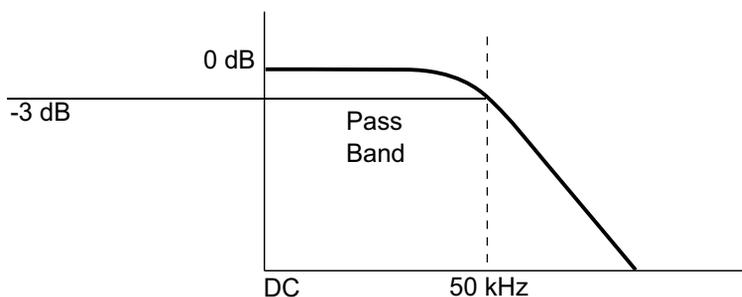
Включение и выключение подавления шума при запуске

Функция подавления шума добавляет дополнительный гистерезис в схему запуска. Увеличивая полосу гистерезиса, можно снизить вероятность возникновения шумов при запуске. Однако при этом также уменьшается чувствительность триггеров, что требует несколько более мощного сигнала для запуска осциллографа.

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**.
- 2 Включение и выключение этой функции осуществляется с помощью программной кнопки **Подавление шума** в меню режима запуска и связи.

Включение и выключение ВЧ-заграждения

При использовании ВЧ-заграждения в канале запуска устанавливается фильтр низких частот на 50 кГц для устранения высокочастотных составляющих из сигнала запуска.



ВЧ-заграждение подходит для устранения из канала запуска высокочастотных помех, например от радиостанций, вещающих в диапазонах АМ или ЧМ, или от высокоскоростных системных тактовых сигналов.

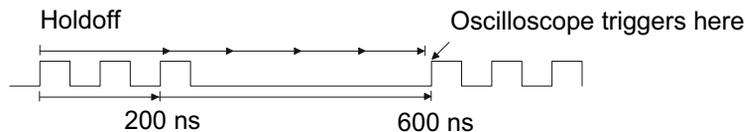
- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**.
- 2 Включение и выключение этой функции осуществляется с помощью программной кнопки **ВЧ-заграждение** в меню режима запуска и связи.

Настройка задержки запуска

Задержка запуска используется для установки времени, в течение которого осциллограф ждет перед переходом к следующему циклу в схеме запуска.

Используйте задержку для запуска осциллографа по периодическим сигналам, если между периодами имеется несколько фронтов (или иных событий). С помощью задержки также можно настроить запуск по первому фронту пакета, если известно минимальное время между пакетами.

Например, чтобы добиться стабильного запуска по пакету периодических импульсов, показанного далее, установите время задержки >200 нс, но <600 нс.



Чтобы настроить задержку запуска, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Задержка** в меню режима запуска и связи, а затем с помощью ручки ввода установите подходящее время задержки.

Рекомендации по применению задержки запуска

Правильно заданное время задержки обычно несколько меньше, чем один период сигнала. Учитывайте эту рекомендацию при определении уникальной точки запуска для периодического сигнала.

Изменение настроек временной развертки не влияет на время задержки запуска.

Технология Agilent MegaZoom позволяет увеличивать и прокручивать данные для поиска повторяющихся сегментов сигнала. Для этого достаточно нажать кнопку **[Stop] Стоп**. Проведите измерения с помощью курсоров, а затем настройте задержку.

Вход внешнего источника запуска

Вход внешнего запуска можно использовать как источник для нескольких типов запуска. Вход BNC для внешнего сигнала запуска имеет метку **EXT TRIG IN**.

ВНИМАНИЕ



Максимальное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа

CAT I: 300 среднеквадратических В, 400 В (макс.); динамическая перегрузка по напряжению 1,6 кВ (макс.)

1 МОм на входе: для устойчивых синусоидальных сигналов снизьте номинальные значения при 20 дБ/декада выше 57 кГц до минимального уровня 5 В (макс.)

С пробником N2863A 10:1 – CAT I: 600 В (постоянный ток + пик переменного тока)

С пробником 10073C или 10074C 10:1 – CAT I: 500 В (макс.)

Входной импеданс внешнего триггера составляет 1 М Ом. Это позволяет использовать для измерений общего назначения пассивные пробники. Более высокий импеданс минимизирует эффект нагрузки осциллографа на тестируемое устройство.

Настройка единиц для EXT TRIG IN и коэффициента затухания пробника

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, находящуюся в секции "Триггер" на лицевой панели.



- 2 Нажмите программную кнопку **Внешний** в меню режима запуска и связи.



- 3 Нажмите программную кнопку **Единицы** в меню внешнего запуска для выбора единиц.

- **Вольты** – для пробника напряжения.
- **Амперы** – для токового пробника.

В выбранных единицах будут отображаться результаты измерений, чувствительность канала и уровень запуска.

- 4 Нажмите программную кнопку **Пробник** и поверните ручку ввода, чтобы указать коэффициент затухания пробника.

Коэффициент затухания можно задать в диапазоне от 0,1:1 до 10000:1 с последовательностью 1-2-5.

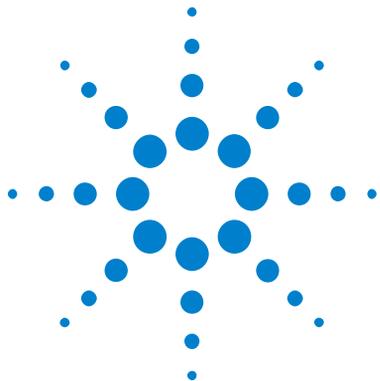
Правильность измерений зависит от надлежащей настройки коэффициента затухания пробника.

- 5 Нажмите программную кнопку **Диапазон**, затем поверните ручку ввода, чтобы задать диапазон входного внешнего сигнала запуска.

При использовании пробника 1:1 диапазон может составлять 1,6 В или 8 В.

При выборе другого коэффициента затухания пробника для внешнего запуска диапазон будет автоматически вычислен повторно.

11 Режим запуска/связи



12 Управление сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных
(управление работой) 233

Общие сведения о дискретизации 235

Выбор режима сбора данных 240

Параметр отбора проб в реальном времени 248

Сбор данных в сегментированную память 250

В этой главе говорится о способах сбора данных и управлении осциллографом.

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой)

На лицевой панели осциллографа находятся две кнопки, отвечающие за запуск и остановку системы сбора данных: **[Run/Stop] Пуск/стоп** и **[Single] Однократный запуск**.

- Когда кнопка **[Run/Stop] Пуск/стоп** светится зеленым светом, осциллограф работает, то есть, при соблюдении условий запуска выполняется сбор данных.

Для остановки сбора данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**. При остановке цикла сбора данных отображается последняя полученная форма сигнала.

- Когда кнопка **[Run/Stop] Пуск/стоп** светится красным светом, сбор данных остановлен.

Кнопка "Стоп" отображается в строке меню в верхней части экрана.



Чтобы начать сбор данных, нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

- Для однократного запуска и отображения результатов одиночного сбора данных (независимо от того, работает осциллограф или остановлен) нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск**.

Кнопка управления работой **[Single] Однократный запуск** позволяет просмотреть однократное события без последующей перерисовки формы сигнала. Используйте кнопку **[Single] Однократный запуск**, когда требуется максимальный объем памяти для прокрутки и масштабирования.

При нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** для режима запуска будет временно установлено значение "Нормальный" (чтобы осциллограф не запускался автоматически), схема запуска будет подготовлена к работе, загорится подсветка кнопки **[Single] Однократный запуск** и осциллограф будет ожидать выполнения условий запуска для вывода сигнала на экран.

При запуске осциллографа результаты одиночного сбора данных выводятся на экран, и осциллограф останавливается (индикатор кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** горит красным). Нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск** еще раз для отображения следующего сигнала.

Если осциллограф не запускается, можно нажать кнопку **[Force Trigger] Принудит. триггер** для запуска (какого-либо действия) и выполнения одиночного цикла сбора данных.

Отображение результатов нескольких циклов сбора данных, использование послесвечения. См. ["Установка и отмена послесвечения"](#) на странице 165.

Сравнение длины записи данных при однократном цикле сбора и во время работы осциллографа

Максимальная длина записи данных при одиночном цикле сбора данных больше, чем во время работы осциллографа (или во время его остановки).

- **Однократный запуск** – при однократном цикле сбора данных обычно используется максимально возможный объем памяти, – по крайней мере в два раза превышающий объем памяти, используемый при сборе данных, выполняемом во время работы осциллографа, – кроме того, в памяти осциллографа сохраняется не менее чем в два раза больше шаблонов. При низких настройках времени/деления частота дискредитации при однократном сборе данных выше. Это объясняется увеличением объема доступной памяти.

- **Работа** – во время работы устройства (в отличие от одиночного цикла сбора) память делится пополам. Благодаря этому система сбора данных может получать одну запись во время обработки предыдущей записи, в результате чего существенно повышается число форм сигналов, обрабатываемых осциллографом за одну секунду. Во время работы осциллографа благодаря высокой скорости обновления сигнала обеспечивается оптимальное отображение входного сигнала.

Для получения данных с максимально возможной длиной записи нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск**.

Дополнительные сведения о настройках, оказывающих влияние на длину записи, см. в разделе "Управление длиной" на странице 347.

Общие сведения о дискретизации

Для понимания принципов дискретизации осциллографа и режимов сбора данных полезно иметь представление о теории дискретизации, наложении спектров, ширине полосы пропускания осциллографа и частоте дискретизации, о времени нарастания, о необходимой ширине полосы пропускания осциллографа и о том, как частота дискретизации зависит от объема памяти.

Теория дискретизации

Согласно теореме дискретизации Найквиста, для однозначного воспроизведения без наложения спектров ограниченного полосой пропускания сигнала (с ограниченной полосой пропускания) с предельной частотой $f_{\text{МАКС}}$ равномерно распределенная частота дискретизации f_S должна превышать его удвоенную максимальную частоту $f_{\text{МАКС}}$.

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

Наложение спектров

Наложение спектров происходит при неполной дискретизации сигналов ($f_S < 2f_{\text{МАКС}}$). Наложение спектров – это искажение сигнала, вызываемое низкочастотными составляющими, ложно воссоздаваемыми из-за недостаточного количества контрольных точек.

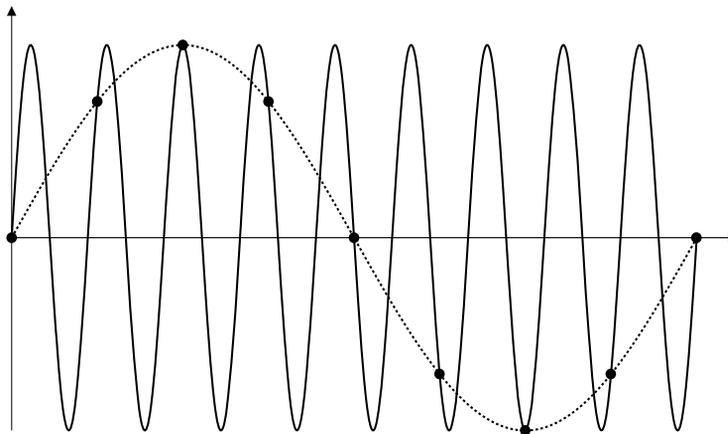


Рис. 34 Наложение спектров

Полоса пропускания осциллографа и частота дискретизации

Как правило, полоса пропускания осциллографа определяется как самая низкая частота, при которой синусоидальные волны входного сигнала затухают на 3 дБ (-30% амплитудная погрешность).

Согласно теории дискретизации при такой полосе пропускания осциллографа необходимая частота дискретизации составляет $f_S = 2f_{\text{полоса пропускания}}$. Однако теория подразумевает, что нет компонентов частоты выше $f_{\text{МАКС}}$ ($f_{\text{полоса пропускания}}$ в данном случае), и требуется система с идеальной амплитудно-частотной характеристикой.

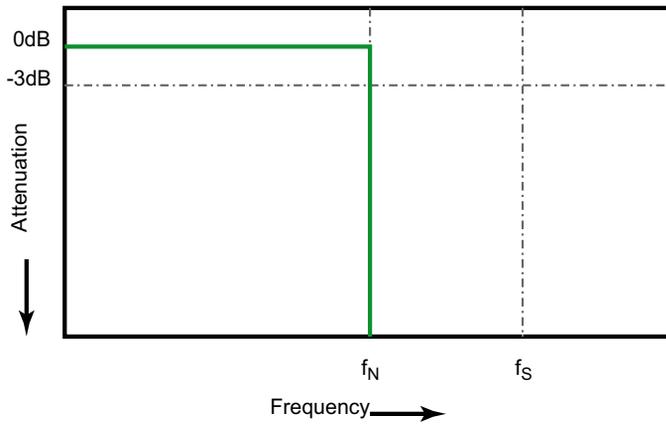
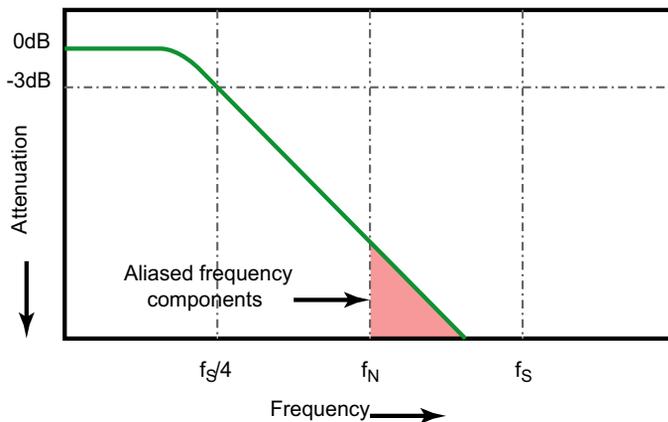


Рис. 35 Теоретическая амплитудно-частотная характеристика

Однако частота некоторых составляющих цифровых сигналов выше основной частоты (прямоугольные волны состоят из синусоидальных волн основной частоты и бесконечного числа нечетных гармоник), и для полос пропускания осциллографов с частотой 500 МГц и ниже характерна гауссова амплитудно-частотная характеристика.



Limiting oscilloscope bandwidth (fbw) to 1/4 the sample rate ($f_s/4$) reduces frequency components above the Nyquist frequency (f_N).

Рис. 36 Частота дискретизации и полоса пропускания осциллографа

То есть, на практике частота дискретизации осциллографа должна в четыре или более раз превышать его полосу пропускания: $f_s = 4f_{\text{полоса пропускания}}$. В этом случае происходит меньшее наложение спектров, а степень затухания наложенных частотных составляющих становится выше.

Обратите внимание, что модели осциллографов серии 4000 X с полосой пропускания 1,5 ГГц имеют лучшую амплитудно-частотную характеристику, чем гауссовская амплитудно-частотная характеристика на моделях осциллографов серии 4000 X с меньшей полосой пропускания. Чтобы ознакомиться с каждым типом частотной характеристики осциллографа см. *Понимание частотной характеристики осциллографа и ее влияние на точность времени нарастания*, приложение Agilent, примечание 1420 (["http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-8008EN.pdf"](http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-8008EN.pdf)).

См. также *Сравнение частоты и точности дискретизации осциллографа: получение наиболее точных цифровых измерений, замечания по применению Agilent 1587* (["http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5732EN.pdf"](http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5732EN.pdf))

Время нарастания осциллографа

Характеристикой, тесно связанной с полосой пропускания осциллографа, является его время нарастания. Осциллографы с амплитудно-частотной характеристикой гауссова типа характеризуются приблизительным временем нарастания, равным $0,35/f_{\text{полоса пропускания}}$ с использованием критерия 10 % – 90 %.

Временем нарастания осциллографа является не наибольшая скорость фронта, которую он способен точно измерить. Это наибольшая скорость фронта, которую способен воспроизвести данный осциллограф.

Необходимая полоса пропускания осциллографа

Полоса пропускания осциллографа, необходимая для точного измерения сигнала, определяется, прежде всего, не частотой сигнала, а временем его нарастания. Расчет необходимой полосы пропускания осциллографа можно провести в следующие два этапа.

1 Определите наибольшие скорости фронтов.

Обычно сведения о времени нарастания сигнала публикуются в спецификациях к задействованным в схеме приборам.

2 Рассчитайте максимальное значение реальной частотной составляющей.

Согласно книге Говарда В. Джонсона (Dr. Howard W. Johnson) *High-Speed Digital Design – A Handbook of Black Magic* (Конструирование высокоскоростных цифровых устройств. Начальный курс черной магии) все быстрые фронты имеют бесконечный спектр частотных составляющих. Однако в частотном спектре быстрых фронтов имеется некий излом, где частотные составляющие с частотой, превышающей $f_{\text{излом}}$, являются неважными для определения формы сигнала.

$$f_{\text{излом}} = 0,5/\text{время нарастания сигнала (при порогах 10 \% – 90 \%)}$$

$$f_{\text{излом}} = 0,4/\text{время нарастания сигнала (при порогах 20 \% – 80 \%)}$$

3 Чтобы определить необходимую полосу пропускания, примените коэффициент умножения для требуемой точности.

Требуемая точность	Необходимая полоса пропускания осциллографа
20%	$f_{\text{полоса пропускания}} = 1,0 \times f_{\text{излом}}$
10%	$f_{\text{полоса пропускания}} = 1,3 \times f_{\text{излом}}$
3%	$f_{\text{полоса пропускания}} = 1,9 \times f_{\text{излом}}$

См. также *Выбор осциллографа с полосой пропускания, удовлетворяющей установленным целям*, Agilent, замечания по применению 1588 ("<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5733EN.pdf>")

Объем памяти и частота дискретизации

Число точек памяти осциллографа фиксировано, и с аналого-цифровым преобразователем осциллографа ассоциируется некая максимальная частота дискретизации. Однако фактическая частота дискретизации определяется временем сбора данных (которое задается с учетом масштаба времени/деления развертки осциллографа).

частота дискретизации = число проб/время сбора данных

Например, при сохранении 50 мкс данных в 50 000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 Гвыб/с.

Аналогично, при сохранении 50 мс данных в 50 000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 Мвыб/с.

Фактическая частота дискретизации отображается в области информации справа.

Фактическая частота дискретизации достигается осциллографом за счет отбрасывания (прореживания) ненужных проб.

Выбор режима сбора данных

Выбирая режим сбора данных осциллографа, помните, что при низких настройках времени/деления обычно выполняется прореживание проб.

При низких настройках времени/деления эффективная частота дискретизации падает (а эффективный период выборки увеличивается), так как время сбора данных возрастает, и дискретизатор осциллографа отбирает пробы чаще, чем это необходимо для заполнения памяти.

Допустим, что для дискретизатора осциллографа заданы период выборки в 1 нс (максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с) и объем памяти 1 М. При такой частоте память заполняется в течение 1 мс. Если время сбора данных составляет 100 мс (10 мс/дел), то для заполнения памяти требуется только 1 из каждых 100 проб.

Чтобы выбрать режим сбора данных, выполните следующие действия.

- 1 На лицевой панели нажмите кнопку [**Acquire**] **Захват**.
- 2 В меню "Захват" нажмите программную кнопку **Режим сбора**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать режим сбора данных.

В осциллографах InfiniiVision предусмотрены следующие режимы сбора данных.

- **Нормальный** — при низких настройках времени/деления происходит обычное прореживание, а усреднения не выполняется. Этот режим используется для большинства сигналов. См. "Режим сбора данных "Нормальный"" на странице 242.
- **Обнаружение пиков** — при низких настройках времени/деления сохраняются минимальные и максимальные значения проб за эффективный период выборки. Этот режим используется для редко возникающих коротких импульсов. См. "Режим сбора данных "Обнаружение пиков"" на странице 242.
- **Усреднение** — при любых настройках времени/деления выполняется усреднение заданного числа запусков. Этот режим используется с целью уменьшения шума и повышения разрешения периодических сигналов без сужения полосы пропускания или сокращения времени нарастания. См. "Режим сбора данных "Усреднение"" на странице 245.
- **Высокое разрешение** — при низких настройках времени/деления все пробы, отобранные за эффективный период выборки, усредняются, и сохраняется их среднее значение. Этот режим используется с целью уменьшения случайного шума. См. "Режим сбора данных "Высокое разрешение"" на странице 247.

Режим сбора данных "Нормальный"

При низких настройках времени/деления в режиме "Нормальный" выполняется прореживание дополнительных проб (иначе говоря, часть данных отбрасывается). Большинство сигналов получают в этом режиме наилучшее отображение.

Режим сбора данных "Обнаружение пиков"

При низких настройках времени/деления в режиме "Обнаружение пиков" сохраняются минимальные и максимальные значения проб с целью захвата редких и незначительных событий (за счет усиления шума). В этом режиме отображаются все не менее широкие, чем период выборки импульсы.

В осциллографах InfiniiVision 4000 серии X, максимальная частота дискретизации которых составляет 5 Гвыб/с, отбор проб производится каждые 200 пикосекунд (период выборки).

См. также

- ["Захват помех или коротких импульсов"](#) на странице 242
- ["Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех"](#) на странице 244

Захват помех или коротких импульсов

Импульсная помеха – это быстрое изменение сигнала, как правило, краткое по сравнению с самим сигналом. Для удобного просмотра помех или коротких импульсов можно использовать режим обнаружения пиков. В режиме обнаружения пиков краткие помехи и острые углы отображаются ярче, чем в нормальном режиме сбора данных, и потому заметить их легче.

Для получения характеристик импульсной помехи воспользуйтесь курсорами осциллографа или его возможностями автоматического измерения.

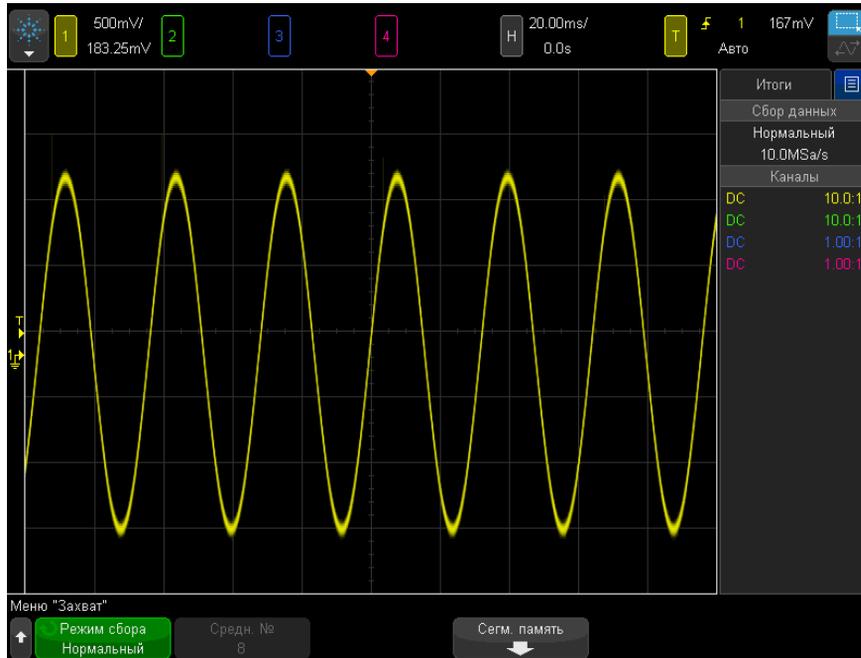


Рис. 37 Синусоида с импульсной помехой, нормальный режим

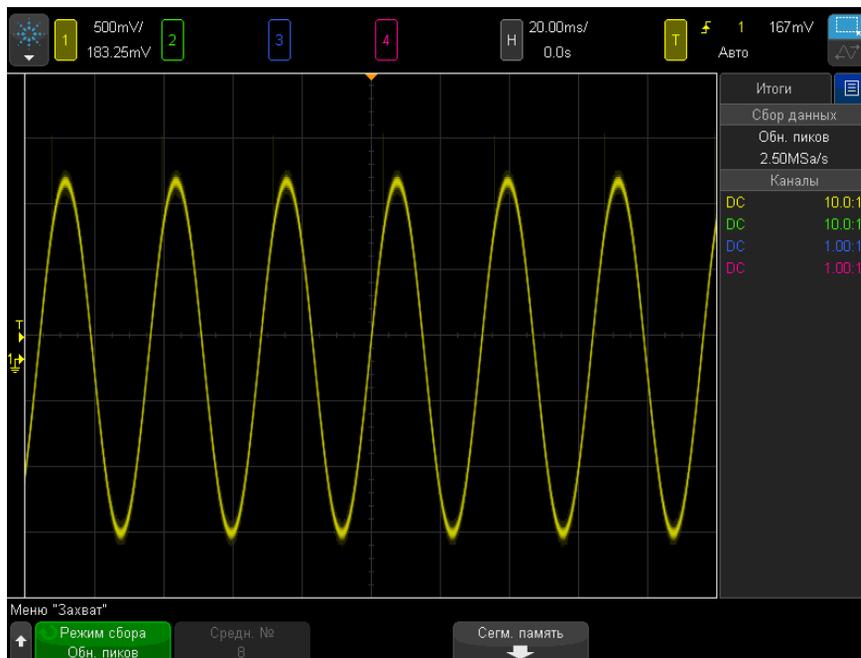


Рис. 38 Синусоида с импульсной помехой, режим обнаружения пиков

Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
- 2 Чтобы обнаружить импульсную помеху, нажмите кнопку **[Acquire] Захват**, и нажимайте программную кнопку **Режим сбора**, пока не выберите **Обнаружение пиков**.
- 3 Нажмите кнопку **[Display] Отображение**, а затем программную кнопку **∞ Послесвечение** (постоянное послесвечение).

При постоянном послесвечении на дисплее появляются новые данные, а прежние не стираются. Новые контрольные точки отображаются с обычной яркостью, тогда как яркость ранее полученных данных снижается. Послесвечение сигнала сохраняется только в границах области отображения.

Нажмите программную кнопку **Очистить дисплей**, чтобы удалить ранее полученные точки. Пока ∞ **Послесвечение** не отключено, на экране будут собираться точки.

4 Получение характеристик импульсной помехи с помощью масштабирования

a Нажмите кнопку масштаба  (или кнопку **[Horiz] Горизонт.**, а затем программную кнопку **Масштаб**).

b Для получения лучшего разрешения импульсной помехи увеличьте временную развертку.

Используйте ручку положения коэффициента развертки ($\blacktriangleleft\blacktriangleright$) для перемещения по сигналу, чтобы расширить вокруг импульсной помехи область нормального экрана.

Режим сбора данных "Усреднение"

Режим "Усреднение" позволяет усреднить значения нескольких запусков для снижения уровня шумов и повышения разрешения по вертикали (при любых настройках времени/деления). Для усреднения требуется устойчивый запуск.

Количество усреднений может устанавливаться в пределах от 2 до 65 536 с шагом 2 в степени n.

При высоком числе усреднений сокращается уровень шума и повышается разрешение по вертикали.

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

12 Управление сбором данных

Чем выше число усреднений, тем медленнее реагирует отображаемый сигнал на изменения получаемого сигнала. Необходимо найти компромисс между скоростью реагирования сигнала на изменения и желаемой степенью снижения уровня шума в этом сигнале.

Использование режима "Усреднение"

- 1 Нажмите кнопку **[Acquire] Захват**, затем нажимайте программную кнопку **Режим сбора**, пока не выберите режим "Усреднение".
- 2 Нажмите программную кнопку **Число усреднений** и поверните ручку ввода, чтобы установить число усреднений, при котором из отображаемого сигнала наиболее эффективно удаляются шумы. Число усреднения данных отображается на программной кнопке **Число усреднений**.

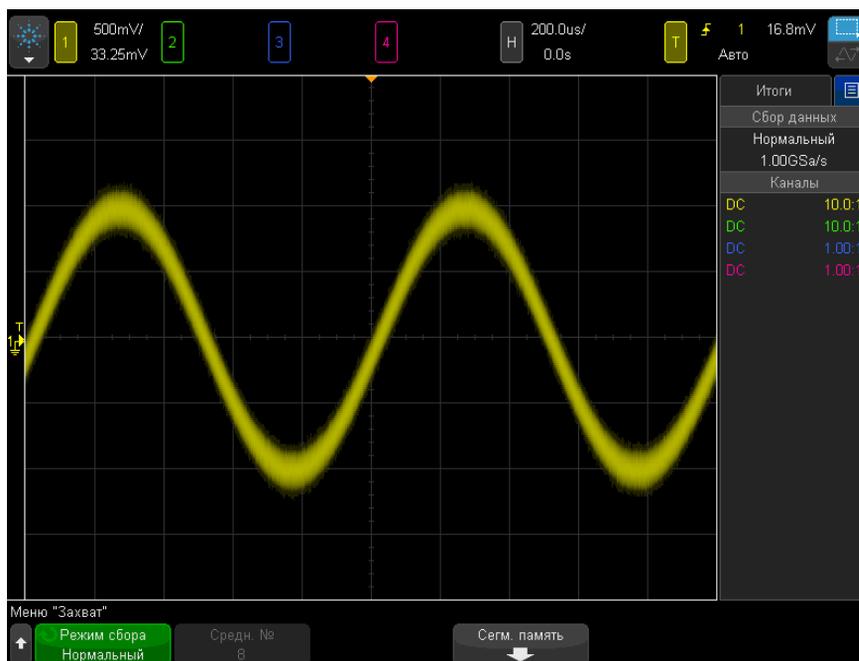


Рис. 39 Случайные шумы на отображаемом сигнале

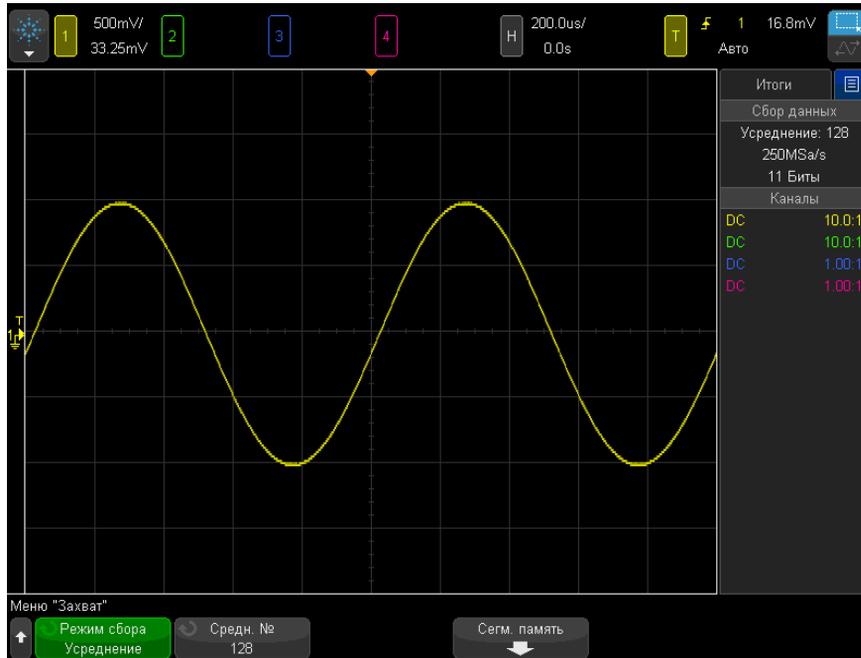


Рис. 40 Для сокращения уровня шумов использовано 128 усреднений

- См. также**
- Глава 11, "Режим запуска/связи," на стр. 223
 - "Усредненное значение" на странице 124

Режим сбора данных "Высокое разрешение"

В режиме "Высокое разрешение" при низких настройках времени/деления дополнительные выборки усредняются для уменьшения случайного шума, отображения на экране более плавной осциллограммы и эффективного увеличения разрешения по вертикали.

В режиме "Высокое разрешение" происходит усреднение последовательных контрольных точек одного изображения. Для каждого из коэффициентов из 2 средних величин создается дополнительный бит разрешения по вертикали. Случайный шум уменьшается на S для каждого из коэффициентов из 4 средних

величин. Число дополнительных битов разрешения по вертикали зависит от значения показателя "время/деление" (скорость развертки) осциллографа.

Чем ниже значение настройки времени/деления, тем большее число проб усредняется для каждой точки изображения.

Режим "Высокое разрешение" можно использовать как для одиночных, так и для повторяющихся сигналов, и обновление сигнала при этом не замедляется, так как обработка данных выполняется специализированной интегральной схемой (ASIC) с технологией MegaZoom. В режиме "Высокое разрешение" полоса частот реального времени осциллографа сужается, так как он успешно работает как фильтр низких частот.

Скорость развертки	Биты разрешения
≤ 1 мкс/дел	8
2 мкс/дел	9
5 мкс/дел	10
10 мкс/дел	11
≥ 20 мкс/дел	12

Параметр отбора проб в реальном времени

При использовании моделей 4000 серии X с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц можно отключить отбор проб **Реальное время** и выбрать временную дискретизацию "Эквивалент". (Отбор проб в реальном времени всегда включен для моделей с более низкой полосой пропускания, поэтому в них нет параметра отключения этой функции).

Этот режим необходим только при скорости развертки 20 нс/дел и выше. При более низкой скорости развертки запуск (или другими словами, цикл сбора) содержит достаточно контрольных точек для изображения сигнала на дисплее.

Отбор проб в реальном времени определяет отображение осциллографом выборок сигналов, полученных во время одного события запуска (одного сеанса сбора данных).

Используйте режим отбора проб "Реальное время" для наблюдения редких сигналов, при неустойчивом запуске и в случае исследования сигналов сложной формы, таких как глазковые диаграммы.

Когда включен отбор проб в реальном времени (как при настройке по умолчанию), происходит следующее.

- Когда в течение выделенного периода времени на экране удается собрать менее 1000 проб, используется сложный фильтр реконструкции для заполнения и улучшения отображения сигнала.
- Если нажать кнопку **[Stop] Стоп** и выполнить панорамирование и масштабирование сигнала с использованием управления по горизонтали и вертикали, отобразится только сбор данных в результате последнего запуска.

Когда отбор проб в реальном времени выключен, происходит следующее.

- Для построения и прорисовки одной формы сигнала по нескольким запускам (циклам сбора) вместо фильтра реконструкции используется способ, называемый случайная повторяющаяся дискретизация.
- Для временного режима дискретизации "Эквивалент" требуется повторяющийся сигнал со стабильным триггером.

См. также • "Отбор проб в реальном времени и полоса пропускания осциллографа" на странице 249

Отбор проб в реальном времени и полоса пропускания осциллографа

Чтобы точно воспроизвести отобранного сигнала, частота дискретизации должна быть не менее чем в 2,5 раза выше частоты компонента сигнала. В противном случае воспроизведенный сигнал может быть искажен или могут появиться ложные сигналы. В большинстве случаев это приводит к дрожанию перепадов сигналов.

Максимальная частота дискретизации для осциллографов 4000 серии X составляет 5 Гвыб/с для одного канала в паре каналов. Каналы 1 и 2 представляют пару каналов, а каналы 3 и 4 – другую пару каналов.

Например, частота дискретизации 4-канального осциллографа составляет 5 Гвыб/с, когда включены каналы 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3 или 2 и 4.

Если включены оба канала в паре, частота дискретизации для всех каналов делится пополам. Например, когда включены каналы 1, 2 и 3, частота дискретизации для всех каналов составляет 2,5 Гвыб/с.

Когда включен отбор проб в реальном времени, полоса пропускания осциллографа ограничивается, поскольку для полосы пропускания фильтра реконструкции задано значение полная шкала/4. Например, осциллограф MSOX410xA с включенными каналами 1 и 2 имеет полосу пропускания 625 МГц, когда включен отбор проб в реальном времени, и 1 ГГц, когда отбор проб в реальном времени отключен.

Частота дискретизации отображается в отдельном диалоговом окне "Итоги".

Сбор данных в сегментированную память

При сборе данных нескольких редких событий запуска рекомендуется разделить память осциллографа на сегменты. Это позволит осуществлять сбор активности сигнала без сбора продолжительных периодов пассивности.

В каждом сегменте содержатся все данные аналогового, цифрового канала (на моделях MSO) и последовательного декодирования.

При использовании сегментированной памяти функция "Анализ сегментов" (см. раздел ["Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти"](#) на странице 252) позволяет отобразить постоянное послесвечение во всех полученных сегментах. Подробные сведения см. также в разделе ["Установка и отмена послесвечения"](#) на странице 165.

Сбор данных в сегментированную память

- 1 Задайте условие запуска (подробные сведения см. в разделе [Глава 10, "Запуски,"](#) на стр. 181).
- 2 Нажмите кнопку **[Acquire] Захват**, находящуюся в секции сигналов на лицевой панели.
- 3 Нажмите программную кнопку **Сегментированная**.

4 В меню "Сегментированная память" нажмите программную кнопку **Сегментированная** для выполнения сбора данных в сегментированную память.

5 Нажмите программную кнопку **Число сегментов** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать число сегментов, на которое следует разбить память осциллографа.

В зависимости от модели осциллографа память можно разбить минимум на 2 и максимум на 1000 сегментов.

6 Нажмите кнопку **[Run] Пуск** или **[Single] Однократный запуск**.

Работающий осциллограф заполняет данными отдельный сегмент памяти для каждого события запуска. Когда осциллограф выполняет сбор данных по нескольким сегментам, ход выполнения отображается на экране. Срабатывание осциллографа продолжается, пока память не заполнится. Затем он остановится.

Если период пассивности измеряемого сигнала составляет более 1 с, то с целью предотвращения автозапуска выберите **Нормальный** режим запуска. См. "Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный"" на странице 224.

- См. также**
- "Навигация между сегментами" на странице 251
 - "Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти" на странице 252
 - "Время подготовки сегментированной памяти" на странице 253
 - "Сохранение данных сегментированной памяти" на странице 253

Навигация между сегментами

1 Нажмите программную кнопку **Текущий сегмент** и поверните ручку ввода, чтобы отобразить нужный сегмент и временную метку, отмечающую время с момента первого события запуска.



Для перемещения между сегментами можно также использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления. См. "[Навигация по сегментам](#)" на странице 83.

Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти

Для проведения измерений и просмотра статистики нажмите кнопку **[Meas] Измерения** и выполните настройку необходимых измерений (см. [Глава 14, "Измерения,"](#) на стр. 265). Затем нажмите кнопку **Анализ сегментов**. Для выбранных измерений будет выполнена подборка статистических данных.

Программная кнопка **Анализ сегментов** отображается, когда сбор данных остановлен и включена функция сегментирования памяти или активирован последовательный список *Lister*.

Можно также включить постоянное послесвечение (в меню "Отображение") и нажать программную кнопку **Анализ сегментов** для отображения постоянного послесвечения.

Время подготовки сегментированной памяти

По заполнении каждого сегмента происходит подготовка осциллографа к следующему запуску, для чего требуется около 1 мкс.

Обратите внимание, что, если, например, для времени развертки на элемент управления делением установлено значение 5 мкс/дел, а для параметра "Точка отсчета времени" – значение **Центр**, то для заполнения всех десяти делений и подготовки к следующему циклу потребуется, по меньшей мере, 50 мкс (то есть, 25 мкс – для сбора данных перед запуском и 25 мкс – после запуска).

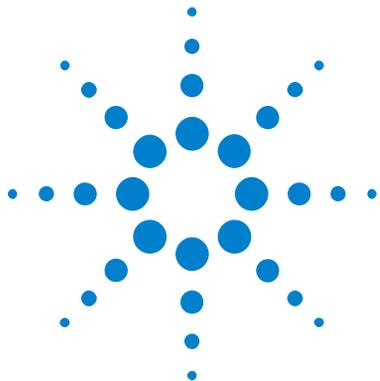
Сохранение данных сегментированной памяти

Сохранить текущий отображаемый сегмент (**Сохранить сегмент – текущий**) или все сегменты (**Сохранить сегмент – все**) можно в следующих форматах данных: CSV, ASCII XY или BIN.

Обязательно настройте параметр "Длина", чтобы собрать достаточное число точек для точного представления полученных данных. Когда осциллограф сохраняет несколько сегментов, ход выполнения отображается в правой верхней части дисплея.

Дополнительные сведения см. в разделе "[Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN](#)" на странице 345.

12 Управление сбором данных



13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений 256

Примеры курсоров 260

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. Можно пользоваться курсорами для выполнения специальных (нестандартных) измерений напряжения и временных параметров сигналов.

Данные курсоров индицируются в информационной области в правой части экрана.

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

Курсоры X

Курсоры X представляют собой вертикальные штриховые линии, которые регулируются по горизонтали. Их можно использовать для измерения времени (s), частоты (1/s), фазы ($^{\circ}$) и отношения (%).

Курсор X1 выглядит как мелкоштриховая вертикальная линия, а курсор X2 как крупноштриховая вертикальная линия.

При использовании с математической функцией FFT курсоры X индицируют частоту.

В режиме отображения XY курсоры X индицируют значения канала 1 (в вольтах или амперах).



Значения курсоров X1 и X2 для выбранного источника сигнала индицируются в области меню программных кнопок.

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

Курсоры Y Курсоры Y представляют собой горизонтальные штриховые линии, которые регулируются по вертикали. Они используются для измерений уровня сигнала в вольтах или амперах в зависимости от установки единицы измерения в меню канала **Единицы пробника** или для измерений отношения (%). Когда в качестве источника используется математическая функция, то единица измерения соответствует этой математической функции.

Курсор Y1 выглядит как мелкоштриховая горизонтальная линия, а курсор Y2 как крупноштриховая горизонтальная линия.

Курсоры Y регулируются по вертикали и указывают обычно значения относительно "нулевой" точки осциллограммы, за исключением математической функции FFT, где значения отсчитываются от уровня 0 дБ.

В режиме отображения XY курсоры Y индицируют значения канала 2 (в вольтах или амперах).

Значения курсоров Y1 и Y2 для выбранного источника сигнала индицируются в области меню программных кнопок.

Значения разности между Y1 и Y2 (ΔY) индицируются в секции курсоров в информационной области в правой части экрана.

Выполнение курсорных измерений

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

В информационной области в правой части экрана появляется секция курсоров, указывающая на то, что задействованы курсоры. (Если требуется отключить курсоры, снова нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры**).

3 В меню курсоров нажмите программную кнопку **Режим** и выберите нужный режим.

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



- **Слежение сигнала** – по мере перемещения маркера по горизонтали отслеживается и измеряется амплитуда сигнала (значение по вертикали). Для маркеров отображаются позиции по шкале времени и по шкале напряжения. Разность между маркерами по вертикали (Y) и по горизонтали (X) отображается в виде значений ΔX и ΔY .
- **Измерения** – когда отображаются измерения, в этом режиме отображаются расположения курсоров, используемых для выполнения измерений. При добавлении измерения ему присваиваются курсоры на экране. Можно использовать программную кнопку **Измерение** или диалоговое окно "Измерения" на боковой панели, чтобы выбрать измерение, для которого отображаются расположения курсоров.
- **Двоичный** – логические уровни отображающихся сигналов в текущих расположениях курсоров X1 и X2 отображаются в двоичном режиме на боковой панели "Курсоры". Цвет индикации соответствует цвету осциллограммы определенного канала.



- **Шестнадцатеричный** – логические уровни отображающихся сигналов в текущих расположениях курсоров X1 и X2 отображаются в шестнадцатеричном режиме на боковой панели "Курсоры".



Режимы **Вручную** и **Слежение сигнала** можно использовать в отношении сигналов, отображаемых на экране аналоговых входных каналов (включая математические функции).

Режимы **Двоичный** и **Шестнадцатеричный** применяются к цифровым сигналам (модели осциллографов MSO).

В режимах **Шестнадцатеричный** и **Двоичный** уровень может быть показан как 1 (выше уровня запуска), 0 (ниже уровня запуска), неопределенное состояние (-) или X (безразличное состояние).

В режиме **Двоичный** выключенный канал отображается как X.

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

4 Нажмите кнопку **Источник** (или **Источник X1**, **Источник X2** в режиме **Слежение сигнала**), затем выберите входной источник для значений курсоров.

5 Выберите подлежащие настройке курсоры.

- Нажмите ручку "Курсоры" и вращайте ее. Для подтверждения сделанного вами выбора либо нажмите ручку "Курсоры" еще раз, либо подождите секунд пять, пока не исчезнет всплывающее меню.

или

- Нажмите программную кнопку **Курсоры**, затем вращайте ручку ввода.

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

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

6 Чтобы изменить единицу курсорных измерений, нажмите программную кнопку **Единицы измерения**.

В меню единиц измерения курсоров выполните следующее.



Можно нажать программную кнопку **Единицы измерения X**, чтобы выбрать следующие параметры.

- **Секунды (с).**
- **Гц (1/с).**
- **Фаза (°)** – когда выбран этот параметр, пользуйтесь программной кнопкой **Использовать курсоры X**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0° и текущее положение курсора X2 на 360°.
- **Коэффициент (%)** – когда выбран этот вариант, пользуйтесь программной кнопкой **Используйте курсоры X**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0 % и текущее положение курсора X2 на 100 %.

Можно нажать программную кнопку **Единицы измерения Y**, чтобы выбрать следующее.

- **Основание** – одинаковая единица измерения используется для осциллограммы источника.
- **Коэффициент (%)** – когда выбран этот вариант, пользуйтесь программной кнопкой **Использовать курсоры Y**, чтобы установить текущее положение курсора Y1 на 0 % и текущее положение курсора Y2 на 100 %.

После того, как будут установлены положения 0° и 360° (при измерении фазы) или 0 % и 100 % (при измерении отношения), при регулировке курсоров будут индицироваться результаты измерений относительно заданных положений.

7 Для регулировки выбранных курсоров вращайте ручку "Курсоры".

Можно также располагать курсоры, используя сенсорный экран. См. "[Перетаскивание курсоров](#)" на странице 53.

Примеры курсоров

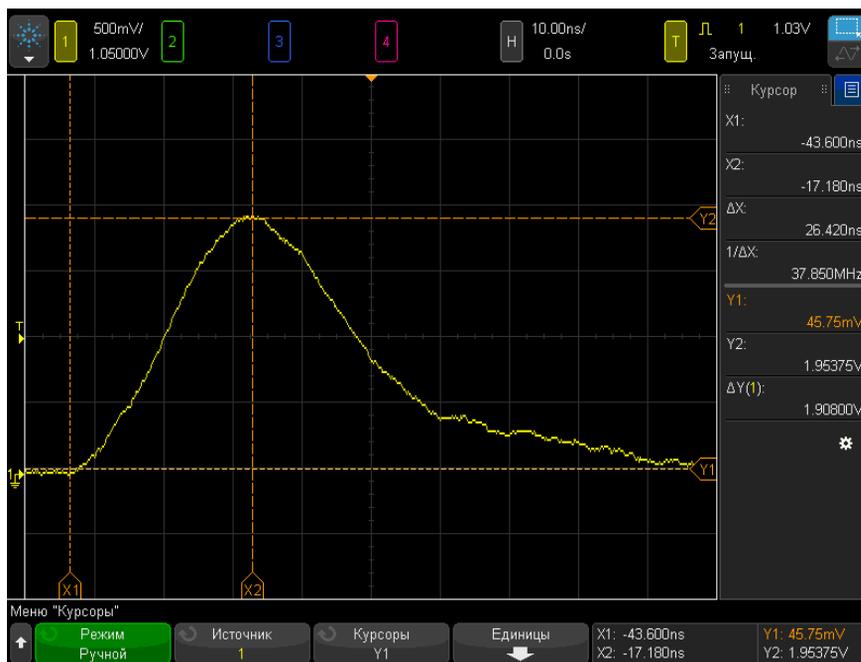


Рис. 41 Применение курсоров для измерения длительности импульса на произвольном уровне

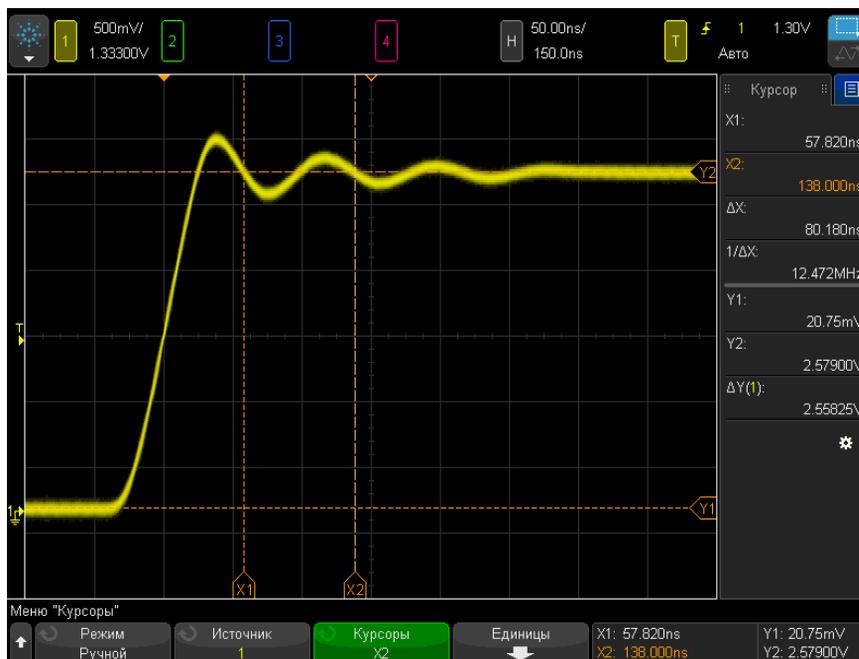


Рис. 42 Применение курсоров для измерения частоты "звона" после фронта импульса

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

13 Курсоры

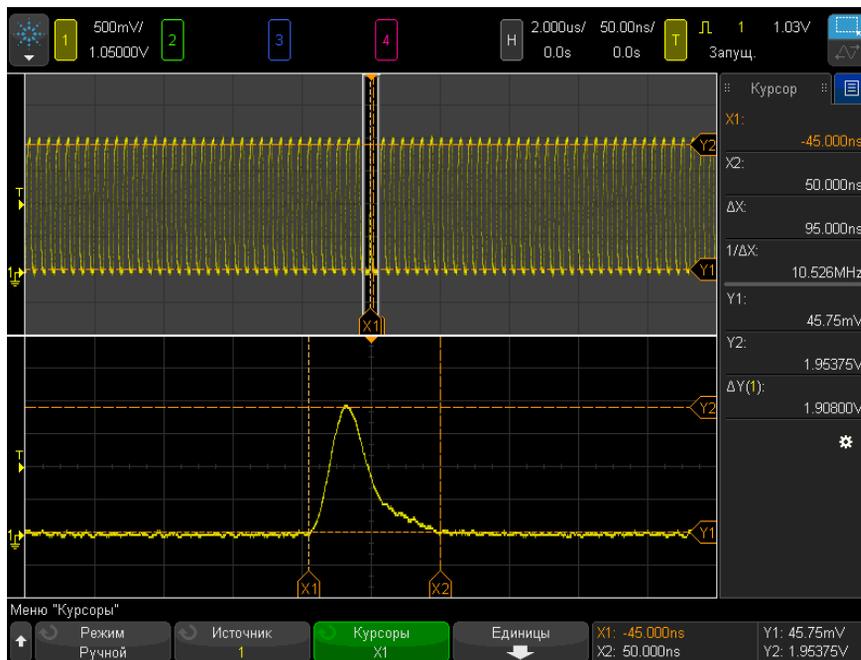


Рис. 43 Отслеживание курсоров в окне "Масштаб"

Поместите курсор **X1** на одной стороне импульса, а курсор **X2** – на другой стороне импульса.

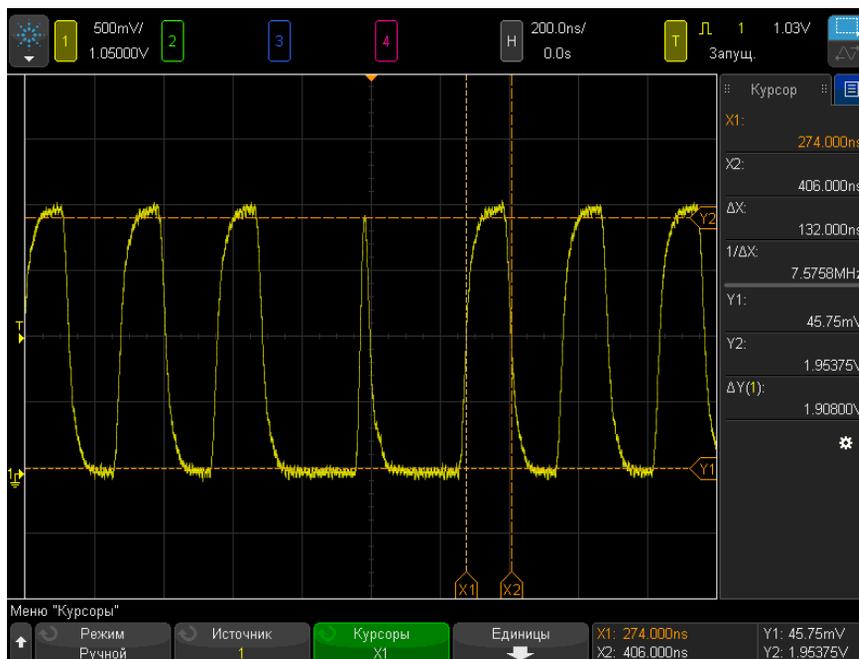


Рис. 44 Измерение длительности импульса с помощью курсоров

Нажмите программную кнопку **Связанные X1 X2** и перемещайте оба курсора одновременно, чтобы проверить вариации длительности импульсов в импульсной последовательности.

13 Курсоры

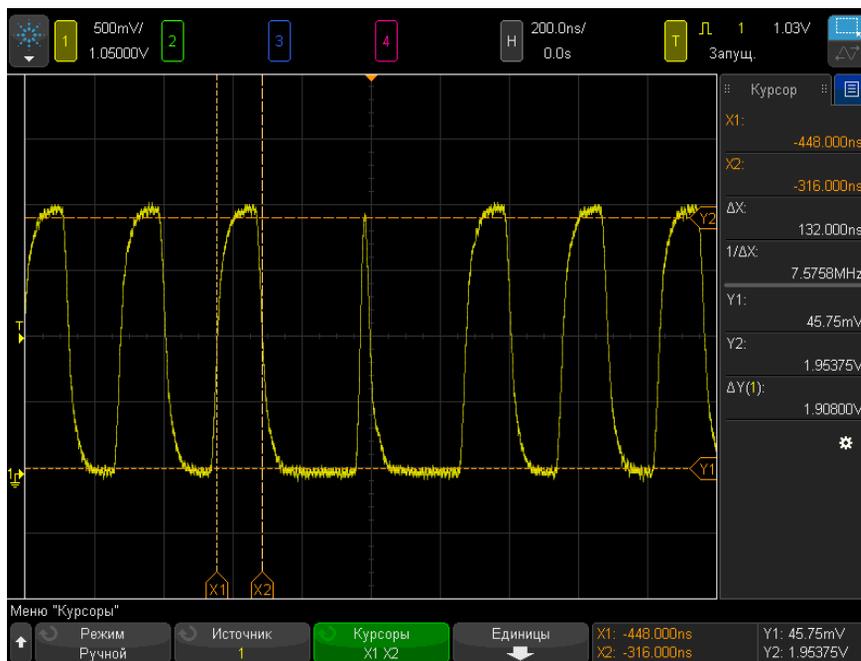
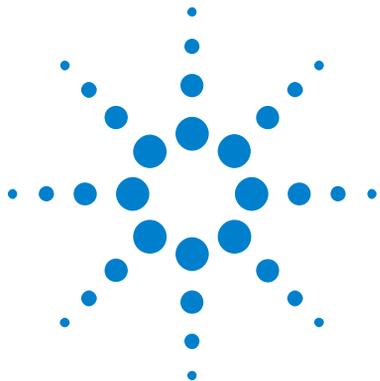


Рис. 45 Одновременное перемещение курсоров для проверки вариаций длительности импульсов



14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений	266
Сводная таблица измерений	268
Измерения напряжения	273
Измерения времени	281
Измерения путем подсчета	290
Измерения смешанного типа	291
Пороги измерений	292
Окно измерений	294
Статистика по измерению	295

С помощью кнопки **[Meas] Измерения** можно автоматически проводить измерение сигналов. Некоторые виды измерений доступны только для аналоговых входных каналов.

Результаты 10 последних выбранных измерений отображаются в списке измерений (который можно отобразить в меню справа — см. раздел "Выбор информации или элементов управления на боковой панели" на странице 51 и "Отделение диалоговых окон боковой панели с помощью перетаскивания" на странице 52).

При добавлении измерение отображается в нижней позиции в списке измерений, и автоматически отображаются курсоры, которые показывают часть измеряемого сигнала. Чтобы изменить измерения, для которых должны отображаться курсоры, коснитесь измерения в списке и выберите в раскрывающемся меню пункт **Отслеживать курсором** или выберите измерение в меню курсоров.



ЗАМЕЧАНИЕ**Обработка полученных данных**

Кроме изменения параметров дисплея, после сбора данных можно также проводить все измерения и применять все математические функции. По мере прокрутки, масштабирования, включения и выключения каналов будет выполняться перерасчет измерений и математических функций. Увеличение и уменьшение масштаба сигнала с помощью ручки изменения коэффициента развертки и ручки изменения настроек вольт/деления по вертикали приводит к изменению разрешения дисплея. Воздействие на разрешение математических функций и измерений происходит вследствие того, что измерения и функции проводятся и применяются к отображаемому данным.

Автоматическое выполнение измерений

- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы отобразить меню измерений.

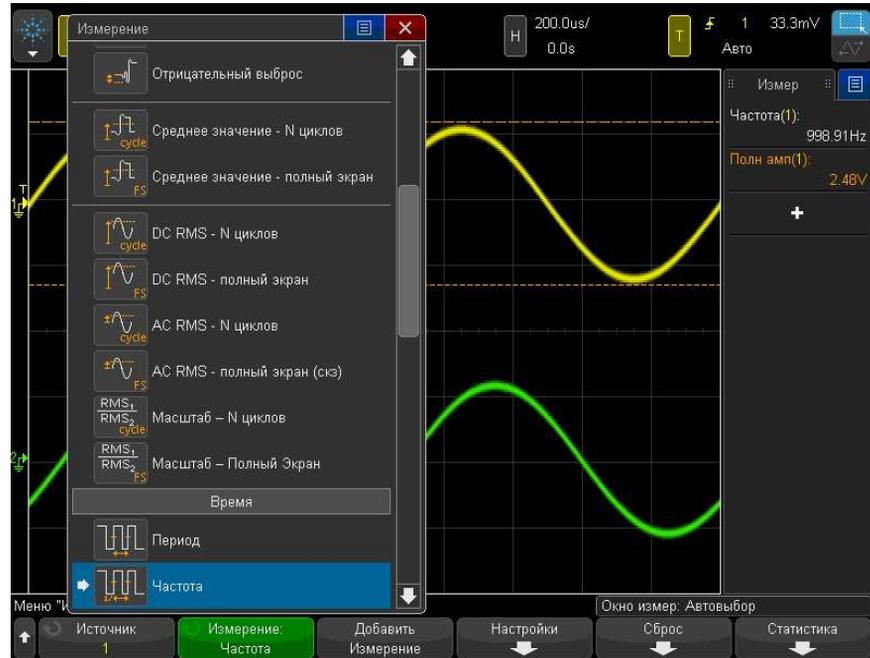


- 2 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал для запуска математической функции или измерения опорного сигнала.

Для измерений доступны только отображаемые на экране каналы, математические функции и опорные сигналы.

Если необходимая для измерения часть сигнала отсутствует на экране или отображается недостаточно четко, то для результата отобразится сообщение "Источник", "Обрезан", "Низкий сигнал", "< значение" или "> значение" или иное подобное сообщение, означающее, что на точность измерения полагаться не следует.

- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:**, и поверните ручку ввода, чтобы выбрать тип измерения.



Для выбора измерений можно использовать элементы на сенсорном экране. Можно прикоснуться к знаку "+" в диалоговом окне измерений, чтобы открыть меню типов измерений. См. также ["Программные кнопки и меню на экране"](#) на странице 54.

Дополнительные сведения о типах измерений см. в разделе ["Сводная таблица измерений"](#) на странице 268.

- 4 Для настройки дополнительных параметров некоторых измерений станет доступной программная кнопка **Настройки**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Добавить измерение** или нажмите ручку ввода, чтобы отобразить выбранное измерение.

Курсоры включены для отображения последней измеренной части сигнала (крайнее правое положение на экране). Для просмотра курсоров ранее добавленного измерения (но не последнего) снова добавьте измерение.

По умолчанию отображается статистика измерений. См. ["Статистика по измерению"](#) на странице 295.

- 6 Чтобы выключить измерения, снова нажмите кнопку **[Meas] Измерения**.

Измерения с экрана стираются.

- 7 Чтобы остановить выполнение одного или нескольких измерений, нажмите программную кнопку **Удалить измерения** и выберите измерение для удаления или нажмите **Удалить все**.



После удаления всех измерений при повторном нажатии кнопки **[Meas] Измерения** измеряться по умолчанию будет частота и полная амплитуда.

Сводная таблица измерений

В приведенной далее таблице перечислены измерения, автоматически проводимые осциллографом. Для сигналов аналоговых каналов возможно выполнение всех измерений. Для опорных сигналов и сигналов математических функций, за исключением FFT, возможно проведение всех измерений, кроме измерения "Счетчик". Как показано в таблице, для сигналов математической функции FFT и цифровых каналов возможно выполнение ограниченного набора измерений.

Измерение	Допустимо для математической функции FFT	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Общий снимок" на странице 272			
"Амплитуда" на странице 275			

Измерение	Допустимо для математической функции FFT	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Площадь" на странице 291			
"Среднее значение" на странице 278	Да, полный экран		
"Основание" на странице 276			
"Длительность серии" на странице 284			
"Счетчик" на странице 283		Да	Не применим к сигналам математических функций.
"Задержка" на странице 286			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Коэффициент заполнения" на странице 285		Да	
"Время спада" на странице 285			
"Частота" на странице 282		Да	
"Максимум" на странице 274	Да		
"Минимум" на странице 274	Да		
"Счетчик переднего фронта" на странице 291			
"Счетчик заднего фронта" на странице 291			

Измерение	Допустимо для математической функции FFT	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Счетчик положительных импульсов" на странице 290			
"Счетчик отрицательных импульсов" на странице 291			
"Отклонение от установленного значения" на странице 276			
"Полная амплитуда" на странице 274	Да		
"Период" на странице 282		Да	
"Фаза" на странице 287			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Отрицательный выброс" на странице 278			
"Коэффициент" на странице 281			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Время нарастания" на странице 285			
"DC RMS" на странице 279			
"AC RMS" на странице 279			
"Верхний уровень" на странице 275			
"+ Длительность" на странице 284		Да	

Измерение	Допустимо для математической функции FFT*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"– Длительность" на странице 284		Да	
"X при максимальном значении Y" на странице 289	Да		Результат измеряется в герцах.
"X при минимальном значении Y" на странице 289	Да		Результат измеряется в герцах.
* Для выполнения других измерений сигнала FFT воспользуйтесь курсорами.			

Измерения приложения питания

Обратите внимание, что при наличии лицензии приложения питания и анализа DSOX4PWR доступны дополнительные измерения мощности, если приложение питания включено. Для получения дополнительной информации см. *Руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности DSOX4PWR*, которое можно загрузить на веб-сайте "www.agilent.com/find/4000X-Series-manual" или с компакт-диска с документацией.

Измерения по двойному каналу (пробник N2820A)

Обратите внимание, что дополнительные измерения можно производить с помощью высокочувствительного токового пробника N2820A, если используются основной и дополнительный кабель пробника. Данные формы сигнала при увеличенном масштабе ниже уровня фиксации пробника присоединяются к данным формы сигнала при уменьшенном масштабе выше уровня фиксации пробника для создания формы сигнала, на которой будет выполнено измерение. Эти измерения допустимы только для аналоговых входных каналов.

Измерение по двойному каналу (пробник N2820A)	Примечания
Амплитуда	См. "Амплитуда" на странице 275.

Измерение по двойному каналу (пробник N2820A)	Примечания
Заряд	Заряд (в ампер-часах) – это измеренная область под сигналом. См. "Площадь" на странице 291.
Среднее значение	См. "Среднее значение" на странице 278.
Base	См. "Основание" на странице 276.
Полная амплитуда	См. "Полная амплитуда" на странице 274.
DC RMS	См. "DC RMS" на странице 279.
Среднеквадратическое напряжение переменного тока	См. "AC RMS" на странице 279.

При использовании пробника N2820A для измерений на устройстве с батарейным питанием всегда подсоединяйте поставляемый провод заземления между контактом заземления на устройстве и разъемом заземления на пробнике, как показано на рисунке ниже. Просто зажмите конец провода заземления на разъеме пробника. Без заземления синфазный входной сигнал усилителя не сможет правильно отобразить сигналы.

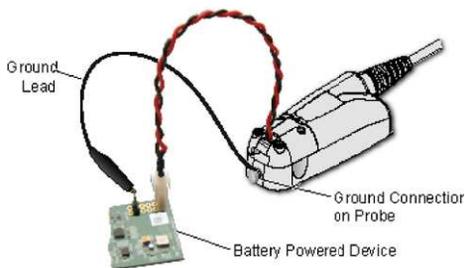


Рис. 46 Измерения на устройствах с батарейным питанием с помощью пробника N2820A

Общий снимок

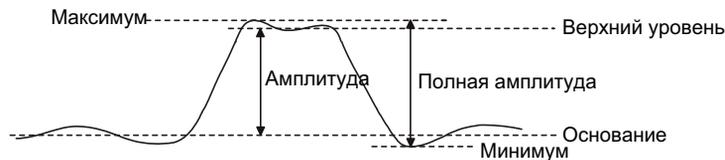
При измерении типа "Общий снимок" отображается всплывающее окно со снимком всех измерений отдельного сигнала.



Можно также выполнить настройку для кнопки **[Quick Action] Быстрое действие**, чтобы при ее нажатии отображалось в сплывающее окно "Общий снимок". См. "Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие" на странице 385.

Измерения напряжения

На следующем рисунке показаны точки измерения напряжения.



В качестве единиц измерения сигнала каждого входного канала можно с помощью программной кнопки **Единицы пробника** установить вольты или амперы. См. "[Указание единиц измерения канала](#)" на странице 92.

Описание единиц измерения сигналов математических функций см. в разделе "[Единицы измерения сигналов математических функций](#)" на странице 100.

- "[Полная амплитуда](#)" на странице 274
- "[Максимум](#)" на странице 274
- "[Минимум](#)" на странице 274
- "[Амплитуда](#)" на странице 275
- "[Верхний уровень](#)" на странице 275
- "[Основание](#)" на странице 276
- "[Отклонение от установленного значения](#)" на странице 276
- "[Отрицательный выброс](#)" на странице 278
- "[Среднее значение](#)" на странице 278
- "[DC RMS](#)" на странице 279
- "[AC RMS](#)" на странице 279
- "[Коэффициент](#)" на странице 281

Полная амплитуда

Значение полной амплитуды – это разница между максимальными и минимальными значениями. Измеряемые значения обозначаются курсорами оси Y.

Максимум

Максимум – это максимальный уровень отображаемого сигнала. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

Минимум

Минимум – это минимальный уровень отображаемого сигнала. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

Амплитуда

Амплитуда сигнала – это разница между его верхним и нижним значениями. Измеряемые значения обозначаются курсорами оси Y.

Верхний уровень

Верхний уровень сигнала – это режим (наиболее общее значение) в верхней части сигнала. Если этот режим точно не определен, значение параметра "Верхний" равно значению параметра "Максимум". Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

См. также

- ["Локализация импульса для измерения верхнего уровня"](#) на странице 275

Локализация импульса для измерения верхнего уровня

На рисунке ниже показано, как с помощью режима "Масштаб" локализовать импульс для выполнения измерения **Верхний уровень**.

Может понадобиться изменить настройку окна измерения, чтобы провести измерение в нижнем окне "Масштаб". См. ["Окно измерений"](#) на странице 294.



Рис. 47 Локализация области для измерения верхнего уровня

Основание

Основание сигнала – это режим (наиболее общее значение) нижней части сигнала. Если этот режим точно не определен, основание соответствует минимуму. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

Отклонение от установленного значения

Измерение отклонения от установленного значения – это выраженное в процентах от амплитуды искажение, сопровождающее главный переход фронта. Курсоры по оси X обозначают измеренный фронт сигнала (ближайший к контрольной точке запуска).

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

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

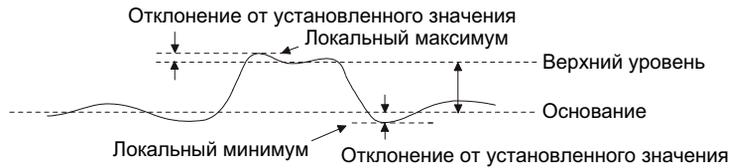


Рис. 48 Автоматическое измерение отклонения от установленного значения

Отрицательный выброс

Отрицательный выброс – это выраженное в процентах от параметра "Амплитуда" искажение, предшествующее главному переходу фронта. Курсоры по оси X обозначают измеренный фронт сигнала (ближайший к контрольной точке запуска).

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

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



Среднее значение

Среднее значение – это сумма уровней проб сигнала, деленная на число проб.

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

Где x_i = значение в измеряемой i -ой точке, а n = количество точек в интервале измерения.

Изменение интервала измерения "Полный экран" позволяет измерить значение во всех отображаемых точках данных.

Изменение интервала измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

Курсоры по оси X обозначают интервал измеряемого сигнала.

DC RMS

DC RMS – это среднеквадратическое значение сигнала за один или более полных периодов.

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

Где x_i = значение в измеряемой i -ой точке, а n = количество точек в интервале измерения.

Изменение интервала измерения "Полный экран" позволяет измерить значение во всех отображаемых точках данных.

Изменение интервала измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

Курсоры по оси X обозначают интервал измеряемого сигнала.

AC RMS

AC RMS – это среднеквадратическое значение сигнала с удаленным компонентом постоянного тока. Оно используется, например, для измерения шумов источника питания.

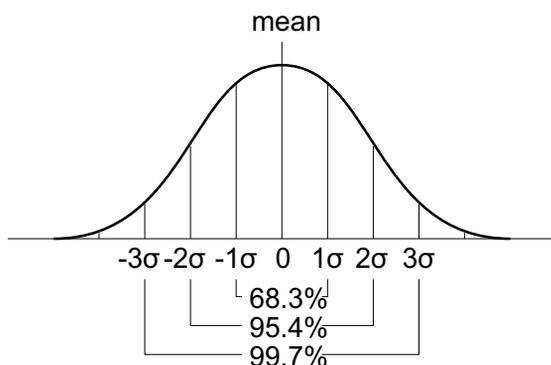
Интервал измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

Курсоры по оси X обозначают интервал измеряемого сигнала.

Изменение интервала измерения "Полный экран" (стандартное отклонение) – это среднеквадратическое измерение в полноэкранном режиме с удаленным компонентом постоянного тока. Оно позволяет измерить стандартное отклонение отображаемых значений напряжения.

Стандартное отклонение измерения – это величина, на которую измерение отклоняется от среднего значения. Среднее значение измерения – это усредненное статистическое значение измерения.

На рисунке ниже показано графическое представление среднего значения и стандартного отклонения. Стандартное отклонение обозначается греческой буквой "сигма" σ . Для распределения Гаусса 68,3 % результатов измерений находятся в пределах двух сигма ($\pm 1\sigma$). 99,7 % результатов измерений находятся в пределах шести сигм ($\pm 3\sigma$) от среднего.



Среднее значение вычисляется следующим образом:

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

Где:

- \bar{x} = среднее значение.
- N = количество проведенных измерений.
- x_i = результат измерений с номером i .

Стандартное отклонение вычисляется следующим образом:

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

Где:

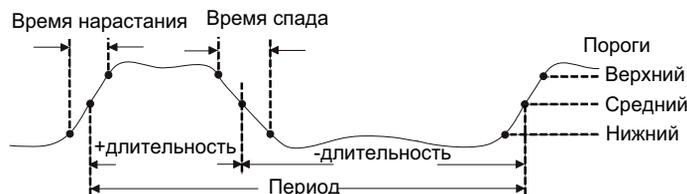
- σ = стандартное отклонение.
- N = количество проведенных измерений.
- x_i = результат измерений с номером i .
- \bar{x} = среднее значение.

Коэффициент

При измерении коэффициента отображается коэффициент среднеквадратических напряжений переменного тока двух источников, выраженных в дБ. Чтобы выбрать каналы источников для измерения, нажмите программную кнопку **Настройки**.

Измерения времени

На следующем рисунке показаны точки измерения времени.



По умолчанию значения нижнего, среднего и верхнего порогов измерения составляют 10 %, 50 % и 90 % в промежутке между крайними верхним и нижним значениями. Сведения о настройке других процентных, а также абсолютных пороговых значений см. в разделе "**Пороги измерений**" на странице 292.

- "**Период**" на странице 282
- "**Частота**" на странице 282

- "Счетчик" на странице 283
- "+ Длительность" на странице 284
- "- Длительность" на странице 284
- "Длительность серии" на странице 284
- "Коэффициент заполнения" на странице 285
- "Время нарастания" на странице 285
- "Время спада" на странице 285
- "Задержка" на странице 286
- "Фаза" на странице 287
- "X при минимальном значении Y" на странице 289
- "X при максимальном значении Y" на странице 289

Период

Период – это период полного цикла сигнала. Это время, измеряемое между пересечениями среднего порога двумя последовательными перепадами одной полярности. Для исключения влияния коротких импульсов этот переход среднего порога также должен проходить через нижний и верхний уровни порога. Курсоры оси X обозначают измеряемый участок сигнала. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

Частота

Частота определяется как $1/\text{период}$. Период определяется как время между переходами среднего порога двух последовательных фронтов одной полярности. Для исключения влияния коротких импульсов этот переход среднего порога также должен проходить через нижний и верхний уровни порога. Курсоры оси X обозначают измеряемый участок сигнала. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

См. также

- "Локализация события с целью измерения частоты" на странице 282

Локализация события с целью измерения частоты

На следующем рисунке показано применение режима "Масштаб" для локализации события с целью измерения частоты.

Может понадобиться изменить настройку окна измерения, чтобы провести измерение в нижнем окне "Масштаб". См. "Окно измерений" на странице 294.

Если сигнал обрзан, то проведение такого измерения может оказаться невозможным.

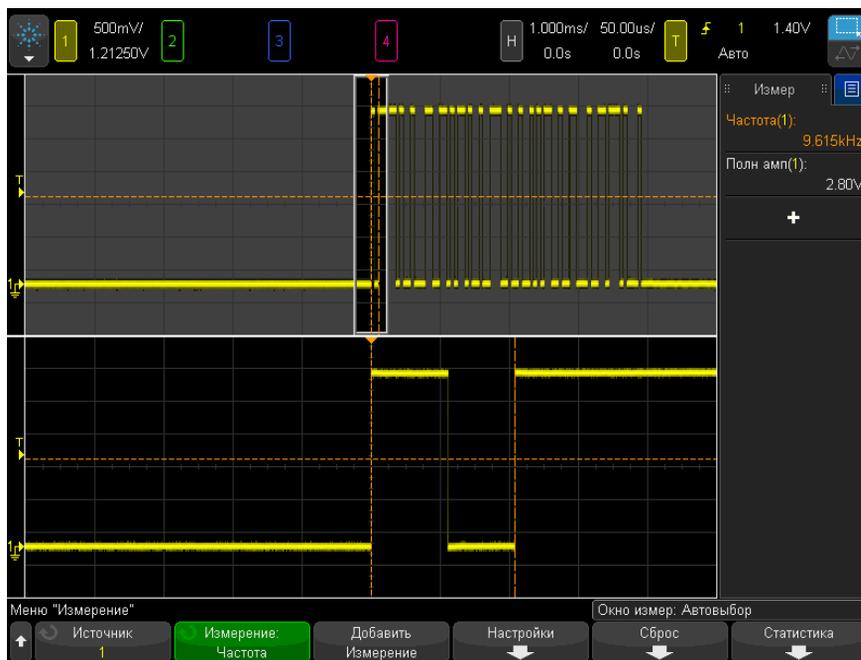


Рис. 49 Локализация события с целью измерения частоты

Счетчик

В осциллографе InfiniiVision 4000 серии X имеется встроенный аппаратный частотомер, с целью измерения частоты сигнала подсчитывающий количество циклов за период времени (известное как время срабатывания по управляющему входу).

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

В режиме счетчика можно измерять любые частоты в пределах полосы пропускания осциллографа. Минимальная поддерживаемая частота равна $1/(2 \times \text{время срабатывания по управляющему входу})$.

Этот аппаратный счетчик использует выходной сигнал компаратора запуска. Поэтому следует задать верный уровень запуска просчитываемого канала (или порог, если канал – цифровой). Порог запуска, используемый для данного измерения, обозначается курсором оси Y.

В качестве источника можно выбрать аналоговые и цифровые каналы.

Одновременно можно отобразить только одно измерение в режиме счетчика.

+ Длительность

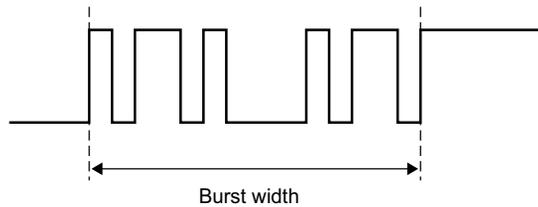
+ **Длительность** – это интервал времени от среднего порога переднего фронта сигнала до среднего порога следующего заднего фронта. Курсоры оси X обозначают измеряемый импульс. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

– Длительность

– **Длительность** – это интервал между средним порогом заднего фронта сигнала и средним порогом следующего переднего фронта этого сигнала. Курсоры оси X обозначают измеряемый импульс. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

Длительность серии

В режиме измерения длительности пакета определяется время от первого до последнего фронта на экране.



Коэффициент заполнения

Коэффициент заполнения повторяющейся серии импульсов – это процентное отношение длительности положительного импульса к периоду. Курсоры оси X показывают измеряемый период времени. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

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

Время нарастания

Время нарастания сигнала – это интервал между переходом нижнего и верхнего порогов переднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой передний фронт сигнала полностью остается на экране. Курсоры оси Y обозначают точки верхнего и нижнего порогов.

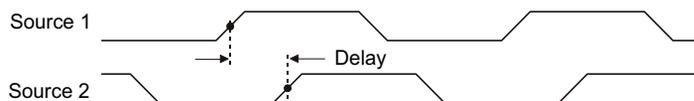
Время спада

Время спада сигнала – это интервал между переходами верхнего и нижнего порогов заднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой задний фронт сигнала полностью остается на экране. Курсоры оси Y обозначают точки верхнего и нижнего порогов.

Задержка

Измерение задержки обозначает временное различие между фронтом указанного источника 1, находящегося ближе других к центру экрана, и ближайшим фронтом указанного источника 2 и выполняется с помощью средних пороговых точек сигналов.

Отрицательные значения задержки указывают на то, что выбранный фронт источника 1 возник после выбранного фронта источника 2.

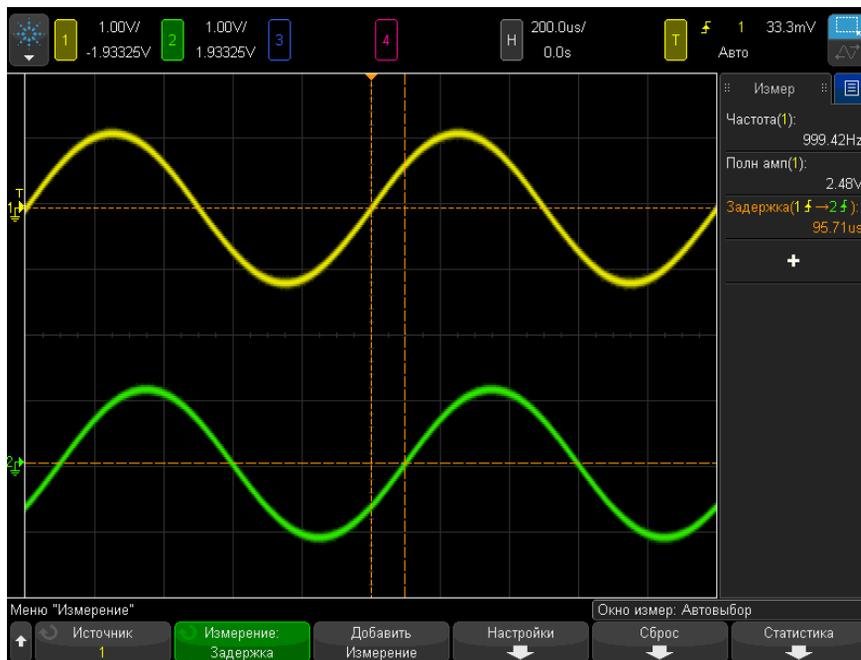


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы отобразить меню измерений.
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Задержка**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Настройки**, чтобы выбрать источник для второго аналогового канала и отклонение для измерения задержки.

При настройках задержки по умолчанию проводится измерение от переднего фронта канала 1 до переднего фронта канала 2.

- 5 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню измерений.
- 6 Для выполнения измерения нажмите программную кнопку **Добавить измерение**.

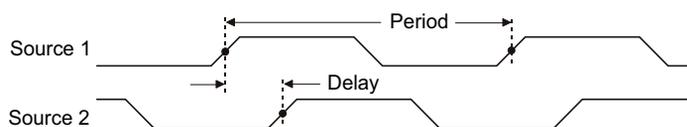
На приведенном далее рисунке показано измерение задержки между передним фронтом канала 1 и передним фронтом канала 2.



Фаза

Фаза позволяет вычислить сдвиг фаз между источниками 1 и 2, выраженный в градусах. Отрицательный сдвиг фаз указывает на то, что передний фронт источника 1 появляется позже переднего фронта источника 2.

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

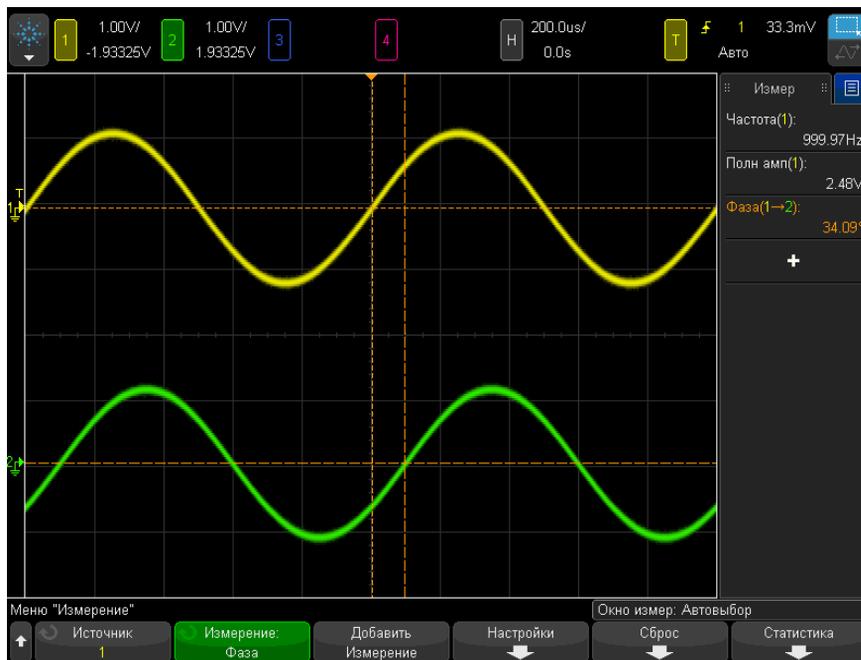


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы отобразить меню измерений.
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Задержка**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Настройки**, чтобы выбрать источник для второго аналогового канала для измерения фазы.

При настройках фазы по умолчанию проводится измерение фазы между 1 и 2 каналами.

- 5 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню измерений.
- 6 Для выполнения измерения нажмите программную кнопку **Добавить измерение**.

На приведенном далее рисунке показано измерение фазы между каналом 1 и математической функцией дифференцирования канала 1.



Х при минимальном значении Y

Х при минимальном значении Y – это значение по оси X (обычно – время), измеренное при первом появлении сигнала минимального уровня в левой части экрана. Если сигналы периодические, положение минимального уровня может изменяться в пределах сигнала. Курсор по оси X обозначает положение текущего измеренного значения X при минимальном значении Y.

Х при максимальном значении Y

Х при максимальном значении Y – это значение по оси X (обычно – время), измеренное при первом появлении сигнала максимального уровня в левой части экрана. Если сигналы периодические, положение максимального уровня может изменяться в пределах сигнала. Курсор по оси X обозначает положение текущего измеренного значения X при максимальном значении Y.

См. также • ["Измерение пикового значения функции FFT"](#) на странице 290

Измерение пикового значения функции FFT

- 1 В меню "Математическая функция сигнала" выберите **FFT** в качестве оператора.
- 2 Выберите параметр **Мат.функция** для источника в меню измерений.
- 3 Выберите измерения **Максимум** и **X при макс Y**.

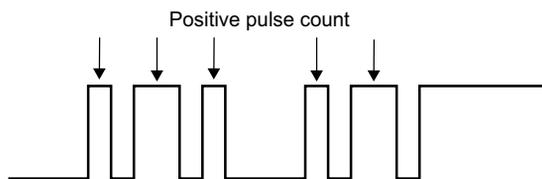
Для измерения **Максимум** в качестве единиц измерения используются дБ, а для измерения **X при макс Y** – герцы для FFT.

Измерения путем подсчета

- ["Счетчик положительных импульсов"](#) на странице 290
- ["Счетчик отрицательных импульсов"](#) на странице 291
- ["Счетчик переднего фронта"](#) на странице 291
- ["Счетчик заднего фронта"](#) на странице 291

Счетчик положительных импульсов

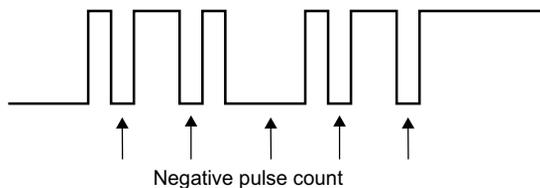
В режиме **Счетчик положительных импульсов** измеряется число импульсов выбранного источника сигнала.



Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Счетчик отрицательных импульсов

В режиме **Счетчик отрицательных импульсов** измеряется число импульсов выбранного источника сигнала.



Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Счетчик переднего фронта

В режиме **Счетчик переднего фронта** измеряется число фронтов выбранного источника сигнала.

Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Счетчик заднего фронта

В режиме **Счетчик заднего фронта** измеряется число фронтов выбранного источника сигнала.

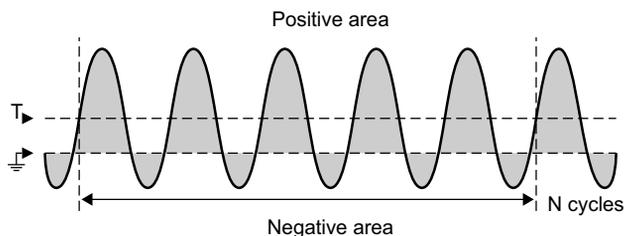
Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Измерения смешанного типа

- ["Площадь"](#) на странице 291

Площадь

Параметр "Площадь" позволяет измерить площадь между сигналом и уровнем заземления. Площадь ниже уровня заземления вычитается из площади выше уровня заземления.



Изменение интервала измерения "Полный экран" позволяет измерить значение во всех отображаемых точках данных.

Изменение интервала измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

Курсоры по оси X обозначают интервал измеряемого сигнала.

Пороги измерений

Установка порогов измерения определяет вертикальные уровни, где будут выполняться измерения аналогового канала или математического сигнала.

ЗАМЕЧАНИЕ

Изменение порогов по умолчанию может привести к изменению результатов измерения

По умолчанию значения нижнего, среднего и верхнего порогов составляют 10 %, 50 % и 90 % значения между верхним и нижним уровнями сигнала. Изменение этих стандартных значений может привести к изменению результатов измерений для параметров "Среднее значение", "Задержка", "Рабочий цикл", "Время спада", "Частота", "Отклонение от установленного значения", "Периодичность", "Фаза", "Отрицательный выброс", "Время нарастания", "+Длительность" и "-Длительность".

- 1 В меню измерений нажмите программную кнопку **Настройки**, затем нажмите программную кнопку **Пороги**, чтобы задать пороги для измерения аналоговых каналов.

Можно также открыть меню порога измерений, нажав кнопку **[Analyze] Анализ > Функции**, а затем выбрав **Пороги измерения**.

- 2 Программная кнопка **Источник** позволяет выбрать аналоговый канал или математический сигнал как источник, для которого необходимо изменить пороги измерения.

Каждому аналоговому каналу и математическому сигналу можно присвоить уникальные значения порогов.



- 3 Программная кнопка **Тип** позволяет задать пороги измерения в % (процент от значений верхнего и нижнего уровня) или в виде **Абсолютный** (абсолютное значение).
 - Пороги в процентах могут составлять от 0 % до 100 %.
 - Единицы измерения для абсолютных значений порогов каждого канала задаются в меню пробника канала.

Совет

Рекомендации относительно абсолютных значений порогов

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

- 4 Чтобы задать нижнее значение порога измерения, нажмите программную кнопку **Нижний** и поверните ручку ввода.

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

Если порог **Тип** имеет значение в %, нижнему порогу можно присвоить значение от 0 % до 98 %.

- 5 Чтобы задать среднее значение порога измерения, нажмите программную кнопку **Средний** и поверните ручку ввода.

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

- Если порог **Тип** имеет значение в %, среднему порогу можно присвоить значение от 1 % до 99 %.

- 6 Чтобы задать высокое значение порога измерения, нажмите программную кнопку **Верхний** и поверните ручку ввода.

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

- Если порог **Тип** имеет значение в %, верхнему порогу можно присвоить значение от 2 % до 100 %.

Окно измерений

Можно выбрать выполнение измерений в основной части окна дисплея, в окне дисплея с увеличенным отображением (когда отображается временная развертка с измененным масштабом) или выполнение стробированных измерений по курсорам X1 и X2.

- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**.
- 2 В меню измерений нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настройки измерений нажмите программную кнопку **Окно измерений**, а затем с помощью ручки ввода выберите один из следующих параметров.
 - **Автовыбор** — когда отображается временная развертка с измененным масштабом, измерение выполняется в нижнем окне "Масштаб". Если измерение невозможно выполнить, то используется главное окно.
 - **Главное** — для измерения используется главное окно.
 - **Масштаб** — для измерения используется нижнее окно "Масштаб".

- **Строблируемый курсорами** — окно измерений находится между курсорами X1 и X2. Когда отображается временная развертка с измененным масштабом, используются курсоры X1 и X2 в окне "Масштаб".

Статистика по измерению

Чтобы отобразить статистику измерений, выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы войти в меню измерений. По умолчанию частота и полное напряжение измеряется для канала 1.
- 2 Выберите для используемых каналов нужные виды измерений (см. "[Сводная таблица измерений](#)" на странице 268).
- 3 В меню измерений нажмите программную кнопку **Статистика**, чтобы перейти к меню статистики.



- 4 Нажмите программную кнопку **Отображать на**, чтобы включить отображение статистики измерений.



Канал источника измерения указан в кавычках после названия измерения. Например, "**Част(1)**" означает частотное измерение на канале 1.

Отобразятся следующие статистические данные. Имя измерения, текущее измеряемое значение, средняя величина, минимальное измеренное значение, максимальное измеренное значение, стандартное отклонение и количество операций данного измерения (счетчик). Статистика основывается на общем количестве полученных сигналов (счетчике).

Стандартное отклонение, указанное в статистике, рассчитывается по формуле, которая использовалась для расчета измерения стандартного отклонения. Формула указана в разделе "[AC RMS](#)" на странице 279.

Можно снова нажать программную кнопку **Отображать на**, чтобы отключить отображение статистики измерений. Сбор статистических данных выполняется даже при отключении отображения статистики.

- 5 Для сброса статистических измерений нажмите программную кнопку **Сброс статистики**. При этом сбрасывается вся статистика и снова начинается запись статистических данных.

При каждом добавлении нового измерения (например, частота, период или амплитуда) происходит сброс статистики, и сбор статистических данных начинается снова.

- 6 Чтобы включить относительное стандартное отклонение, нажмите программную кнопку **Относительно σ** .

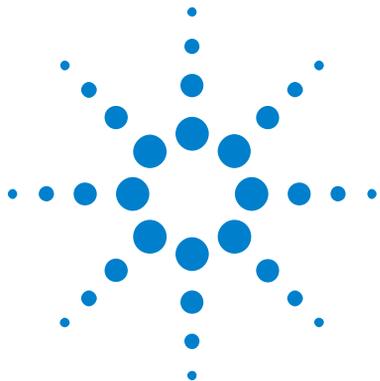
Когда этот параметр включен, стандартное отклонение, показанное в статистике измерений, становится стандартным значением для отклонения/среднего значения.

- 7 Чтобы задать количество значений, используемых для вычисления статистики измерений, нажмите программную кнопку **Макс. число** и введите нужное значение.

Важная информация о статистике измерений

- При нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** происходит сброс статистики и выполняется одно измерение (счетчик = 1). При нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** выполняется сбор статистических данных (выполняется приращение счетчика).
- Программная кнопка **Увеличение статистики** отображается, когда сбор данных остановлен и включена дополнительная функция сегментированной памяти. Для останова сбора данных нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск** или **[Run/Stop] Пуск/стоп**. Для прокрутки сигнала используйте ручку положения по горизонтали (в секции "Развертка" на лицевой панели). Текущие измерения останутся на экране, что позволит измерить различные аспекты полученных сигналов. Для добавления текущего измеренного сигнала в собранные статистические данные нажмите **Увеличение статистики**.
- Программная кнопка **Анализ сегментов** отображается, только когда сбор данных остановлен и включена дополнительная функция сегментированной памяти. По завершении сбора данных (и остановки осциллографа) нажмите программную кнопку **Анализ сегментов** для объединения статистики по измерению для полученных сегментов.

Можно также включить постоянное послесвечение (в меню "Отображение") и нажать программную кнопку **Анализ сегментов** для отображения постоянного послесвечения.



15 Тестирование по маске

- Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска) 299
- Параметры настройки теста по маске 302
- Статистика по маске 304
- Изменение файла маски вручную 305
- Создание файла маски 309

Тестирование по маске позволяет проверить соответствие сигнала определенному набору параметров. Маска определяет область дисплея осциллографа, в которой должен оставаться сигнал, чтобы соответствовать выбранным параметрам. Соответствие маске проверяется по точкам на всем дисплее. Тест по маске выполняется на отображаемых аналоговых каналах и не выполняется на каналах, которые не отображаются.

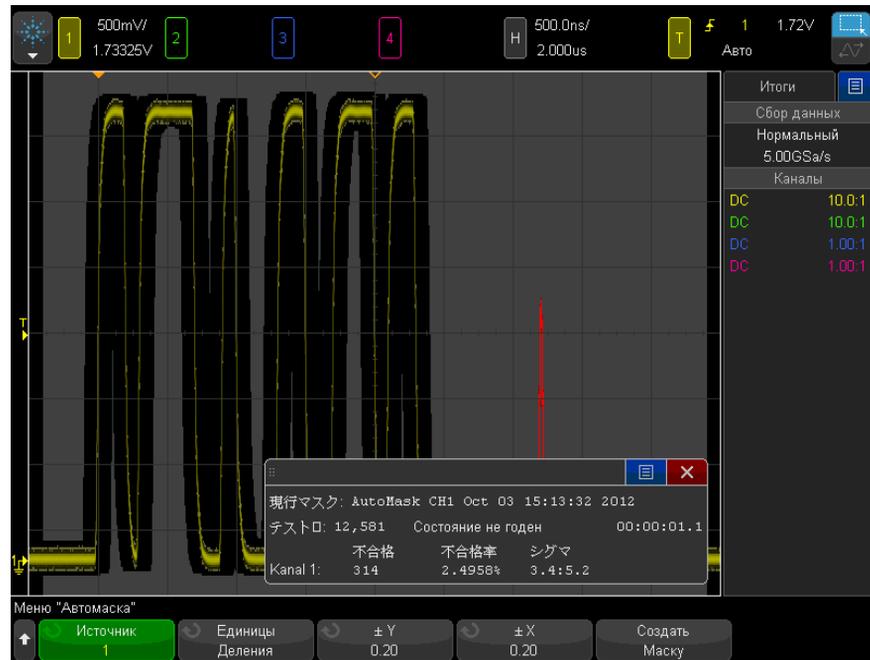
Для проведения теста по маске закажите модуль LMT при приобретении осциллографа или автономный модуль DSOX4MASK – после его приобретения.

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска)

"Золотой" сигнал соответствует всем выбранным параметрам, и именно с ним будут сравниваться все другие сигналы.

- 1 Настройте осциллограф на отображение "золотого" сигнала.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции** и выберите элемент **Тест по маске**.
- 4 Чтобы начать тест по маске, снова нажмите кнопку **Функции**.





- 9 Чтобы удалить маску и отключить тестирование по маске, нажмите кнопку "Назад/вверх"  для возврата в меню "Тест по маске", и затем нажмите программную кнопку **Удалить маску**.

Если во время теста по маске режим постоянного послесвечения (см. раздел ["Установка и отмена послесвечения"](#) на странице 165) включен, то он не отключается. Если при активации теста по маске постоянное послесвечение выключено, то оно включается при включении теста по маске и выключается при выключении последнего.

Устранение неполадок настройки маски

Если при нажатии кнопки **Создать маску** отображается маска, закрывающая весь экран, то проверьте настройки $\pm Y$ и $\pm X$ в меню "Автомаска". Если для них установлено значение "0", маска будет вплотную подходить к форме сигнала.

Если при нажатии кнопки **Создать маску** создается впечатление, что маска не создана, проверьте настройки $\pm Y$ и $\pm X$. Возможно, для них установлены настолько высокие значения, что маску не видно.

Параметры настройки теста по маске

Нажмите программную кнопку **Настройка** в меню "Тест по маске", чтобы перейти к меню "Настройка маски".

<p>Запуск до</p>	<p>С помощью программной кнопки "Запуск до" можно указать условие прекращения тестирования.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Всегда — осциллограф работает непрерывно. Тем не менее, в случае возникновения ошибки выполняется действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке. • Минимальное число тестов — выберите этот параметр и нажмите программную кнопку Число тестов, чтобы выбрать число запусков осциллографа, отобразить сигналы и сравнить их с маской. Осциллограф остановится после выполнения указанного числа тестов. Указанное минимальное число тестов может быть превышено. В случае возникновения ошибки выполняется действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке. Число фактически выполненных тестов отображается над программными кнопками. • Минимальное время — выберите этот параметр и нажмите программную кнопку Время теста, чтобы указать длительность работы осциллографа. По прошествии указанного времени осциллограф остановится. Указанное время может быть превышено. В случае возникновения ошибки выполняется действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке. Фактическое время теста отображается над программными кнопками. • Минимальная сигма — выберите этот параметр и нажмите программную кнопку "Сигма", чтобы указать минимальное среднеквадратичное отклонение. Тест по маске выполняется до тех пор, пока не будет протестировано достаточно сигналов для достижения минимального среднеквадратичного отклонения теста. (В случае возникновения ошибки осциллограф выполнит действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке). Обратите внимание, что это среднеквадратичное отклонение теста (максимально допустимое среднеквадратичное отклонение процесса без дефектов для определенного числа протестированных сигналов), в отличие от среднеквадратичного отклонения процесса (которое связано с числом сбоев в тесте). Значение среднеквадратичного отклонения может превышать выбранное значение, если выбрано малое значение. Отображается фактическое среднеквадратичное отклонение.
-------------------------	--

<p>При ошибке</p>	<p>Параметр При ошибке позволяет указать действия, которые выполняются, если форма входного сигнала не соответствует маске. Этот параметр замещает параметр Запуск до.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Стоп — осциллограф остановится при обнаружении первой же ошибки (первого сигнала, который не соответствует маске). Этот параметр замещает параметры Минимальное число тестов и Минимальное время. • Сохранение — при обнаружении ошибки осциллограф сохраняет изображение экрана. В меню сохранения (нажмите кнопку [Save/Recall] Сохранение/вызов > Сохранение выберите формат изображения (*.bmr или *.png), папку (на накопителе USB) и имя файла (которое может сопровождаться автоматическим приращением). Если ошибки возникают слишком часто и осциллограф тратит все время на сохранение изображений, нажмите кнопку [Stop] Стоп для останова сбора данных. • Печать — при обнаружении ошибки осциллограф распечатывает изображение экрана. Этот параметр активен, только если подключен принтер (см. раздел "Печать экрана осциллографа" на странице 359). • Измерение — выполняется измерение (и выводится статистика, если осциллограф поддерживает эту функцию) только тех сигналов, в которых присутствует нарушение маски. Формы сигналов, которые прошли проверку, не учитываются в измерениях. Этот режим недоступен, если в качестве режима сбора данных выбрано "Усреднение". <p>Обратите внимание, что можно выбрать параметр Печать или Сохранение, но не оба параметра одновременно. Все остальные действия можно выбрать одновременно. Например, можно выбрать Стоп и Измерения, чтобы осциллограф выполнил измерение и остановился при первой ошибке.</p> <p>При сбое теста по маске можно также вывести сигнал на разъем TRIG OUT BNC, находящийся на задней панели. См. "Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели" на странице 376.</p>
<p>Блокировка источника</p>	<p>При включении параметра "Блокировка источника" с помощью программной кнопки Блокировка источника маска перерисовывается в соответствии с источником при каждом перемещении формы сигнала. Например, при изменении строчной развертки или усиления отклонения маска перерисовывается с учетом новых настроек.</p> <p>При выключении параметра "Блокировка источника" маска не перерисовывается при изменении настроек развертки или отклонения.</p>

Показать статистику	<p>При включении параметра Показать статистику отобразятся следующие сведения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • текущая маска, название маски, номер канала, дата и время; • число тестов (общее число выполненных тестов по маске); • состояние (прошел, не прошел, не протестирован); • общее время тестов (в часах, минутах, секундах и десятых долях секунды). <p>Для каждого аналогового канала отображаются следующие сведения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • число сбоев (циклы сбора, в которых размах сигнала вышел за пределы маски); • периодичность сбоев (процент сбоев); • сигма (соотношение среднеквадратичного отклонения процесса и максимально допустимого отклонения исходя из числа протестированных сигналов).
Сброс статистики	<p>Обратите внимание, что в следующих ситуациях статистика также обнуляется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функция "Тест по маске" включена после выключения; • нажата программная кнопка "Сброс маски"; • создана автомаска. <p>Кроме того, счетчик времени обнуляется при каждом запуске осциллографа после остановки сбора данных.</p>
Очистить дисплей	Удаление полученных данных с дисплея осциллографа.

Изменение файла маски вручную

Файл маски, созданный с помощью функции "Автомаска", можно изменять вручную.

- 1 Выполните шаги 1–7, описанные в разделе "[Создание маски "золотого" сигнала \(Автомаска\)](#)" на странице 299. Создав маску, не удаляйте ее.
- 2 Подключите к осциллографу USB-накопитель.
- 3 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сохранение**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Формат** и выберите элемент **Маска**.
- 6 Нажмите вторую программную кнопку и выберите папку для сохранения на USB-накопителе.

- 7 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**. При этом создается текстовый файл ASCII с описанием данной маски.
- 8 Отключите USB-накопитель и подключите его к ПК.
- 9 Откройте файл .msk, созданный в текстовом редакторе (например, в приложении Блокнот).
- 10 Отредактируйте этот файл, сохраните и закройте его.

Файл маски составляют следующие разделы.

- Идентификатор файла маски.
- Заголовок маски.
- Области нарушения маски.
- Данные настройки осциллографа.

Идентификатор файла маски

Идентификатор файла данной маски – это MASK_FILE_548XX.

Заголовок маски

Заголовок маски представляет собой строку символов ASCII. Пример:
autoMask CH1 OCT 03 09:40:26 2008.

Когда в заголовке файла маски имеется ключевое слово "autoMask", фронт маски подходит по определению. В противном случае фронт маски определяется как сбой.

Области нарушения маски



Для маски можно определить до 8 областей. Их можно пронумеровать от 1 до 8. В файле .msk они могут находиться в любом порядке. Нумерация этих областей выполняется сверху вниз, слева направо.

Файл автомаски содержит две особых области – область, "привязанную" к верхней части экрана и область, "привязанную" к его нижней части. Верхняя область обозначается максимальными значениями Y ("MAX") для первой и последней точек. Нижняя область обозначается минимальными значениями Y ("MIN") для первой и последней точек.

Номер верхней области должен быть наименьшим из всех номеров областей, имеющих в файле. Номер нижней области должен быть наибольшим.

Область № 1 представляет собой верхнюю область маски. Вершины в области 1 обозначают точки вдоль некоей линии, которая является нижним краем верхней части данной маски.

Аналогично, вершины в области 2 обозначают линию, формирующую верхний край ее нижней части.

Вершины в файле маски нормализованы. Существует четыре параметра, определяющих способ нормализации значений.

- X1
- ΔX
- Y1
- Y2

Эти четыре параметра определяются в разделе настроек осциллографа данного файла маски.

Значения Y (как правило, напряжение) нормализованы в файле согласно следующему уравнению:

$$Y_{\text{norm}} = (Y - Y1)/\Delta Y$$

где $\Delta Y = Y2 - Y1$.

Для преобразования значений Y, нормализованных в файле маски, в значения напряжения используется следующее уравнение:

$$Y = (Y_{\text{norm}} * \Delta Y) + Y1$$

где $\Delta Y = Y2 - Y1$.

Значения X (как правило, время) нормализованы в файле согласно следующему уравнению:

$$X_{\text{norm}} = (X - X1)/\Delta X$$

Для преобразования нормализованных значений X в значения времени используется следующее уравнение:

$$X = (X_{\text{norm}} * \Delta X) + X1$$

Данные настройки осциллографа

Ключевые слова "setup" и "end_setup" (стоящие в строке отдельно) обозначают начало и конец раздела настройки осциллографа данного файла маски. Данные настройки осциллографа содержат команды на языке дистанционного программирования, выполняемые осциллографом при загрузке файла маски.

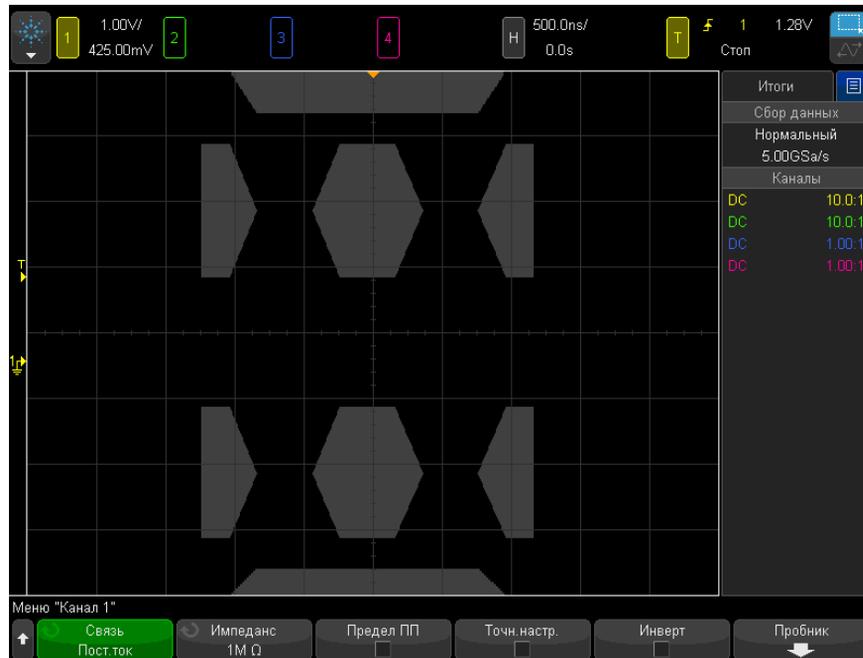
В этот раздел можно ввести любую допустимую команду дистанционного программирования.

Масштабирование маски контролирует процесс интерпретации нормализованных векторов. Последний, в свою очередь, управляет процессом отображения маски на экране. Далее приведены команды дистанционного программирования, контролирующие масштабирование маски:

```
:MTES:SCAL:BIND 0 :MTES:SCAL:X1 -400.000E-06 :MTES:SCAL:XDEL +800.000E-06
:MTES:SCAL:Y1 +359.000E-03 :MTES:SCAL:Y2 +2.35900E+00
```

Создание файла маски

Для следующей маски задействованы все восемь областей маски. Наиболее сложной при создании маски является нормализация зависимости значений X и Y от значений времени и напряжения. На данном примере показан простой способ преобразования значений напряжения и времени в нормализованные значения X и Y файла маски.



Представленная выше маска воспроизведена в следующем файле маски:

`MASK_FILE_548XX`

`"All Regions"`

```

/* Region Number */ 1 /* Number of vertices */ 4 -12.50,    MAX -10.00,
1.750 10.00, 1.750 12.50,    MAX

/* Region Number */ 2 /* Number of vertices */ 5 -10,00, 1.000 -12,50,
0.500 -15,00, 0.500 -15,00, 1.500 -12,50, 1.500

/* Region Number */ 3 /* Number of vertices */ 6 -05.00, 1.000 -02.50,
0.500 02.50, 0.500 05.00, 1.000 02.50, 1.500 -02.50, 1.500

/* Region Number */ 4 /* Number of vertices */ 5 10.00, 1.000 12.50, 0.
500 15.00, 0.500 15.00, 1.500 12.50, 1.500

/* Region Number */ 5 /* Number of vertices */ 5 -10,00, -1.000 -12,50, -
0.500 -15,00, -0.500 -15,00, -1.500 -12,50, -1.500

/* Region Number */ 6 /* Number of vertices */ 6 -05.00, -1.000 -02.50, -
0.500 02.50, -0.500 05.00, -1.000 02.50, -1.500 -02.50, -1.500

/* Region Number */ 7 /* Number of vertices */ 5 10.00, -1.000 12.50, -0.
500 15.00, -0.500 15.00, -1.500 12.50, -1.500

/* Region Number */ 8 /* Number of vertices */ 4 -12.50,    MIN -10.00, -
1.750 10.00, -1.750 12.50,    MIN

setup :MTES:ENAB 1 :CHAN1:RANG +4.00E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;D
ISP 1;BWL 0;INV 0 :CHAN1:LAB "1";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+
00;STYP SING :CHAN2:RANG +16.0E+00;OFFS +1.62400E+00;COUP DC;IMP FIFT;DIS
P 0;BWL 0;INV 0 :CHAN2:LAB "2";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00
;STYP SING :CHAN3:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BW
L 0;INV 0 :CHAN3:LAB "3";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP
SING :CHAN4:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;IN
V 0 :CHAN4:LAB "4";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING :
EXT:BWL 0;IMP ONEM;RANG +5E+00;UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:STYP SING :TI
M:MODE MAIN;REF CENT;MAIN:RANG +50.00E-09;POS +0.0E+00 :TRIG:MODE EDGE;SW
E AUTO;NREJ 0;HFR 0;HOLD +60E-09 :TRIG:EDGE:SOUR CHAN1;LEV -75.00E-03;SLO
P POS;REJ OFF;COUP DC :ACQ:MODE RTIM;TYPE NORM;COMP 100;COUNT 8;SEGM:COUN
2 :DISP:LAB 0;CONN 1;PERS MIN;SOUR PMEM1 :HARD:APR " ";AREA SCR;FACT 0;FF
E 0;INKS 1;PAL NONE;LAY PORT :SAVE:FIL "mask 0" :SAVE:IMAG:AREA GRAT;FACT
0;FORM NONE;INKS 0;PAL COL :SAVE:WAV:FORM NONE :MTES:SOUR CHAN1;ENAB 1;L
OCK 1 :MTES:AMAS:SOUR CHAN1;UNIT DIV;XDEL +3.0000000E-001;YDEL +2.000000
0E-001 :MTES:SCAL:BIND 0;X1 +0.0E+00;XDEL +1.0000E-09;Y1 +0.0E+00;Y2 +1.
00000E+00 :MTES:RMOD FOR;RMOD:TIME +1E+00;WAV 1000;SIGM +6.0E+00 :MTES:RM
OD:FACT:STOP 0;PRIN 0;SAVE 0 end_setup

```

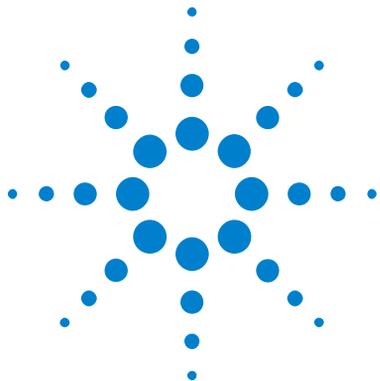
Как проводится тестирование по маске?

Для запуска тестирования по маске осциллографы InfiniiVision создают базу данных размером 200 x 640 для области просмотра сигнала. Каждое положение в массиве обозначается как область нарушения или успеха. Каждый раз, когда точка данных сигнала попадает в область нарушения, регистрируется ошибка. При выборе

параметра **Проверить все** по базе данных маски проверяется каждая выборка каждого аналогового канала. Для каждого канала можно зарегистрировать более 2 миллиардов сбоев. Количество протестированных выборок также регистрируется и отображается как "Число тестов".

Разрешение файла маски может быть большим, чем 200 X 640 базы данных. Для отображения данных файла маски на экране имеет место некоторое квантование этих данных с целью их сокращения.

15 Тестирование по маске



16 Цифровой вольтметр

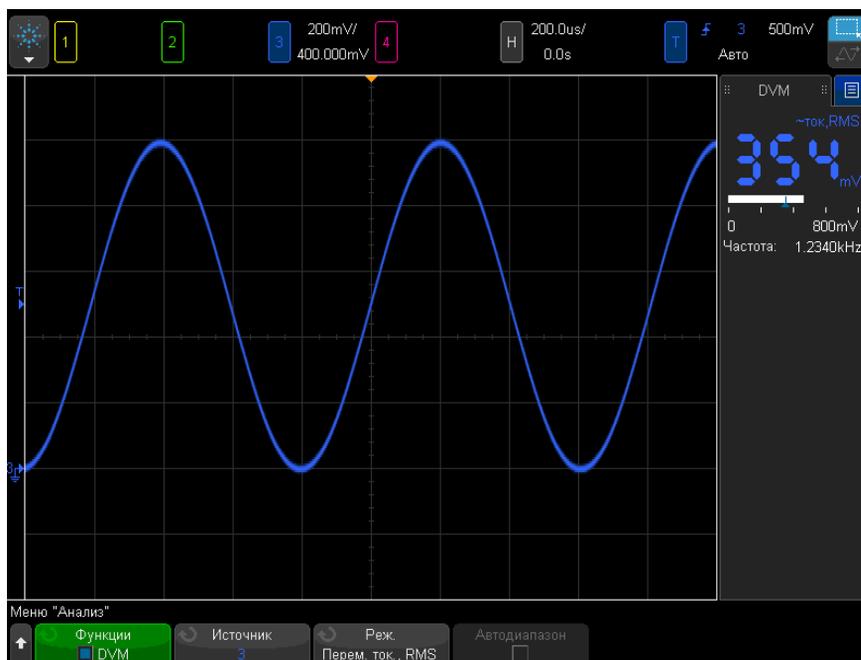
Функция анализа цифрового вольтметра обеспечивает измерение напряжения с точностью до 3 знаков и частоты с точностью до 5 знаков с помощью любого аналогового канала. Измерения цифрового вольтметра являются асинхронными для системы сбора данных осциллографа и всегда выполняются.

Для выполнения анализа с помощью цифрового вольтметра закажите его во время приобретения осциллографа или закажите DSOXDVM как автономный модуль после приобретения осциллографа.

Экран цифрового вольтметра состоит из семи частей для снятия показаний, схожий с экраном цифрового вольтметра. На нем отображается выбранный режим, а также единицы измерения. Единицы измерения выбираются с помощью программной кнопки **Единицы измерения** в меню канала пробника.

В окне DVM также отображаются значения масштаба и частотомера. Шкала цифрового вольтметра определяется шкалой по вертикали и контрольным уровнем. Синий треугольный указатель шкалы показывает самое последнее измерение. Белая строка над ним показывает экстремальные значения измерения за последние 3 секунды.





Цифровой вольтметр выполняет точные измерения среднеквадратичных значений при частоте сигнала от 20 Гц до 100 кГц. Если частота сигнала выходит за пределы этого диапазона, на экране цифрового вольтметра появляется сообщение "Предел ПП?" или ">предела ПП?" для предупреждения о получении неточных результатов измерений среднеквадратичных значений.

Использование цифрового вольтметра.

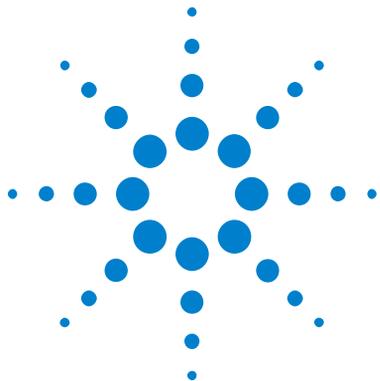
- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Цифровой вольтметр**.
- 3 Чтобы выполнить измерения цифрового вольтметра, снова нажмите кнопку **Функции**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода для выбора аналогового канала, для которого выполняются измерения с помощью цифрового вольтметра.

Выбранный канал может быть не включен (отображение сигнала) при выполнении измерений с помощью цифрового вольтметра.

- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и поверните ручку ввода для выбора режима цифрового вольтметра.
- **AC RMS** – отображение среднеквадратического значения полученных данных с удаленным компонентом постоянного тока.
 - **DC** – отображение значения постоянного тока полученных данных.
 - **DC RMS** – отображение среднеквадратического значения полученных данных.
 - **Частота** – отображение измерения частотомера.
- 6 Если выбранный канал источника не используется при запуске осциллографа, нажмите кнопку **Автодиапазон** для включения или выключения автоматической настройки шкалы по вертикали канала цифрового вольтметра, положения по вертикали (заземление) и уровня запуска (пороговое напряжение) (для измерения частотомера).

Если функция **Автодиапазон** включена, она переопределяет регулировку ручек шкалы по вертикали и положения канала.

Если она выключена, можно использовать ручки шкалы по вертикали и положения канала в нормальном режиме.



17 Генератор сигналов

Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров	317
Редактирование произвольных сигналов	322
Вывод синхронизирующих импульсов генератора	331
Определение расчетной нагрузки на выходе	332
Использование логических предустановок генератора сигналов	333
Добавление шума в вывод генератора сигнала	333
Добавление модуляции к выходному сигналу генератора	334
Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию	339
Настройка двухканального отслеживания	340

В осциллограф встроен генератор сигналов. Он активируется с помощью модуля WGN или обновления DSOX4WAVEGEN2. С помощью генератора сигналов можно легко создавать входные сигналы при проверке цепи с помощью осциллографа.

Как и настройки осциллографа, настройки генератора сигналов можно сохранить и восстановить. См. [Глава 18](#), “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341.

Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров

- 1 Нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**, чтобы обратиться к меню генератора сигналов и включить либо выключить выход генератора на соединителе BNC Gen Out на передней панели.

Когда включен выход генератора сигналов, подсвечивается кнопка **[Wave Gen] Генер. сигналов**. Когда выключен выход генератора сигналов, кнопка **[Wave Gen] Генер. сигналов** не подсвечивается.

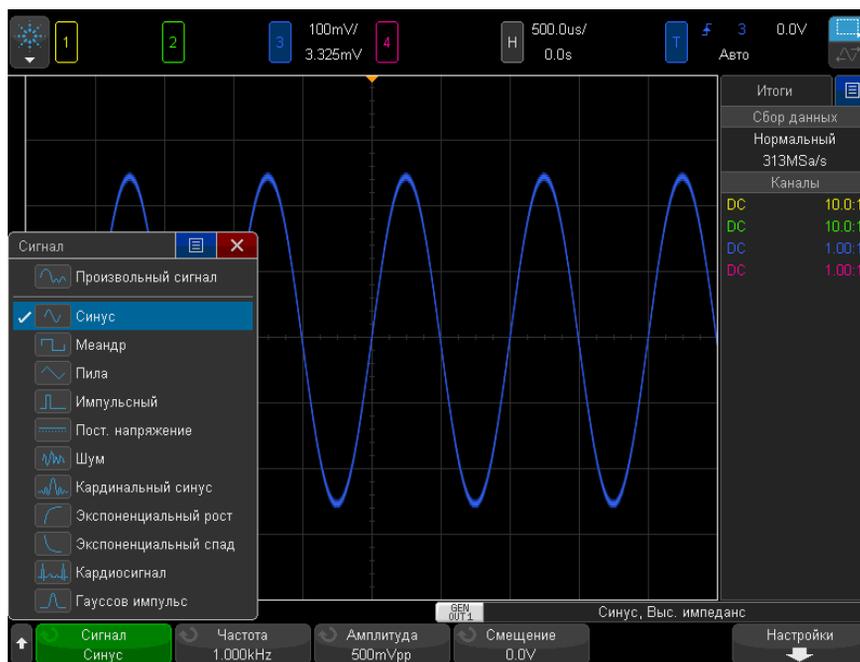


17 Генератор сигналов

При первоначальном включении осциллографа выход генератора сигналов всегда выключен.

Выход генератора сигналов автоматически выключается, когда на соединитель BNC Gen Out подается чрезмерное напряжение.

- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Сигналы** и вращайте ручку ввода, чтобы выбрать тип сигнала.



- 3 В зависимости от выбранного типа (формы) сигнала пользуйтесь остальными программными кнопками и ручкой ввода для установки характеристик сигнала.

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда ² (высокий импеданс) ¹	Смещение ² (высокий импеданс) ¹
Произвольный	Для установки параметров произвольного сигнала пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень и Смещение/низкий уровень. С помощью программной кнопки Редактировать сигнал определите форму произвольного сигнала. См. " Редактирование произвольных сигналов " на странице 322.	100 мГц – 12 МГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В
Синусоидальный	Для установки параметров синусоидального сигнала пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень и Смещение/низкий уровень.	100 мГц – 20 МГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±4.00 В
Прямоугольный	Для установки параметров сигнала прямоугольной формы пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень, Смещение/низкий уровень и Коэффициент заполнения. Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 20 % до 80 %.	100 мГц – 10 МГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В
Пилообразный	Для установки параметров сигнала пилообразной формы пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень, Смещение/низкий уровень и Симметрия. Коэффициент симметрии характеризует относительную часть периода повторения сигнала, в течение которой нарастает уровень сигнала. Этот параметр можно устанавливать в пределах от 0 % до 100 %.	100 мГц – 200 кГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В

17 Генератор сигналов

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда ² (высокий импеданс) ¹	Смещение ² (высокий импеданс) ¹
Импульсный	Для установки параметров импульсного сигнала пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень, Смещение/низкий уровень и Ширина/точная настройка ширины. Длительность импульсов можно регулировать в пределах от 20 нс до периода -20 нс.	100 мГц – 10 МГц.	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В
Постоянный ток	Для установки уровня постоянного напряжения пользуйтесь программной кнопкой Смещение.	-	-	±10.00 В
Шум	Для установки параметров сигнала шума пользуйтесь программными кнопками Амплитуда/высокий уровень и Смещение/низкий уровень.	-	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В
Синусоидальный кардинальный	Для установки параметров синусоидального сигнала пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда и Смещение.	100 мГц – 1 МГц	20 мВ парного импульса – 9 В парного импульса	±2.50 В
Экспоненциальное нарастание	Для установки параметров сигнала экспоненциального нарастания пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень и Смещение/низкий уровень.	100 мГц – 5 МГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В
Экспоненциальный спад	Для установки параметров сигнала экспоненциального спада пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда/высокий уровень и Смещение/низкий уровень.	100 мГц – 5 МГц	20 мВ парного импульса – 10 В парного импульса	±5.00 В

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда ² (высокий импеданс) ¹	Смещение ² (высокий импеданс) ¹
Кардиотонический	Для установки параметров кардиотонического сигнала пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда и Смещение.	100 мГц – 200 кГц	20 мВ парного импульса – 9 В парного импульса	±2.50 В
Гауссов импульс	Для установки параметров гауссова импульса пользуйтесь программными кнопками Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода, Амплитуда и Смещение.	100 мГц – 5 МГц	20 мВ парного импульса – 7,5 В парного импульса	±2.50 В

¹Если выходная нагрузка составляет 50 Ом, эти значения делятся пополам.

²Минимальное значение амплитуды ограничивается 40 мВ парного импульса, если смещение больше 500 мВ или меньше -500 мВ. Значение смещения ограничивается +/-500 мВ, если амплитуда меньше 40 мВ парного импульса.

При нажатии программной кнопки параметра сигнала может открыться меню для выбора типа регулировки. Например, можно вводить значения амплитуды и смещения либо значения высокого и низкого уровня сигнала. Можно также вводить значения частоты или периода. Чтобы выбрать тип регулировки, нажмите и удерживайте программную кнопку. Вращайте ручку ввода, чтобы установить нужное значение.

Обратите внимание, что можно настроить другой выходной сигнал генератора в соответствии с настройками частоты, амплитуды, смещения и коэффициента заполнения. См. "[Настройка двухканального отслеживания](#)" на странице 340.

Программная кнопка **Настройки** открывает меню настроек генератора сигналов, которое позволяет выполнить другие установки параметров, относящихся к генератору сигналов.

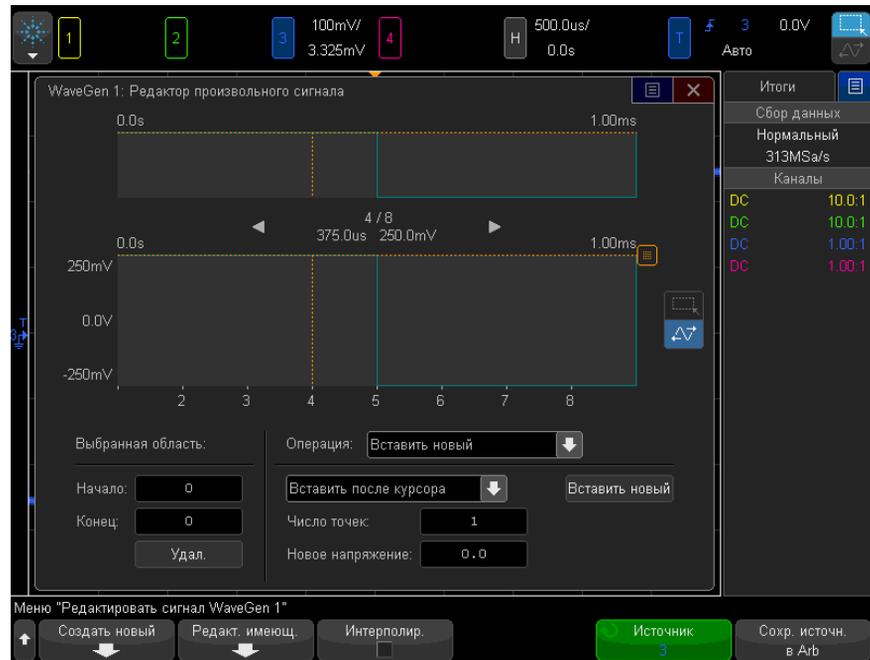


См. следующие разделы.

- "Вывод синхронизирующих импульсов генератора" на странице 331
- "Определение расчетной нагрузки на выходе" на странице 332
- "Использование логических предустановок генератора сигналов" на странице 333
- "Настройка двухканального отслеживания" на странице 340
- "Добавление модуляции к выходному сигналу генератора" на странице 334
- "Добавление шума в вывод генератора сигнала" на странице 333
- "Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию" на странице 339

Редактирование произвольных сигналов

- 1 Когда в качестве типа создаваемого сигнала выбран **Произвольный** (см. "Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров" на странице 317), нажмите программную кнопку **Редактировать сигнал**, чтобы открыть меню редактирования сигнала.



При открытии меню редактирования сигнала отобразится определение имеющегося произвольного сигнала. Напряжение и время, которые отображаются на схеме, являются граничными параметрами. Они зависят от параметров частоты и амплитуды в главном меню генератора сигнала.

- 2 С помощью программных кнопок в меню редактирования сигнала определите форму произвольного сигнала:

Программная кнопка	Описание
Создать новый	Открывается меню создания нового сигнала. См. " Создание новых произвольных сигналов " на странице 324.
Редактировать существующий	Открывается меню редактирования сигнала. См. " Редактирование существующих произвольных сигналов " на странице 325.

Программная кнопка	Описание
Интерполировать	Выбор способа прорисовки линий между точками произвольного сигнала. Если включена эта функция, линии прорисовываются между точками в редакторе сигнала. Уровни напряжения изменяются линейно между одной точкой и следующей. Если эта функция отключена, все сегменты линии в редакторе сигнала будут горизонтальными. Уровень напряжения одной точки сохраняется до следующей точки.
Источник	Выбор аналогового канала или опорного сигнала для захвата и сохранения в произвольный сигнал. См. " Сохранение других сигналов в произвольный сигнал " на странице 330.
Сохранить источник в произвольный	Захват выбранного источника произвольного сигнала и копирование в произвольный сигнал. См. " Сохранение других сигналов в произвольный сигнал " на странице 330.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, позднее их можно восстановить. См. "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 350 и "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 355.

Создание новых произвольных сигналов

Нажмите кнопку **Создать новый** в меню редактирования сигнала для открытия меню создания нового сигнала.



Для создания нового произвольного сигнала выполните следующие действия.

- 1 В меню создания нового сигнала нажмите **Исходные точки**, затем с помощью ручки ввода выберите исходное количество точек в новом сигнале.

Новый сигнал будет иметь прямоугольную форму с указанным количеством точек. Точки будут распределены равномерно по периоду времени.

- 2 Нажмите программную кнопку **Частота/точная настройка частоты/период/точная настройка периода** для установки пограничного

параметра периода времени (частота повторения) произвольного сигнала.

- 3 Используйте программные кнопки **Амплитуда/высокий уровень** и **Смещение/низкий уровень** для установки пограничного параметра напряжения произвольного сигнала.
- 4 Если все настройки выполнены и можно создать новый произвольный сигнал, нажмите программную кнопку **Применить и отредактировать**.

ВНИМАНИЕ

При создании нового произвольного сигнала имеющееся определение произвольного сигнала будет перезаписано. Обратите внимание, что можно использовать кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, позднее их можно восстановить. См. "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 350 и "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 355.

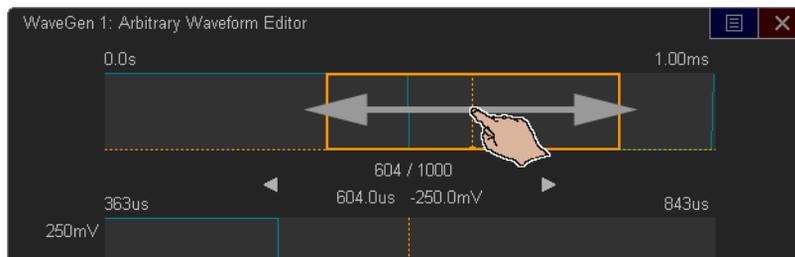
Новый произвольный сигнал будет создан и откроется меню редактирования точек сигнала. См. "[Редактирование существующих произвольных сигналов](#)" на странице 325.

Обратите внимание, что можно также создать новый произвольный сигнал, сохранив другой сигнал. См. "[Сохранение других сигналов в произвольный сигнал](#)" на странице 330.

Редактирование существующих произвольных сигналов

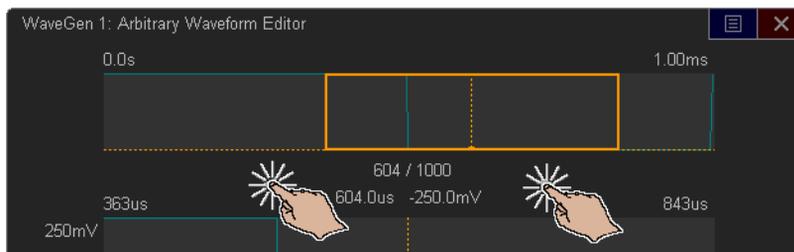
Использование сенсорного экрана для редактирования существующих сигналов

Чтобы выбрать точку, прикоснитесь к ней и перетащите ее в верхний экран отображения полного сигнала.

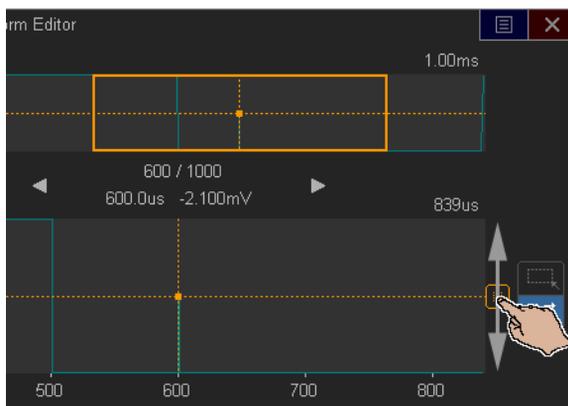


17 Генератор сигналов

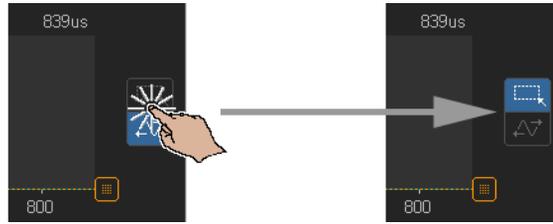
Для точного выбора точек используйте стрелки выбора предыдущей или следующей точки.



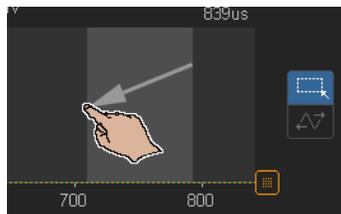
Чтобы отрегулировать значение точки, перетащите маркер уровня напряжения вверх или вниз.



Чтобы выбрать область точек, убедитесь, что выбран режим перетаскивания выбора области.



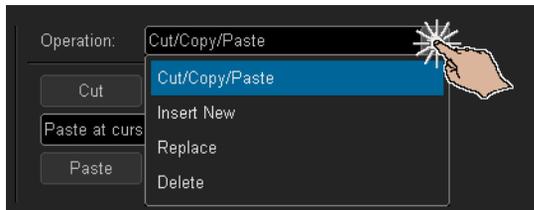
Затем выполните перетаскивание по нижнему экрану сигнала.



Для точной регулировки выбора области (или отмены выбора) используйте элементы управления **Выбранная область**.



Чтобы выполнить операцию с точками, выберите раскрывающееся меню **Операция**, выберите операцию и используйте элементы управления для выбранной операции.



- Можно использовать операцию **Вырезать/копировать** для вырезания и копирования выбранных точек в буфер обмена, и операцию **Вставить** для вставки этих точек из буфера.

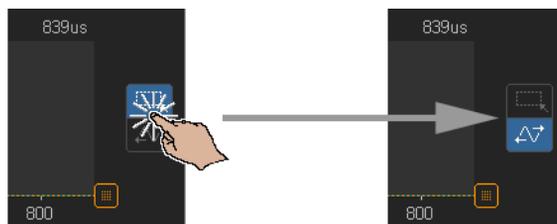
Точки из буфера обмена можно вставлять в начало, конец, в место расположения курсора (текущая выбранная точка) или заменять текущие выбранные точки.

- **Вставить новые** точки.

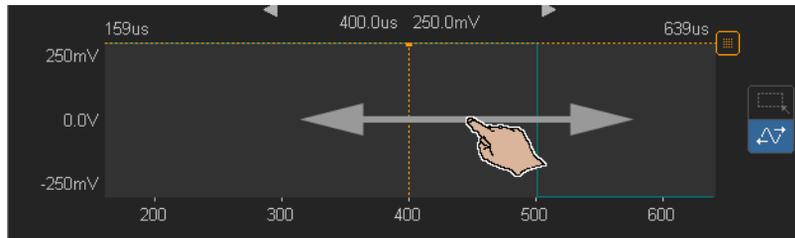
Можно задать несколько новых точек и их напряжение.

- **Заменить** выбранные точки новыми точками.
- **Удалить** выбранные точки.

Для выполнения навигации по произвольному сигналу (и выбора точек) убедитесь, что выбран режим перетаскивания сигналов.



Затем выполните перетаскивание нижнего сигнала по экрану.



Использование программных кнопок для редактирования существующих сигналов

Для открытия меню редактирования точек сигналов нажмите **Редактировать существующий** в меню редактирования сигнала или нажмите **Применить и отредактировать** при создании нового произвольного сигнала.

Для указания значений напряжения точек выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **Номер точки**, затем с помощью ручки ввода выберите точку, для которой следует присвоить значение напряжения.
- 2 Нажмите кнопку **Напряжение**, а затем поверните ручку ввода, чтобы установить значение напряжения точки.

Для вставки точки выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **Номер точки**, затем с помощью ручки ввода выберите точку, после которой следует вставить новую точку.
- 2 Нажмите кнопку **Вставить точку**.

Расположение точек регулируется для сохранения равномерного распределения всех точек.

Для удаления точки выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **Номер точки**, затем с помощью ручки ввода выберите точку, которую следует удалить.
- 2 Нажмите кнопку **Удалить точку**.

Расположение точек регулируется для сохранения равномерного распределения всех точек.

Сохранение других сигналов в произвольный сигнал

Для открытия меню редактирования сигнала нажмите **Редактировать сигнал** в главном меню генератора сигналов.



Для сохранения другого сигнала в произвольный сигнал выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **Источник**, затем поверните ручку ввода для выбора аналогового канала, математической функции или точки отсчета, сигнал которой следует сохранить.
- 2 Нажмите кнопку **Сохранить источник в произвольный**.

ВНИМАНИЕ

При создании нового произвольного сигнала имеющееся определение произвольного сигнала будет перезаписано. Обратите внимание, что можно использовать кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, позднее их можно восстановить. См. "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 350 и "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 355.

Сигнал источника будет прорежен на 8192 (максимум) или менее точек произвольного сигнала.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если частота сигнала источника и/или напряжение превышают возможности генератора сигнала, произвольный сигнал будет ограничен в соответствии с возможностями генератора сигнала. Например, сигнал 20 МГц, сохраненный в качестве произвольного сигнала, станет сигналом 12 МГц.

Вывод синхронизирующих импульсов генератора

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Выходной сигнал запуска** и поверните ручку ввода для выбора **Синхронизирующий импульс генератора**.

Тип сигнала	Характеристики синхронизирующего сигнала
Все сигналы, кроме сигнала постоянного тока, шума и кардиотонического сигнала	Положительный импульс TTL, который возникает, когда уровень сигнала поднимется выше нуля (или значения смещения по постоянному току).
Сигнал постоянного тока, шума и кардиотонический сигнал	-

Определение расчетной нагрузки на выходе

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку [**Wave Gen**] **Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Выходная нагрузка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать один из следующих параметров.
 - **50 Ом**
 - **Высокий импеданс**

Выходной импеданс выходного сигнала генератора на разъеме BNC фиксирован и составляет 50 Ом. Тем не менее, при выборе нагрузки на выходе генератор сигналов может отобразить правильные значения уровней амплитуды и смещения для расчетной нагрузки на выходе.

Если фактический импеданс нагрузки отличается от выбранного значения, отображаемые уровни амплитуды и смещения будут неправильными.

Использование логических предустановок генератора сигналов

С помощью логических предустановок можно легко настроить уровни выходного напряжения – TTL, CMOS (5,0 В), CMOS (3,3 В), CMOS (2,5 В) или совместимые с ECL низкий и высокий уровни.

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Логические предустановки**.
- 4 В меню предустановки логических уровней генератора сигналов, нажмите одну из программных кнопок для задания низкого и высокого уровней напряжения сигналов генератора логически совместимым уровням.

Программная кнопка (логические уровни)	Низкий уровень	Высокий уровень
TTL	0 В	+5 В (или высокий уровень, совместимый с TTL, если достижение значения +5 В невозможно)
CMOS (5,0 В)	0 В	+5 В
CMOS (3,3 В)	0 В	+3.3 В
CMOS (2,5 В)	0 В	+2.5 В
ECL	-1.7 В	-0.9 В

Добавление шума в вывод генератора сигнала

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.

- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Добавить шум** и поверните ручку ввода для выбора количества белого шума, которое следует добавить в вывод генератора сигналов.

Обратите внимание, что добавление шумов влияет на запуск по фронту источника генератора сигналов (см. "[Запуск по фронту](#)" на странице 184), а также на выходной сигнал синхроимпульса генератора сигналов (который может быть отправлен на разъем TRIG OUT, см. "[Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели](#)" на странице 376). Это вызвано тем, что компаратор запуска расположен после источника шума.

Добавление модуляции к выходному сигналу генератора

Модуляция – это изменение изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой второго, модулирующего, сигнала. Тип модуляции (АМ, ЧМ или ЧМн) указывает на то, каким образом изменяется сигнал несущей частоты.

Модулированные сигналы доступны на выходе генератора сигналов 1.

Чтобы включить и настроить модуляцию выходного сигнала генератора, выполните следующее.

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 Нажмите в меню генератора сигналов программную кнопку **Модуляция**.
- 4 В меню модуляции генератора сигналов выполните следующие действия.



- Нажмите программную кнопку **Модуляция**, чтобы включить или выключить модулированный выходной сигнал генератора.

Можно включить модуляцию сигнала генератора для функций любого типа, кроме произвольного прямоугольного сигнала, импульса, сигнала постоянного тока, шума и импульсов гауссовской формы.

Модуляция недоступна при использовании функции двухканального отслеживания генератора сигналов.

- Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите один из следующих типов модуляции.
 - **Амплитудная модуляция (АМ)** – изменение амплитуды изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. "[Настройка амплитудной модуляции \(АМ\)](#)" на странице 335.
 - **Частотная модуляция (ЧМ)** – изменение частоты изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. "[Настройка частотной модуляции \(ЧМ\)](#)" на странице 337.
 - **Модуляция частотной манипуляции (ЧМн)** – "смещение" частоты выходного сигнала в диапазоне между его начальной несущей частотой и "частотой скачка" с учетом указанной скорости ЧМн. Скоростью ЧМн определяется цифровой прямоугольный модулирующий сигнал. См. "[Настройка модуляции частотной манипуляции \(ЧМн\)](#)" на странице 338.

Настройка амплитудной модуляции (АМ)

В меню модуляции генератора сигналов (**[Wave Gen] Генер. сигналов > Настройки > Модуляция**) выполните следующие действия.

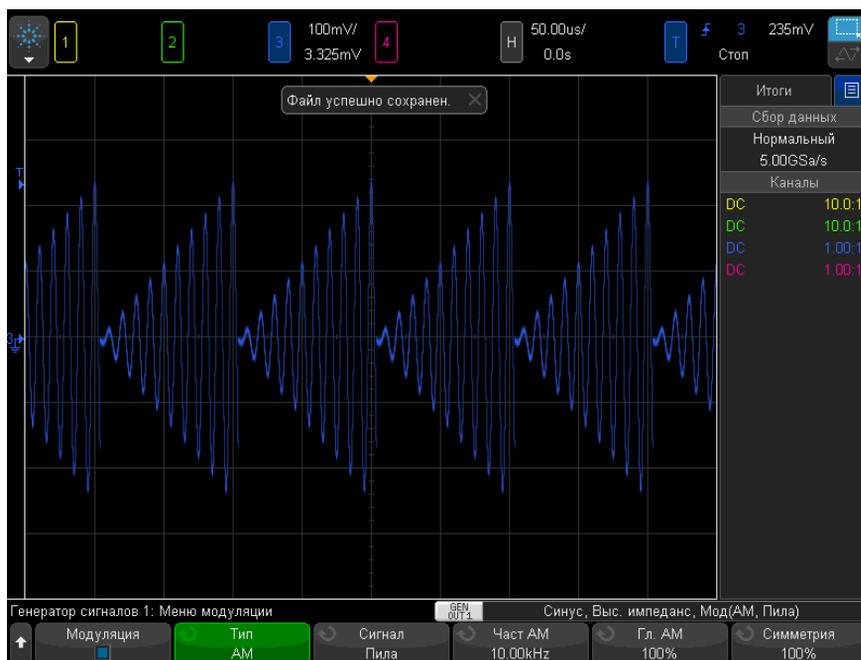
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Амплитудная модуляция (АМ)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.
 - **Синусоидальный**
 - **Прямоугольный**
 - **Пилообразный**

Если выбрать **Пилообразный** сигнал, то отобразится программная кнопка **Симметрия**, с помощью которой можно указать, в течение какого времени в рамках цикла происходит нарастание сигнала.

- 3 Нажмите программную кнопку **Частота АМ** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Глубина АМ** и, повернув ручку ввода, укажите величину амплитудной модуляции.

Глубина амплитудной модуляции обозначает ту часть динамического диапазона, которая используется при модуляции. Например, значение глубины 80 % вызывает изменение амплитуды выходного сигнала с 10 % до 90 % ($90\% - 10\% = 80\%$) начальной амплитуды, так как сама амплитуда модулирующего сигнала меняется от минимального до максимального своего значения.

На приведенном далее изображении экрана показана модуляция АМ синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Настройка частотной модуляции (ЧМ)

В меню модуляции генератора сигналов ([Wave Gen] **Генер. сигналов** > **Настройки** > **Модуляция**) выполните следующие действия.

- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Частотная модуляция (ЧМ)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.
 - **Синусоидальный**
 - **Прямоугольный**
 - **Пилообразный**

Если выбрать **Пилообразный** сигнал, то отобразится программная кнопка **Симметрия**, с помощью которой можно указать, в течение какого времени в рамках цикла происходит нарастание сигнала.

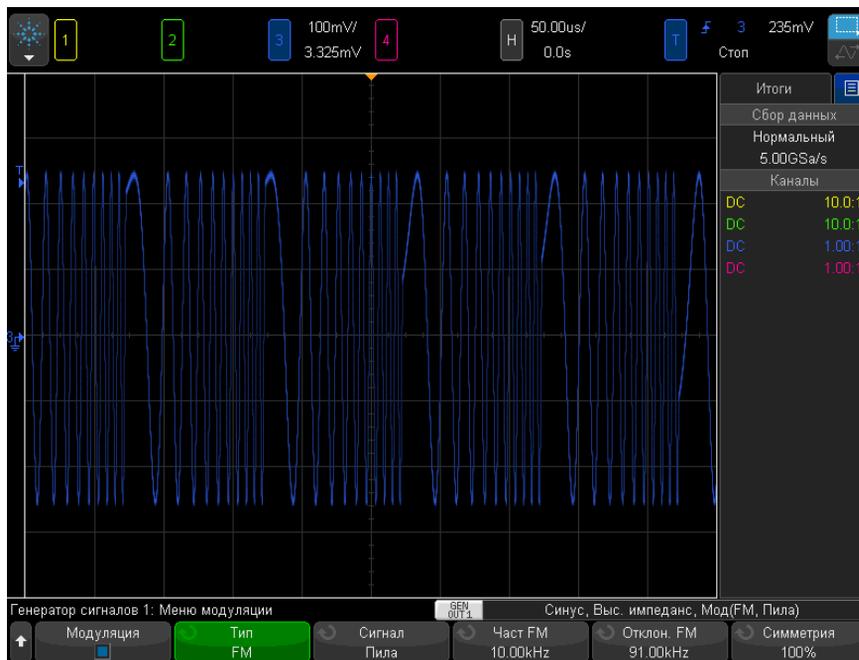
- 3 Нажмите программную кнопку **Частота ЧМ** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Отклонение ЧМ** и, повернув ручку ввода, укажите значение отклонения частоты от несущей частоты изначального сигнала.

При максимальной амплитуде модулирующего сигнала значение частоты выходного сигнала равно сумме значений несущей частоты сигнала и величины отклонения, а при минимальной – их разности.

Отклонение частоты не может превышать значения начальной несущей частоты сигнала.

К тому же, сумма значений начальной несущей частоты сигнала и отклонения частоты должна быть меньше или равна максимальному значению частоты выбранной функции генератора сигналов плюс 100 кГц.

На приведенном далее изображении экрана показана ЧМ синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Настройка модуляции частотной манипуляции (ЧМн)

В меню модуляции генератора сигналов ([Wave Gen] Генер. сигналов > Настройки > Модуляция) выполните следующие действия.

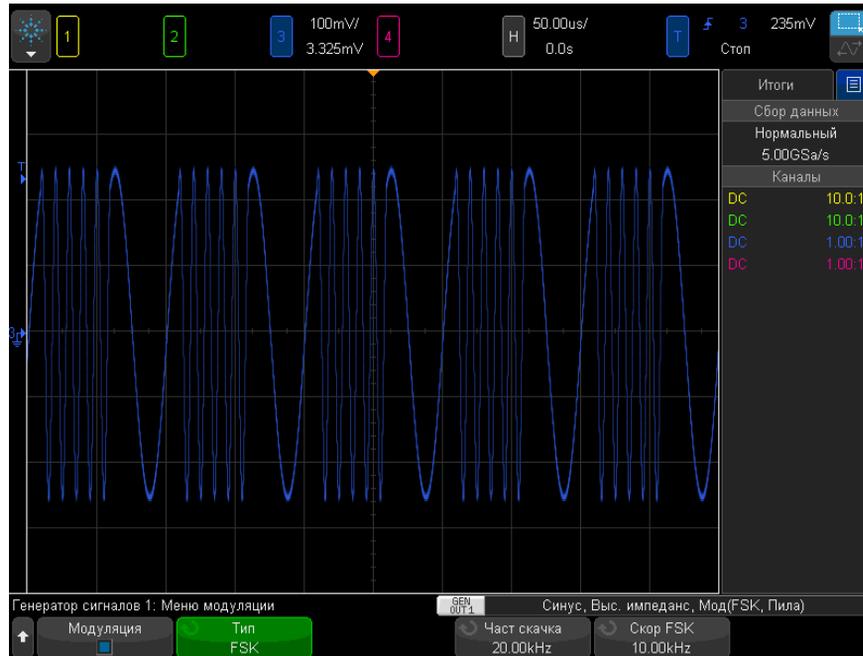
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Модуляция частотной манипуляции (ЧМн)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Частота скачка** и, повернув ручку ввода, укажите частоту скачка.

Произойдет "смещение" частоты выходного сигнала в диапазоне между его начальной несущей частотой и данной частотой скачка.

- 3 Нажмите программную кнопку **Скорость ЧМн** и, повернув ручку ввода, укажите скорость "смещения" частоты выходного сигнала.

Скоростью ЧМн определяется цифровой прямоугольный модулирующий сигнал.

На приведенном далее изображении экрана показана модуляция ЧМн синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генер. сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки генер.сигналов по умолчанию**.

Заводские настройки генератора сигналов (синусоидальная волна частотой 1 кГц, парный импульс 500 мВ, смещение 0 В, высокий импеданс нагрузки на выходе) будут восстановлены.

Настройка двухканального отслеживания

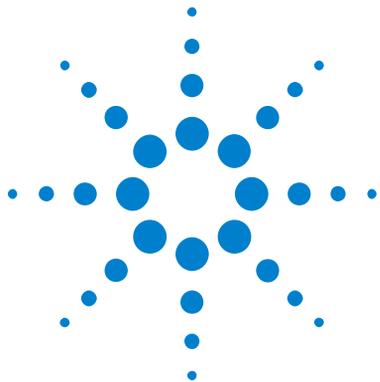
Можно выполнить настройку одного выхода генератора сигналов для отслеживания регулировок другого выхода генератора сигналов.

Чтобы настроить двухканальное отслеживание, выполните следующее.

- 1 Нажмите кнопку **[Wave Gen1] Генер. сигналов 1** или **[Wave Gen2] Генер. сигналов 2** для выхода генератора сигналов, регулировки которого необходимо отслеживать.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Двойной канал**.
- 4 В меню настройки двух каналов генератора сигналов имеются следующие параметры.
 - **Отслеживание** – настройки частоты, амплитуды, смещения и рабочего цикла этого вывода генератора сигналов отслеживаются и копируются в настройки другого вывода генератора сигналов.
 - **Отслеживание частоты** – настройки частоты этого вывода генератора сигналов отслеживаются и копируются в настройки другого вывода генератора сигналов.
 - **Отслеживание амплитуды** – настройки амплитуды этого вывода генератора сигналов отслеживаются и копируются в настройки другого вывода генератора сигналов.
 - **Копировать сигнал в генер. сигналов 2/1** – установка других параметров вывода генератора сигналов аналогично параметрам этого вывода генератора сигналов, но форма каждого из этих выводов может быть инвертирована.

Не все формы сигналов доступны для отслеживания частоты. Когда включен параметр **Отслеживание** или **Отслеживание частоты**, диапазоны значений другого сигнала генератора будут ограничены в зависимости от этого сигнала генератора.

Когда включено отслеживание, регулировки отслеживаемых настроек другого генератора сигналов становятся недоступными (затененными).



18 Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)

- Сохранение настроек, изображений экрана или данных [341](#)
- Отправка настроек, изображений экрана или данных по электронной почте [352](#)
- Восстановление файлов настройки, маски или данных [353](#)
- Восстановление настроек по умолчанию [356](#)
- Выполнение безопасной очистки [356](#)

Настройки осциллографа, опорные сигналы и файлы маски можно сохранить во внутренней памяти устройства или на USB-накопителе для последующего восстановления. Можно также восстановить заводские настройки по умолчанию.

Сохранять изображения экранов осциллографа на USB-накопителе можно в формате BMP или PNG.

Собранные данные сигналов можно сохранять на USB-накопителе в файле со значениями, разделенными запятыми (CSV), а также в формате ASCII XY и двоичном формате (BIN).

Любой файл, который можно сохранить на носителе USB, можно также отправлять по сети с помощью электронной почты.

Также имеется команда безопасной очистки всей энергонезависимой внутренней памяти осциллографа.

Сохранение настроек, изображений экрана или данных

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.



- 2 В меню сохранения/вызова нажмите кнопку **Сохранение**.
- 3 В меню сохранения осциллограммы и настройки нажмите кнопку **Формат** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать тип файла, который нужно сохранить.
 - **Настройка (*.scr)** – строчная развертка, чувствительность по вертикали, режим запуска, уровень запуска, измерения, курсоры и настройки математических функций, определяющие параметры выполнения конкретного измерения. См. "[Сохранение файлов настройки](#)" на странице 344.
 - **8-битное растровое изображение (*.bmp)** – полное изображение экрана в растровом формате с упрощенной (8-битной) цветовой схемой. См. "[Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG](#)" на странице 344.
 - **24-битное растровое изображение (*.bmp)** – полное изображение экрана в растровом формате с 24-битной цветовой схемой. См. "[Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG](#)" на странице 344.
 - **24-битное изображение (*.png)** – полное изображение экрана в формате PNG с 24-битной цветовой схемой, с использованием обратимого сжатия. Размер файлов значительно меньше по сравнению с форматом BMP. См. "[Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG](#)" на странице 344.
 - **Данные CSV (*.csv)** – сохранение сигналов всех отображаемых каналов и математических функций в файле со значениями, разделенными запятыми. Этот формат подходит для анализа электронных таблиц. См. "[Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN](#)" на странице 345.
 - **Данные ASCII XY (*.csv)** – сохранение сигналов каждого отображаемого канала в отдельном файле со значениями, разделенными запятыми. Этот формат также подходит для электронных таблиц. См. "[Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN](#)" на странице 345.
 - **Двоичные данные (*.bin)** – двоичный файл с заголовком и данными в виде пар "время-напряжение". Этот файл значительно меньше файла данных ASCII XY. См. "[Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN](#)" на странице 345.

- **Данные Lister (*.csv)** – это файл формата CSV, содержащий сведения о строке последовательного декодирования, столбцы в котором разделяются запятыми. См. "[Сохранение файлов данных Lister](#)" на странице 348.
- **Данные опорного сигнала (*.h5)** – сохранение данных сигнала в формате, который можно восстановить в одном из файлов, где хранятся опорные сигналы осциллографа. См. "[Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель](#)" на странице 349.
- **Данные многоканальной формы сигнала (*.h5)** – сохранение данных формы сигнала нескольких каналов в формате, который поддерживается программным обеспечением для анализа осциллографа InfiniiView N8900A. Из файла данных многоканальной формы сигнала можно восстанавливать первый аналоговый или математический канал.
- **Маска (*.msk)** – создание файла маски в закрытом формате Agilent, распознаваемом осциллографом Agilent InfiniiVision. В файле данных маски содержатся некоторые, но не все данные настройки осциллографа. Для сохранения всех данных настройки, включая файл данных маски, выберите формат настройки (*.scr). См. "[Сохранение маски](#)" на странице 349.
- **Данные произвольного сигнала (*.csv)** – создание файла со значениями, разделенными запятыми, произвольных точек времени сигнала и напряжения. См. "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 350.
- **Данные гармоник мощности (*.csv)** – при наличии лицензии приложения анализа мощности DSOX4PWR создается файл со значениями, разделенными запятыми, для текущих результатов анализа мощности гармоник. Для получения дополнительной информации см. *Руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности DSOX4PWR*.
- **Качество сигнала USB (*.html и *.bmp)** – если приложение для анализа качества сигнала USB 2.0 DSOX4USBSQ используется по лицензии, этот параметр позволяет сохранять информацию о результатах тестирования, включая графики формы сигнала и изображения глазковой диаграммы. Для получения дополнительной информации см. *руководство Примечания к электрическим испытаниям приложения для анализа качества сигнала USB 2.0 DSOX4USBSQ*.

Для сохранения настроек, изображений экрана или данных можно настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

Сохранение файлов настройки

Файлы настройки можно сохранить в одну из 10 внутренних папок каталога \Agilent Flash или на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите **Настройка (*.scr)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Файлы настройки имеют расширение SCP. Эти расширения отображаются при использовании меню "Диспетчер файлов" (см. раздел "[Диспетчер файлов](#)" на странице 369), но при использовании меню вызова они скрыты.

Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG

Файлы изображений можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **8-битное растровое изображение (*.bmp)**, **24-битное растровое изображение (*.bmp)** или **24-битное изображение (*.png)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**.

В меню "Настройки файла" доступны следующие программные кнопки и параметры.

- **Данные настройки** — если этот параметр включен, данные настройки (настройки развертки, отклонения, запуска, сбора данных, математических функций, отображения) будут также сохранены в отдельный файл с расширением TXT.
- **Инверт коорд сетки** - координатная сетка в файле изображения имеет белый фон, а не черный, который отображается на экране.
- **Палитра** — с помощью этого параметра можно выбрать изображения с параметром **Цвет** или **Шкала серого**.

4 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

ЗАМЕЧАНИЕ

При сохранении изображений экрана меню осциллограф сохраняет изображение, открытое последним перед нажатием кнопки [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**. Благодаря этому пользователь может сохранить любую необходимую информацию, относящуюся к области меню программной кнопки.

Для сохранения изображения экрана, в верхней части которого отображается меню сохранения/вызова, нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов** дважды, прежде чем сохранить изображение.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы сохранить изображение экрана осциллографа, используйте веб-браузер. Подробные сведения см. в разделе "**Получение изображения**" на странице 398.

См. также • "**Добавление пояснения**" на странице 176

Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN

Файлы данных можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов** > **Сохранение** > **Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Данные CSV (*.csv)**, **Данные ASCII XY (*.csv)** или **Двоичные данные (*.bin)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**.

В меню "Настройки файла" доступны следующие программные кнопки и параметры.

- **Данные настройки** — если этот параметр включен, данные настройки осциллографа (развертка, отклонение, запуск, цикл сбора, математические функции, отображение) будут также сохранены в отдельный файл с расширением TXT.
- **Длина** — задает число точек данных, выводимых в файл. Дополнительные сведения см. в разделе "[Управление длиной](#)" на странице 347.
- **Сохранить сегмент** — при сохранении получаемых данных в сегментированную память можно указать, требуется ли сохранить текущий отображаемый сегмент или все полученные сегменты. (См. также "[Сохранение данных сегментированной памяти](#)" на странице 253).

4 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Данные CSV

При выборе формата для файла данных CSV (*.csv) значения, разделенные запятыми, каждого отображаемого сигнала и модуля цифрового канала сохраняются в одном файле с несколькими столбцами. Математические сигналы FFT, значения которых входят в частотную область, добавляются в конец файла .csv. В качестве заголовков столбцов используются названия модулей (например, D0-D7) или метки сигнала. Этот формат подходит для анализа электронных таблиц.

Для данных CSV измерения значения в момент времени при длине N выполняются с использованием данных на всем экране (с помощью данных записей измерений) для каждого активного источника. При необходимости можно выполнить интерполяцию между точками данных записей измерений.

Данные ASCII XY

Когда выбран формат файла данных ASCII XY (*.csv), сохраняются файлы со значениями, разделенными запятыми, для каждого отображаемого сигнала, модуль цифрового канала, цифровая шина и последовательная шина. При использовании цифровых модулей к указанному имени файла добавляется символ нижнего подчеркивания (_) и имя модуля (например, D0-D7).

Если цикл сбора на осциллографе остановлен, можно сохранить данные из необработанной записи полученных данных (содержит больше точек, чем запись измерения). Нажмите кнопку **[Single]** **Однократный запуск** для получения максимального объема данных при текущих настройках. Если параметр включен, то сохраняются данные последовательного декодирования.

Если необходимо сохранить меньше максимального числа точек данных, необходимо выполнить децимацию по формуле 1-из-N для получения вывода, длина которого меньше или равна необходимой длине. Например, если имеется 100 000 точек данных и пользователь указывает длину, равную 2000, будет сохраняться каждая 50-я точка данных.

- См. также**
- "Формат двоичных данных (.bin)" на странице 417
 - "Файлы CSV и ASCII XY" на странице 424
 - "Минимальное и максимальное значения в файлах CSV" на странице 425

Управление длиной

Параметр **Длина** доступен при сохранении данных в файлах формата CSV, ASCII XY или BIN. Он определяет число точек данных, выводимых в сохраняемый файл. Сохраняются только отображаемые точки данных.

Когда включен параметр **Макс. длина**, сохраняется максимальное число точек данных сигнала.

Максимальное число точек данных зависит от следующих моментов.

- Выполнение сбора данных. Если цикл сбора остановлен, данные поступают из необработанной записи полученных данных. Если цикл сбора выполняется, данные поступают из записи измерения меньшего размера.
- Останов осциллографа с помощью кнопок **[Stop] Стоп** или **[Single] Однократный запуск**. Во время циклов сбора память разделяется для повышения скорости обновления сигнала. При одиночном цикле сбора используется полный объем памяти.
- Включение только одного канала из пары. (Каналы 1 и 2 представляют одну пару, каналы 3 и 4 – другую). Память осциллографа делится между каналами пары.

18 Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)

- Включение опорных сигналов. Для отображения опорных сигналов требуется память осциллографа.
- Включение цифровых каналов. Для отображения цифровых каналов требуется память осциллографа.
- Включение функции сегментированной памяти. Память осциллографа разделяется по числу сегментов.
- Настройка времени/деления развертки (скорость развертки). При настройках более высокой скорости на экране отображается меньше точек данных.
- При сохранении данных в файл формата CSV предельное число точек составляет 64 000.

При необходимости функция контроля длины выполняет прореживание данных по схеме "1 из n". Например, если для параметра **Длина** задано значение 1000 и отображается сигнал длиной 5000 точек, четыре из каждых пяти точек будут удалены для записи в файл 1000 точек данных.

Скорость сохранения данных сигналов зависит от выбранного формата.

Формат файла данных	Скорость сохранения
BIN	самая высокая
ASCII XY	средняя
CSV	самая низкая

- См. также**
- "Формат двоичных данных (.bin)" на странице 417
 - "Файлы CSV и ASCII XY" на странице 424
 - "Минимальное и максимальное значения в файлах CSV" на странице 425

Сохранение файлов данных Lister

Файлы данных Lister можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов > Сохранение > Форматы** поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Файл данных Lister**.

- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "Навигация по местам сохранения" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**.
В меню "Настройки файла" доступны следующие программные кнопки и параметры.
 - **Данные настройки** — если этот параметр включен, данные настройки осциллографа (развертка, отклонение, запуск, цикл сбора, математические функции, отображение) будут также сохранены в отдельный файл с расширением TXT.
- 4 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 2 В меню сохранения/вызова нажмите программную кнопку **Сохранение**.
- 3 В меню сохранения/вызова нажмите программную кнопку **Формат** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Данные опорного сигнала (*.h5)**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.
- 5 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "Навигация по местам сохранения" на странице 350.
- 6 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Сохранение маски

Файлы данных маски можно сохранить в одну из четырех внутренних папок каталога \Agilent Flash или на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов** > **Сохранение** > **Формати** поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Маска (*.msk)**.

2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 350.

3 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Файлы маски имеют расширение MSK.

ЗАМЕЧАНИЕ

Данные маски также сохраняются в файлах настройки. См. "[Сохранение файлов настройки](#)" на странице 344.

См. также • [Глава 15](#), "Тестирование по маске," на стр. 299

Сохранение произвольных сигналов

Файлы произвольных сигналов можно сохранить в одну из четырех внутренних папок каталога \Agilent Flash или на внешний USB-накопитель.

1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите **Данные произвольного сигнала (*.csv)**.

2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 350.

3 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

См. также • "[Редактирование произвольных сигналов](#)" на странице 322

Навигация по местам сохранения

При сохранении или вызове файлов для навигации по местам сохранения используются вторая программная кнопка меню сохранения или вызова и ручка ввода. Местами сохранения могут

быть внутренними местами сохранения осциллографа (для файлов настройки или маски) или внешними местами сохранения на подключенном USB-накопителе.

Вторая программная кнопка может быть обозначена следующим образом.

- **Нажать для перехода** — при этом для перехода к новой папке или месту хранения достаточно нажать ручку ввода.
- **Место** — если выполнен переход к месту текущей папки (а сохранения файлов не выполняется).
- **Сохранить в** — когда есть возможность сохранения в выбранное место.
- **Загрузить из** — когда есть возможность загрузки данных из выбранного файла.

Сохранение файлов

- Предлагаемое имя файла отображается в строке **Сохранить в файл =** над программными кнопками.
- Для перезаписи уже существующего файла перейдите к этому файлу и выберите его. Чтобы создать новое имя файла, см. раздел "[Ввод имени файла](#)" на странице 351.

Ввод имени файла

Создание нового имени файла при сохранении последнего на USB-накопителе

- 1 Нажмите программную кнопку **Имя файла** в меню сохранения.

Для активации данной программной кнопки следует подключить к осциллографу USB-накопитель.

- 2 В меню имени файла нажмите программную кнопку **Имя файла**.

- 3 В диалоговом окне с клавиатурой "Имя файла" можно ввести имена файлов, используя следующие элементы управления.

- Сенсорный экран (когда горит индикатор кнопки **[Touch] Сенсорное управление** на лицевой панели).
- Ручка ввода . Поверните ручку, чтобы выбрать кнопку в диалоговом окне, затем нажмите ручку ввода  для осуществления ввода.

- Подключенная клавиатура USB.
 - Подключенная мышь USB – можно щелкнуть любой доступный для выбора элемент на экране.
- 4 После ввода имени файла нажмите кнопку Enter или ОК в диалоговом окне или снова нажмите программную кнопку **Имя файла**.
- На программной кнопке отобразится имя файла.
- 5 Если доступна кнопка **Приращение**, то ее можно использовать для активации или деактивации автоматического приращения имен файлов. При автоматическом приращении к имени файла добавляется числовой индекс и с каждым удачным сохранением к нему прибавляется единица. Если имя файла достигает максимальной длины, то оно будет соответствующим образом укорочено, чтобы помещалась числовая часть имени.

Отправка настроек, изображений экрана или данных по электронной почте

Файлы осциллографа можно отправлять по сети с помощью электронной почты. По электронной почте можно отправить любой файл, который может быть сохранен.

Чтобы отправить по электронной почте настройку, изображение экрана или файл данных, выполните следующее:

- 1 Убедитесь в том, что осциллограф подключен к локальной сети (см. "[Установка соединения с сетью LAN](#)" на странице 367).
- 2 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 3 В меню сохранения/вызова нажмите кнопку **Эл. почта**.
- 4 В меню для электронной почты нажмите **Формат**; затем выберите тип файла, который необходимо отправить.

Для выбора доступны те же форматы, что и при сохранении файлов. Также для выбранного формата доступны такие же настройки. См. "[Сохранение настроек, изображений экрана или данных](#)" на странице 341.

- 5 Нажмите программную кнопку **Имя вложения** и введите имя файла, который будет отправлен, используя клавиатуру в отдельном диалоговом окне.
- 6 В диалоговом окне настройки электронного сообщения коснитесь полей **Кому**, **От**, **Сервер** и **Тема** и введите соответствующую информацию, используя клавиатуру в отдельном диалоговом окне.

Эту информацию также можно указать, нажав программную кнопку **Настр.сообщ.**, а затем **Кому**, **От**, **Сервер** и **Тема** в **Меню настр. сообщ.**

Можно указать несколько адресов электронной почты, разделив их точкой с запятой.

Имя сервера – это имя используемого почтового сервера, на котором используется протокол SMTP. Если имя сервера неизвестно, обратитесь к сетевому администратору.

- 7 Нажмите программную кнопку **Нажмите для отправки сообщения**.

Для отправки по электронной почте настроек, изображений экрана или данных можно также настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

Восстановление файлов настройки, маски или данных

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов**.
- 2 В меню сохранения/вызова нажмите кнопку **Вызов**.
- 3 В меню вызова нажмите кнопку **Вызов:**, затем с помощью ручки ввода выберите тип файла, который требуется восстановить.
 - **Настройка (*.scr)** – см. "[Восстановление файлов настройки](#)" на странице 354.
 - **Маска (*.msk)** – см. "[Восстановление файлов маски](#)" на странице 354.
 - **Данные опорного сигнала (*.h5)** – см. "[Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя](#)" на странице 355.
 - **Данные произвольного сигнала (*.csv)** – см. "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 355.

Файлы настройки или маски также можно восстановить, загрузив их с помощью диспетчера файлов. См. "Диспетчер файлов" на странице 369.

Можно также настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие** для восстановления файлов настройки, маски и опорных сигналов. См. "Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие"" на странице 385.

Восстановление файлов настройки

Файлы настройки можно восстановить из одной из 10 внутренних папок каталога \Agilent Flash или с внешнего USB-накопителя.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов > Вызов > Вызов:**, затем с помощью ручки ввода выберите **Настройка (*.scr)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется вызвать. См. "Навигация по местам сохранения" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.

Отобразится сообщение, указывающее на то, успешно ли выполнено восстановление.

- 4 Если требуется удалить с экрана все данные, нажмите кнопку **Очистить дисплей**.

Восстановление файлов маски

Файлы маски можно восстановить из одной из четырех внутренних папок каталога \Agilent Flash или с внешнего USB-накопителя.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/вызов > Вызов > Вызов:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Маска (*.msk)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется вызвать. См. "Навигация по местам сохранения" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.

Отобразится сообщение, указывающее на то, успешно ли выполнено восстановление.

- 4 Если требуется удалить с экрана все данные или восстановленные данные маски, нажмите кнопку **Очистить дисплей** или **Удалить маску**.

Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 2 В меню сохранения/вызова нажмите программную кнопку **Вызов**.
- 3 В меню вызова нажмите программную кнопку **Вызов** и с помощью ручки ввода выберите **Данные опорного сигнала (*.h5)**.
- 4 Нажмите программную кнопку **К опорн:** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.
- 5 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется вызвать. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 350.
- 6 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.
Отобразится сообщение, указывающее на то, успешно ли выполнено восстановление.
- 7 Если требуется удалить с экрана все данные, за исключением опорного сигнала, нажмите кнопку **Очистить дисплей**.

Восстановление произвольных сигналов

Файлы произвольных сигналов можно восстановить из одной из четырех внутренних папок каталога \Agilent Flash или с внешнего USB-накопителя.

При восстановлении произвольных сигналов (с внешнего USB-накопителя), которые не были сохранены с осциллографа, не забывайте про следующее.

- Если файл содержит два столбца, автоматически будет выбран второй столбец.
- Если файл содержит более двух столбцов, отобразится запрос на выбор столбца для загрузки. Осциллограф может проанализировать не более пяти столбцов; прочие столбцы будут проигнорированы.
- Осциллограф использует не более 8192 точек для произвольного сигнала. Для более эффективного восстановления убедитесь, что произвольный сигнал содержит 8192 точек или менее.

Восстановление произвольных сигналов.

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов** > **Вызов** > **Вызов:**, затем с помощью ручки ввода выберите **Данные произвольного сигнала (*.csv)**.

18 Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)

- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется вызвать. См. "Навигация по местам сохранения" на странице 350.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.
Отобразится сообщение, указывающее на то, успешно ли выполнено восстановление.
- 4 Если требуется удалить с экрана все данные, нажмите кнопку **Очистить дисплей**.

См. также • "Редактирование произвольных сигналов" на странице 322

Восстановление настроек по умолчанию

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 2 В меню сохранения/вызова нажмите кнопку **По умолчанию/удалить**.
- 3 В меню "По умолчанию" нажмите одну из следующих программных кнопок.

- **Настр. по умолчанию**— восстанавливает настройки осциллографа по умолчанию. Эффект тот же, что и при нажатии кнопки [**Default Setup**] **Настр. по умолчанию** на лицевой панели. См. "Восстановление настроек осциллографа по умолчанию" на странице 33.

При восстановлении настройки по умолчанию некоторые пользовательские настройки не изменяются.

- **Заводская настройка**— восстанавливает заводские настройки осциллографа по умолчанию.

Такое восстановление следует подтвердить, поскольку в этом случае пользовательские настройки не сохраняются.

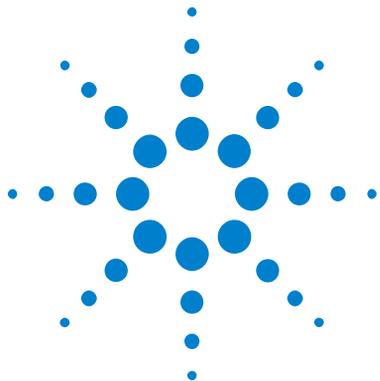
Выполнение безопасной очистки

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/вызов**.
- 2 В меню сохранения/вызова нажмите кнопку **По умолчанию/удалить**.
- 3 В меню "По умолчанию" нажмите кнопку **Безопасная очистка**.

Эта программная кнопка позволяет выполнить безопасную очистку всей энергонезависимой памяти, согласно требованиям главы 8 руководства по применению национальной программы обеспечения секретности на промышленных предприятиях (NISPOM).

Необходимо подтвердить безопасную очистку. По завершении безопасной очистки осциллограф будет перезагружен.

18 Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные)



19 Печать (экранов)

- Печать экрана осциллографа 359
- Настройка подключения сетевого принтера 361
- Установка значений параметров печати 362
- Установка значения параметра "Палитра" 363

При использовании соединения LAN можно распечатать все элементы экрана, включая строку состояния и программные кнопки, с помощью USB-принтера или сетевого принтера.

При нажатии кнопки **[Print] Печать** отображается меню настройки печати. Пока принтер не подключен, программные кнопки параметров печати и кнопка **Нажмите для печати** затенены (недоступны).

Печать экрана осциллографа

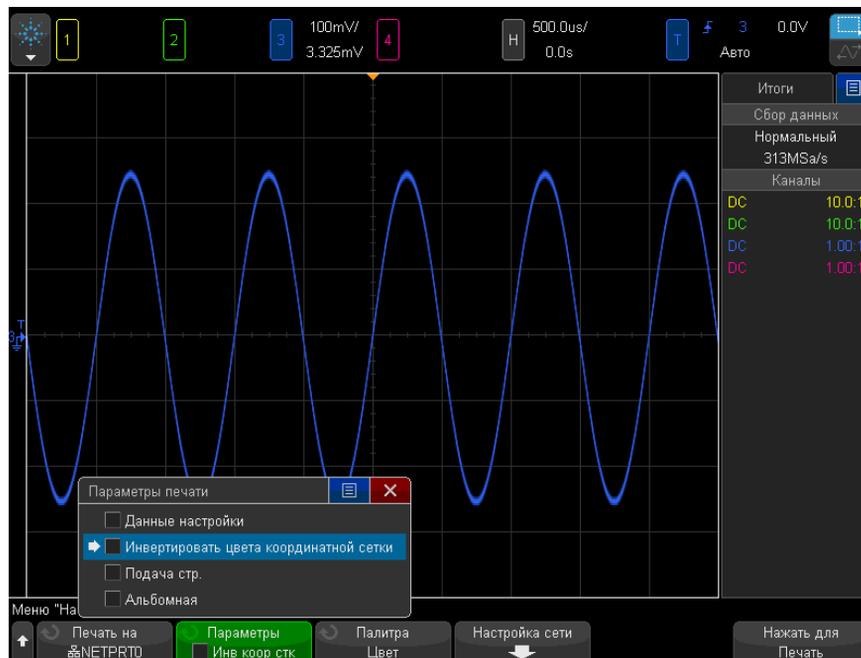
- 1 Подключите принтер. Можно выполнить следующее.
 - Подключите USB-принтер к одному из портов USB лицевой панели или к прямоугольному основному порту USB на задней панели.

Обновленный список принтеров, совместимых с осциллографами InfiniiVision, доступен на веб-сайте "www.agilent.com/find/InfiniiVision-printers".
 - Настройте подключение сетевого принтера. См. "[Настройка подключения сетевого принтера](#)" на странице 361.
- 2 Нажмите кнопку **[Print] Печать** на лицевой панели.



19 Печать (экранов)

- 3 В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Печать на**, затем с помощью ручки ввода выберите нужный принтер.
- 4 Нажмите программную кнопку **Параметры** для выбора параметров печати.



См. ["Установка значений параметров печати"](#) на странице 362.

- 5 Нажмите программную кнопку **Палитра** для выбора палитры. См. ["Установка значения параметра "Палитра""](#) на странице 363.
- 6 Нажмите программную кнопку **Нажмите для печати**.

Чтобы прервать процесс печати, нажмите программную кнопку **Отмена печати**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Осциллограф распечатает меню, открытое последним до нажатия кнопки **[Print] Печать**. Поэтому, если до нажатия кнопки **[Print] Печать** на экране отображаются результаты измерений (например, амплитуды, частоты и т. д.), они будут распечатаны.

Для печати экрана, в нижней части которого отображается меню настройки печати, нажмите кнопку **[Print] Печать** два раза, затем нажмите программную кнопку **Нажмите для печати**.

Для печати экрана можно также настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "[Настройка кнопки "\[Quick Action\] Быстрое действие"](#)" на странице 385.

См. также • "[Добавление пояснения](#)" на странице 176

Настройка подключения сетевого принтера

Если осциллограф подключен к локальной сети, можно настроить подключение сетевого принтера.

Сетевой принтер – это принтер, подключенный к компьютеру или серверу печати в сети.

- 1 Нажмите кнопку **[Print] Печать** на лицевой панели.
- 2 В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Печать на**, затем с помощью ручки ввода выберите сетевой принтер, который требуется настроить (0 или 1).
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка сети**.
- 4 В меню настройки сетевого принтера выполните следующее.
 - a Нажмите программную кнопку **Адрес**.
 - b В диалоговом окне с клавиатурой "Адрес" можно ввести текст, используя следующие элементы управления.
 - Сенсорный экран (когда горит индикатор кнопки **[Touch] Сенсорное управление** на лицевой панели).
 - Ручка ввода  . Поверните ручку, чтобы выбрать кнопку в диалоговом окне, затем нажмите ручку ввода  для осуществления ввода.

- Подключенная клавиатура USB.
- Подключенная мышь USB – можно щелкнуть любой доступный для выбора элемент на экране.

Адрес – это адрес принтера или сервера принтера в одном из следующих форматов.

- IP-адрес сетевого принтера (например: 192.168.1.100 или 192.168.1.100:650). Дополнительно после двоеточия можно указать нестандартный номер порта.
- IP-адрес сервера принтера, после которого добавлен путь к принтеру (например: 192.168.1.100/printers/имя-принтера или 192.168.1.100:650/printers/имя-принтера).
- Путь к общему сетевому принтеру Windows (например: \\server\share).

- c** После ввода текста нажмите кнопку Enter или ОК в диалоговом окне или снова нажмите программную кнопку **Адрес**.

На программной кнопке отобразится адрес.

- d** Если **Адрес** является адресом общего сетевого принтера Windows, отображаются следующие программные кнопки, которые позволяют выполнить дополнительные настройки.

- **Домен** – это имя домена сети Windows.
- **Имя пользователя** – это имя для входа в домен сети Windows.
- **Пароль** – это пароль для входа в домен сети Windows.

Чтобы удалить введенный пароль, нажмите кнопку удаления в диалоговом окне ввода пароля с клавиатурой.

- e** Нажмите программную кнопку **Применить**, чтобы установить подключение к принтеру.

Отобразится сообщение, указывающее на то, успешно ли установлено подключение.

Установка значений параметров печати

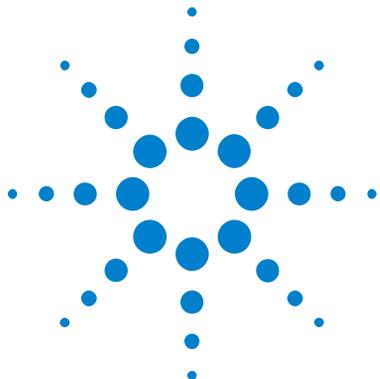
В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Параметры**, чтобы изменить значения следующих параметров.

- **Данные настройки** — печать данных настройки осциллографа, включая настройки развертки, отклонения, запуска, сбора данных, математических функций, отображения.
- **Инвертировать цвета координатной сетки** — изменение черного фона на белый для экономии черных чернил при печати изображений осциллографа. Режим **Инвертировать цвета координатной сетки** установлен по умолчанию.
- **Подача страницы** — отправка команды подачи страницы на принтер после печати изображения сигнала и перед печатью данных настройки. Установите для параметра **Подача страницы** значение выключения, если требуется напечатать данные настройки и изображение сигнала на одном и том же листе. Этот параметр активен, только если выбран параметр **Данные настройки**. Если данные настройки невозможно напечатать на одной странице с изображением сигнала, они будут напечатаны на новой странице, независимо от того, какое значение установлено для параметра **Подача страницы**.
- **Альбомная** — печать на странице, расположенной горизонтально, а не вертикально (книжная ориентация).

Установка значения параметра "Палитра"

В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Палитра**, чтобы изменить значения следующих параметров.

- **Цвет** — печать экрана в цвете.
- **Шкала серого** — печать экрана в оттенках серого, а не в цвете.



20 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода/вывода	365
Настройка подключения осциллографа к сети LAN	366
Диспетчер файлов	369
Настройка параметров осциллографа	371
Настройка часов осциллографа	375
Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели	376
Настройка режима опорного сигнала	376
Выполнение обслуживания	379
Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие"	385

В этой главе описываются функции утилит осциллографа.

Настройки интерфейса ввода/вывода

Доступ к осциллографу или управление им можно осуществлять дистанционно с помощью следующих интерфейсов ввода/вывода:

- порт устройства USB на задней панели (порт USB прямоугольной формы);
- интерфейс LAN на задней панели.

Настройка интерфейсов ввода/вывода

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Utility] Утилиты**.
- 2 В меню "Утилиты" нажмите кнопку **Ввод/вывод**.
- 3 В меню "Ввод-вывод" нажмите кнопку **Настроить**.



- **LAN** — если имеется подключение к локальной сети, то с помощью программных кнопок **Параметры LAN** и **Сброс LAN** можно настроить интерфейс LAN. См. "[Настройка подключения осциллографа к сети LAN](#)" на странице 366.
- Выполнять настройку интерфейса USB не требуется.

При установленном интерфейсе ввода/вывода постоянно включено удаленное управление этим интерфейсом. Кроме того, управление осциллографом может одновременно осуществляться посредством нескольких интерфейсов ввода-вывода (например, USB и LAN).

- См. также**
- [Глава 21](#), “Веб-интерфейс,” на стр. 387 (когда осциллограф подключен к сети LAN).
 - "[Дистанционное программирование через веб-интерфейс](#)" на странице 393
 - *Руководство программиста осциллографа.*
 - "[Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries](#)" на странице 394

Настройка подключения осциллографа к сети LAN

Используя порт LAN на задней панели, осциллограф можно подключить к сети и настроить его подключение к сети LAN. После этого можно настроить и использовать сетевые принтеры или пользоваться веб-интерфейсом осциллографа или управлять им удаленно через интерфейс LAN.

Осциллограф поддерживает функции автоматической или ручной настройки соединения LAN (см. раздел "[Установка соединения с сетью LAN](#)" на странице 367). Можно настроить и прямое соединение LAN между осциллографом и ПК (см. раздел "[Автономное \(прямое\) подключение к ПК](#)" на странице 368).

После настройки осциллографа в сети с помощью веб-страницы осциллографа можно просмотреть или изменить его сетевые настройки, а также дополнительные параметры (например, сетевой пароль). См. [Глава 21](#), “Веб-интерфейс,” на стр. 387.

ЗАМЕЧАНИЕ

После подключения осциллографа к сети LAN полезно ограничить доступ к нему, задав пароль. По умолчанию он не защищен паролем. Чтобы задать пароль, см. раздел "[Установка пароля](#)" на странице 401.

ЗАМЕЧАНИЕ

Всякий раз при изменении имени хост-системы осциллографа соединение между ним и сетью LAN прерывается. Для восстановления этого соединения следует использовать новое имя хост-системы прибора.

Установка соединения с сетью LAN

Автоматическая настройка

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы применить настройку.

Если сеть поддерживает протокол DHCP или AutoIP, то применение параметра **Автоматически** позволяет использовать эти услуги для получения настроек LAN осциллографа.

- 4 Если сеть поддерживает динамический DNS, то можно включить функцию **Динамический DNS** для регистрации имени хост-системы осциллографа с использованием разрешения имен DNS-сервера.
- 5 Для разрешения имен в небольших сетях без традиционного DNS-сервера можно включить функцию **Широковещание DNS**, позволяющую осциллографу использовать многоадресную систему DNS.
- 6 Подключите осциллограф к локальной сети (LAN), подсоединив кабель локальной сети к порту LAN, находящемуся на задней панели прибора.

Через несколько секунд осциллограф автоматически подключится к сети.

Если автоматического подключения осциллографа к сети не происходит, то нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод > Сброс LAN**. Осциллограф подключится к сети через несколько секунд.

- Настройка
вручную**
- 1 Получите у сетевого администратора сетевые настройки осциллографа (как то: имя хост-системы, IP-адрес, маска подсети, IP-адрес шлюза, IP-адрес DNS и т. д.).
 - 2 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод.**
 - 3 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN.**
 - 4 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы его отключить.

Если параметр "Автоматически" не включен, то настройку LAN осциллографа следует выполнить вручную с помощью программных кнопок **Изменить** и **Имя хоста.**

- 5 Настройте интерфейс LAN осциллографа.
 - a С помощью программной кнопки **Изменить** (а также других программных кнопок и диалоговых окон с клавиатурой) введите значения IP-адреса, маски подсети, IP-адреса шлюза и IP-адреса DNS.
 - b Нажмите программную кнопку **Имя хоста** и используйте диалоговое окно ввода с клавиатурой, чтобы ввести имя хоста.
 - c Нажмите программную кнопку **Применить.**
- 6 Подключите осциллограф к локальной сети (LAN), подсоединив кабель локальной сети к порту LAN, находящемуся на задней панели прибора.

Автономное (прямое) подключение к ПК

Далее описывается процедура установки прямого (автономного) соединения с осциллографом. Оно применяется для управления осциллографом с помощью ноутбука или автономного компьютера.

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод.**
- 2 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы применить настройку.

Если сеть поддерживает протокол DHCP или AutoIP, то применение параметра **Автоматически** позволяет использовать эти услуги для получения настроек LAN осциллографа.

- 4 Подключите ПК к осциллографу с помощью кроссоверного кабеля LAN, такого, как кабель Agilent № 5061-0701 – см. на веб-сайте по адресу "www.parts.agilent.com".
- 5 Выключите осциллограф и включите его снова. Подождите, пока настроится соединение LAN.
 - Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод** и подождите, пока не отобразится состояние LAN "настроено".

Это может занять несколько минут.

Прибор подключен, и можно воспользоваться его веб-интерфейсом или управлять им по сети LAN.

Диспетчер файлов

Диспетчер файлов обеспечивает навигацию по внутренней файловой системе осциллографа и файловым системам USB-накопителей.

Из внутренней файловой системы можно загружать файлы настроек осциллографа или файлы маски.

С подключенного USB-накопителя можно загружать файлы настройки, файлы маски, файлы лицензии, файлы обновления микропрограмм (*.agx), файлы метки и т. д. Кроме того, с подключенного USB-накопителя можно удалять файлы.

ЗАМЕЧАНИЕ

Порт USB на лицевой панели и порт USB на задней панели, обозначенный как HOST – это последовательные USB разъемы типа A. Именно к этим разъемам можно подключать USB-накопители и принтеры.

Квадратный разъем на задней панели, обозначенный как DEVICE, обеспечивает управление осциллографом по USB. Подробнее см. *Руководство программиста*.

Внутренняя файловая система осциллографа, находящаяся в директории "\Agilent Flash", состоит из 10 мест хранения файлов настройки устройства, четырех мест хранения файлов маски и четырех мест хранения файлов сигналов произвольной формы.

Использование диспетчера файлов

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Диспетчер файлов**.

- 2 Нажмите первую программную кнопку меню "Диспетчер файлов" и используйте для прокрутки кнопку ввода.



Первая программная кнопка может быть обозначена следующим образом.

- **Нажать для перехода** — при переходе к новой папке или месту хранения достаточно нажать ручку ввода.
- **Место** — при выделении выбранного каталога.
- **Выбрано** — при выделении файла, который можно загрузить или удалить.

Когда появится такое обозначение, для выполнения соответствующего действия можно нажать программные кнопки **Загрузить файл** или **Удалить файл**.

Нажатие программной кнопки **Загрузить файл** равнозначно нажатию ручки ввода.

Восстановить на осциллографе файл, удаленный с USB-накопителя, невозможно.

Для создания каталогов на USB-накопителе воспользуйтесь компьютером.

USB-накопители С осциллографом совместимо большинство USB-накопителей. Однако некоторые устройства могут не поддерживаться, что делает их чтение и запись на них невозможной.

Когда USB-накопитель подключен к переднему или заднему порту USB осциллографа, при чтении его на дисплее может ненадолго отобразиться небольшой значок в виде четырехцветного кружка.

Перед отключением USB-накопителя извлекать его не требуется. Просто убедитесь, что запущенная операция выполнена, и отключите устройство от порта USB осциллографа.

Не следует подключать устройства USB, определяемые как оборудование типа "CD", так как эти устройства не совместимы с осциллографами InfiniiVision серии X.

Если к осциллографу подключено два USB-накопителя, то первое обозначается, как "\usb", а второе – как "\usb2".

См. также

- [Глава 18](#), “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341

Настройка параметров осциллографа

В меню пользовательских настроек (доступ к которому можно получить, нажав кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Настройки**) можно настроить значения параметров осциллографа.

- ["Расширение по центру или по нижнему уровню"](#) на странице 372
- ["Отключение/включение прозрачных фонов"](#) на странице 372
- ["Загрузка библиотеки меток по умолчанию"](#) на странице 372
- ["Настройка экранной заставки"](#) на странице 373
- ["Установка параметров настройки автомасштаба"](#) на странице 374

Расширение по центру или по нижнему уровню

При изменении настроек вольт/деления канала можно настроить расширение экрана с изображением формы сигнала по нижнему уровню или по центру.

Установка контрольной точки расширения сигнала

1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Настройки > Раскрыть** и выберите один из следующих параметров.

- **Заземление**— отображение формы сигнала будет расширено от положения нижнего уровня канала. Это настройка по умолчанию.

Нижний уровень сигнала определяется по положению значка (↔) в крайней левой части экрана.

При настройке чувствительности по вертикали (вольты/деления) нижний уровень не будет смещаться.

Если нижний уровень выходит за пределы экрана, форма сигнала будет расширена по верхнему или от нижнему краю экрана, в зависимости от того, в какой части нижний уровень выходит за его пределы.

- **Центр**— отображение формы сигнала будет расширено по центру экрана.

Отключение/включение прозрачных фонов

Имеется параметр, в зависимости от значения которого при отображении измерений, статистики, информации об опорном сигнале и другой текстовой информации будет использоваться прозрачный или сплошной фон.

1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Настройки**.

2 Нажмите кнопку **Прозрачный** для переключения между прозрачным или сплошным фоном отображения текста.

Загрузка библиотеки меток по умолчанию

См. "Восстановление заводских настроек по умолчанию для библиотеки меток" на странице 176.

Настройка экранной заставки

Можно настроить включение экранной заставки осциллографа по истечении определенного периода времени, на протяжении которого осциллограф находился в состоянии бездействия.

- 1 Нажмите кнопку [Utility] Утилиты > Параметры > Настройки > **Экранная заставка** для отображения меню экранной заставки.



- 2 Нажмите программную кнопку **Экранная заставка**, чтобы выбрать тип экранной заставки.

Для экранной заставки можно установить значение **Выкл.** для отображения любого изображения в списке или строки пользовательского текста.

Если выбран параметр **Пользователь**.



- a Нажмите программную кнопку **Текст**.
- b В диалоговом окне с клавиатурой "Текст" можно ввести текст, используя следующие элементы управления.
 - Сенсорный экран (когда горит индикатор кнопки [Touch] **Сенсорное управление** на лицевой панели).
 - Ручка ввода  . Поверните ручку, чтобы выбрать кнопку в диалоговом окне, затем нажмите ручку ввода  для осуществления ввода.
 - Подключенная клавиатура USB.
 - Подключенная мышь USB – можно щелкнуть любой доступный для выбора элемент на экране.
- c После ввода текста нажмите кнопку Enter или OK в диалоговом окне или снова нажмите программную кнопку **Текст**.

Текст экранной заставки, заданный пользователем, отображается на программной кнопке.

- 3 Нажмите программную кнопку **Ожидание**, затем с помощью ручки ввода выберите количество минут, по истечении которых будет включена выбранная экранная заставка.

При повороте ручки ввода количество минут будет отображаться на программной кнопке **Ожидание**. Время по умолчанию – 180 минут (3 часа).

- 4 Нажмите программную кнопку **Предварительный просмотр**, чтобы просмотреть экранную заставку, выбранную с помощью программной кнопки **Заставка**.
- 5 Чтобы вернуть обычное содержимое экрана после включения экранной заставки, нажмите любую кнопку или поверните любую ручку.

Установка параметров настройки автомасштаба

- 1 Нажмите кнопку [Utility] Утилиты > Параметры > Настройки > Автомасштаб.
- 2 В меню настройки автомасштаба можно выполнить следующие действия.

- Нажмите программную кнопку **Быстрая отладка**, чтобы включить/отключить этот тип автомасштаба.

Если включена быстрая отладка, благодаря автомасштабированию можно выполнить быстрое визуальное сравнение, чтобы определить тип измеряемого сигнала: напряжение постоянного тока, заземление или активный сигнал переменного тока.

Для простоты просмотра осциллирующих сигналов обеспечивается связь каналов.

- Нажмите программную кнопку **Каналы**, затем с помощью ручки ввода укажите каналы для автомасштабирования.
 - **Все каналы** – при следующем нажатии кнопки [AutoScale] **Автомасштаб** отобразятся все каналы, отвечающие требованиям функции автомасштаба.

- **Только отображаемые каналы** – при следующем нажатии кнопки **[AutoScale] Автомасштаб** будет проверена активность сигналов только включенных каналов. Это полезно, если необходимо просмотреть только определенные активные каналы после нажатия кнопки **[AutoScale] Автомасштаб**.
- Нажмите программную кнопку **Режим сбора** и с помощью ручки ввода выберите, требуется ли сохранять режим сбора данных во время автомасштабирования.
 - **Нормальный** – осциллограф переключается в режим сбора данных "Нормальный" при каждом нажатии кнопки **[AutoScale] Автомасштаб**. Этот режим задан по умолчанию.
 - **Сохранить** – осциллограф продолжит работать в выбранном режиме сбора, если нажата кнопка **[AutoScale] Автомасштаб**.

Настройка часов осциллографа

В меню "Часы" можно установить текущую дату и время суток в 24-часовом формате. Индикация времени и даты будет отображаться на распечатках и в информации каталогов на запоминающем устройстве USB.

Для настройки или просмотра даты и времени выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Часы**.



- 2 Нажмите программную кнопку **Год, Месяц, День, Час** или **Минута** и поверните ручку ввода, чтобы ввести нужную цифру.

Часы отображаются в 24-часовом формате. Времени 1:00 пополудни соответствует цифра 13.

Для часов реального времени можно выбрать только действительные значения даты. Если выбран день, а месяц или год изменяются так, что его значение становится недопустимым, то оно корректируется автоматически.

Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели

Чтобы выбрать источник для разъема TRIG OUT на задней панели осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите **[Utility] Утилиты > Параметры > Задняя панель.**
- 2 В меню задней панели выберите **Выходной сигнал запуска**, а затем с помощью ручки ввода выберите нужный пункт в списке.
 - **Триггеры**— при каждом запуске осциллографа на сигнале TRIG OUT создается передний фронт. Это происходит через 30 нс после точки запуска осциллографа. Уровень вывода составляет 0-5 В в разомкнутой цепи и 0-2,5 В при 50 Ом. См. [Глава 10](#), “Запуски,” на стр. 181.
 - **Маска**— результат тестирования ("пройден/не пройден") проверяется периодически. Если тестирование периода не пройдено, то выходной сигнал запуска имеет высокий импульс (+5 В). Если пройдено, выходной сигнал запуска остается на низком уровне (0 В). См. [Глава 15](#), “Тестирование по маске,” на стр. 299.
 - **Синхриимпульс генератора сигналов 1/2**— все функции вывода сигналов (кроме постоянного тока и шума) связаны с одним из сигналов синхронизации.

Положительный импульс TTL, который возникает, когда уровень сигнала поднимется выше нуля (или значения смещения по постоянному току).

См. [Глава 17](#), “Генератор сигналов,” на стр. 317.

Кроме того, разъем TRIG OUT проводит сигнал пользовательской калибровки. См. ["Пользовательская калибровка"](#) на странице 380.

Настройка режима опорного сигнала

Разъем BNC **10 MHz REF** на задней панели используется для следующих целей.

- Передача более точного тактового сигнала дискретизации на осциллограф.

- Синхронизация временной развертки двух или более приборов.

Точность счетчика тактовых сигналов дискретизации и частоты

Для временной развертки осциллографа используется встроенный опорный сигнал с точностью 15 точек в минуту. Этого достаточно в большинстве случаев. Однако, если рассмотреть окно, которое является более узким по сравнению с выбранной задержкой (например, при рассмотрении импульса 15 нс с задержкой 1 мс), можно наблюдать существенную погрешность.

При использовании встроенного тактового сигнала дискретизации используется 5-значный аппаратный счетчик частоты осциллографа.

См. "[Передача тактового сигнала дискретизации на осциллограф](#)" на странице 377.

Передача внешнего опорного сигнала временной развертки

При передаче внешнего опорного сигнала временной развертки аппаратный счетчик частоты автоматически заменяется на 8-значный счетчик. В данном случае точность счетчика частоты ([Meas] Измерения > Выбор > Счетчик) аналогична точности внешнего тактового сигнала.

См. "[Чтобы синхронизировать временную развертку двух или более приборов, выполните следующее.](#)" на странице 378.

Дополнительные сведения об аппаратном счетчике частоты см. в разделе "[Счетчик](#)" на странице 283.

Передача тактового сигнала дискретизации на осциллограф

- 1 Подключите прямоугольный сигнал или синусоидальную волну 10 МГц к разъему BNC с меткой **10 MHz REF**. Амплитуда должна составлять от -5 дБм до 17 дБм (от 356 мВ до 4,48 В парного импульса).

ВНИМАНИЕ



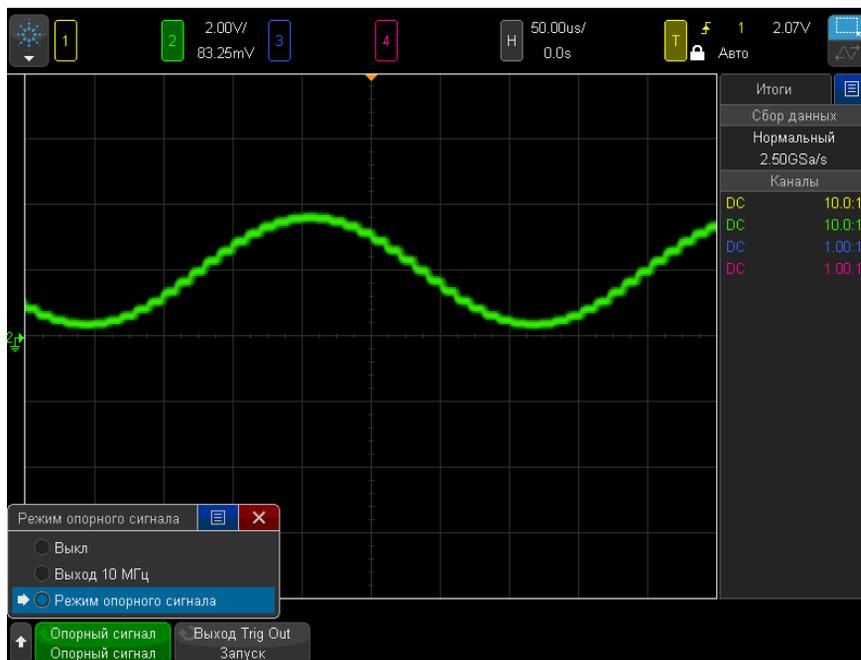
Максимальное входное напряжение на разъеме 10 MHz REF

Не следует допускать превышения максимального значения 20 дБм (макс. 6,32 В парного импульса) на разъеме BNC 10 MHz REF на задней панели, это может привести к повреждению прибора.

- 2 Нажмите [Utility] Утилиты > Параметры > Задняя панель > Опорн. сигнал.

- 3 С помощью ручки ввода и программной кнопки **Опорн. сигнал** выберите параметр **Вход 10 МГц**.

Значок закрытого замка появляется в верхней части дисплея.



При потере внешнего тактового сигнала дискретизации происходит разблокировка. Символ блокировки в верхней правой части дисплея изменяется на значок открытого замка, и осциллограф прекращает сбор данных. Осциллограф возобновляет дискретизацию, когда внешний тактовый сигнал дискретизации снова становится стабильным.

Чтобы синхронизировать временную развертку двух или более приборов, выполните следующее.

Осциллограф может выводить системный тактовый сигнал 10 МГц для выполнения синхронизации с другими приборами.

- 1 Подключите кабель BNC к разъему BNC с меткой **10 MHz REF** на задней панели осциллографа.
- 2 Подключите другой конец кабеля BNC к прибору, который принимает опорный сигнал 10 МГц. Установите ограничение сигнала 50 Ом для входа для подключения другого прибора.
- 3 Нажмите **[Utility] Утилиты > Параметры > Задняя панель > Опорн. сигнал**.
- 4 С помощью ручки ввода и программной кнопки **Опорн. сигнал** выберите выход 10 МГц.

Осциллограф будет выводить опорный сигнал 10 МГц с уровнем TTL.

Выполнение обслуживания

В меню обслуживания (**[Utility] Утилиты > Обслуживание**) доступно выполнение следующих задач по обслуживанию.



- "Пользовательская калибровка" на странице 380
- "Выполнение самопроверки оборудования" на странице 382
- "Выполнение самопроверки лицевой панели," на странице 383
- "Отображение сведений об осциллографе" на странице 383
- "Отображение состояния пользовательской калибровки" на странице 383

Дополнительные сведения, связанные с техническим обслуживанием и уходом за осциллографом, см. в разделах.

- "Уход за осциллографом" на странице 384
- "Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания" на странице 384
- "Контактные сведения Agilent" на странице 384
- "Возврат устройства" на странице 384

Пользовательская калибровка

Пользовательскую калибровку следует выполнять:

- раз в 2 года или после 4000 часов эксплуатации;
- при отклонении температуры окружающей среды больше, чем на 10 °С от температуры калибровки;
- при необходимости свести к минимуму погрешность измерений.

Необходимость выполнения более частой пользовательской калибровки определяется интенсивностью эксплуатации осциллографа, условиями окружающей среды, а также опытом работы с другими приборами.

При пользовательской калибровке выполняется процедура внутренней самонастройки для оптимизации сигнального тракта осциллографа. Эта процедура использует генерируемые осциллографом внутренние сигналы для оптимизации схем, влияющих на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

Выполнение пользовательской калибровки аннулирует действие сертификата калибровки. Если необходимо установить соответствие стандартам NIST (Национальный институт стандартов и технологии), выполните проверку работоспособности, описанную в руководстве по обслуживанию *осциллографов Agilent InfiniiVision 4000 серии X*, используя трассируемые источники.

Выполнение пользовательской калибровки

- 1 Отсоедините все входы на передней и задней панели, в том числе кабель цифровых каналов у MSO, и позвольте осциллографу прогреться перед выполнением этой процедуры.
- 2 Нажмите кнопку CAL на задней панели, чтобы отключить защиту калибровки.
- 3 Присоедините к каждому соединителю BNC аналоговых каналов на передней панели осциллографа короткие (не более 30 см) кабели одинаковой длины. Для двухканального осциллографа нужны два таких кабеля, а для четырехканального – четыре.

При выполнении пользовательской калибровки применяйте 50-омные кабели RG58AU или аналогичные кабели с соединителями BNC.

Для калибровки двухканального осциллографа присоедините тройник BNC к кабелям одинаковой длины. Затем присоедините к тройнику переходник "гнездо BNC – гнездо BNC", называемый также боюночным соединителем, как показано на следующем рисунке.

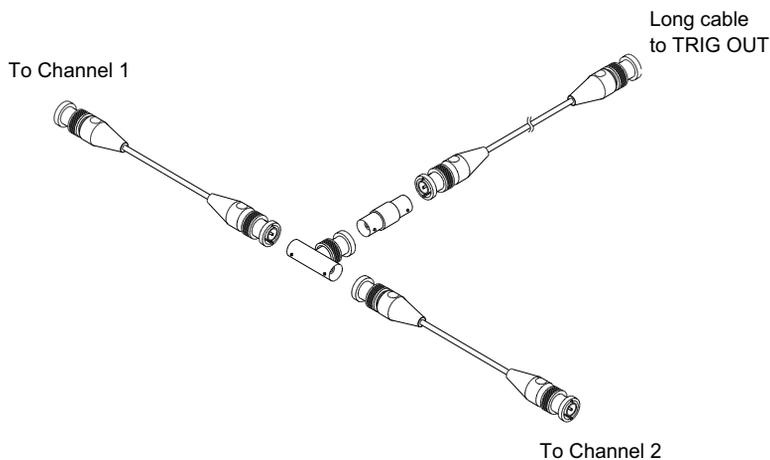


Рис. 50 Соединение кабелей для пользовательской калибровки двухканального осциллографа

Для калибровки четырехканального осциллографа присоедините тройники BNC к кабелям одинаковой длины, как показано ниже. Затем присоедините к тройнику переходник "гнездо BNC – гнездо BNC" (цилиндрический соединитель), как показано на рис. 40.

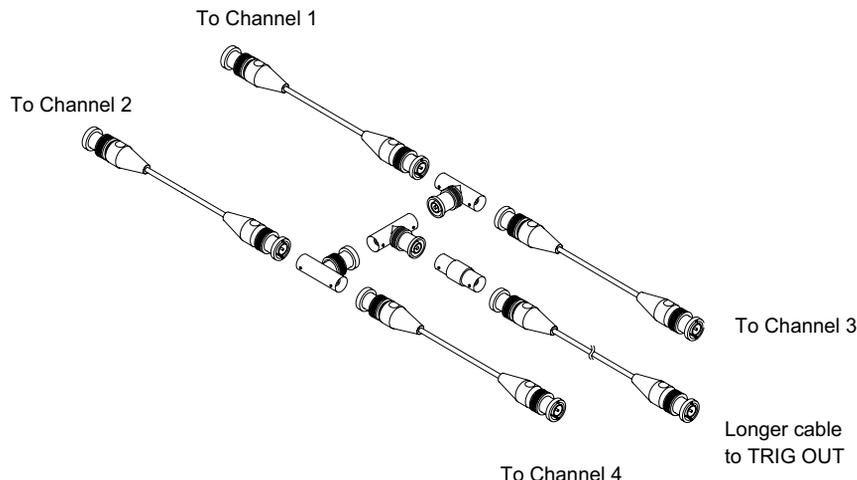


Рис. 51 Соединение кабелей для пользовательской калибровки четырехканального осциллографа

- 4 Присоедините кабель с соединителями BNC (длиной не более 1 метра) от выхода TRIG OUT на задней панели осциллографа к цилиндрическому соединителю BNC.
- 5 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты**, затем нажмите программную кнопку **Обслуживание**.
- 6 Чтобы начать пользовательскую калибровку, нажмите программную кнопку **Запустить пользовательскую калибровку**.

Выполнение самопроверки оборудования

При нажатии кнопки **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Самопроверка оборудования** выполняется ряд внутренних процедур для проверки надлежащей работы осциллографа.

Процедуру самопроверки оборудования рекомендуется проводить в следующих случаях:

- после обнаружения неправильной работы;
- для получения дополнительной информации и подробного описания сбоя осциллографа;

- для обеспечения надлежащей работы после ремонта осциллографа.

Успешное выполнение процедуры не дает гарантии полной работоспособности осциллографа. Процедура самопроверки оборудования может дать 80 %-ный уровень достоверности надлежащей работы осциллографа.

Выполнение самопроверки лицевой панели,

Нажав кнопку **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Самопроверка лицевой панели**, можно выполнить проверку функционирования кнопок и ручек лицевой панели, а также экрана осциллографа.

Следуйте инструкциям на экране.

Отображение сведений об осциллографе

Нажмите кнопку **[Help] Справка > Об осциллографе**, чтобы отобразить следующие сведения об осциллографе.

- Номер модели.
- Серийный номер.
- Полоса пропускания.
- Установленный модуль.
- Версия ПО.
- Установленные лицензии. См. также "[Загрузка лицензий и модернизация осциллографа](#)" на странице 413.

Отображение состояния пользовательской калибровки

При нажатии кнопок **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Состояние пользовательской калибровки** отображается сводка результатов прежней пользовательской калибровки, а также состояние калибровки калибруемых пробников. Обратите внимание на то, что калибровать пассивные пробники не нужно, но можно откалибровать пробники InfiniiMax. Дополнительные сведения о процессе калибровки см. в разделе "[Калибровка пробника](#)" на странице 94.

Результаты: Дата пользовательской калибровки: Изменение температуры с момента последней пользовательской калибровки: Сбой: Комментарии: Состояние калибровки пробника:

Уход за осциллографом

- 1 Отключите прибор от сети.
- 2 Протрите внешние поверхности осциллографа мягкой тряпкой, смоченной слабым раствором моющего средства.
- 3 Перед подключением прибора к источнику питания убедитесь, что он полностью высох.

Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания

Чтобы узнать гарантийный статус осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Введите в адресной строке веб-браузера ["www.agilent.com/find/warrantystatus"](http://www.agilent.com/find/warrantystatus)
- 2 Укажите номер модели и серийный номер своего осциллографа. Система выполнит поиск гарантийного статуса вашего продукта и отобразит результат. Если система не сможет обнаружить гарантийный статус вашего продукта, откройте раздел **Контакты** и изложите свою проблему представителю Agilent Technologies.

Контактные сведения Agilent

Контактные сведения компании Agilent Technologies можно найти на веб-сайте по адресу: ["www.agilent.com/find/contactus."](http://www.agilent.com/find/contactus)

Возврат устройства

Перед отправкой осциллографа в Agilent Technologies обратитесь в ближайшее торговое или сервисное представительство Agilent Technologies для получения дополнительных сведений. Контактные сведения компании Agilent Technologies можно найти на веб-сайте по адресу: ["www.agilent.com/find/contactus."](http://www.agilent.com/find/contactus)

- 1 Прикрепите к осциллографу бирку со следующей информацией.
 - Имя и адрес владельца
 - Номер модели
 - Серийный номер

- Описание необходимой процедуры обслуживания или указание на неисправность.
- 2 Снимите приспособления.
Отправляйте принадлежности в Agilent Technologies, только если они могут являться причиной неисправности.
 - 3 Упакуйте осциллограф.
Можно использовать оригинальную коробку или свою собственную, но она должна обеспечивать надлежащую защиту устройства во время доставки.
 - 4 Надежно запечатайте коробку, сделайте пометку "ХРУПКОЕ!".

Настройка кнопки "[Quick Action] Быстрое действие"

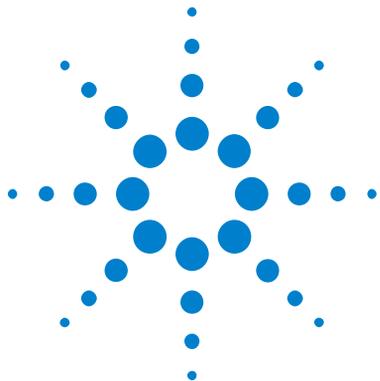
С помощью кнопки **[Quick Action] Быстрое действие** простые повторяющиеся действия можно выполнять нажатием одной кнопки.

Для настройки кнопки **[Quick Action] Быстрое действие** выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Быстрое действие > Действие**, затем выберите действие, которое требуется выполнить.
 - **Выкл.** — выключение кнопки **[Quick Action] Быстрое действие**.
 - **Быстрое измерение всех данных** — отображение всплывающего окна со снимком всех измерений отдельного сигнала. С помощью программной кнопки **Источник** можно выбрать источник сигнала (в меню измерений эта кнопка выполняет аналогичные функции). См. [Глава 14](#), “Измерения,” на стр. 265.
 - **Быстрый сброс статистики измерений** – сброс всей статистики измерений и счетчиков измерений. См. ["Статистика по измерению"](#) на странице 295.
 - **Быстрый сброс статистики по маске** – сброс статистики по маске и счетчиков. См. ["Статистика по маске"](#) на странице 304.
 - **Быстрая печать** – печать текущего изображения на экране. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры печати. См. [Глава 19](#), “Печать (экранов),” на стр. 359.

- **Быстрое сохранение** – сохранение текущего изображения, данных формы сигнала или настройки. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры сохранения. См. [Глава 18](#), “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341.
- **Быстрая отправка эл. почты** – отправка по электронной почте текущей настройки, изображения экрана или файла данных. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры электронной почты. См. ["Отправка настроек, изображений экрана или данных по электронной почте"](#) на странице 352.
- **Быстрое восстановление** – восстановление настройки, маски или опорного сигнала. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры восстановления. См. [Глава 18](#), “Сохранение/эл. почта/вызов (настройки, экраны, данные),” на стр. 341.
- **Быстрая остановка изображения** – остановка изображения на экране без прекращения сбора данных или возобновление изображения, если оно в настоящее время остановлено. Дополнительные сведения см. в разделе ["Фиксация изображения на экране"](#) на странице 169.
- **Режим быстрого запуска** – переключение режимов запуска "Авто" и "Нормальный". См. ["Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный""](#) на странице 224.
- **Быстрый сброс экрана** – сброс изображения на экране. См. ["Очистка экрана"](#) на странице 167.

Настроив кнопку [**Quick Action**] **Быстрое действие**, достаточно просто нажать ее, чтобы выполнить выбранное действие.



21 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу	388
Управление с помощью браузера	389
Сохранение/вызов	395
Получение изображения	398
Функции идентификации	398
Средства измерения	399
Установка пароля	401

Если на осциллографе Agilent InfiniiVision 4000 серии X настроена локальная сеть, то с помощью веб-обозревателя, работающего с приложениями Java™, можно получить доступ к встроенному веб-серверу осциллографа. Благодаря веб-интерфейсу осциллографа можно выполнять следующие действия.

- Просмотр сведений об осциллографе, как то: номер модели, серийный номер, имя хоста, IP-адрес и связующая строка VISA (адрес).
- Управление осциллографом с помощью удаленной лицевой панели.
- Отправка команд SCPI (стандартных команд для программируемых средств измерения) для удаленного программирования посредством окна " Команды SCPI".
- Сохранение настроек, изображений экрана, данных сигналов и файлов маски.
- Восстановление файлов настроек, файлов данных опорных сигналов и файлов маски.
- Получение и сохранение изображений экрана или их распечатка с помощью обозревателя.



- Активация функции идентификации для определения конкретного средства измерения путем вызова на экран сообщения или включения индикатора на лицевой панели.
- Просмотр списка установленных модулей, просмотр версий микропрограмм, установка файлов обновления микропрограммы и просмотр состояния калибровки (на странице средств измерения).
- Просмотр и изменение сетевых настроек осциллографа.

В веб-интерфейсе осциллографа InfiniiVision серии X имеется справочная информация по каждой его странице.

Для связи с осциллографом и управления им рекомендуется веб-обозреватель Microsoft Internet Explorer. Стабильная работа других веб-обозревателей с данным осциллографом не гарантируется. Веб-обозреватель должен поддерживать подключаемый модуль Java от компании Sun Microsystems™.

Прежде чем использовать веб-интерфейс осциллографа, последний следует подключить к сети и настроить подключение к локальной сети.

Доступ к веб-интерфейсу

Чтобы получить доступ к веб-интерфейсу осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Подключите осциллограф к локальной сети (см. "[Установка соединения с сетью LAN](#)" на странице 367) или установите прямое соединение (см. "[Автономное \(прямое\) подключение к ПК](#)" на странице 368).

Прямое соединение допустимо, однако лучше подключиться к стандартной локальной сети.

- 2 Укажите имя хоста и IP-адрес осциллографа в окне веб-браузера.
Появится стартовая страница веб-интерфейса осциллографа.



Agilent Technologies Oscilloscope

[Support](#) | [Products](#) | [Agilent Site](#)

Another web-enabled instrument from Agilent Technologies

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

Welcome to your Web-Enabled Oscilloscope
MSO-X 4054A

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	MSO-X 4054A Oscilloscope
Serial Number	MY52060154
Description	Agilent MSOX4054A InfiniiVision - MY52060154
DNS Hostname	130.29.69.167
NetBIOS Name	coylp2-54
Multicast DNS Hostname	coylp2-54.local.
IP Address	130.29.69.167
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::coylp2-54::INSTR

Advanced information
Identification: off on

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

© Agilent Technologies, Inc. 2006-2012





Управление с помощью браузера

Страница веб-интерфейса управления с помощью веб-браузера обеспечивает доступ к следующим экранам.

- Дистанционная лицевая панель управления осциллографом (см. ["Дистанционная лицевая панель управления осциллографом"](#) на странице 390).
- Простая дистанционная лицевая панель (см. ["Простая дистанционная лицевая панель"](#) на странице 391).
- Дистанционная лицевая панель на основе браузера (см. ["Дистанционная лицевая панель на основе браузера"](#) на странице 392).

- Апплет-окно команд SCPI для дистанционного программирования (см. ["Дистанционное программирование через веб-интерфейс"](#) на странице 393).

ЗАМЕЧАНИЕ

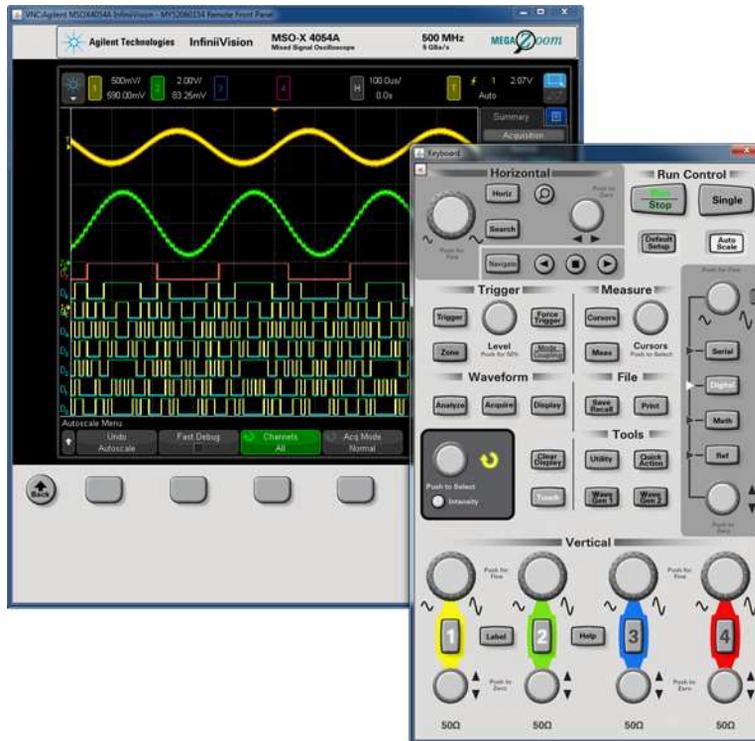
Если на компьютере не установлен программный модуль Java, то на экране появится предложение установить программный модуль Sun Microsystems Java. Этот программный модуль должен быть установлен для управления из окна дистанционной лицевой панели.

Окно команд SCPI полезно для проверки команд или интерактивного ввода нескольких команд. При создании автоматических программ, предназначенных для управления осциллографом, как правило, используются библиотеки Agilent IO Libraries из таких программных сред, как Microsoft Visual Studio (см. ["Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries"](#) на странице 394).

Дистанционная лицевая панель управления осциллографом

Для управления осциллографом с помощью дистанционной лицевой панели через веб-интерфейс действуйте следующим образом.

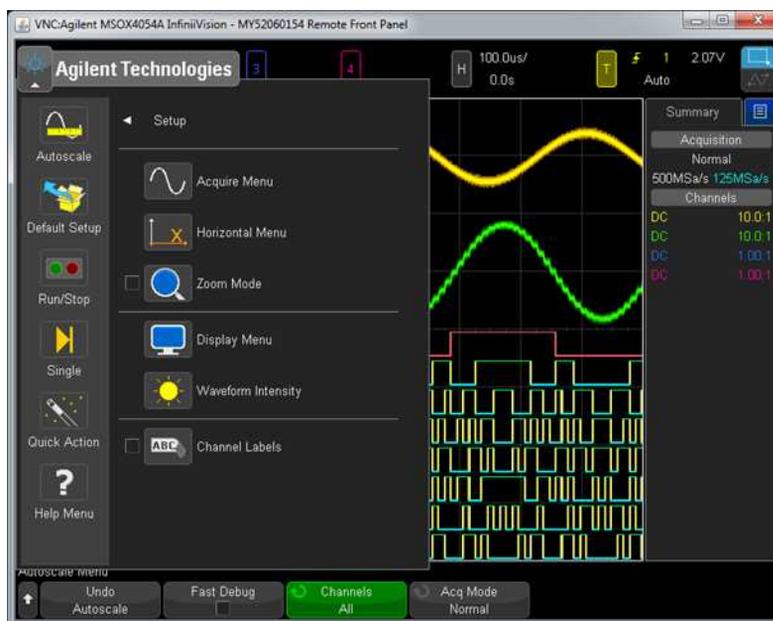
- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел ["Доступ к веб-интерфейсу"](#) на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала **Управление с помощью веб-браузера**, а затем **Дистанционная лицевая панель**. Через несколько секунд на экране отобразится окно дистанционной лицевой панели.
- 3 Для управления осциллографом используйте те же кнопки и ручки, что и на его обычной лицевой панели. Чтобы повернуть ручку, ухватите ее мышью за ободок.



Простая дистанционная лицевая панель

Для управления осциллографом с помощью простой дистанционной лицевой панели действуйте следующим образом.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел ["Доступ к веб-интерфейсу"](#) на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите **Управление с помощью веб-браузера**, а затем **Дистанционная лицевая панель**. Через несколько секунд на экране отобразится окно дистанционной лицевой панели.
- 3 Для управления осциллографом пользуйтесь главным меню и программными кнопками. Чтобы вызвать оперативную справку, нажмите правую кнопку мыши на программной кнопке.



Разрешение монитора и прокрутка изображения

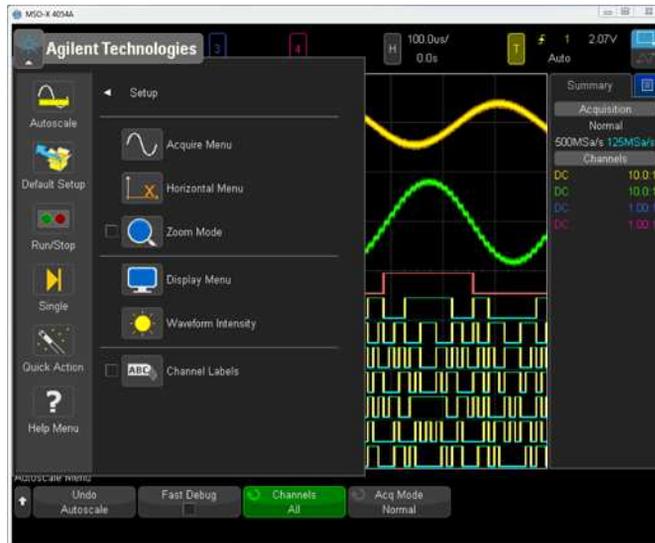
Когда монитор удаленного компьютера имеет разрешение 800 x 600 или более низкое, то приходится пользоваться полосами прокрутки экрана, чтобы иметь полный доступ к дистанционной передней панели. Чтобы получить на экране полное изображение дистанционной передней панели без полос прокрутки, монитор удаленного компьютера должен обладать разрешением выше 800 x 600.

Дистанционная лицевая панель на основе браузера

Для управления осциллографом с помощью дистанционной лицевой панели на основе браузера действуйте следующим образом.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала элемент **Управление с помощью веб-браузера**, а затем **Дистанционная лицевая панель на основе браузера**. Через несколько секунд на экране отобразится окно дистанционной лицевой панели.

- 3 Для управления осциллографом используйте те же кнопки и ручки, что и на его обычной лицевой панели. Для поворотных ручек добавлены соответствующие кнопки.

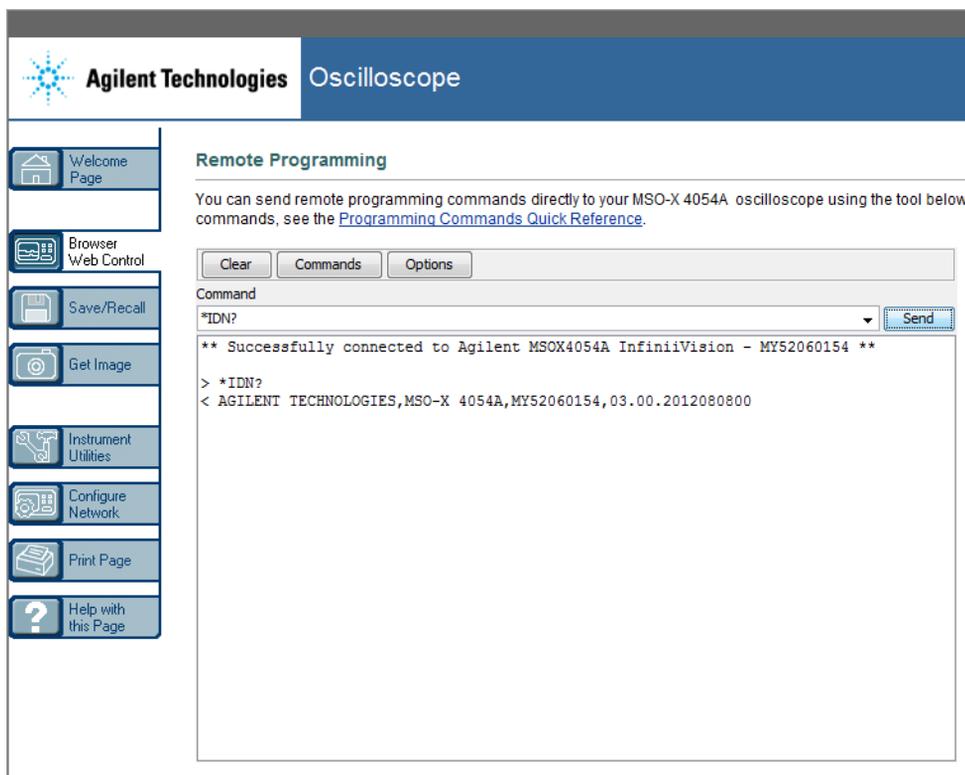


Дистанционное программирование через веб-интерфейс

Для отправки на осциллограф команд дистанционного управления через апплет-окно команд SCPI действуйте следующим образом.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала **Управление с помощью веб-браузера**, а затем **Дистанционное программирование**.

На странице веб-браузера отображается апплет-окно команд SCPI.



Дистанционное программирование с применением пакета Agilent IO Libraries

Окно команд SCPI позволяет вам вводить и посылать команды дистанционного программирования, однако дистанционное программирование для автоматизированных измерений и сбора данных обычно производится с применением библиотек ввода/вывода Agilent IO Libraries, которые существуют отдельно от веб-интерфейса прибора.

Библиотеки ввода/вывода Agilent IO Libraries позволяют осуществлять управление связью компьютера с осциллографами Agilent InfiniiVision 4000 серии X через интерфейсы USB или LAN.

Пакет библиотечных программ Agilent IO Libraries Suite обеспечивает возможность взаимодействия через эти интерфейсы. Пакет Agilent IO Libraries Suite можно загрузить на сайте "www.agilent.com/find/iolib".

Сведения об управлении осциллографом с помощью удаленных команд можно найти в *Руководстве программиста*, которое записано на компакт-диске с документацией, входящем в комплект поставки осциллографа. Можно также обратиться к этому документу на веб-сайте.

Дополнительные сведения о подключении к осциллографу см. в *Руководстве по подключению интерфейсов USB/LAN/GPIB к устройствам Agilent*. Электронную версию для печати *Руководства по подключению* можно найти на сайте "www.agilent.com", задав в строке поиска "Руководство по подключению".

Сохранение/вызов

С помощью веб-интерфейса осциллографа можно сохранять на ПК файлы настройки, изображения экрана, файлы данных сигналов или файлы маски (см. раздел "[Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса](#)" на странице 395).

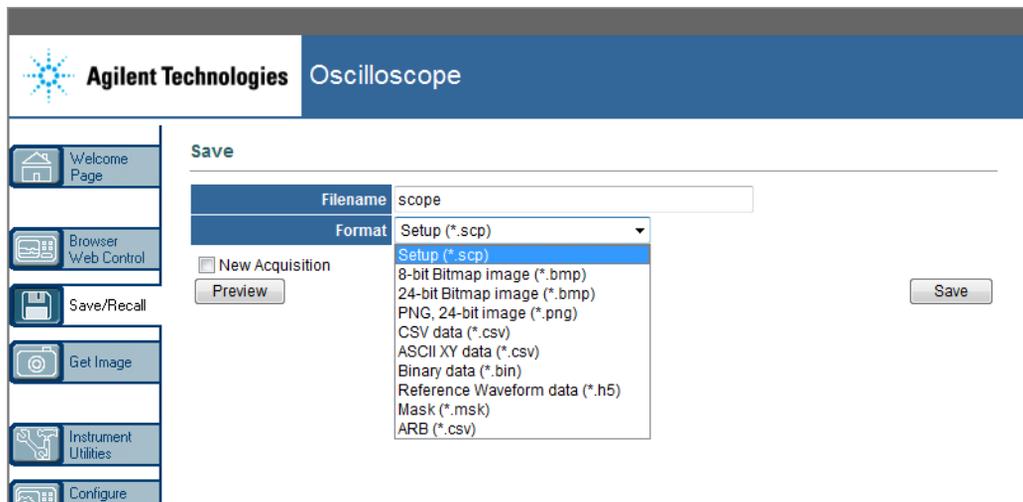
С помощью веб-интерфейса осциллографа можно восстанавливать сохраненные на ПК файлы настройки, файлы данных опорных сигналов или файлы маски (см. раздел "[Восстановление файлов через веб-интерфейс](#)" на странице 397).

Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса

Для сохранения файлов настройки, изображений экрана, данных сигналов, данных Lister или файлов маски на ПК с помощью веб-интерфейса осциллографа необходимо выполнить следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда на дисплее отобразится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Сохранение/вызов**.
- 3 Щелкните ссылку **Сохранение**.

- 4 На странице сохранения выполните следующие действия.
 - a Введите имя файла, в который сохраняются данные.
 - b Выберите формат.



Для просмотра изображения текущего экрана осциллографа можно нажать кнопку **Предварительный просмотр**. Перед предварительным просмотром с целью принудительного запуска сбора данных можно воспользоваться флажком **Новый сбор данных**.

Для некоторых форматов, чтобы сохранить данные в файл формата ASCII .txt, можно нажать кнопку **Сохранить данные настройки**.

- c Нажмите кнопку **Сохранение**.

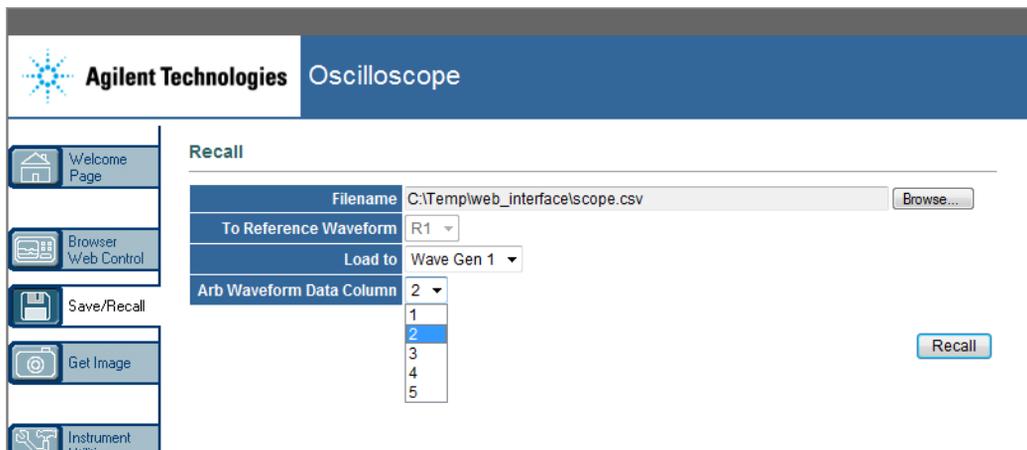
Текущие данные сохранены.

- d Нажмите кнопку **Сохранение** в диалоговом окне загрузки файлов.
- e В диалоговом окне "Сохранить как" перейдите к папке, в которую нужно сохранить данный файл, и нажмите кнопку **Сохранение**.

Восстановление файлов через веб-интерфейс

Чтобы на компьютере восстановить файлы настройки, файлы данных опорных сигналов, файлы маски или файлы сигналов произвольной формы через веб-интерфейс осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "Доступ к веб-интерфейсу" на странице 388).
- 2 Когда на дисплее отобразится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Сохранение/вызов**.
- 3 Щелкните ссылку **Вызов**.
- 4 На странице восстановления выполните следующие действия.
 - a Нажмите кнопку **Обзор...**
 - b В диалоговом окне выбора файла укажите файл для восстановления и нажмите кнопку **Открыть**.
 - c При восстановлении файлов данных опорных сигналов выберите расположение **К опорному сигналу**.



- d Нажмите кнопку **Вызов**.

Получение изображения

Чтобы сохранить (или распечатать) снимок экрана осциллографа через веб-интерфейс, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Получение изображения**. Через несколько секунд появится изображение экрана осциллографа.
- 3 Щелкните изображение правой кнопкой мыши и выберите пункт **Сохранить изображение как...** (или **Печать изображения...**).
- 4 Укажите место, куда следует сохранить файл изображения, и нажмите **Сохранение**.

Функции идентификации

Функции идентификации веб-интерфейса используются для поиска нужных инструментов среди оборудования стойки.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда появится стартовая страница веб-интерфейса осциллографа, выберите для функции идентификации значение **Вкл.**

На экране осциллографа появится сообщение "Идентификация". Если нужно отключить идентификацию, выберите значение **Выкл.**, чтобы продолжить активацию, нажмите на осциллографе программную кнопку **ОК**.

Agilent Technologies Oscilloscope

Support | Products | Agilent Site

Another web-enabled instrument from Agilent Technologies

Welcome to your
Web-Enabled Oscilloscope
MSO-X 4054A

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	MSO-X 4054A Oscilloscope
Serial Number	MY52060154
Description	Agilent MSOX4054A InfiniiVision - MY52060154
DNS Hostname	130.29.69.167
NetBIOS Name	coylp2-54
Multicast DNS Hostname	coylp2-54.local.
IP Address	130.29.69.167
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::coylp2-54::INSTR

Advanced information Identification: off on

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

© Agilent Technologies, Inc. 2006-2012 Функция идентификации

Средства измерения

На странице "Средства измерения" в рамках веб-интерфейса можно выполнять следующие действия.

- Просматривать список установленных модулей.
- Просматривать версии микропрограмм.
- Устанавливать файлы обновления микропрограмм.
- Просматривать состояние калибровки.

Подходящее действие можно выбрать в раскрывающемся меню.

The screenshot shows the Agilent Technologies Oscilloscope web interface. The main content area is titled "Instrument Utilities". A dropdown menu labeled "Installed Options" is open, showing three items: "Installed Options", "Firmware Version", and "Calibration Status". Below the dropdown is a table titled "Installed Options" with three columns: "License", "Description", and "Installed".

License	Description	Installed
MSO	MSO	Yes
FPGAX	FPGA Probe	Yes
MEMUP	Acq Memory 4M	Yes
EMBD	Embedded serial decode and trigger	Yes
AUTO	Automotive serial decode and trigger	Yes
FLEX	Flex Ray serial decode and trigger	Yes
PWR	Power application	Yes
COMP	UART/RS232 serial decode and trigger	Yes
SGM	Segmented Memory	Yes
MASK	Mask limit testing	Yes
BW50	500MHz Bandwidth	Yes
AUDIO	Audio serial decode and trigger	Yes
EDK	Education kit license	Yes
WAVEGEN	WaveGen license	Yes
AERO	1553 & 429 serial decode and trigger	Yes
VID	Enhanced Video Triggering	Yes
ADVMATH	Advanced Math	Yes
DVM	Digital Voltmeter	Yes
ASV	ASV	Yes
INF	Infinium Mode	No
USF	USB low/full speed serial decode and trigger	Yes
U2H	USB high speed serial decode and trigger	Yes

Установка пароля

При подключении осциллографа к локальной сети рекомендуется задать пароль. Это позволит защитить прибор от несанкционированного удаленного доступа через веб-интерфейс и от изменения параметров. При этом удаленные пользователи, не знающие пароля, будут иметь возможность просматривать стартовую страницу, проверять сетевое состояние и выполнять ряд других действий, однако они не смогут управлять осциллографом или изменять его настройки.

Чтобы задать пароль, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 388).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, на стартовой странице выберите вкладку конфигурации сети.
- 3 Нажмите кнопку **Изменение конфигурации**.

The screenshot shows the Agilent Oscilloscope web interface. The top header displays the Agilent Technologies logo and the word 'Oscilloscope'. A sidebar on the left contains several menu items: 'Welcome Page', 'Browser Web Control', 'Save/Recall', 'Get Image', 'Instrument Utilities', 'Configure Network', 'Print Page', and 'Help with this Page'. The 'Configure Network' item is highlighted with a blue bar and a label 'Вкладка "Настройка сети"'. The main content area is titled 'Current Network Configuration' and includes a 'Modify Configuration' button with a label 'Изменение конфигурации'. Below the button is a table with two columns: 'Parameter' and 'Currently in use'.

Parameter	Currently in use
Configuration mode	Automatic
Dynamic DNS	ON
NetBIOS	ON
Multicast DNS	ON
Description	Agilent MSOX4054A InfiniiVision - MY52060154
IP Address	130.29.69.167
Subnet Mask	255.255.248.0
Default Gateway	130.29.64.1
DNS Server(s)	
Hostname	coylp2-54
Domain	cos.agilent.com
LAN KeepAlive Timeout	0000
Media Sense	ON
GPIB Control	OFF
GPIB Address	7
USB Control	ON
LAN Control	ON

4 Введите подходящий пароль и нажмите кнопку **Применить изменения**.

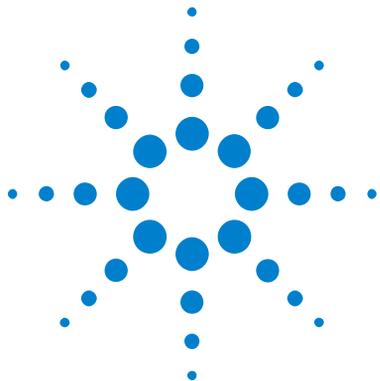
Parameter	Configured Value	Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:		
Automatic	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
IP Settings to use in non automatic mode:		
IP Address	130.29.69.167	<input type="text" value="130.29.69.167"/>
Subnet Mask	255.255.248.0	<input type="text" value="255.255.248.0"/>
Default Gateway	130.29.64.1	<input type="text" value="130.29.64.1"/>
Name service settings:		
Hostname	coyp2-54	<input type="text" value="coyp2-54"/> * <i>Requires reboot to take effect.</i>
DNS Server	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Multicast DNS	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Other settings:		
Description	Agilent MSOX4054A InfiniiVision - MY52060154	<input type="text" value="Agilent MSOX4054A InfiniiVision -1"/> *
Password		<input type="text" value="Agilent"/> *
GPIO Address	7	<input type="text" value="7"/>

* Set to blank for factory default value

Чтобы получить доступ к осциллографу, защищенному паролем, в качестве имени пользователя необходимо указать IP-адрес осциллографа.

Сброс пароля Чтобы сбросить пароль, выполните одно из следующих действий.

- На передней панели осциллографа нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод > Сброс LAN**.
- В веб-браузере откройте вкладку **Настройка сети**, выберите **Изменение конфигурации**, удалите пароль и нажмите кнопку **Применить изменения**.



22 Опорный сигнал

Технические характеристики	405
Категория измерения	406
Внешние условия	407
Пробники и приспособления	408
Загрузка лицензий и модернизация осциллографа	413
Обновления для ПО и микропрограмм	416
Формат двоичных данных (.bin)	417
Файлы CSV и ASCII XY	424
Официальное уведомление	426

Технические характеристики

Подробные сведения о технических характеристиках осциллографа InfiniiVision см. в спецификациях к устройству. Для загрузки спецификации посетите веб-страницу по адресу:
["www.agilent.com/find/4000X-Series"](http://www.agilent.com/find/4000X-Series)

На этой веб-странице выберите вкладку **Библиотека** и затем элемент **Технические характеристики**.

Можно также перейти на главную страницу Agilent по адресу ["www.agilent.com"](http://www.agilent.com) и выполнить поиск документа "спецификация осциллографов серии 4000 X".

Чтобы заказать спецификацию по телефону, обратитесь в местное представительство компании Agilent. Полный список контактов доступен на веб-странице по адресу ["www.agilent.com/find/contactus"](http://www.agilent.com/find/contactus).



Категория измерения

- "Категория измерения осциллографа" на странице 406
- "Определения категории измерения" на странице 406
- "Стойкость к скачкам напряжения" на странице 407

Категория измерения осциллографа

Осциллографы InfiniiVision предназначены для проведения измерений категории I.

ОСТОРОЖНО

Данный прибор следует использовать только для измерений в рамках указанной категории измерений.

Определения категории измерения

К измерениям категории I относятся измерения, проводимые в электрических цепях, не подключенных к электросети напрямую. Примерами могут служить измерения цепей, не являющихся ответвлениями электросети, а также особым образом защищенных (внутренних) параллельных цепей. В случае последних интенсивность кратковременных нагрузок непостоянна и за счет этого пользователю становится известна степень устойчивости оборудования к скачкам напряжения.

К измерениям категории II относятся измерения, проводимые в электрических цепях, напрямую подключенных к низковольтному оборудованию. Примерами служат измерения цепей бытовых приборов, портативных инструментов и аналогичного оборудования.

К измерениям категории III относятся измерения, проводимые в электрических системах зданий. Примерами служат измерения в цепях распределительных щитов, предохранителей, электропроводки, и, в том числе, кабелей, сборных шин, соединительных коробок, выключателей, сетевых розеток стационарного оборудования, а также промышленного и иного рода оборудования, например, двигателей с неразъемным соединением со стационарной установкой.

К измерениям категории IV относятся измерения, проводимые в цепях источника питания низковольтного оборудования. Примерами служат электросчетчики и измерения в цепях первичных приборов защиты от сверхтоков и устройств пульсационного контроля.

Стойкость к скачкам напряжения

ВНИМАНИЕ

Предельное входное напряжение на аналоговом входе

CAT I: 300 среднеквадратических В, 400 В (макс.); динамическая перегрузка по напряжению 1,6 кВ (макс.)

50 Ом на входе: 5 среднеквадратических В – это защита на входе, установленная для режима 50 Ом. При обнаружении напряжения, превышающего 5 среднеквадратических В канал с нагрузкой в 50 Ом будет разорван. Однако, в зависимости от временной константы сигнала, возможны повреждения на входах. Защита на входе для режима 50 Ом работает, только когда на осциллограф подается питание.

С пробником 10073С 10:1 – CAT I: 500 В (макс.)

С пробником N2871А, N2872А или N2873А 10:1 – CAT I: 400 В (макс.), динамическая перегрузка по напряжению 1,25 кВ (макс.)

ВНИМАНИЕ

Предельное напряжение на входе цифрового канала

±40 В (макс.) для CAT I; динамическая перегрузка по напряжению 800 В (макс.)

Внешние условия

Окружающая среда	Использовать только внутри помещения.
Температура окружающей среды	Рабочая: от 0 °С до +55 °С, нерабочая: от -30 °С до +70 °С
Влажность	Рабочая: относительная влажность от 50 % до 95 % при 40 °С в течение 5 дней. Нерабочая: относительная влажность 90 % при 65 °С в течение 24 ч.

Высота над уровнем моря	Макс. рабочая высота над уровнем моря: 3000 м (9842 футов)
Категория перенапряжения	Данный продукт приспособлен для питания от сети, соответствующей второй категории перенапряжения, что характерно для оборудования, подключаемого с помощью кабеля и штепсельной вилки.
Степень загрязнения	Допустима эксплуатация осциллографов InfiniiVision 4000 серии X в окружающих средах со степенью загрязнения 2 (или 1).
Определения степени загрязнения	Степень загрязнения 1. Отсутствие загрязнения или наличие только случайных сухих, непроводящих загрязнений. На работу прибора такие загрязнения не влияют. Пример: чистая комната или офисное помещение с контролируемой атмосферой. Степень загрязнения 2. Как правило, возникновение только случайных сухих, непроводящих загрязнений. Изредка может возникать временная проводимость, вызываемая конденсацией загрязнений. Пример: обычная среда внутри помещения. Степень загрязнения 3. Возникновение проводящих или сухих непроводящих загрязнений, становящихся проводимыми из-за ожидаемой конденсации. Пример: закрытая внешняя среда.

Пробники и приспособления

В этом разделе перечислены совместимые с осциллографами 4000 серии X пробники и приспособления.

- "Пассивные пробники" на странице 409
- "Односторонние активные пробники" на странице 410
- "Дифференциальные пробники" на странице 411
- "Токовые пробники" на странице 411
- "Доступные приспособления" на странице 412

Интерфейс автоопределения пробника

Интерфейс автоопределения совместим со многими односторонними активными, дифференциальными и токовыми пробниками Agilent. Активным пробникам, не имеющим собственных внешних источников питания, необходима мощная подпитка от интерфейса автоопределения пробника.

В графах "Допустимое количество" приведенных далее таблиц совместимых с интерфейсом автоопределения пробников указано максимальное число активных пробников каждого типа, которые возможно подключить к осциллографу.

При потреблении через интерфейс автоопределения пробника слишком большого количества энергии на дисплее отобразится сообщение об ошибке. Тогда для перенастройки интерфейса потребуется немедленно отключить все пробники, а затем подключить только допустимое их количество.

См. также Дополнительные сведения о пробниках и приспособлениях см. на веб-сайте "www.agilent.com".

- "[Руководство по выбору пробников и приспособлений \(5989-6162EN\)](#)"
- "[Справочный листок технических данных для руководства по выбору пробников и приспособлений осциллографа InfiniiVision \(5968-8153EN\)](#)"

Пассивные пробники

Осциллографы InfiniiVision 4000 серии X распознают пассивные пробники, такие как N2894A, 10070D, N2870A и пр. На разъеме таких пробников имеется контакт, соединяющий их с кольцом, окружающим разъем BNC осциллографа. Таким образом осциллограф автоматически устанавливает коэффициент затухания распознанных пассивных пробников Agilent.

Пассивные пробники, не имеющие контакта для подключения к кольцу вокруг разъема BNC, осциллографом не распознаются, и коэффициент затухания для них следует задать вручную. См. "[Указание коэффициента затухания пробника](#)" на странице 92.

С осциллографом InfiniiVision 4000 серии X можно использовать следующие пассивные пробники. Возможны любые комбинации пассивных пробников.

Таблица 5 Пассивные пробники

Модель	Описание
10070D	Пробник пассивный, 1:1, 20 МГц, 1,5 м
10076B	Пробник пассивный, высоковольтный, 100:1, 4 кВ, 250 МГц

Таблица 5 Пассивные пробники (продолжение)

Модель	Описание
N2771B	Пробник пассивный, высоковольтный, 1000:1, 30 кВ, 50 МГц
N2870A	Пробник пассивный, 1:1, 35 МГц, 1,3 м
N2874A	Пробник пассивный с низким импедансом, 10:1, 1,5 ГГц, входной сигнал по оси Z 500 Ом, 1,3 м
N2876A	Пробник пассивный с низким импедансом, 100:1, 1,5 ГГц, входной сигнал по оси Z 5 кОм, 1,3 м
N2894A	Пробник пассивный, 10:1, 700 МГц, 1,3 м

Односторонние активные пробники

С осциллографом InfiniiVision 4000 серии X можно использовать следующие односторонние активные пробники.

Таблица 6 Активные пробники

Модель	Описание	Поддерживаемое количество ¹
1130A	1,5 ГГц – усилитель InfiniiMax (с головкой одностороннего пробника)	4
N2750A	Пробник активный, дифференциальный InfiniiMode (в односторонних режимах), 1,5 ГГц, 30 В постоянного тока + макс. пиковый переменный ток, с интерфейсом автоопределения пробника	4
N2744A	Интерфейсный адаптер пробника T2A	Зависит от типа подключенных пробников
N2795A	Пробник активный, 1 ГГц, с интерфейсом автоопределения пробника	4
N2796A	Пробник активный, 2 ГГц, с интерфейсом автоопределения пробника	4
¹ См. "Интерфейс автоопределения пробника" на странице 408.		

Дифференциальные пробники

С осциллографом InfiniiVision 4000 серии X можно использовать следующие дифференциальные пробники.

Таблица 7 Дифференциальные пробники

Модель	Описание	Поддерживаемое количество ¹
1130A	1.5 ГГц – усилитель InfiniiMax (с головкой дифференциального пробника)	4
N2750A	Пробник активный, дифференциальный InfiniiMode, 1,5 ГГц, 30 В постоянного тока + макс. пиковый переменный ток, с интерфейсом автоопределения пробника	4
N2790A	Пробник дифференциальный, высоковольтный, 50:1 или 500:1 (возможность переключения), 100 МГц, с интерфейсом автоопределения пробника	4
N2791A	Пробник дифференциальный, высоковольтный, 25 МГц, +/-700 В, прерывание 1 МОм, 10:1 или 100:1 (возможность переключения)	
N2792A	Пробник дифференциальный, 200 МГц, 10:1, прерывание 50 Ом	
N2793A	Пробник дифференциальный, 800 МГц, 10:1, +/-15 В, прерывание 50 Ом	
N2891A	70 МГц, 7 кВ, пробник дифференциальный, высоковольтный	
¹ См. "Интерфейс автоопределения пробника" на странице 408.		

Токовые пробники

С осциллографом InfiniiVision 4000 серии X можно использовать следующие токовые пробники.

Таблица 8 Токовые пробники

Модель	Описание	Поддерживаемое количество ¹
1146B	Пробник токовый, 100 кГц, 100 А, переменный/постоянный ток	

Таблица 8 Токовые пробники (продолжение)

Модель	Описание	Поддерживаемое количество ¹
1147B	Пробник токовый, 50 МГц, 15 А, переменный/постоянный ток, с интерфейсом автоопределения пробника	4
N2780B	Пробник токовый, 2 МГц, 500 А, переменный/постоянный ток (используется с источником питания N2779A)	
N2781B	Пробник токовый, 10 МГц, 150 А, переменный/постоянный ток (используется с источником питания N2779A)	
N2782B	Пробник токовый, 50 МГц, 30 А, переменный/постоянный ток (используется с источником питания N2779A)	
N2783B	Пробник токовый, 100 МГц, 30 А, переменный/постоянный ток (используется с источником питания N2779A)	
N2893A	Пробник токовый, 100 МГц, 15 А, переменный/постоянный ток, с интерфейсом автоопределения пробника	4
¹ См. "Интерфейс автоопределения пробника" на странице 408.		

Доступные приспособления

Кроме пассивных ("Пассивные пробники" на странице 409), активных односторонних ("Односторонние активные пробники" на странице 410), дифференциальных ("Дифференциальные пробники" на странице 411) и токовых пробников ("Токовые пробники" на странице 411), к осциллографу InfiniiVision 4000 серии X имеется ряд приспособлений.

Таблица 9 Приспособления к осциллографу InfiniiVision 4000 серии X

Модель/номер детали	Описание
N2763A	Комплект для крепления в стойку
N2733B	Мягкая переносная сумка
N2786A	Опорное устройство позиционирования пробника
N2787A	Устройство трехмерного позиционирования пробника
1180CZ	Передвижной испытательный стенд

Таблица 9 Приспособления к осциллографу InfiniiVision 4000 серии X (продолжение)

Модель/номер детали	Описание
N6455A	Печатный вариант руководства пользователя
Прочее	Накладки для лицевой панели – см. раздел " Накладки для лицевой панели на разных языках " на странице 47.
N6450-60001	16-канальный логический пробник с комплектом приспособлений (входит в комплект поставки моделей MSO и моделей с обновлением MSO)
01650-61607	Логический кабель и ограничитель (кабель MSO 40 на 40 контактов)

Все эти наименования можно найти на веб-сайте "www.agilent.com" или "www.parts.agilent.com".

Дополнительные сведения о пробниках и приспособлениях см. на веб-сайте "www.agilent.com".

- "[Руководство по выбору пробников и приспособлений \(5989-6162EN\)](#)"
- "[Справочный листок технических данных для руководства по выбору пробников и приспособлений осциллографа InfiniiVision \(5968-8153EN\)](#)"

Загрузка лицензий и модернизация осциллографа

Файлы лицензии загружаются с USB-накопителя с помощью диспетчера файлов (см. "[Диспетчер файлов](#)" на странице 369).

Информация о лицензии отображается вместе с другой информацией осциллографа (см. "[Отображение сведений об осциллографе](#)" на странице 383).

Для получения дополнительной информации о лицензии и других функциях осциллографа см. следующие разделы.

- "[Лицензионные модули](#)" на странице 414
- "[Другие модули](#)" на странице 416
- "[обновление до уровня MSO](#)" на странице 416

Лицензионные модули

Многие из перечисленных ниже лицензионных модулей можно легко установить без возврата осциллографа в сервисный центр. Не все модули могут быть установлены на всех моделях. За подробностями обращайтесь к бюллетеню технических данных.

Таблица 10 Лицензионные модули

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения осциллографа
Лицензия AERO	Последовательный запуск и анализ MIL-STD-1553 и ARINC 429.	Заказать DSOX4AERO.
AUDIO	Запуск и декодирование звуковых сигналов последовательных шин (I2S).	Заказать DSOX4AUDIO.
AUTO	Запуск и декодирование сигналов последовательных шин автомобильной электроники (CAN, LIN).	Заказать DSOX4AUTO.
COMP	Запуск и декодирование сигналов последовательных шин компьютеров (RS232/422/485/UART).. Обеспечивает возможности запуска и декодирования многих протоколов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), в том числе RS232 (рекомендованный стандарт 232).	Заказать DSOX4COMP.
DVM	Цифровой вольтметр Обеспечивает измерение напряжения с точностью до 3 знаков и частоты с точностью до 5 знаков с помощью любого аналогового канала.	Заказать DSOXDVM.
EDK	Учебный комплект Обеспечивает тренировочные сигналы на выводах Demo осциллографа и лабораторное руководство для учебных целей.	Заказать DSOXEDK.
EMBD	Встроенный последовательный запуск и анализ (I2C, SPI).	Заказать DSOX4EMBD.
FLEX	Запуск и анализ FlexRay.	Заказать DSOX4FLEX.
MASK	Опция испытаний на соответствие маске Позволяет создавать маску и испытывать сигналы на предмет соответствия их маске.	Заказать DSOX4MASK.

Таблица 10 Лицензионные модули (продолжение)

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения осциллографа
mem4M	Обновление памяти. Демонстрирует полную глубину памяти (4 мегаточек с чередованием).	Заказать DS0X4MEMUP.
MSO	Осциллограф смешанных сигналов (MSO). Обеспечивает обновление DSO до уровня MSO. Добавляет 16 цифровых каналов. При этом не требуется устанавливать дополнительное оборудование.	Заказать DS0XPERFMSO. С лицензией MSO поставляется комплект кабеля цифрового пробника.
PWR	Измерение и анализ мощности.	Заказать DS0X4PWR. <i>Руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности DS0X4PWR можно загрузить на веб-сайте "www.agilent.com/find/4000X-Series-manual" или с компакт-диска с документацией.</i>
U2H	Высокоскоростной запуск USB 2.0 и декодирование.	Заказать DS0X4USBH.
USF	Запуск USB 2.0 с полной/низкой скоростью и декодирование.	Заказать DS0X4USBFL.
USBSQ	Анализ качества сигнала USB 2.0.	Закажите DS0X4USBSQ. <i>Руководство Примечания к электрическим испытаниям приложения для анализа качества сигнала USB 2.0 DS0X4USBSQ можно найти на веб-сайте "www.agilent.com/find/4000X-Series-manual" или на компакт-диске с документацией.</i>
VID	Расширенный запуск по видеосигналу и анализ.	Заказать DS0X4VID.
WAVEGEN	Генератор сигналов.	Заказать DS0X4WAVEGEN2.

Другие модули

Таблица 11 Модуль калибровки

Модуль	Заказ
A6J	Калибровка согласно стандарту ANSI Z540

обновление 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.

Для получения сведений об обновлении осциллографа путем лицензирования обратитесь к местному представителю компании Agilent Technologies или посетите веб-страницу по адресу "www.agilent.com/find/4000X-Series".

Обновления для ПО и микропрограмм

Время от времени компания Agilent Technologies выпускает обновления для ПО и микропрограммы своих продуктов. Для поиска обновлений для микропрограммы осциллографа введите в адресной строке веб-браузера адрес "www.agilent.com/find/4000X-Series-sw".

Для просмотра элементов установленного ПО и микропрограммы нажмите кнопку **[Help] Справка > Об осциллографе**.

Скачав файл обновления микропрограммы, можно записать его на USB-накопитель и загрузить в осциллограф с помощью диспетчера файлов (см. раздел "[Диспетчер файлов](#)" на странице 369). Можно также воспользоваться страницей инструментов веб-интерфейса осциллографа (см. раздел "[Средства измерения](#)" на странице 399).

Формат двоичных данных (.bin)

Формат двоичных данных сохраняет данные в двоичном формате и создает описывающие эти данные заголовки.

Благодаря двоичному формату хранения данных размер файла примерно в 5 раз меньше, чем в формате ASCII XY.

При подключении нескольких источников будут сохранены все отображаемые источники, кроме математических функций.

При использовании сегментированной памяти каждый сегмент рассматривается как отдельный сигнал. Сначала сохраняются все сегменты одного канала, затем все сегменты следующего канала (номер которого выше). Это продолжается до тех пор, пока не будут сохранены все отображаемые каналы.

Когда осциллограф работает в режиме сбора данных "Обнаружение пиков", минимальное и максимальное значения точек данных сигнала сохраняются в файлах в отдельных буферах сигналов. Сначала сохраняются минимальные значения точек данных, затем – максимальные.

Данные в формате BIN – сегментированная память

При сохранении всех сегментов для каждого из них создается отдельный заголовок сигнала (см. раздел "Формат заголовка двоичного файла" на странице 418).

Данные в файле BIN представлены следующим образом.

- Данные канала 1 (все сегменты)
- Данные канала 2 (все сегменты)
- Данные канала 3 (все сегменты)
- Данные канала 4 (все сегменты)
- Данные цифрового канала (все сегменты)
- Данные сигнала математической функции (все сегменты)

Если сохраняются не все сегменты, то число сигналов равно числу активных каналов (включая математический и цифровой, с не более чем семью сигналами для каждого цифрового модуля). При сохранении всех сегментов число сигналов соответствует числу активных каналов, умноженному на число полученных сегментов.

Двоичные данные в MATLAB

Из осциллографа InfiniiVision можно импортировать двоичные данные в приложение MathWorks MATLAB®. Соответствующие функции MATLAB можно загрузить с веб-сайта Agilent Technologies по адресу "www.agilent.com/find/4000X-Series-examples".

Agilent создает файлы формата .m, которые нужно скопировать в рабочий каталог MATLAB. Адрес рабочего каталога по умолчанию – C:\MATLAB7\work.

Формат заголовка двоичного файла

Заголовок файла У двоичного файла может быть только один заголовок. Заголовок файла содержит следующие данные.

Cookie	Двухбайтовые символы AG, означающие, что файл сохранен в формате двоичных данных Agilent.
Версия	Два байта, представляющие собой версию файла.
Размер файла	32-битное целое, означающее число байтов в данном файле.
Количество сигналов	32-битное целое, означающее число сигналов, сохраненных в данном файле.

Заголовок сигнала В файле можно сохранить несколько сигналов, и у каждого сохраненного сигнала будет свой заголовок. При использовании сегментированной памяти каждый сегмент рассматривается как отдельный сигнал. Заголовок сигнала содержит сведения о типе данных сигнала, сохраненных после заголовка данных сигнала.

Размер заголовка	32-битное целое, означающее число байтов в данном заголовке.
------------------	--

Тип сигнала	32-битное целое, означающее тип сигнала, сохраненного в данном файле. <ul style="list-style-type: none"> • 0 = неизвестно. • 1 = нормальный. • 2 = обнаружение пиков. • 3 = усредненный. • 4 = не используется в осциллографах InfiniiVision. • 5 = не используется в осциллографах InfiniiVision. • 6 = логический.
Число буферов сигналов	32-битное целое, означающее число буферов сигналов, необходимых для прочтения данных.
Точки	32-битное целое, означающее число точек сигнала в данных.
Счетчик	32-битное целое, означающее число импульсов за учетный период в записи сигнала, созданной при использовании такого режима сбора данных, как "Усреднение". Например, при усреднении число импульсов равно четырем означает, что в записи сигнала каждая его точка усреднена как минимум четыре раза. По умолчанию это значение – 0.
Диапазон отображения X	А 32-битное плавающее число, означающее длительность отображаемого сигнала по оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность прохождения сигнала по экрану. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало отображения X	64-битное двойное число, являющееся значением оси X с левого края экрана. Для сигналов временных интервалов это время начала отображения. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Приращение X	64-битное двойное число, означающее временной интервал между точками данных на оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность интервала между точками. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало X	64-битное двойное число, являющееся значением первой точки в записи данных по оси X. Для сигналов временных интервалов это время отображения первой точки. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.

22 Опорный сигнал

Единицы X	32-битное целое, определяющее единицы измерения значений полученных данных по оси X. <ul style="list-style-type: none">• 0 = неизвестно.• 1 = вольты.• 2 = секунды.• 3 = постоянные.• 4 = амперы.• 5 = дБ.• 6 = Гц.
Единицы Y	32-битное целое, определяющее единицы измерения значений полученных данных по оси Y. Возможные значения соответствуют указанным выше для оси X.
Дата	16-байтовый набор символов; в осциллографах InfiniiVision не заполняется.
Время	16-байтовый набор символов; в осциллографах InfiniiVision не заполняется.
Пакет	24-байтовый набор символов, представляющий собой номер модели и серийный номер осциллографа в формате: №МОДЕЛИ:СЕРИЙНЫЙ№.
Метка сигнала	16-байтовый набор символов, содержащий присвоенную каналу метку.
Временные метки	64-битное двойное число, используемое только при сохранении нескольких сегментов (требуется модуль сегментированной памяти). Это время (в секундах) с момента первого запуска.
Указатель сегмента	32-битное целое без знака. Представляет собой номер сегмента. Используется только при сохранении нескольких сегментов.

Заголовок данных сигнала

Сигнал может содержать несколько наборов данных. У каждого набора данных сигнала будет свой заголовок. В заголовке набора данных содержатся сведения о наборе данных сигнала. Этот заголовок сохраняется непосредственно перед набором данных.

Размер заголовка данных сигнала	32-битное целое, означающее размер заголовка данных сигнала.
---------------------------------	--

Тип буфера	16-битное короткое число, обозначающее тип данных сигнала, сохраненных в данном файле. <ul style="list-style-type: none"> • 0 = неизвестные данные. • 1 = нормальные 32-битные плавающие данные. • 2 = максимальное количество плавающих данных. • 3 = минимальное количество плавающих данных. • 4 = не используется в осциллографах InfiniiVision. • 5 = не используется в осциллографах InfiniiVision. • 6 = цифровые 8-битные знаковые данные (для цифровых каналов).
Байты на точку	16-битное короткое число, означающее число байтов на точку данных.
Размер буфера	32-битное целое, означающее размер буфера, необходимый для удержания точек данных.

Пример программы для чтения двоичных данных

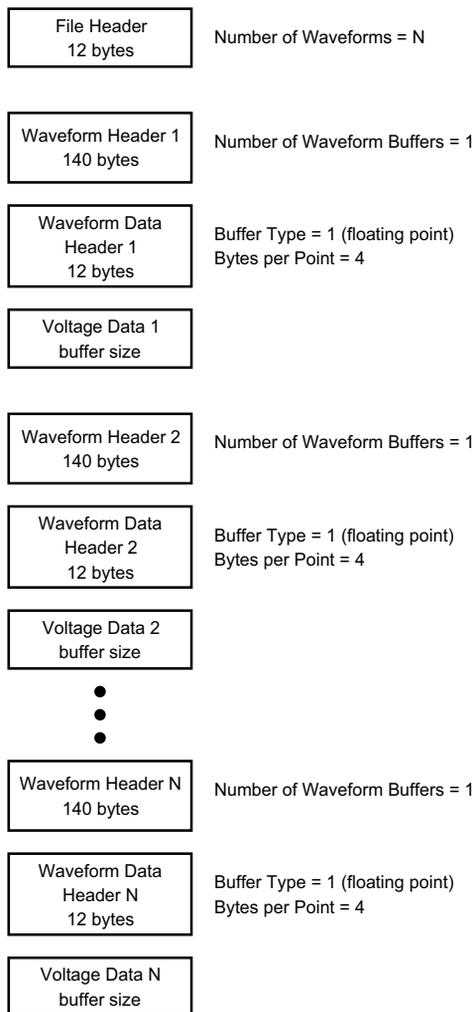
Программу для чтения двоичных данных можно найти, набрав в веб-браузере адрес "www.agilent.com/find/4000X-Series-examples" и выбрав "Пример программы для чтения двоичных данных".

Примеры двоичных файлов

**Сбор данных
нескольких
аналоговых
каналов за один
цикл**

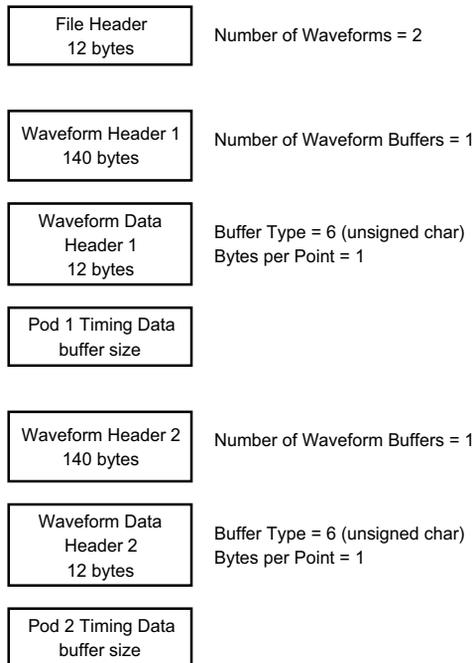
На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл одного цикла сбора с данными нескольких каналов.

22 Опорный сигнал



**Сбор данных
всех модулей
логических
каналов за один
цикл**

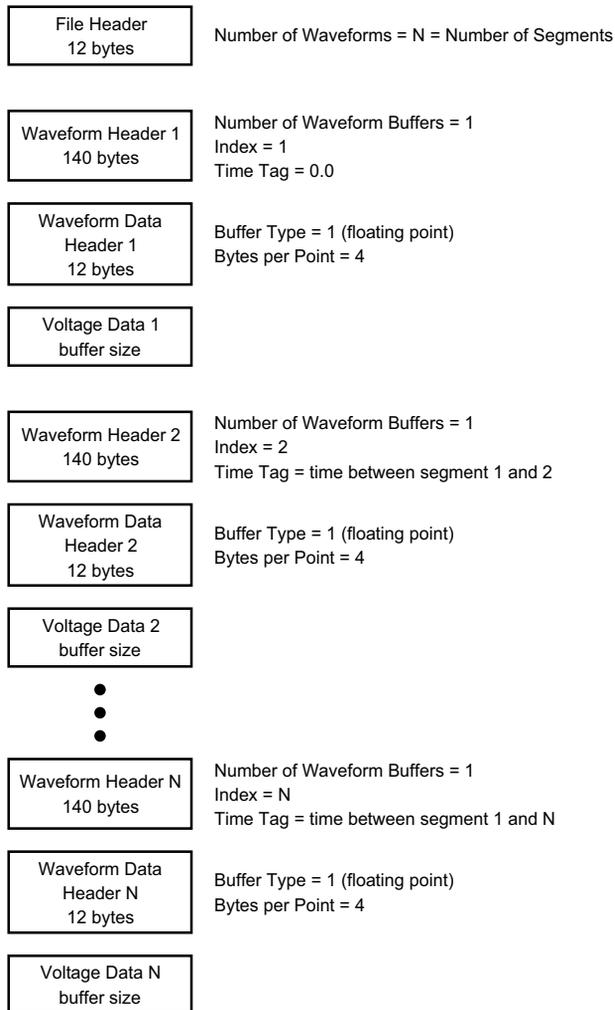
На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл одного цикла сбора с данными всех модулей сохраненных логических каналов.



**Сбор данных
одного
аналогового
канала в
сегментированн
ую память**

На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл данных одного аналогового канала, записанных в сегментируемую память.

22 Опорный сигнал



Файлы CSV и ASCII XY

- "Структура файлов CSV и ASCII XY" на странице 425
- "Минимальное и максимальное значения в файлах CSV" на странице 425

Структура файлов CSV и ASCII XY

Параметр **Длина** позволяет выбрать число точек в сегменте файла CSV или ASCII XY. Все сегменты хранятся в файле CSV или в каждом файле данных ASCII XY.

Например, если для параметра "Длина" задано значение 1000 точек, то сегмент будет содержать 1000 точек (строк в электронной таблице). При сохранении всех сегментов используется три строки заголовков, поэтому первый сегмент помещается в строку 4. Данные второго сегмента начинаются со строки 1004. В столбце времени отображается время с момента запуска по первому сегменту. Выбранное число точек в сегменте отображается в верхней строке.

Формат BIN более подходит для передачи данных, чем CSV или ASCII XY. Этот формат используется для наиболее быстрой передачи данных.

Минимальное и максимальное значения в файлах CSV

При выполнении измерения минимума или максимума отображаемые на экране измерения минимальное и максимальное значения могут не отобразиться в файле CSV.

Объяснение При частоте дискретизации осциллографа, равной 4 Гвыб/с, отбор проб производится каждые 250 пикосекунд. Если для коэффициента развертки задано значение 10 мкс/дел, то будет отображаться 100 мкс данных (так как по горизонтали экран разделен на десять сегментов). Общее число проб, отбираемых осциллографом, можно вычислить по формуле, приведенной далее.

$$100 \text{ мкс} \times 4 \text{ Гвыб/с} = 400 \text{ 000 проб.}$$

Осциллографу требуется отобразить эти 400 000 проб в 640-пиксельных графах. Осциллограф выполнит прореживание этих 400 000 проб для 640-пиксельных граф, и при таком прореживании отслеживаются минимальные и максимальные значения всех точек, представленных в любой отдельно взятой графе. В этой графе экрана и будут отображаться такие минимальные и максимальные значения.

Подобным же образом сокращается объем полученных данных для создания записи, пригодной для различных видов анализа, например, для измерений или данных CSV. Фактически, такая аналитическая запись (или запись измерения) значительно длиннее 640 точек и

может содержать до 65 536 точек. Поскольку число полученных точек превышает 65 536, необходим тот или иной вид прореживания. Средство прореживания для создания записи CSV настроено на выполнение наилучшей оценки всех проб, представляющих каждую точку в записи. То есть, в файле CSV могут не отобразиться минимальное и максимальное значения.

Официальное уведомление

ПО RealVNC Программное обеспечение RealVNC предоставляется на основании Стандартной общественной лицензии GNU. (C) RealVNC Ltd, 2002-2005. Все права защищены.

Данное программное обеспечение предоставляется бесплатно. Его можно передавать другим лицам и/или изменять в соответствии с условиями Стандартной общественной лицензии GNU, опубликованными Фондом бесплатного ПО. Основанием является версия 2, или любая более поздняя (на усмотрение пользователя) версия Лицензии.

Ожидается, что распространяемое ПО окажется полезным, но при этом не дается НИКАКОЙ ГАРАНТИИ, в том числе подразумеваемой гарантии КОММЕРЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ или ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. Подробнее см. положения Стандартной общественной лицензии GNU.

Текст данной лицензии находится на компакт-диске с документацией по осциллографам Agilent InfiniiVision.

Исходный код программы RealVNC можно получить в компании RealVNC, или обратившись в компанию Agilent. Компания Agilent взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.

Формат HDF5 Для файлов опорных сигналов используется формат HDF5.

Формат HDF5 разработан группой "The HDF Group" и Национальным центром прикладных программ для суперкомпьютеров при университете штата Иллинойс в Урбане и Шампейне.

Библиотека CUPS Для сетевой печати используется библиотека CUPS (Common Unix Printing System).

Библиотеки CUPS и CUPS Imaging разработаны корпорацией Apple Inc. и лицензированы в соответствии с положениями Стандартной общественной лицензии GNU на библиотеки ("LGPL") версии 2.

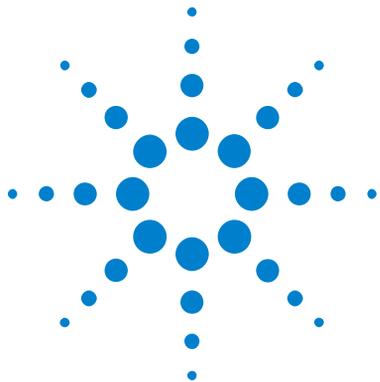
Текст данной лицензии находится на компакт-диске с документацией по осциллографам Agilent InfiniiVision.

**Библиотека
mDNSResponder**

Для сетевой печати CUPS используется библиотека mDNSResponder.

Библиотека mDNSResponder разработана корпорацией Apple Inc. и лицензированы в соответствии с положениями лицензии Apache License версии 2.0.

Текст данной лицензии находится на компакт-диске с документацией по осциллографам Agilent InfiniiVision.



23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

- Настройка для сигналов CAN 429
- Запуск по CAN 431
- Последовательное декодирование CAN 433
- Настройка для сигналов LIN 440
- Запуск по LIN 442
- Последовательное декодирование LIN 444

Для запуска по CAN/LIN и последовательного декодирования требуется модуль AUTO или обновление DSOX4AUTO.

Настройка для сигналов CAN

Настройка заключается в подключении осциллографа к источнику сигнала CAN и указании в меню сигналов источника сигнала, порогового уровня напряжения, скорости передачи данных и контрольной точки.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, используйте программную кнопку **Сигналы**, отображающуюся в меню последовательного декодирования.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем



снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.

- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **CAN**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов CAN.



- 6 Нажмите кнопку **Источник** и выберите канал для сигнала CAN.

Каналу источника CAN будет автоматически присвоена метка.

- 7 Нажмите программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала CAN.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

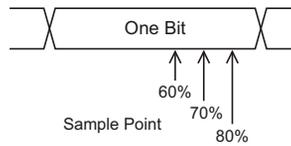
- 8 Нажмите программную кнопку **Скорость передачи данных** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать скорость передачи данных, соответствующую таковой сигнала шины CAN.

Скорость передачи данных CAN может быть установлена в предустановленном диапазоне от 10 кбит/с до 5 Мбит/с или задана пользователем диапазоне от 10 кбит/с до 4 Мбит/с с шагом 100 бит/с. Пошаговая установка пользователем скорости передачи данных в диапазоне от 4 Мбит/с до 5 Мбит/с не допускается.

Скорость передачи данных по умолчанию составляет 125 кбит/с.

Если скорости сигнала CAN не соответствует ни одно из предустановленных значений, то для указания скорости передачи выберите параметр **Задано пользователем**, затем нажмите программную кнопку **Пользовательская скорость** и поверните ручку ввода.

- 9 Нажмите программную кнопку **Контрольная точка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать точку между фазовыми сегментами 1 и 2, где измеряется состояние шины. Это контролирует точку цикла передачи бита, в которой происходит получение значения бита.



10 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и выберите тип и полярность сигнала CAN. При этом каналу-источнику также будет автоматически присвоена метка канала.

- **CAN_H** – фактическая дифференциальная шина CAN_H.
- **Дифференциальный (В-Н)** – сигналы дифференциальной шины CAN, подключенные к аналоговому каналу источника с помощью дифференциального пробника. Подключите "+" контакт пробника к доминантному высокому сигналу CAN (CAN_H), а "-" – к доминантному низкому сигналу CAN (CAN_L).

Доминантные низкие сигналы

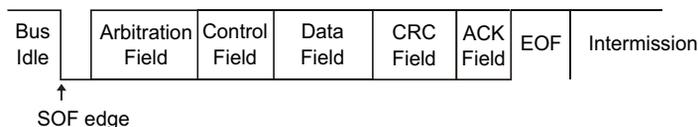
- **Rx** – сигнал приема от трансивера шины CAN.
- **Tx** – сигнал передачи от трансивера шины CAN.
- **CAN_L** – сигнал фактической дифференциальной шины CAN_L.
- **Дифференциальный (Н-В)** – сигналы дифференциальной шины CAN, подключенные к аналоговому каналу источника с помощью дифференциального пробника. Подключите "+" контакт пробника к доминантному низкому сигналу CAN (CAN_L), а "-" – к доминантному высокому сигналу CAN (CAN_H).

Запуск по CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала CAN, см. раздел ["Настройка для сигналов CAN"](#) на странице 429.

Запуск по локальной сети контроллеров (CAN) предоставляет возможность запуска по сигналам CAN версии 2.0A и 2.0B.

Далее представлен пакет сообщения CAN в сигнале типа CAN_L.



Действия после настройки осциллографа на получение сигнала CAN.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**: и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **SOF (начало пакета)** – запуск осциллографа происходит в начале пакета.
 - **ИД удаленного пакета (RTR)** – запуск осциллографа происходит по удаленным пакетам с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД пакета данных (~RTR)** – запуск осциллографа будет происходить по пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД удаленного пакета или пакета данных** – запуск осциллографа будет происходить по удаленным пакетам или пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД пакета данных и данные** – запуск осциллографа будет происходить по пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором, и данным. Нажмите программную кнопку **Биты**, чтобы выбрать идентификатор, и задать количество байт и значения данных.
 - **Пакет с ошибкой** – запуск осциллографа будет происходить по пакетам с активными ошибками CAN.

- **Все ошибки** – запуск осциллографа будет происходить при обнаружении любой ошибки формы или активной ошибки.
 - **Ошибка подтверждения** – запуск осциллографа будет происходить при рецессивном бите подтверждения (с высоким уровнем).
 - **Пакет перегрузки** – запуск осциллографа будет происходить по пакетам перегрузки CAN.
- 4 Выбрав условие запуска по идентификатору или значениям данных, воспользуйтесь программной кнопкой **Биты**, чтобы указать эти значения в меню "Биты CAN".

Для получения подробных сведений об использовании программных кнопок меню "Биты CAN" нажмите и удерживайте искомую кнопку, чтобы вывести на экран фрагмент встроенной справки.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать режим **Масштаб**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал CAN настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании CAN см. в разделе "[Последовательное декодирование CAN](#)" на странице 433.

Последовательное декодирование CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, см. раздел "[Настройка для сигналов CAN](#)" на странице 429.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по CAN см. раздел "[Запуск по CAN](#)" на странице 431.

Настройка последовательного декодирования CAN

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп.**

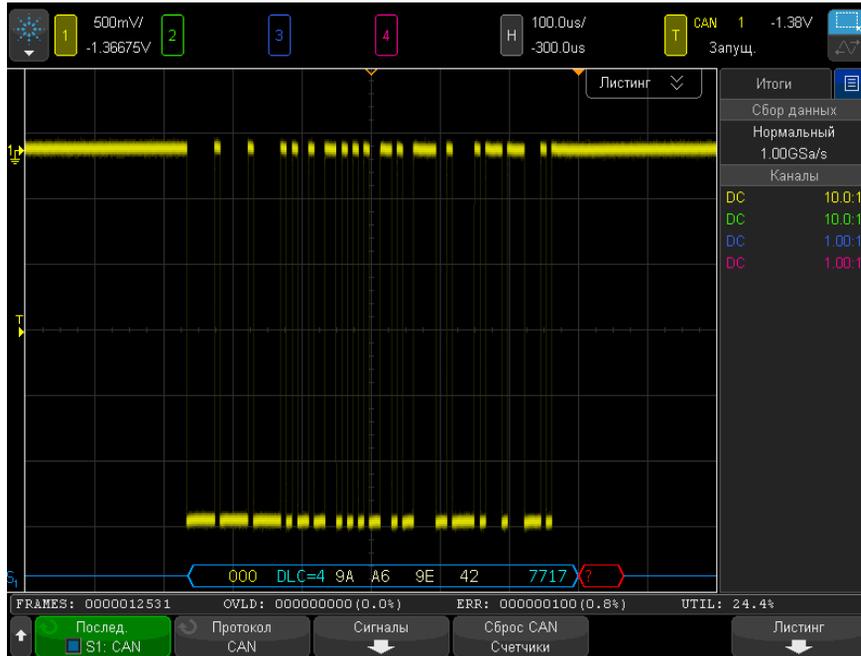
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал CAN настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- ["Интерпретация данных декодирования CAN"](#) на странице 435
 - ["Суммирующее устройство CAN"](#) на странице 436
 - ["Интерпретация данных CAN Lister"](#) на странице 438
 - ["Поиск данных CAN в таблице Lister"](#) на странице 439

Интерпретация данных декодирования CAN



- ИД пакета отображается желтыми цифрами в шестнадцатеричном формате. Автоматически определяются пакеты в 11 или 29 бит.
- Удаленный пакет (RMT) отображается зеленым.
- Код длины данных (DLC) отображается синим для пакетов данных и зеленым – для удаленных пакетов.
- Байты данных для пакетов данных отображаются белыми цифрами в шестнадцатеричном формате.
- Данные контроля циклическим избыточным кодом (CRC), если действительны, отображаются синими цифрами в шестнадцатеричном формате, или красными – для обозначения, что декодер осциллографа рассчитал CRC, отличный от CRC входного потока данных.
- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину.

- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- Искривленные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным с пометкой "?".
- Помеченные пакеты с ошибками отображаются красным с пометкой "ERR".

Суммирующее устройство CAN

Суммирующее устройство CAN обеспечивает возможность измерения качества и эффективности работы шины. Суммирующее устройство CAN измеряет общее количество пакетов CAN, количество помеченных пакетов с ошибками, количество пакетов перегрузки, а также загруженность шины.



Суммирующее устройство работает постоянно (считая пакеты и высчитывая процентные соотношения), и его показания отображаются, пока выполняется декодирование данных CAN. Суммирующее устройство выполняет расчеты, даже если осциллограф остановлен (сбора данных не ведется). Нажатие кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** на суммирующее устройство не влияет. При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **Перегрузка**. Нажатием программной кнопки **Сброс CAN Счетчики** значения счетчиков обнуляются.

Типы пакетов

- Пакеты активных ошибок – это пакеты CAN, в которых узел CAN распознает состояние ошибки в течение передачи удаленного пакета или пакета данных и устанавливает флаг активной ошибки.

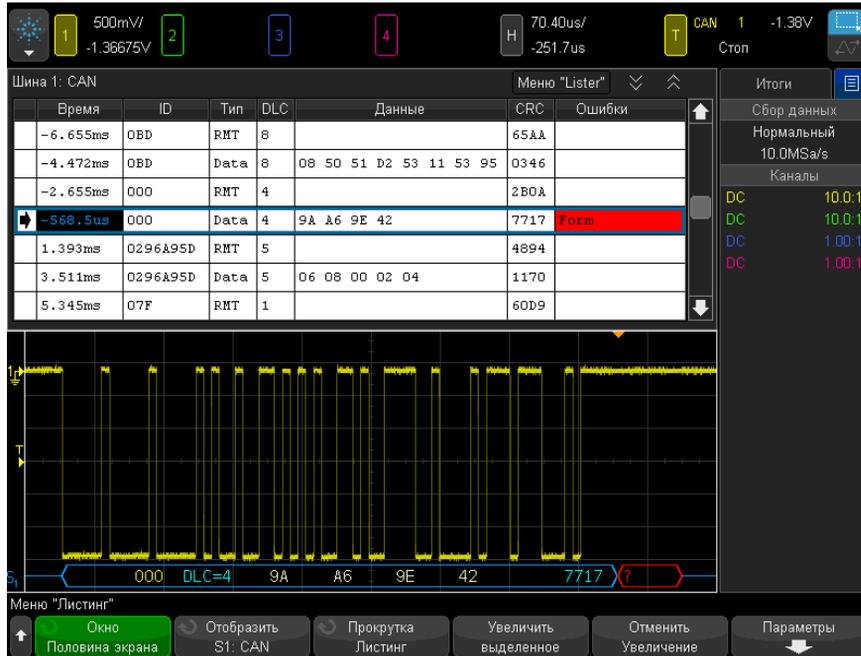
- Частичная передача пакета происходит в случае, когда осциллограф обнаруживает при передаче пакета какое-либо состояние ошибки, которое не сопровождается флагом активной ошибки. Частичные пакеты счетчиком не учитываются.

Счетчики

- Счетчик FRAMES предоставляет общее количество завершенных удаленных пакетов, пакетов данных, перегрузки и активных ошибок.
- Счетчик OVLD предоставляет общее количество завершенных пакетов перегрузки и их процента от общего числа пакетов.
- Счетчик ERR предоставляет общее количество завершенных пакетов с активными ошибками и их процента от общего числа пакетов.
- Индикатор UTIL (загрузка шины) измеряет время активности шины в процентах. Вычисление производится с интервалом в 330 мс, приблизительно каждые 400 мс.

Пример. Если пакет данных содержит метку активной ошибки, произойдет приращение счетчиков FRAMES и ERR. Если пакет данных содержит ошибку, которая не является активной, пакет считается частичным и приращения счетчиков не происходит.

Интерпретация данных CAN Lister



Кроме стандартного столбца "Время", в меню "CAN Lister" также отображаются следующие столбцы.

- ИД – ИД пакета.
- Тип – тип пакета (удаленный пакет (RMT) или данные).
- DLC – код длины данных.
- Данные – байты данных.
- CRC – контроль циклическим избыточным кодом.
- Ошибки – выделяются красным. Ошибки могут быть следующими: ошибка подтверждения (Ack, A), формы (Fo) или пакета (Fr). Различные типы ошибок могут быть сгруппированы, как, например, "Fo,Fr" в предыдущем примере.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных CAN в таблице Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные CAN определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав CAN в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.
 - **ИД удаленного пакета (RTR)** – поиск удаленных пакетов с указанным идентификатором. Для ввода идентификатора нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД пакета данных (~RTR)** – поиск пакетов данных, совпадающих с указанным идентификатором. Для ввода идентификатора нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД удаленного пакета или пакета данных** – поиск удаленных пакетов или пакетов данных, совпадающих с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД пакета данных и данные** – поиск пакетов данных, совпадающих с указанным идентификатором и данных. Нажмите программную кнопку "Биты", чтобы задать длину и значение идентификатора, количество байт и значение данных.
 - **Пакет с ошибкой** – поиск пакетов с активными ошибками CAN.
 - **Все ошибки** – поиск любой ошибки формы или активной ошибки.
 - **Пакет перегрузки** – поиск пакетов перегрузки CAN.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.

Настройка для сигналов LIN

Настройка сигнала LIN (коммутируемая локальная сеть) заключается в подключении осциллографа к источнику последовательного сигнала LIN, а также указании источника сигнала, порогового уровня напряжения, скорости передачи данных, контрольной точки и других параметров сигнала LIN.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **LIN**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов LIN.



- 6 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал, подключенный к линии сигнала LIN.

Каналу источника LIN будет автоматически присвоена метка.

- 7 Нажмите программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы задать уровень порогового напряжения сигнала LIN в середине сигнала LIN.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- 8 Нажмите программную кнопку **Скорость передачи данных**, чтобы открыть меню скорости передачи данных LIN.

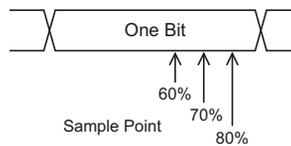
- 9 Нажмите программную кнопку **Скорость передачи данных** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать скорость передачи данных, соответствующую таковой сигнала шины LIN.

Скорость передачи данных по умолчанию составляет 19,2 кбит/с.

Если скорости сигнала LIN не соответствует ни одно из предустановленных значений, то для указания скорости передачи выберите параметр **Задано пользователем**, затем нажмите программную кнопку **Пользовательская скорость** и поверните ручку ввода.

Скорость передачи данных LIN можно установить в диапазоне от 2,4 до 625 кбит/с с шагом 100 бит/с.

- 10 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню сигналов LIN.
- 11 Нажмите программную кнопку **Контрольная точка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать контрольную точку, в которой осциллограф проведет выборку значения бита.



- 12 Нажмите программную кнопку **Стандарт** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать стандарт измерения LIN (LIN 1.3 или LIN 2.0).

Для сигналов LIN 1.2 используйте настройку LIN 1.3. Настройка LIN 1.3 подразумевает, что сигнал соответствует указанному в таблице действительных значений идентификатора, приведенной в разделе A.2 Спецификации LIN от 12 декабря 2002 г. Если сигнал не соответствует указанному в этой таблице, то используйте настройку LIN 2.0.

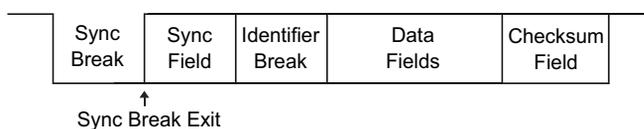
- 13 Нажмите программную кнопку **Sync Break** и выберите минимальное число синхроимпульсов, определяющих прерывание синхронизации сигнала LIN.

Запуск по LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала LIN, см. раздел "Настройка для сигналов LIN" на странице 440.

Запуск по LIN может происходить по переднему фронту на выходе Sync Break сигнала однопроводной шины LIN (который отмечает начало пакета сообщения), по идентификатору пакета или по идентификатору пакета и данным.

Далее представлен пакет сообщения о сигнале LIN.



- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Sync** (Sync Break) – запуск осциллографа происходит по переднему фронту на выходе Sync Break сигнала однопроводной шины LIN, который отмечает начало пакета сообщения.
 - **ИД** (идентификатор пакета) – запуск осциллографа происходит при обнаружении пакета с идентификатором, совпадающим с выбранным значением. Используйте ручку **ввода**, чтобы выбрать значение идентификатора пакета.
 - **ИД и данные** (идентификатор пакета и данные) – запуск осциллографа происходит при обнаружении пакета с идентификатором и данными, совпадающими с выбранными значениями. При запуске по идентификатору пакета и данным выполните следующие действия.

- Чтобы выбрать значение идентификатора пакета, нажмите программную кнопку **ИД пакета** и воспользуйтесь **ручкой ввода**.

Обратите внимание на то, что в качестве идентификатора пакета можно выбрать "безразличное состояние" и осуществлять запуск только по значениям данных.

- Чтобы задать количество байт данных и ввести их значения (в шестнадцатеричном или двоичном формате), нажмите кнопку **Биты** и откройте меню "Биты LIN".



ЗАМЕЧАНИЕ

Для получения подробных сведений об использовании программных кнопок меню "Биты LIN" нажмите и удерживайте искомую кнопку, чтобы вывести на экран фрагмент встроенной справки.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о декодировании данных LIN см. в разделе "Последовательное декодирование LIN" на странице 444.

Последовательное декодирование LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, см. раздел "Настройка для сигналов LIN" на странице 440.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по LIN см. раздел "Запуск по LIN" на странице 442.

Настройка последовательного декодирования LIN

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Выберите, следует ли включить биты контроля четности в поле идентификатора.
 - a Если требуется замаскировать два верхних бита четности, то убедитесь, что флажок под программной кнопкой **Показать четность** не установлен.
 - b Если следует включить биты контроля четности в поле идентификатора, то убедитесь, что флажок под программной кнопкой **Показать четность** установлен.
- 3 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 4 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

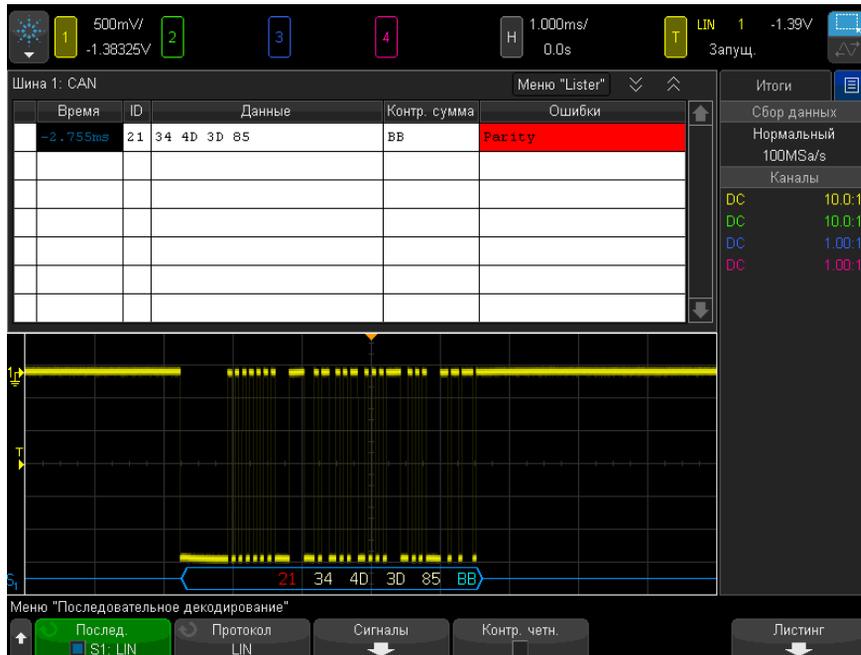
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал LIN настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также
- "Интерпретация данных декодирования LIN" на странице 445
 - "Интерпретация данных LIN Lister" на странице 447
 - "Поиск данных LIN в таблице Lister" на странице 448

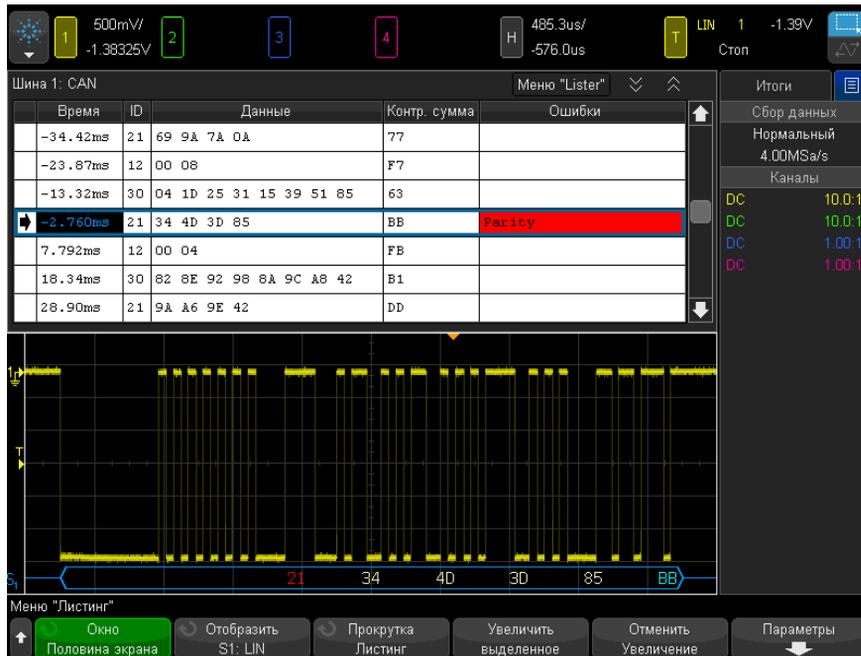
Интерпретация данных декодирования LIN



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину (только для LIN 1.3).
- Шестнадцатеричный идентификатор и биты контроля четности (если включены) отображаются желтым цветом. Если обнаружена ошибка четности, то шестнадцатеричный идентификатор и биты контроля четности (если включены) отображаются красным.
- Шестнадцатеричные значения декодированных данных отображаются белым.

- Контрольная сумма для LIN 1.3 отображается синим цветом, если верна, и красным, если нет. Для LIN 2.0 контрольная сумма всегда отображается белым цветом.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным.
- При наличии ошибки в поле синхронизации отобразятся красные символы SYNC.
- Если число символов в заголовке превысит указанное в стандарте, то отобразятся красные символы THM.
- Если общее число пакетов превысит указанное в стандарте, то отобразятся красные символы TFM (только для LIN 1.3).
- Сигнал активации LIN 1.3 обозначается синими символами WAKE. Если за сигналом активации не последует действительного ограничителя активации, то будет обнаружена ошибка, обозначаемая красными символами WUP.

Интерпретация данных LIN Lister



Кроме стандартного столбца "Время", в меню "LIN Lister" также отображаются следующие столбцы.

- ИД – ИД пакета.
- Данные – байты данных (только для LIN 1.3).
- Контрольная сумма – (только для LIN 1.3).
- Данные и контрольная сумма - (только для LIN 2.0).
- Ошибки – выделяются красным.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

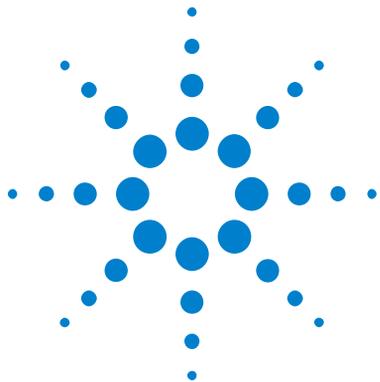
Поиск данных LIN в таблице Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные LIN определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав LIN в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала LIN.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.
 - **ИД** – поиск пакетов с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку "ИД пакета".
 - **ИД и данные** – поиск пакетов с указанными идентификатором и данными. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку "ИД пакета". Для ввода значения данных нажмите программную кнопку "Биты".
 - **Ошибки** – поиск всех ошибок.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе ["Поиск данных Lister"](#) на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе ["Навигация по временной развертке"](#) на странице 81.



24 Запуск FlexRay и последовательное декодирование

Настройка сигналов FlexRay 449

Запуск FlexRay 451

Декодирование последовательных данных FlexRay 454

Для запуска FlexRay и последовательного декодирования требуется модуль FLEX или обновление DSOX4FLEX.

Настройка сигналов FlexRay

Настройка сигнала FlexRay заключается в первом подключении осциллографа к дифференциальному сигналу FlexRay с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Agilent N2792A), при этом необходимо указать источник сигнала, уровень порогового напряжения при запуске, скорость передачи данных и тип шины.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов FlexRay, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.** С помощью ручки ввода выберите последовательную шину (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите режим **FlexRay**.



- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов FlexRay.



- 6 Нажмите **Источник** и выберите аналоговый канал для измерения сигнала FlexRay.
- 7 Нажмите кнопку **Порог**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения.

Необходимо установить уровень порогового значения ниже неактивного уровня.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и когда для выбранной шины последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- 8 Нажмите кнопку **Скорость передачи данных** и выберите скорость передачи данных измеряемого сигнала FlexRay.
- 9 Нажмите кнопку **Шина** и выберите тип шины измеряемого сигнала FlexRay.

Необходимо правильно указать шину, так как эта настройка влияет на обнаружение ошибок CRC.

- 10 Нажмите кнопку **Автонастройка** для выполнения следующих действий:
 - установки импеданса для выбранного канала источника до 50 Ом при использовании дифференциального активного пробника с прерыванием 50 Ом;
 - установки коэффициента затухания пробника 10:1 для выбранного канала источника;
 - установки уровня запуска -300 мВ (на выбранном канале источника);
 - включения подавления шума при запуске;
 - включения последовательного декодирования;
 - установки типа запуска FlexRay.

Запуск FlexRay

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала FlexRay, см. раздел "Настройка сигналов FlexRay" на странице 449.

После настройки осциллографа для захвата сигнала FlexRay можно выполнить настройку запуска по пакетам (see [страница 451](#)), ошибкам (see [страница 452](#)) или событиям (see [страница 453](#)).

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании FlexRay см. в разделе "Декодирование последовательных данных FlexRay" на странице 454.

Запуск по пакетам FlexRay

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 В меню запуска нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательную шину (1 или 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите **Пакет**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Пакеты**, чтобы открыть меню запуска по пакету FlexRay.



- 5 Нажмите программную кнопку **ИД пакета** и с помощью ручки ввода выберите значение идентификатора пакета из вкладки **Все** или от 1 до 2047.
- 6 Нажмите программную кнопку **Тип пакета** для выбора типа пакета.
 - **Все пакеты**
 - **Пакеты запуска**

- **Пакеты NULL**
 - **Пакеты Sync**
 - **Нормальные пакеты**
 - **HE пакеты запуска**
 - **HE пакеты NULL**
 - **HE пакеты Sync**
- 7 Нажмите программную кнопку **Повторение счетчика циклов** и помощью ручки ввода выберите коэффициент повторения счетчика циклов (**2, 4, 8, 16, 32** или **64** или **Все**).
- 8 Нажмите программную кнопку **Базовый счетчик циклов** и с помощью ручки ввода выберите базовый коэффициент счетчика циклов от 0 до коэффициента **Повторение счетчика циклов** минус 1.

Например, при базовом коэффициенте 1 и коэффициенте повторения 16 запуск осциллографа будет выполнен на циклах 1, 17, 33, 49 и 65.

Чтобы выполнить запуск по определенному циклу, для коэффициента повторения циклов установите значение 64 и используйте базовый коэффициент циклов для выбора цикла.

Чтобы выполнить запуск по всем (любым) циклам, для параметра повторения циклов установите значение "Все". Осциллограф выполнит запуск по любому циклу.

ЗАМЕЧАНИЕ

Так как определенные пакеты FlexRay могут отображаться редко, рекомендуется нажать кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, а затем нажать программную кнопку **Режим** для изменения значения **Авто** на **Нормальный** режима запуска. Данная операция предотвращает автозапуск осциллографа в режиме ожидания определенного пакета и комбинации циклов.

Запуск по ошибкам FlexRay

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 В меню запуска нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательную шину (1 или 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.

- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите **Ошибка**.



- 4 Нажмите программную кнопку **Ошибки**, затем выберите тип ошибки.
 - **Все ошибки**
 - **Ошибка заголовка CRC** — ошибка контроля циклическим избыточным кодом в заголовке.
 - **Ошибка пакета CRC** — ошибка контроля циклическим избыточным кодом в пакете.

ЗАМЕЧАНИЕ

Так как ошибки FlexRay возникают редко, нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим** для изменения значения **Авто** на **Нормальный**. Данная операция предотвращает автозапуск осциллографа в режиме ожидания ошибки. Возможно, потребуется отрегулировать задержку запуска осциллографа для просмотра определенной ошибки при наличии нескольких ошибок.

Запуск по событиям FlexRay

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 В меню запуска нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательную шину (1 или 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.
- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите **Событие**.



- 4 Нажмите программную кнопку **Событие**, затем выберите тип события.
 - **Активация**
 - **TSS** — последовательность начала передачи.
 - **BSS** — последовательность начала байта.

- **FES/DTS** — последовательность конца пакета или динамического слежения.

5 Нажмите кнопку **Автонастройка для события**.

При этом автоматически настраиваются параметры осциллографа (как показано на дисплее) для выбранного запуска события.

Декодирование последовательных данных FlexRay

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов FlexRay, см. раздел "[Настройка сигналов FlexRay](#)" на странице 449.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска FlexRay см. раздел "[Запуск FlexRay](#)" на странице 451.

Настройка последовательного декодирования FlexRay

1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



2 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**

3 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

См. также

- "[Интерпретация декодирования FlexRay](#)" на странице 455
- "[Суммирующее устройство FlexRay](#)" на странице 456
- "[Интерпретация данных FlexRay Lister](#)" на странице 457
- "[Поиск данных FlexRay в Lister](#)" на странице 458

Интерпретация декодирования FlexRay



- Тип пакета (NORM, SYNC, SUP, NULL – синий цвет).
- Идентификатор пакета (десятичные цифры – желтый цвет).
- Длина полезной нагрузки (десятичное число слов – зеленый цвет).
- CRC заголовка (шестнадцатеричные числа – синий цвет, сообщение об ошибке HCRC – красный цвет).
- Номер цикла (десятичные числа – желтый цвет).
- Байты данных (шестнадцатеричные числа – белый цвет).
- CRC пакета (шестнадцатеричные числа – синий цвет, сообщение об ошибке FCRC – красный цвет).
- Ошибки пакета и кодирования (специальный символ ошибки – красный цвет).

Суммирующее устройство FlexRay

Суммирующее устройство FlexRay состоит из счетчиков, которые позволяют напрямую измерять качество и эффективность работы шины. Суммирующее устройство отображается на экране, если для параметра декодирования FlexRay установлено значение включения в меню последовательного декодирования.



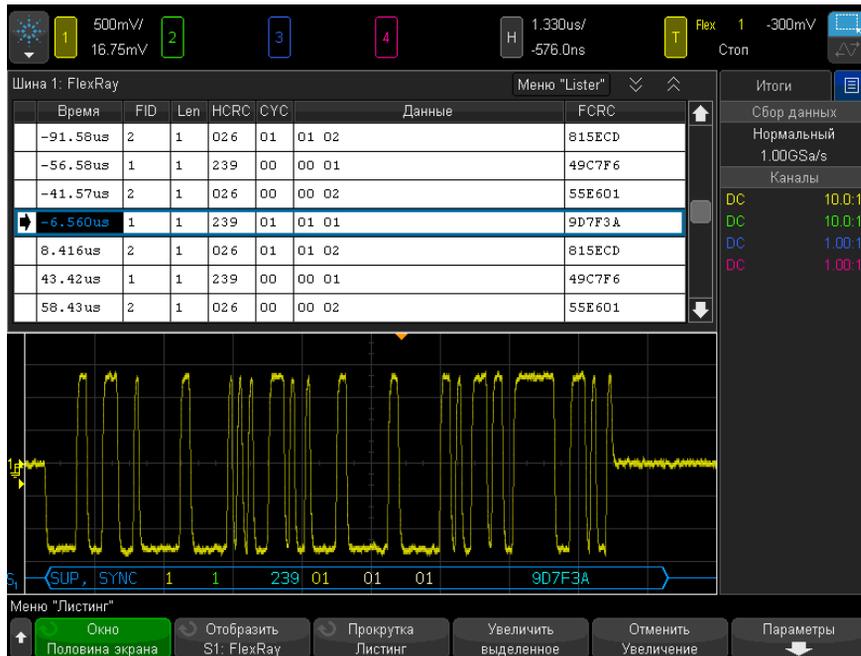
- На счетчике FRAMES в режиме реального времени отображается количество всех принятых пакетов.
- На счетчике NULL отображается количество и процент нулевых пакетов.
- На счетчике SYNC отображается количество и процент пакетов синхронизации.

Суммирующее устройство работает, считает пакеты и рассчитывает процентное отношение, даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **Перегрузка**.

При нажатии программной кнопки **Сброс счетчиков FlexRay** значения счетчиков обнуляются.

Интерпретация данных FlexRay Lister



Кроме стандартного столбца времени в меню FlexRay Lister также отображаются следующие столбцы.

- FID – идентификатор пакета.
- Len – длина статической полезной нагрузки.
- HCRC – CRC заголовка.
- CYC – номер цикла.
- Данные.
- FCRC – CRC пакета.
- Пакеты с ошибками выделяются красным.

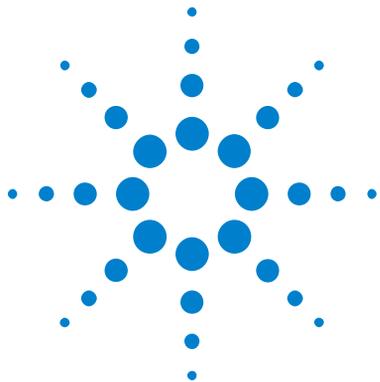
Поиск данных FlexRay в Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные FlexRay определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав FlexRay в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательную шину (1 или 2), на которой выполняется декодирование сигналов FlexRay.
- 3 Нажмите кнопку **Найти** в меню поиска и выберите один из следующих параметров.
 - **ИД пакета** — поиск пакетов с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку "ИД пакета".
 - **Номер цикла (+ ИД пакета)** — поиск пакетов с указанным номером цикла и идентификатором. Для выбора идентификатора нажмите программную кнопку "ИД пакета". Для выбора номера нажмите программную кнопку "Номер цикла".
 - **Данные (+ ИД пакета + Номер цикла)** — поиск пакетов с указанными данными, номером цикла и идентификатором пакета. Для выбора идентификатора нажмите программную кнопку **ИД пакета**. Для выбора номера нажмите программную кнопку **Номер цикла**. Нажмите программную кнопку **Данные**, чтобы открыть меню, в котором можно ввести значение данных.
 - **Ошибка заголовка CRC** — ошибка контроля циклическим избыточным кодом в заголовках.
 - **Ошибка пакета CRC** — ошибка контроля циклическим избыточным кодом в пакетах.
 - **Ошибки** — поиск всех ошибок.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.



25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C	459
Запуск по I2C	460
Последовательное декодирование I2C	465
Настройка сигналов SPI	469
Запуск по SPI	474
Последовательное декодирование SPI	475

Для запуска по I2C/SPI и последовательного декодирования требуется модуль EMBD или обновление DSOX4EMBD.

ЗАМЕЧАНИЕ

Одновременно возможно декодировать данные только одной последовательной шины SPI.

Настройка для сигналов I2C

Настройка сигналов I²C (шина Inter-IC) заключается в подключении осциллографа к линиям последовательных данных (SDA) и синхронизации (SCL) с последующим указанием пороговых уровней напряжения входного сигнала.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I²C, нажмите программную кнопку **Сигналы**, которая отображается в меню последовательного декодирования.

1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.



- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **I2C**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов I²C.



- 6 Для сигналов SCL (линия синхронизации) и SDA (последовательные данные) выполните следующее.
 - a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
 - b Нажмите программную кнопку **SCL** или **SDA** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать канал для сигнала.
 - c Нажмите соответствующую программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

Данные должны быть стабильны на протяжении всего интенсивного цикла синхронизации, в противном случае они будут интерпретированы как условие начала или останова (передача данных при интенсивном цикле синхронизации).

Для каналов-источников сигнала автоматически устанавливаются метки SCL и SDA.

Запуск по I2C

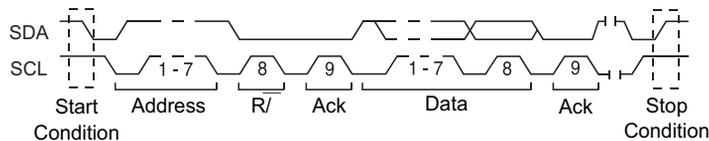
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел "Настройка для сигналов I2C" на странице 459.

Настроив осциллограф на получение сигналов I2C, можно установить запуск по условию начала/останова, перезапуска, по отсутствию подтверждения, по условию чтения данных EEPROM или по пакету чтения/записи с определенным адресом устройства и значением данных.

- 1 Нажмите кнопку [Trigger] Триггер и выберите тип запуска I2C.
- 2 Нажмите кнопку [Trigger] Триггер.
- 3 Нажмите программную кнопку Триггер в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала I²C.

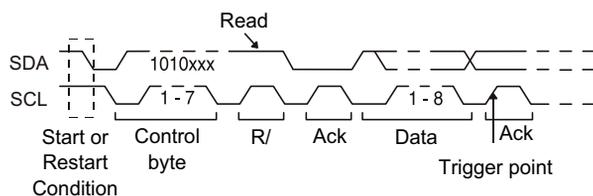


- 4 Нажмите программную кнопку Триггер: и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Условие начала**— запуск осциллографа выполняется при передаче данных SDA от старших к младшим при интенсивном цикле синхронизации SCL. В целях запуска (включая запуск по пакетам) перезапуск рассматривается как условие начала.
 - **Условие останова**— запуск осциллографа выполняется при передаче данных (SDA) от младших к старшим при интенсивном цикле синхронизации (SCL).

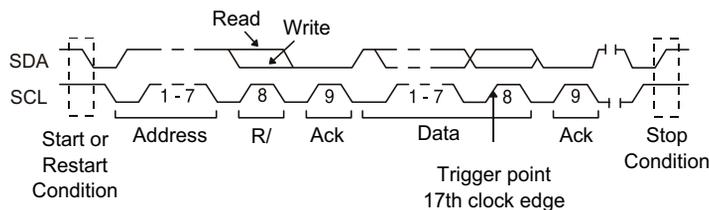


- **Отсутствие подтверждения**— запуск осциллографа выполняется при старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.
- **Адрес без подтверждения**— осциллограф запускается, когда подтверждение выбранного поля адреса оказывается ложным. Бит чтения/записи игнорируется.
- **Перезапуск**— осциллограф запускается, когда перед условием останова возникает еще одно условие начала.

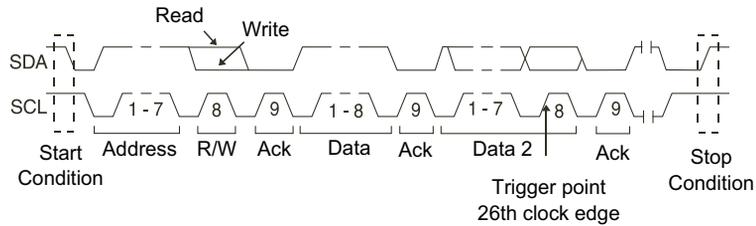
- **Считывание данных EEPROM**— триггер выполняет поиск значения 1010xxx управляющего байта EEPROM в строке SDA, после которой следует бит Read и бит Ack. Затем выполняется поиск значения данных и классификатора, заданного программными кнопками **Данные** и **Данные**-. При обнаружении этого события осциллограф запускается на фронте синхроимпульса для бита Ack после байта данных. Байт данных не обязательно должен следовать сразу после управляющего байта.



- **Пакет (начало: адр7: счит: подтв: данные)** или **Пакет (начало: адр7: зап: подтв: данные)**— запуск осциллографа выполняется в 7-битном режиме адресации по пакету чтения или записи на 17-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



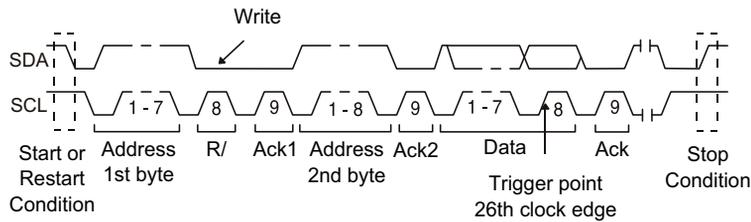
- **Пакет (начало: адр7: счит: подтв: данные: подтв: данные2)** или **Пакет (начало: адр7: зап: подтв: данные: подтв: данные2)**— запуск осциллографа выполняется в 7-битном режиме адресации по пакету чтения или записи на 26-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



- **Запись по 10 бит** – запуск осциллографа выполняется по 10-битному пакету записи 26-го фронта синхриимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. Пакет поступает в следующем формате.

Пакет (начало: байт адреса 1: зап: байт адреса 2: подтв: данные)

В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



- 5 Если осциллограф настроен на запуск по условию считывания данных EEPROM, выполните следующие действия.

Нажмите программную кнопку **Данные** –, чтобы настроить осциллограф на запуск, когда значение данных = (равно), ≠ (не равно), < (меньше) или > (больше) значения данных, заданных программной кнопкой **Данные**.

Запуск осциллографа будет выполнен по фронту синхриимпульса для бита Ack после обнаружения события запуска. Байт данных не обязательно должен следовать сразу после управляющего байта. Запуск осциллографа произойдет по любому байту данных, отвечающему критериям, заданным с помощью программных кнопок **Данные** – и **Данные**, в процессе считывания текущего адреса, произвольного считывания или в течение цикла последовательного считывания.

6 Если осциллограф настроен на запуск по условию чтения или записи 7-битного адреса или пакета записи по 10 бит, выполните следующие действия.

- a** Нажмите программную кнопку **Адрес** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать 7- или 10-битный адрес устройства.

Адрес можно выбрать в диапазоне от 0x00 до 0x7F (7-битный) или 0x3FF (10-битный) шестнадцатеричных значений. При выполнении запуска по пакету чтения/записи осциллограф будет запущен после обнаружения событий начала, адресации, чтения/записи, подтверждения и данных.

Если в качестве адреса выбрано "безразличное состояние" (0xXX или 0xXXX), то такой адрес будет проигнорирован. Запуск всегда будет выполняться по 17-му синхроимпульсу при 7-битной адресации или 26-му при 10-битной.

- b** Нажмите программную кнопку значения **Данные** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать 8-битный шаблон данных, по которому будет выполняться запуск.

Значение данных можно выбрать в диапазоне от 0x00 до 0xFF (в шестнадцатеричном формате). Запуск осциллографа будет выполняться по обнаружении события начала, адресации, чтения/записи, подтверждения и данных.

Если для данных будет выбрано безразличное состояние (0xXX), то такие данные будут проигнорированы. Запуск всегда будет выполняться по 17-му синхроимпульсу при 7-битной адресации или 26-му при 10-битной.

- c** Если выбран трехбайтовый триггер, то нажмите программную кнопку значения **Данные2** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать 8-битный шаблон данных, по которому будет выполняться запуск.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании I2C см. в разделе "[Последовательное декодирование I2C](#)" на странице 465.

Последовательное декодирование I2C

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел "[Настройка для сигналов I2C](#)" на странице 459.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по I2C см. раздел "[Запуск по I2C](#)" на странице 460.

Настройка последовательного декодирования I2C

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Выберите 7-разрядный или 8-разрядный адрес. Используйте 8-разрядный адрес, чтобы бит чтения/записи использовался как часть значения адреса, или выберите 7-разрядный адрес, чтобы исключить бит чтения/записи из значения адреса.
- 3 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 4 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

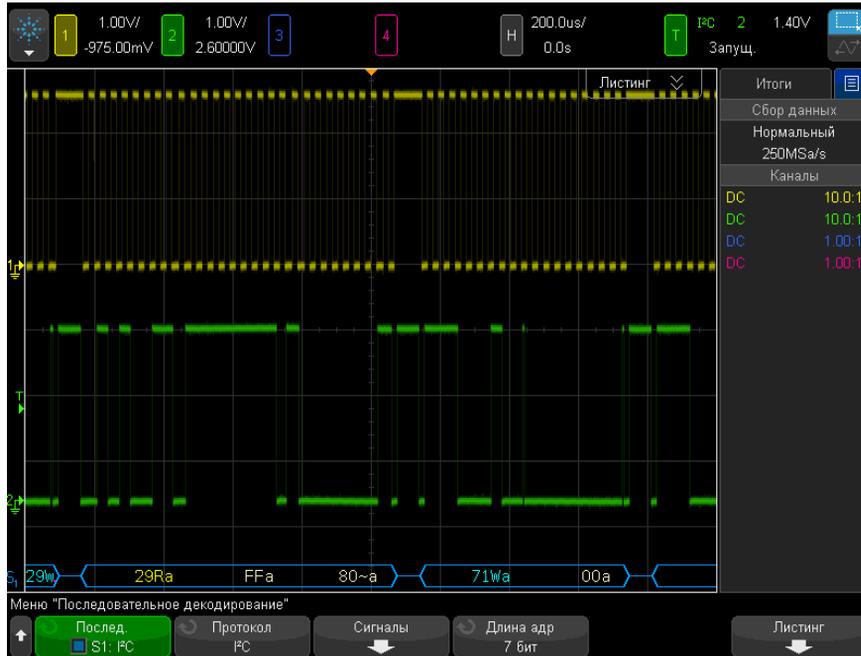
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы I2C настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- "[Интерпретация данных декодирования I2C](#)" на странице 466
 - "[Интерпретация данных I2C Lister](#)" на странице 467
 - "[Поиск данных I2C в таблице Lister](#)" на странице 468

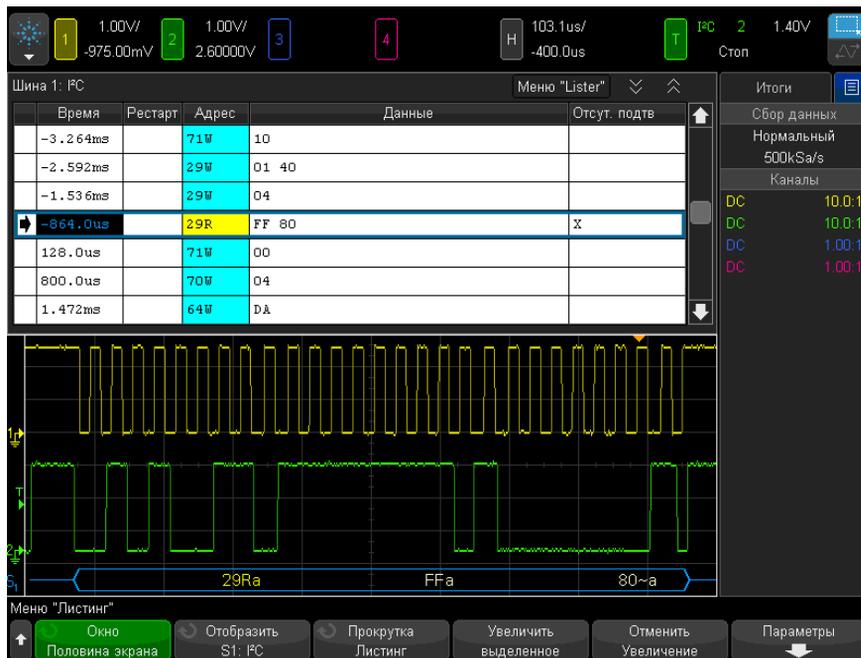
Интерпретация данных декодирования I2C



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину.
- Декодированные шестнадцатеричные данные.
 - Значения адреса отображается в начале пакета.
 - Адреса записи со значком "W" отображаются голубым цветом.
 - Адреса считывания со значком "R" отображаются желтым.
 - Адреса перезапуска со значком "S" отображаются зеленым.
 - Значения данных отображаются белым цветом.
 - "a" означает подтверждение (низкое), "~a" означает отсутствие подтверждения (высокое).
 - Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.

- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает возможность отображения большего количества данных. Для просмотра данных можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- Искривленные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным.

Интерпретация данных I2C Lister



Кроме стандартного столбца "Время", в меню "I2C Lister" также отображаются следующие столбцы.

- Перезапуск – обозначается значком "X".

- Адрес – запись обозначается синим, чтение – желтым.
- Данные – байты данных.
- Отсутствие подтверждения – обозначается значком "X", и, если это ошибка, то выделяется красным.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных I2C в таблице Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные I2C определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав I2C в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала I2C.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.
 - **Отсутствие подтверждения** – поиск старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.
 - **Адрес без подтверждения** – поиск, когда подтверждение выбранного поля адреса оказывается ложным. Бит чтения/записи игнорируется.
 - **Перезапуск** – поиск, когда перед условием останова возникает еще одно условие начала.
 - **Считывание данных EEPROM** – поиск значения 1010xxxx управляющего байта EEPROM в строке SDA, после которой следует бит Read и бит Ack. Затем выполняется поиск значения данных и классификатора, заданного программной кнопкой "Данные –" и программными кнопками "Данные".
 - **Пакет(Начало:Адрес7:Чтение:Подтв:Данные)** – поиск пакета чтения на 17-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты.

- **Пакет(Начало:Адрес7:Запись:Подтв:Данные)** — поиск пакета записи на 17-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты.
- **Пакет(Начало:Адрес7:Чтение:Подтв:Данные:Подтв:Данные2)** — поиск пакета чтения на 26-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты.
- **Пакет(Начало:Адрес7:Запись:Подтв:Данные:Подтв:Данные2)** — поиск пакета записи на 26-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.

Настройка сигналов SPI

Настройка сигналов последовательного синхронного периферийного интерфейса (SPI) заключается в подсоединении осциллографа к источникам тактового сигнала, сигнала данных MOSI и MISO и сигнала формирования пакета, настройке уровня порогового напряжения для каждого входного канала и настройке других параметров сигналов.

Чтобы настроить осциллограф на получение сигналов SPI, используйте программную кнопку **Сигналы**, которая отображается в меню последовательного декодирования.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **SPI**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов SPI.



- 6 Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал**, чтобы открыть меню тактового сигнала SPI.



В меню тактового сигнала SPI выполните следующие действия.

- a Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный к линии синхронизации SPI.

Каналу источника автоматически будет присвоена метка CLK.

- b Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения тактового сигнала.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- c Нажмите программную кнопку отклонения ($\uparrow \downarrow$), чтобы выбрать передний или задний фронт для источника тактовых сигналов.

Эта кнопка позволяет выбрать фронт синхроимпульса, который осциллограф будет использовать для фиксации последовательных данных. При включении параметра **Сведения о дисплее** на графике отображаются изменения, отражающие текущее состояние тактового сигнала.

- 7 Нажмите программную кнопку **MOSI**, чтобы открыть меню "Выход ведущего, вход ведомого SPI".



В меню "Выход ведущего, вход ведомого SPI" выполните следующие действия.

- a Нажмите программную кнопку **Данные MOSI** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный к линии последовательных данных SPI. (Если выбранный канал отключен, включите его).

Каналу источника автоматически будет присвоена метка MOSI.

- b Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения сигнала MOSI.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- 8 (Дополнительно) Нажмите программную кнопку **MISO**, чтобы открыть меню "Выход ведущего, вход ведомого SPI".



В меню "Вход ведущего, выход ведомого SPI" выполните следующие действия.

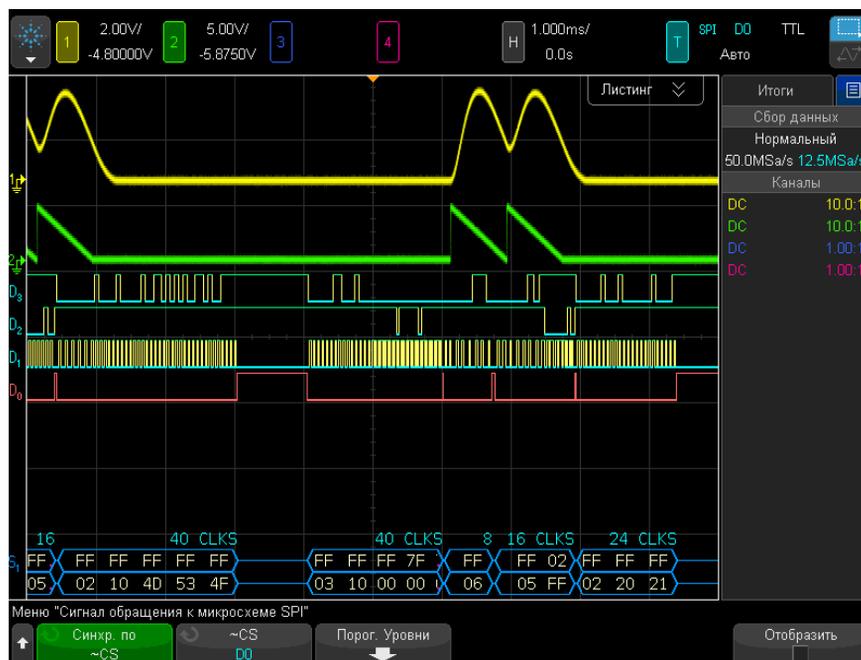
- a Нажмите программную кнопку **Данные MISO** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный ко второй линии последовательных данных SPI. (Если выбранный канал отключен, включите его).

Каналу источника автоматически будет присвоена метка MISO.

- b Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения сигнала MISO.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- 9 Нажмите программную кнопку **CS**, чтобы открыть меню "Сигнал обращения к микросхеме SPI".



В меню "Сигнал обращения к микросхеме SPI" выполните следующие действия.

- С помощью программной кнопки **Сформировать пакет по** выберите сигнал формирования пакета, который осциллограф будет использовать для определения фронта синхроимпульса, который будем первым в последовательном потоке.

Можно настроить запуск осциллографа при увеличении сигнала обращения к микросхеме (**CS**), уменьшении сигнала обращения к микросхеме (**~CS**) или по истечении периода **Тайм-аут**, во время которого тактовый сигнал находился в состоянии бездействия.

- Если для сигнала формирования пакета установлено значение **CS** (или **~CS**), передний или задний фронт синхроимпульса, определенный в качестве первого и отображающийся после перехода сигнала **CS** (или **~CS**) от низкого к высокому (или наоборот), будет первым фронтом синхроимпульса в последовательном потоке.

Сигнал обращения к микросхеме – нажмите программную кнопку **CS** или **~CS**, затем с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный к линии пакета SPI. Каналу источника автоматически будет присвоена метка (**~CS** или **CS**). Передача шаблона данных и тактового сигнала должна быть выполнена за то время, пока сигнал формирования пакета действителен. Сигнал формирования пакета должен быть действителен для всего шаблона данных.

- Если для сигнала формирования пакета установлено значение **Тайм-аут**, осциллограф создает собственный внутренний сигнал формирования пакета, обнаружив бездействие линии синхронизации.

Тайм-аут такт.сигнала - выберите параметр **Тайм-аут такт.сигнала** с помощью программной кнопки **Сформировать пакет по**, затем нажмите программную кнопку **Тайм-аут** и поверните ручку ввода, чтобы установить минимальное время, в течение которого должно сохраняться бездействие (отсутствие передачи) тактового сигнала до того, как осциллограф выполнит поиск шаблона данных для запуска.

Для тайм-аута можно установить любое значение в диапазоне от 100 нс до 10 с.

При нажатии программной кнопки **Сформировать пакет по** на графике **Сведения о дисплее** отображаются изменения, отражающие выбранное значение тайм-аута или текущее состояние сигнала обращения к микросхеме.

- в** Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения сигнала обращения к микросхеме.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

При включении параметра **Сведения о дисплее** на экране отображается информация о выбранных источниках сигналов и их уровнях порогового напряжения, а также временная диаграмма сигналов.

Запуск по SPI

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов SPI, см. раздел "[Настройка сигналов SPI](#)" на странице 469.

Настроив осциллограф на получение сигналов SPI, можно выполнять запуск по шаблону данных в начале периода формирования пакета. Длину строки последовательных данных можно задать в диапазоне от 4 до 32 бит.

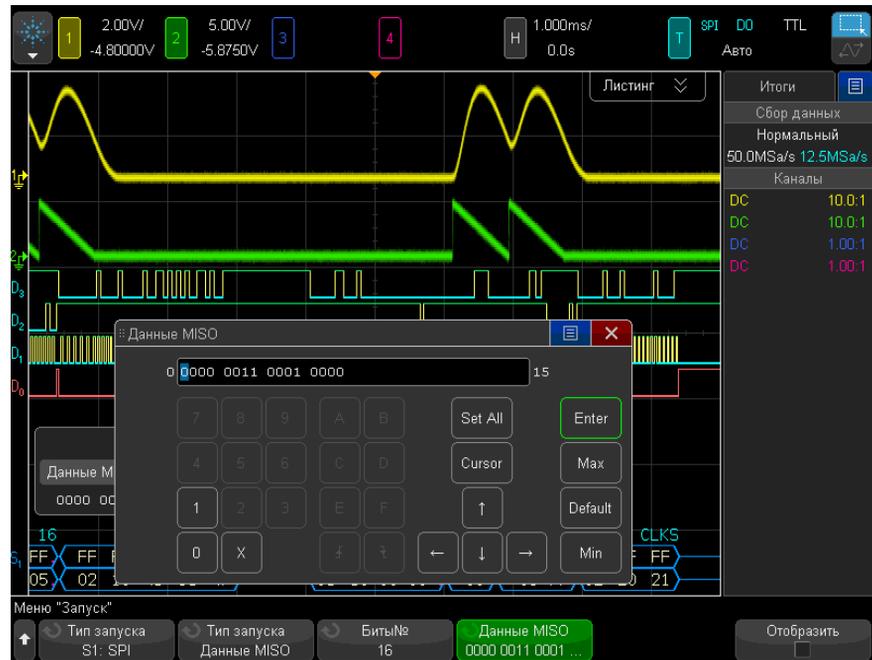
Если выбран запуск по SPI и включен параметр **Сведения о дисплее**, отобразится график текущего состояния сигнала пакета, крутизны такта, числа битов данных и значений битов данных.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 В меню запуска нажмите программную кнопку **Тип запуска**; затем с помощью ручки ввода выберите последовательный слот (Последоват. 1 или Последоват. 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов SPI.



- 3 Нажмите вторую программную кнопку **Тип запуска**; затем с помощью ручки ввода выберите условия запуска.
 - **Данные выхода ведущего, входа ведомого (MOSI)** — для запуска по сигналу данных MOSI.
 - **Данные входа ведущего, выхода ведомого (MISO)** — для запуска по сигналу данных MISO.
- 4 Нажмите программную кнопку **Число битов** и с помощью ручки ввода задайте число бит, (**Число битов**) в строке последовательных данных.

Можно задать любое число бит в строке в диапазоне от 4 до 64. Значения для строки последовательных данных отображаются в строке данных MOSI/MISO в области формы сигнала.
- 5 Нажмите программную кнопку **Данные MOSI** или **Данные MISO** и с помощью клавиатуры для двоичных значений в отдельном диалоговом окне введите значения бит, равные **0** (низкий), **1** (высокий) или **X** (безразличное состояние).

**ЗАМЕЧАНИЕ**

Сведения о декодировании SPI см. в разделе "[Последовательное декодирование SPI](#)" на странице 475.

Последовательное декодирование SPI

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов SPI, см. раздел "[Настройка сигналов SPI](#)" на странице 469.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по SPI см. раздел "[Запуск по SPI](#)" на странице 474.

Настройка последовательного декодирования SPI

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Нажмите программную кнопку **Размер слова**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать число битов в слове.
- 3 Нажмите программную кнопку **Порядок битов**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать порядок битов, при котором вначале будет расположен старший бит (MSB) или младший бит (LSB), при отображении данных в области формы сигнала последовательного декодирования и на экране "Lister".
- 4 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 5 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал SPI настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- ["Интерпретация данных декодирования SPI"](#) на странице 477
 - ["Интерпретация данных SPI Lister"](#) на странице 478
 - ["Поиск данных SPI в таблице Lister"](#) на странице 479

Интерпретация данных декодирования SPI

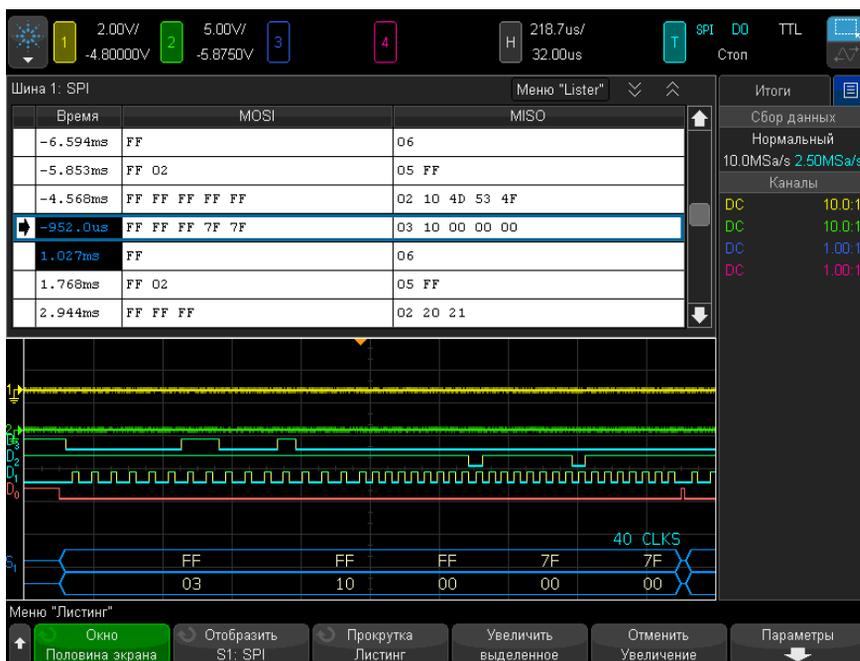


- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину.
- Число тактов в пакете отображается светло-голубым цветом над пакетом справа.
- Шестнадцатеричные значения декодированных данных отображаются белым.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.

25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

- Искаженные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным.

Интерпретация данных SPI Lister



Кроме стандартного столбца "Время", меню SPI Lister также содержит следующие столбцы.

- Данные – байты данных (MOSI и MISO).

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных SPI в таблице Lister

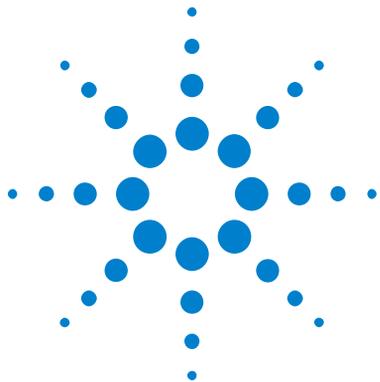
Функции поиска осциллографа позволяют искать (и отмечать) определенные типы данных SPI в таблице Lister. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав SPI в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 В меню поиска нажмите программную кнопку **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательный слот (1 или 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов SPI.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.
 - **Данные выхода ведущего, входа ведомого (MOSI)** — для поиска данных MOSI.
 - **Данные входа ведущего, выхода ведомого (MISO)** — для поиска данных MISO.
- 4 Нажмите программную кнопку **Биты**, чтобы открыть меню поиска битов SPI.
- 5 В меню поиска битов SPI с помощью программной кнопки **Слова** укажите количество слов в значении данных, затем с помощью остальных программных кнопок введите шестнадцатеричные числа.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Для получения дополнительной информации об использовании кнопки "[Navigate] Навигация" см. "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.

25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование



26 Запуск по I2S и последовательное декодирование

Настройка сигналов I2S 481

Запуск по I2S 485

Последовательное декодирование I2S 488

Для запуска по I2S и последовательного декодирования требуется модуль AUDIO или обновление DSOX4AUDIO.

ЗАМЕЧАНИЕ

Одновременно возможно декодировать данные только одной последовательной шины I2S.

Настройка сигналов I2S

I²S (Inter-IC Sound или Integrated Interchip Sound) заключается в подключении осциллографа к линиям синхронизации, выбора слова и последовательных данных, а также указании пороговых уровней напряжения входного сигнала.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2S, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем



снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.

- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **I2S**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов I²S.



- 6 Для сигналов SCLK (линия синхронизации), WS (выбор слова) и SDATA (последовательные данные).
 - a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
 - b Нажмите программную кнопку **SCLK**, **WS** или **SDATA** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать для сигнала канал.
 - c Нажмите соответствующую программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала.

Установите уровни порогов для сигналов SCLK, WS и SDATA в середине этих сигналов.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

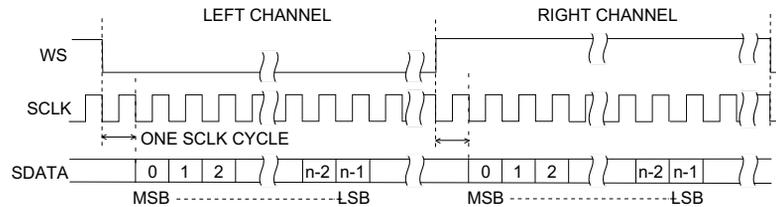
Для каналов-источников сигнала автоматически устанавливаются метки SCLK, WS и SDATA.

- 7 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню последовательного декодирования.
- 8 Нажмите программную кнопку **Настройка шины**, чтобы открыть меню конфигурации шины I²S и отобразить диаграмму, на которой отображаются сигналы WS, SCLK и SDATA для текущей заданной конфигурации шины.

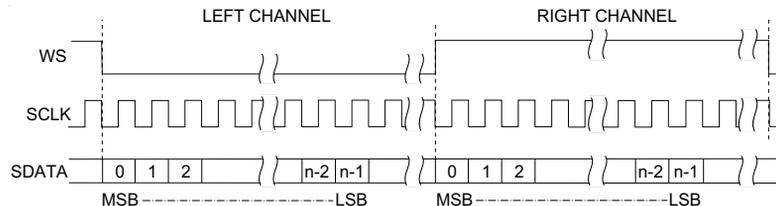


- 9 Нажмите программную кнопку **Размер слова**. Поверните ручку ввода, чтобы установить соответствие размеру слова передатчика тестируемого устройства (от 4 до 32 бит).
- 10 Нажмите программную кнопку **Приемник**. Поверните ручку ввода, чтобы установить соответствие размеру слова приемника тестируемого устройства (от 4 до 32 бит).
- 11 Нажмите программную кнопку **Выравнивание** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать нужное выравнивание сигнала данных (SDATA). По осуществлению выбора диаграмма на экране изменится.

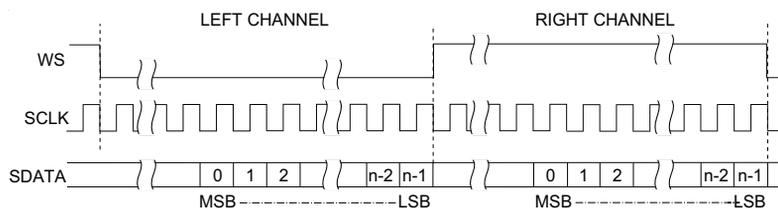
Стандартное выравнивание – сначала отправляется MSB данных каждой пробы, LSB отправляется последним. MSB появляется в строке SDATA через один бит синхронизации после перехода фронта WS.



Выравнивание по левому краю – передача данных (сначала MSB) начинается с перехода фронта WS (без задержки в один бит, применяемой в стандартном формате).

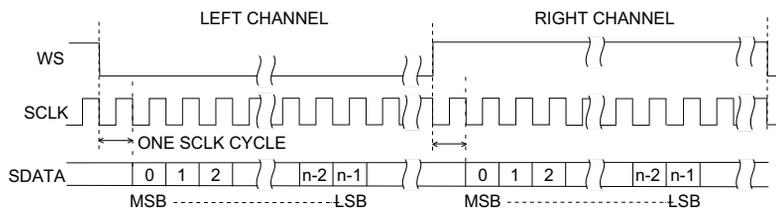


Выравнивание по правому краю – передача данных (сначала MSB) выравнивается по правому краю перехода WS.

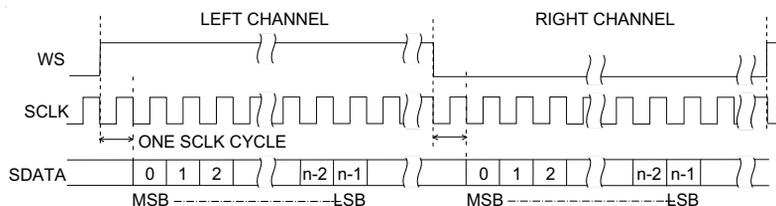


- 12 Нажмите программную кнопку **Низкий WS** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать, данные какого – левого или правого – канала обозначает низкий уровень сигнала WS. По осуществлению выбора диаграмма на экране изменится.

Низкий WS = левый канал – данные левого канала соответствуют низкому значению WS, а данные правого канала – высокому значению WS. Настройкой осциллографа по умолчанию является "Низкий WS" для левого канала.



Низкий WS = правый канал – данные правого канала соответствуют низкому значению WS, а данные левого канала – высокому значению WS.



- 13 Нажмите программную кнопку **Отклонение SCLK** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать фронт SCLK, по которому синхронизируются данные в тестируемом устройстве – передний или задний. По осуществлению выбора диаграмма на экране изменится.

Запуск по I2S

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I²S, см. раздел "[Настройка сигналов I2S](#)" на странице 481.

После настройки осциллографа для получения сигналов I²S можно выполнить запуск по значению данных.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигналов I2S.



- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню настройки запуска I²S.

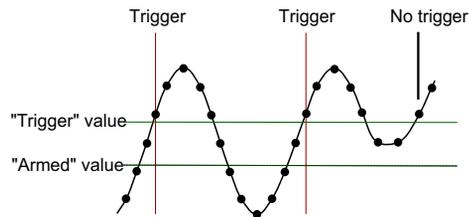


- 4 Нажмите программную кнопку **Аудио** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать значение **Левый**, **Правый** или **Оба** для запуска по событиям одного или обоих каналов.
- 5 Нажмите программную кнопку **Триггер** и выберите классификатор.
 - **Равно** – запуск по указанному слову данных аудиоканала, когда оно соответствует указанному слову.
 - **Не равно** – запуск по любому слову, отличающемуся от указанного слова.

- **Меньше** — запуск выполняется, когда слово данных канала меньше указанного значения.
- **Больше** — запуск выполняется, когда слово данных канала больше указанного значения.
- **В пределах диапазона** — введите значения верхнего и нижнего пределов, чтобы задать диапазон для запуска.
- **За пределами диапазона** — введите значения верхнего и нижнего пределов диапазона, в рамках которого запуска не произойдет.
- **Увеличение значения** — запуск выполняется, если значение данных с течением времени увеличивается и достигает или превышает указанное значение. Установите для параметра **Триггер** **>=** значение данных, которое должно быть достигнуто. Установите для параметра **Готовность** **<=** значение, до которого данные должны снизиться, чтобы схема запуска снова была готова к работе (готова к запуску). Эти настройки выполняются в текущем меню, если для параметра **Основание** задано значение **Десятичный** или в подменю "Биты", если для параметра **Основание** задано значение **Двоичный**. Элемент управления "Готовность" снижает количество запусков из-за шума.

Это условие запуска становится понятнее, если рассматривать передаваемые по шине I2S цифровые данные как аналоговый сигнал. На представленном далее рисунке показан график пробных данных, передаваемых по шине I2S для одного канала. Согласно данному примеру, запуск осциллографа произойдет в двух указанных точках, так как уровень сигнала данных дважды повышается от более низкого (или равного) значения, чем значение параметра "Готовность", до значения, превышающего (или равного) указанному значению параметра "Триггер".

При выборе значения "Готовность", равного или превышающего значение "Триггер", значение "Триггер" будет увеличено таким образом, чтобы всегда быть больше значения "Готовность".



- **Уменьшение значения** — описание соответствует приведенному выше за исключением того, что запуск происходит при снижении значения слова данных, и для приведения прибора в состояние готовности к новому запуску уровень сигнала данных должен возрасти до значения параметра "Готовность".
- 6** Нажмите программную кнопку **Основание** и выберите основание системы счисления для ввода значений данных.
- **Двоичный (дополнение для 2).**

При выборе значения "Двоичный" отображается программная кнопка **Биты**. При нажатии этой кнопки открывается меню "Биты I2S" для ввода значений данных.

Когда для классификатора запуска требуется пара значений (например, при условии "В пределах диапазона", "За пределами диапазона", "Увеличение значения" или "Уменьшение значения"), выбрать одно из значений пары в меню "Биты I2S" можно с помощью первой программной кнопки.

Нажмите программную кнопку **Бит** в меню "Биты I2S" и поверните ручку ввода, чтобы выбрать каждый бит, затем с помощью программной кнопки **0 1 X** задайте для каждого бита значение "ноль", "единица" или "безразличное состояние". С помощью программной кнопки **Задать все биты** можно задать для всех битов значение, указанное на программной кнопке **0 1 X**. Значения безразличного состояния допустимы только при выборе триггеров "Равно" или "Не равно".

- **Десятичное число со знаком.**

При выборе значения "Десятичный" с помощью программных кнопок справа и ручки ввода можно вводить десятичные значения. В зависимости от выбранного классификатора запуска этими программными кнопками могут оказаться **Данные**, **<**, **>** или **Порог**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал I2S настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании I2S см. в разделе "[Последовательное декодирование I2S](#)" на странице 488.

Последовательное декодирование I2S

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2S, см. раздел "[Настройка сигналов I2S](#)" на странице 481.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по I2S см. раздел "[Запуск по I2S](#)" на странице 485.

Настройка последовательного декодирования I2S

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Нажмите программную кнопку **Основание**, чтобы выбрать основание системы счисления для отображения декодированных данных.
- 3 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**

- 4 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал I2S настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- "Интерпретация данных декодирования I2S" на странице 489
 - "Интерпретация данных I2S Lister" на странице 491
 - "Поиск данных I2S в Lister" на странице 491

Интерпретация данных декодирования I2S

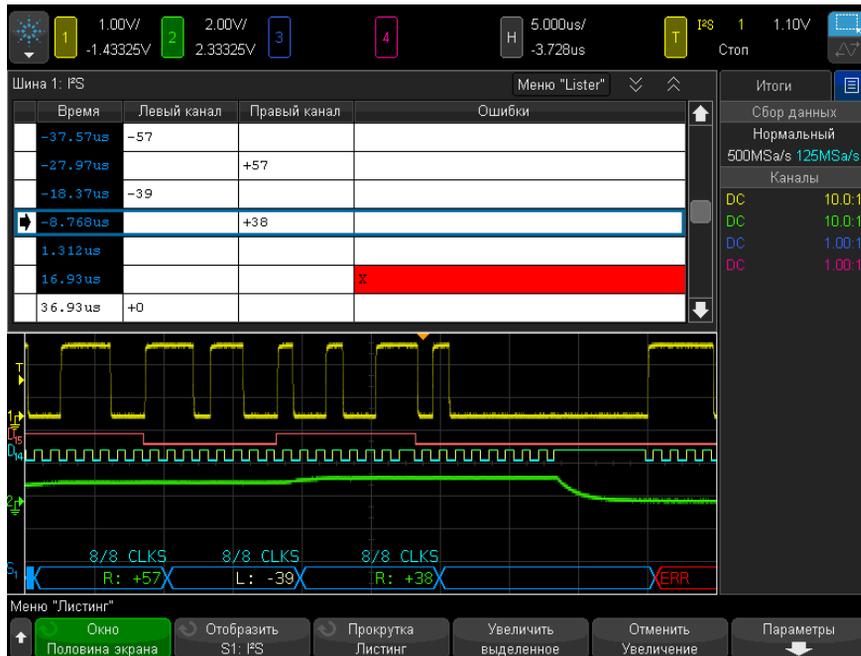


- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину.
- Декодированные данные
 - Значения данных правого канала со значком "R:" отображаются зеленым цветом.
 - Значения данных левого канала со значком "L:" отображаются белым цветом.
 - Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает возможность отображения большего количества данных. Для просмотра данных можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- Искривленные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если размер слова приемника, превышает размер слова передатчика, то это приведет к заполнению декодером младшего бита нулями, и декодированное значение не будет совпадать со значением запуска.

Интерпретация данных I2S Lister



Кроме стандартного столбца времени, в меню I2S Lister также отображаются следующие столбцы.

- Левый канал – данные левого канала.
- Правый канал – данные правого канала.
- Ошибки – выделены красным и обозначены символом "X".

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

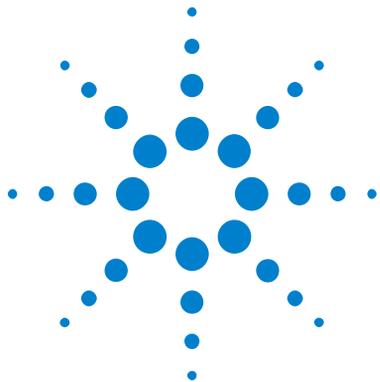
Поиск данных I2S в Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в Lister данные I2S определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку [Navigate] Навигация и средства управления.

- 1 Выбрав I2S в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигналов I2S.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** в меню поиска и выберите один из следующих параметров.
 - **= (Равно)** – поиск в данных аудиоканала слова, соответствующего указанному слову.
 - **!= (Не равно)** – поиск любого слова, отличного от указанного.
 - **< (Меньше)** – поиск меньшего слова данных канала, чем указанное слово.
 - **> (Больше)** – поиск большего слова данных канала, чем указанное слово.
 - **>< (В пределах диапазона)** – введите значения верхнего и нижнего пределов, чтобы задать диапазон поиска.
 - **<> (За пределами диапазона)** – введите значения верхнего и нижнего пределов, чтобы задать диапазон значений, исключаемых из поиска.
 - **Ошибки** – поиск всех ошибок.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.



27

Запуск по MIL-STD-1553/ARINC 429 и последовательное декодирование

Настройка сигналов MIL-STD-1553 [493](#)

Запуск по MIL-STD-1553 [495](#)

Последовательное декодирование MIL-STD-1553 [496](#)

Настройка сигналов ARINC 429 [501](#)

Запуск по ARINC 429 [503](#)

Последовательное декодирование ARINC 429 [505](#)

Для запуска по MIL-STD-1553/ARINC 429 и последовательного декодирования требуется модуль AERO или обновление DSOX4AERO.

Решение запуска и декодирования MIL-STD-1553 поддерживает двухфазную передачу сигналов MIL-STD-1553 благодаря использованию двойного порога запуска. Решение поддерживает кодирование по стандарту 1553 Manchester II, скорость передачи данных 1 Мбит/с и длину слова до 20 битов.

Настройка сигналов MIL-STD-1553

При настройке сигнала MIL-STD-1553 сначала необходимо подключить осциллограф к последовательному сигналу MIL-STD-1553 с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Agilent N2791A), при этом необходимо указать источник сигнала и верхний и нижний пороговые уровни напряжения запуска.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов MIL-STD-1553, выполните следующие действия.



- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите режим декодирования **MIL-STD-1553**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов MIL-STD-1553.



- 6 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал, подключенный к линии сигнала MIL-STD-1553.
Каналу источника MIL-STD-1553 будет автоматически присвоена метка.
- 7 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню последовательного декодирования.
- 8 Нажмите программную кнопку **Автонастройка** для выполнения следующих действий:
 - установки для коэффициента затухания пробника канала входного источника значения 10:1;
 - установки для верхнего и нижнего порогов значения напряжения, равного $\pm 1/3$ деления на основе текущей настройки В/дел;
 - выключения подавления шума при запуске;
 - включения последовательного декодирования;
 - установки типа запуска MIL-1553.
- 9 Если верхнее и нижнее пороговые напряжения настроены неправильно с помощью функции **Автонастройка**, нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы вернуться в меню сигналов MIL-STD-1553. Затем выполните следующее.

- Нажмите программную кнопку **Верхний порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать верхний пороговый уровень напряжения сигнала.
- Нажмите программную кнопку **Нижний порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать нижний пороговый уровень напряжения сигнала.

Пороговые уровни напряжения используются при декодировании, и когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, они станут уровнями запуска.

Запуск по MIL-STD-1553

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала MIL-STD-1553, см. раздел ["Настройка сигналов MIL-STD-1553"](#) на странице 493.

Настройка запуска MIL-STD-1553

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала MIL-STD-1553.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**, затем с помощью ручки ввода выберите условия запуска.
 - **Начало слова данных** — запуск выполняется по началу слова данных (в конце действительного импульса Data Sync).
 - **Конец слова данных** — запуск выполняется по концу слова данных.
 - **Начало слова команды/состояния** — запуск выполняется по началу слова команды/состояния (в конце действительного импульса C/S Sync).
 - **Конец слова команды/состояния** — запуск выполняется по концу слова команды/состояния.

- **Адрес удаленного терминала** — запуск выполняется, если RTA слова команды/состояния совпадает с указанным значением.

При выборе этого параметра становится доступной программная кнопка **RTA**, с помощью которой можно выбрать шестнадцатеричное значение адреса удаленного терминала, по которому будет осуществляться запуск. При выборе 0xXX (безразличное состояние) запуск осциллографа произойдет по любому RTA.

- **Адрес удаленного терминала + 11 бит** — запуск выполняется, если RTA и остальные 11 бит отвечают заданным критериям.

При выборе этого параметра становятся доступны следующие программные кнопки.

- С помощью программной кнопки **RTA** можно выбрать шестнадцатеричное значение адреса удаленного терминала.
- С помощью программной кнопки **Время бита** можно выбрать положение времени бита.
- С помощью программной кнопки **0 1 X** можно установить для параметра положения времени бита значения 1, 0 или X (безразличное состояние).
- **Ошибка контроля четности** — запуск выполняется, если (нечетный) бит контроля четности является неправильным для данных в слове.
- **Ошибка Sync** — запуск выполняется, если найден недопустимый импульс Sync.
- **Ошибка кода "Манчестер"** — запуск выполняется при обнаружении ошибки манчестерского кодирования.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о декодировании MIL-STD-1553 см. в разделе "[Последовательное декодирование MIL-STD-1553](#)" на странице 496.

Последовательное декодирование MIL-STD-1553

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов MIL-STD-1553, см. раздел "[Настройка сигналов MIL-STD-1553](#)" на странице 493.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о настройке запуска MIL-STD-1553 см. в разделе "[Запуск по MIL-STD-1553](#)" на странице 495.

Настройка серийного декодирования MIL-STD-1553

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 С помощью программной кнопки **Основание** можно выбрать шестнадцатеричный или двоичный формат представления декодированных данных.

Этот базовый параметр используется для отображения адреса удаленного терминала и данных как в строке декодирования, так и в Lister.

- 3 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 4 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп.**

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- "[Интерпретация декодирования MIL-STD-1553](#)" на странице 497
 - "[Интерпретация данных MIL-STD-1553 в Lister](#)" на странице 499
 - "[Поиск данных MIL-STD-1553 в Lister](#)" на странице 500

Интерпретация декодирования MIL-STD-1553

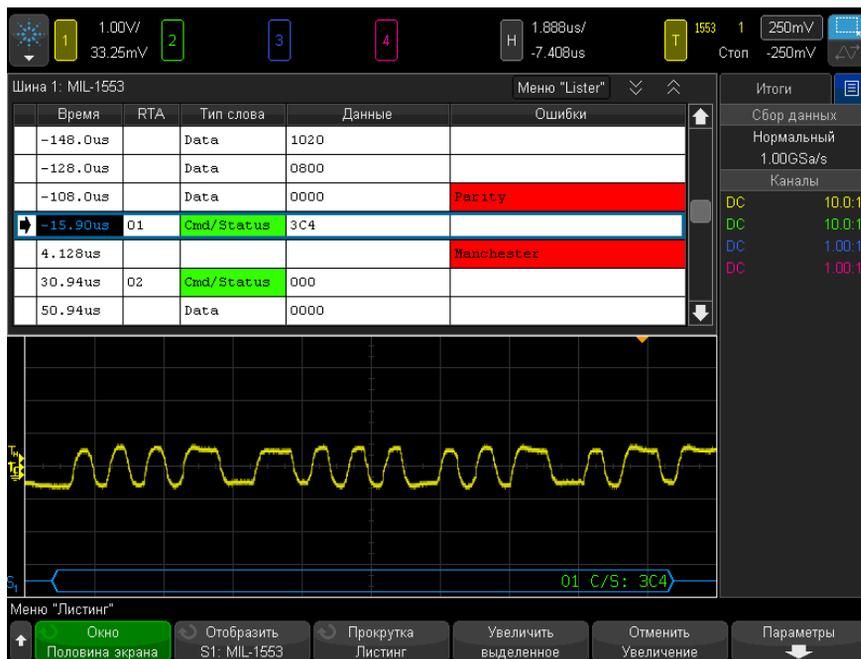
Для отображения результатов последовательного декодирования включите последовательное декодирование и нажмите **[Run] Пуск** или **[Single] Однократный запуск.**



Результаты декодирования MIL-STD-1553 отображаются в следующих цветах.

- Декодированные данные команды и состояния – зеленый; сначала отображается адрес удаленного терминала (5 битов данных), затем текст "C/S:", после которого указывается значение оставшихся 11 битов слова команды/состояния.
- Декодированные данные слова данных – белый; перед этими данными указан текст "D:".
- Текст декодирования для слов команды/состояния или данных с ошибкой контроля четности отображается красным, а не зеленым или белым.
- Ошибки SYNC обозначаются словом "SYNC" в красных угловых скобках.
- Ошибки манчестерского кодирования обозначаются словом "MANCH" в синих угловых скобках (синий вместо красного, поскольку слово начиналось с допустимого импульса Sync).

Интерпретация данных MIL-STD-1553 в Lister



Кроме стандартного столбца времени, в меню MIL-STD-1553 Lister также отображаются следующие столбцы.

- RTA – отображается значение адреса удаленного терминала для слов команды/состояния, для слов данных обозначение отсутствует.
- Тип слова – "Cmd/Status" для слов команды/состояния, "Data" для слов данных. Цвет фона слов команды/состояния – зеленый, совпадающий с цветом текста декодирования.
- Данные – 11 бит после RTA для слов команды/состояния или 16 бит слова данных.
- Ошибки – соответствующая ошибка "Sync", "Контроль четности" или "Manchester". Для обозначения ошибки используется красный цвет фона.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных MIL-STD-1553 в Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные MIL-STD-1553 определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав MIL-STD-1553 в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала MIL-STD-1553.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.
 - **Начало слова данных** — поиск начала слова данных (в конце действительного импульса Sync данных).
 - **Начало слова команды/состояния** — поиск начала слова команды/состояния (в конце действительного импульса C/S Sync).
 - **Адрес удаленного терминала** — поиск слова команды/состояния, значение RTA которого совпадает с указанным значением. Значение указывается в шестнадцатеричном формате.

При выборе этого параметра становится доступной программная кнопка **RTA**, с помощью которой можно выбрать шестнадцатеричное значение адреса удаленного терминала, по которому будет осуществляться поиск.

- **Адрес удаленного терминала + 11 бит** — поиск RTA и остальных 11 битов, которые отвечают заданным критериям.

При выборе этого параметра становятся доступны следующие программные кнопки.

- С помощью программной кнопки **RTA** можно выбрать шестнадцатеричное значение адреса удаленного терминала.
- С помощью программной кнопки **Время бита** можно выбрать положение времени бита.
- С помощью программной кнопки **0 1 X** можно установить для параметра положения времени бита значения 1, 0 или X (безразличное состояние).

- **Ошибка контроля четности** — поиск (нечетных) бит контроля четности, которые являются неправильными для данных в слове.
- **Ошибка Sync** — поиск недопустимых импульсов Sync.
- **Ошибка кода "Манчестер"** — поиск ошибок манчестерского кодирования.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.

Настройка сигналов ARINC 429

При настройке сначала необходимо подключить осциллограф к сигналу ARINC 429 с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Agilent N2791A), а затем в меню сигналов указать источник сигнала, верхний и нижний пороговые уровни напряжения запуска, скорость передачи сигнала и тип сигнала.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов ARINC 429, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите режим декодирования **ARINC 429**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов ARINC 429.



- 6 Нажмите **Источник**, затем выберите канал для сигнала ARINC 429.
Каналу источника ARINC 429 будет автоматически присвоена метка.
- 7 Нажмите программную кнопку **Скорость**, чтобы открыть меню скоростей ARINC 429.



- 8 В меню скорости ARINC429 нажмите программную кнопку **Скорость** и укажите скорость передачи сигнала ARINC 429.
 - **Высокая:** 100 Кбит/с.
 - **Низкая:** 12,5 Кбит/с.
 - **Задано пользователем:** нажмите программную кнопку **Пользовательская скорость** и введите нужное значение скорости.
- 9 Нажмите  «Назад/вверх», чтобы вернуться в меню сигналов ARINC 429.
- 10 Нажмите программную кнопку **Тип сигнала** и укажите тип сигнала ARINC 429.
 - **Строка А (неинвертированный).**
 - **Строка В (инвертированный).**
 - **Дифференциальный (А-В).**
- 11 Нажмите программную кнопку **Автонастройка**, чтобы автоматически настроить следующие параметры декодирования и запуска по сигналам ARINC 429.
 - Верхний порог запуска: 3.0 В.
 - Нижний порог запуска: -3.0 В.
 - Подавление шума: Выкл.
 - Затухание пробника: 10.0.
 - Вертикальная шкала: 4 В/дел.
 - Последовательное декодирование: Вкл.
 - Основание: шестнадцатеричный.
 - Формат слова: метка/SDI/данные/SSM.
 - Запуск: активная последовательная шина.

- Режим запуска: начало слова.

12 Если верхний и нижний пороги настроены с помощью функции **Автонастройка** неправильно, выполните следующие действия.

- Нажмите программную кнопку **Верхний порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать верхний пороговый уровень напряжения сигнала.
- Нажмите программную кнопку **Нижний порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать нижний пороговый уровень напряжения сигнала.

Пороговые уровни напряжения используются при декодировании, и когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, они станут уровнями запуска.

Запуск по ARINC 429

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала ARINC 429, см. раздел ["Настройка сигналов ARINC 429"](#) на странице 501.

Действия после настройки осциллографа на получение сигнала ARINC 429.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала ARINC 429.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер**: и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Начало слова** — запуск по началу слова.
 - **Конец слова** — запуск по концу слова.
 - **Метка** — запуск по указанному значению метки.
 - **Метка + биты** — запуск по метке и другим полям слова в соответствии с указаниями.

- **Диапазон метки** — запуск по следующей метке в мин./макс. диапазоне.
 - **Ошибка контроля четности** — запуск по словам с ошибкой контроля четности.
 - **Ошибка в слове** — запуск по ошибке кодирования внутри слова.
 - **Ошибка в интервале** — запуск по ошибке пропуска между словами.
 - **Ошибка в слове или интервале** — запуск по ошибке слова или по ошибке пропуска.
 - **Все ошибки** — запуск по любой из перечисленных выше ошибок.
 - **Все биты (глазковая)** — запуск по любому биту, который вследствие этого образует глазковую диаграмму.
 - **Все биты 0** — запуск по любому биту с нулевым значением.
 - **Все биты 1** — запуск по любому биту со значением единицы.
- 4 При выборе условия **Метка** или **Метка + биты** с помощью программной кнопки **Метка** укажите значение метки.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.

- 5 При выборе условия **Метка + биты** с помощью программной кнопки и подменю **Биты** укажите значения битов.



Нажмите программные кнопки **Дан.**, **SSM** и/или **SSM** и введите значения 0, 1 или X (безразличное состояние) с помощью диалогового окна двоичной клавиатуры.

Значения SDI или SSM могут быть недоступны в зависимости от выбранного формата слова в меню последовательного декодирования.

- 6 При выборе условия **Диапазон метки** с помощью программных кнопок **Меток мин.** и **Меток макс.** укажите конечные значения диапазона.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать режим **Масштаб**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании ARINC 429 см. в разделе "Последовательное декодирование ARINC 429" на странице 505.

Последовательное декодирование ARINC 429

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов ARINC 429, см. раздел "Настройка сигналов ARINC 429" на странице 501.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по ARINC 429 см. раздел "Запуск по ARINC 429" на странице 503.

Настройка последовательного декодирования ARINC 429

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 С помощью программной кнопки **Настройки** войдите в подменю, в котором с помощью программной кнопки **Основание** выберите шестнадцатеричный или двоичный формат представления декодированных данных.

Этот базовый параметр используется для отображения *данных* как в строке декодирования, так и в Lister.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате; значения SSM и SDI всегда отображаются в двоичном формате.

- 3 Нажмите программную кнопку **Формат слова** и укажите формат декодирования слов.
 - **Метка/SDI/данные/SSM:**
 - Метка – 8 бит.
 - SDI – 2 бита.
 - Данные – 19 бит.

- SSM – 2 бита.
 - **Метка/данные/SSM:**
 - Метка – 8 бит.
 - Данные – 21 бит.
 - SSM – 2 бита.
 - **Метка/данные:**
 - Метка – 8 бит.
 - Данные – 23 бит.
- 4** Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 5** Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп.**

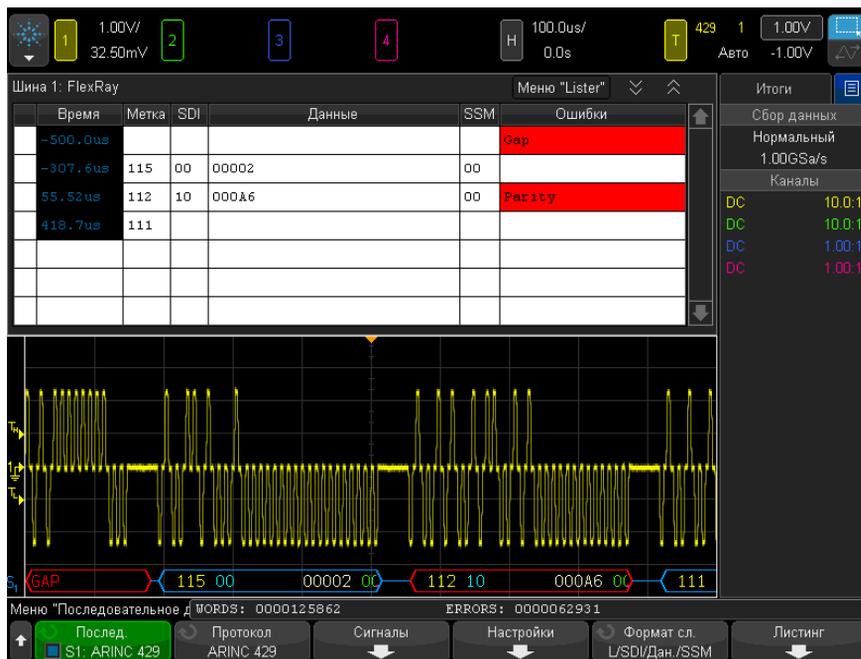
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигнал ARINC 429 настолько медленный, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- ["Интерпретация декодирования ARINC 429"](#) на странице 507
 - ["Суммирующее устройство ARINC 429"](#) на странице 508
 - ["Интерпретация данных ARINC 429 в Lister"](#) на странице 509
 - ["Поиск данных ARINC 429 в Lister"](#) на странице 510

Интерпретация декодирования ARINC 429



В зависимости от выбранного формата декодирования слов результаты декодирования ARINC 429 отображаются в следующих цветах.

- Формат декодирования "Метка/SDI/данные/SSM".
 - Метка (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.
 - SDI (синий) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
 - Данные (белый, красный при ошибке контроля четности) (19 бит) – отображается в выбранном базовом значении.
 - SSM (зеленый) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
- Формат декодирования "Метка/данные/SSM":
 - Метка (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.
 - Данные (белый, красный при ошибке контроля четности) (21 бит) – отображается в выбранном базовом значении.

- SSM (зеленый) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
- Формат декодирования "Метка/данные".
 - Метка (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.
 - Данные (белый, красный при ошибке контроля четности) (23 бит) – отображается в выбранном базовом значении.

Биты значения метки отображаются в том же порядке, в каком они были получены. Поля битов данных, SSM и SDI отображаются в порядке получения, но биты внутри этих полей отображаются в обратном получении порядке. Другими словами, поля битов, кроме метки, отображаются в формате слова ARINC 429, но биты в этих полях отображаются в порядке, обратном порядку передачи.

Суммирующее устройство ARINC 429

Суммирующее устройство ARINC 429 измеряет общее число слов и ошибок ARINC 429.



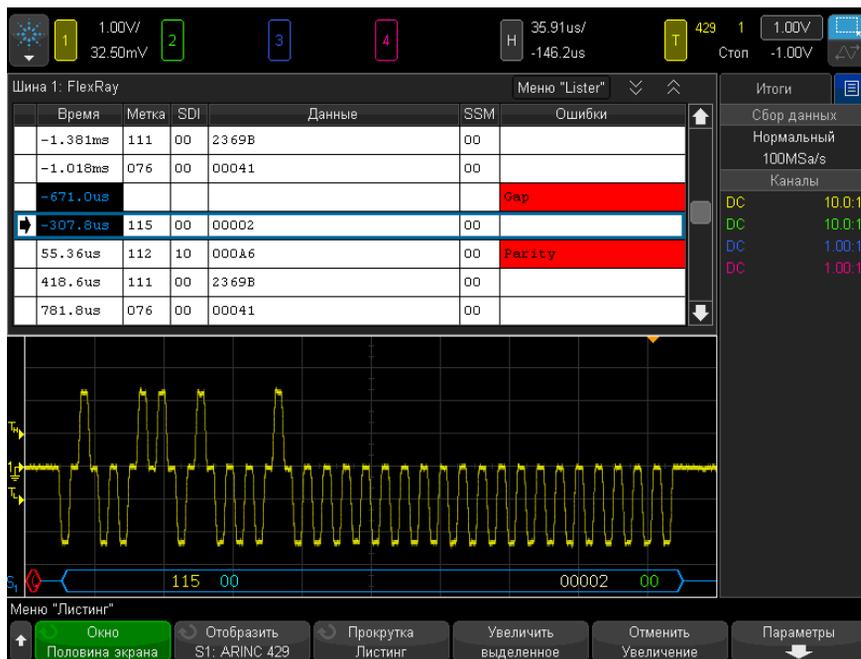
Суммирующее устройство работает постоянно (считая слова и ошибки), и его показания отображаются, пока выполняется декодирование данных ARINC 429. Суммирующее устройство выполняет расчеты, даже если осциллограф остановлен (сбора данных не ведется).

Нажатие кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** на суммирующее устройство не влияет.

При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **Перегрузка**.

Чтобы обнулить значения счетчиков, достаточно нажать программную кнопку **Сброс счетчиков ARINC 429** в меню **Настройки**.

Интерпретация данных ARINC 429 в Lister



Кроме стандартного столбца время, в меню ARINC 429 Lister также отображаются следующие столбцы.

- Метка – значение 5-битной метки в восьмеричном формате.
- SDI – значения битов (включенных в формат декодирования слов).
- Данные – значения данных в двоичном или шестнадцатеричном формате, в зависимости от базовых настроек.
- SSM – значения битов (включенных в формат декодирования слов).
- Ошибки – выделяются красным. Параметр "Ошибки" может иметь значения "Контроль четности", "Слово" или "Интервал".

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных ARINC 429 в Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные ARINC 429 определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав ARINC 429 в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигнала ARINC 429.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите один из следующих параметров.

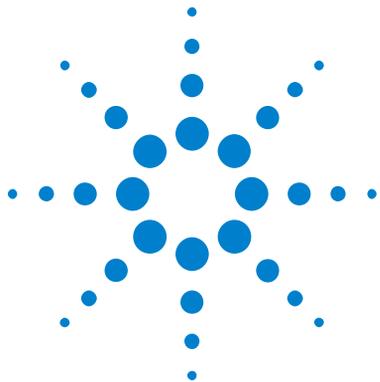
- **Метка** – поиск по указанному значению метки.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.

- **Метка + биты** – поиск по метке и другим полям слова в соответствии с указаниями.
- **Ошибка контроля четности** – поиск по словам с ошибкой контроля четности.
- **Ошибка в слове** – поиск по ошибке кодирования внутри слова.
- **Ошибка в интервале** – поиск по ошибке пропуска между словами.
- **Ошибка в слове или интервале** – поиск по ошибке слова или по ошибке пропуска.
- **Все ошибки** – поиск по любой из перечисленных выше ошибок.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.



28 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка сигналов UART/RS232 [511](#)

Запуск UART/RS232 [513](#)

Последовательное декодирование UART/RS232 [516](#)

Для запуска по UART/RS232 и последовательного декодирования требуется модуль COMP или обновление DSOX4COMP.

Настройка сигналов UART/RS232

Настройка осциллографа для получения сигналов UART/RS232

- 1 Нажмите кнопку **[Label] Метка**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **UART/RS232**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов UART/RS232.



- 6 Следующие действия выполните для сигналов Rx и Tx.
 - a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
 - b Нажмите программную кнопку **Rx** или **Tx** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать канал для сигнала.
 - c Нажмите соответствующую программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

Для каналов-источников сигнала автоматически устанавливаются метки RX и TX.

- 7 Нажмите кнопку  "Назад/вверх", чтобы вернуться в меню последовательного декодирования.
- 8 Нажмите программную кнопку **Настройка шины**, чтобы открыть меню конфигурации шины UART/RS232.



Задайте следующие параметры.

- a **Число битов** — задайте количество битов в словах UART/RS232, аналогичное количеству на тестируемом устройстве (от 5 до 9 бит).
- b **Контроль четности** — выберите нечетное, четное или нулевое значение в соответствии с контролем четности на тестируемом устройстве.
- c **Передача данных** — последовательно нажмите программные кнопки **Скорость передачи данных** и **Передача данных**, а затем выберите скорость передачи данных, аналогичную скорости тестируемого устройства. Если требуемая скорость передачи данных не отображается в списке, выберите **Задано пользователем** на программной кнопке "Передача данных", а затем выберите нужную скорость передачи данных с помощью программной кнопки **Пользовательская скорость**.

Скорость передачи данных UART можно установить в диапазоне от 1,2 кбит/с до 8,0000 Мбит/с с шагом 100 бит/с.

- d Полярность** – выберите низкое значение при бездействии или высокое значение при бездействии в соответствии с состоянием тестируемого устройства при бездействии. Для RS232 выберите низкое значение при бездействии.
- e Порядок битов** – решите, какой бит (старший (MSB) или младший (LSB)) должен следовать за начальным битом сигнала от тестируемого устройства. Для RS232 выберите значение LSB.

ЗАМЕЧАНИЕ

На экране последовательного декодирования старший бит всегда отображается слева независимо от заданного порядка битов.

Запуск UART/RS232

Сведения о настройке осциллографа для получения сигналов UART/RS-232 см. в разделе "[Настройка сигналов UART/RS232](#)" на странице 511.

Запуск по сигналу UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), подключение осциллографа к строкам Rx и Tx, а также настройка условий запуска. Одним из примеров протокола UART является RS232 (Recommended Standard 232).

- 1** Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2** Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов UART/RS232.



- 3** Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню настройки запуска UART/RS232.



- 4 С помощью программной кнопки **Основание** выберите "Шестнадцатеричный" или "ASCII" в качестве базового значения, отображаемого на программной кнопке "Данные" в меню настройки запуска UART/RS232.

Обратите внимание, что настройка этой программной кнопки не влияет на выбранное основание дисплея декодирования.

- 5 Нажмите программную кнопку **Триггер** и задайте необходимые условия запуска.
- **Начальный бит Rx** – осциллограф запускается при обнаружении начального бита в сигнале Rx.
 - **Стоповый бит Rx** – осциллограф запускается при обнаружении стопового бита в сигнале Rx. Запуск будет выполнен на первом стоповом бите. Это происходит автоматически, если тестируемое устройство использует 1, 1,5 или 2 стоповых бита. Число стоповых битов, используемых тестируемым устройством, указывать не требуется.
 - **Данные Rx** – осциллограф запускается на указанном байте данных. Используется, когда длина слов данных тестируемого устройства составляет от 5 до 8 битов (без 9-го бита (предупреждение)).
 - **Rx 1:данные** – используется, когда длина слов данных тестируемого устройства составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Запуск осуществляется, только если 9-й бит (предупреждение) – "1". Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
 - **Rx 0:данные** – используется, когда длина слов данных тестируемого устройства составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Запуск осуществляется, только если 9-й бит (предупреждение) – "0". Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).

- **Rx X:данные** — используется, когда длина слов данных тестируемого устройства составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Выполняется запуск на указанном байте данных независимо от значения 9-го бита (предупреждение). Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
 - Аналогичные варианты доступны для Tx.
 - **Ошибка четности Rx или Tx** — осциллограф запускается при обнаружении ошибок четности на основе настройки в меню настройки шины.
- 6 Если выбрано условие запуска со словом "**Данные**" в описании (например, **Данные Rx**), нажмите программную кнопку **Данные** - и выберите классификатор равенства. Можно установить запуск, когда значение данных равно, не равно, меньше или больше заданного значения.
 - 7 С помощью программной кнопки **Данные** выберите значение данных для сравнения. Эта кнопки используется вместе с кнопкой **Данные** -.
 - 8 Дополнительно. С помощью программной кнопки **Серия** можно выполнить запуск N-ного пакета (1-4096) после выбранного времени бездействия. Для выполнения запуска должны быть выполнены все условия запуска.
 - 9 При выборе параметра **Серия** можно указать время бездействия (от 1 мкс до 10 с), чтобы осциллограф выполнял поиск условия запуска только по истечении времени бездействия. Нажмите программную кнопку **Бездействие** и поверните ручку ввода, чтобы задать время бездействия.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы UART/RS232 настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании UART/RS232 см. в разделе "**Последовательное декодирование UART/RS232**" на странице 516.

Последовательное декодирование UART/RS232

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов UART/RS232 см. раздел "[Настройка сигналов UART/RS232](#)" на странице 511.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по UART/RS232 см. раздел "[Запуск UART/RS232](#)" на странице 513.

Настройка последовательного декодирования UART/RS232

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Нажмите кнопку **Настройки**.
- 3 В меню "Настройки UART/RS232" нажмите программную кнопку **Основание**, чтобы выбрать основание (шестнадцатеричный, двоичный или ASCII) для отображения декодированных слов.



- При отображении слов в виде ASCII используется 7-битный формат ASCII. Допустимые символы ASCII находятся в пределах от 0x00 до 0x7F. Для отображения в виде ASCII в меню настройки шины следует выбрать не менее 7 битов. Если выбран формат ASCII и данные превышают 0x7F, то они отображаются в шестнадцатеричном формате.
 - Когда в меню настройки шины UART/RS232 для параметра **Число битов** задано значение 9, 9-й бит (предупреждение) отображается сразу слева от значения ASCII (которое получено из 8 младших битов).
- 4 Необязательно. Нажмите программную кнопку **Синхронизация** и выберите значение. Выбранное значение на экране декодирования

отобразится голубым цветом. Однако в случае ошибки четности данные отобразятся красным.

- 5 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 6 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп.**

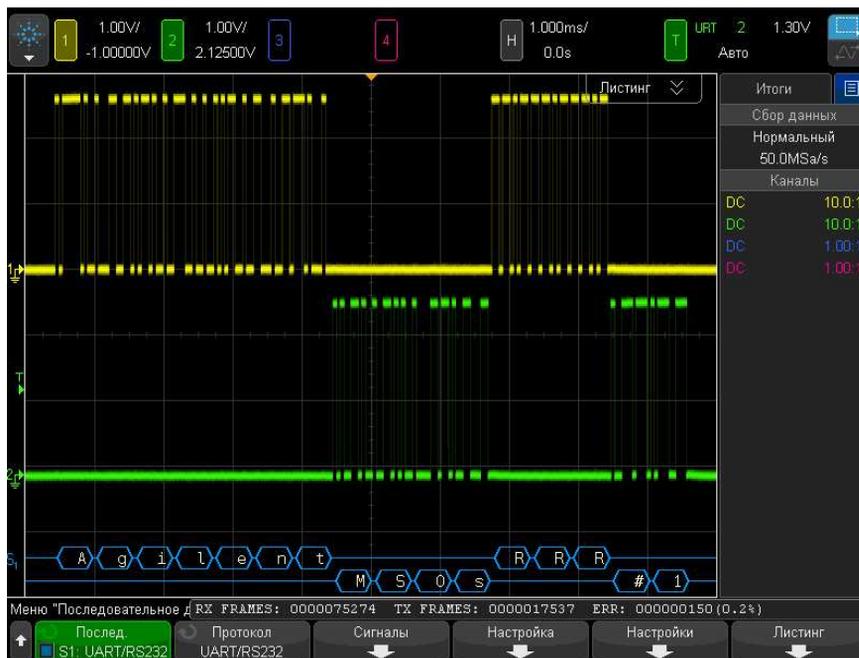
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы UART/RS232 настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- ["Интерпретация данных декодирования UART/RS232"](#) на странице 518
 - ["Суммирующее устройство UART/RS232"](#) на странице 519
 - ["Интерпретация данных UART/RS232 в Lister"](#) на странице 520
 - ["Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister"](#) на странице 521

Интерпретация данных декодирования UART/RS232



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину.
- При использовании 5-8-битных форматов декодированные данные отображаются белым (в двоичном, шестнадцатеричном виде или ASCII).
- При использовании 9-битного формата все слова данных, включая 9-й бит, отображаются зеленым. 9-й бит отображается слева.
- Выбранное значение слова данных для синхронизации отображается светло-голубым. При использовании 9-битного формата для слов данных 9-й бит также будет отображаться светло-голубым.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.

- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Если настройка масштабирования по вертикали не допускает отображения всех доступных декодированных данных, то в декодированной шине вместо скрытых данных будут отображаться красные точки. Для просмотра скрытых данных следует увеличить коэффициент развертки.
- Неизвестные (неопределенные) шины выделяются красным.
- В случае ошибки четности связанное слово данных (включающее 5-8 битов и дополнительный 9-й бит) отображается красным.

Суммирующее устройство UART/RS232

Суммирующее устройство UART/RS232 состоит из счетчиков, которые позволяют напрямую измерять качество и эффективность работы шины. Суммирующее устройство отображается на экране, если для параметра "Декодирование UART/RS232" установлено значение включения в меню последовательного декодирования.

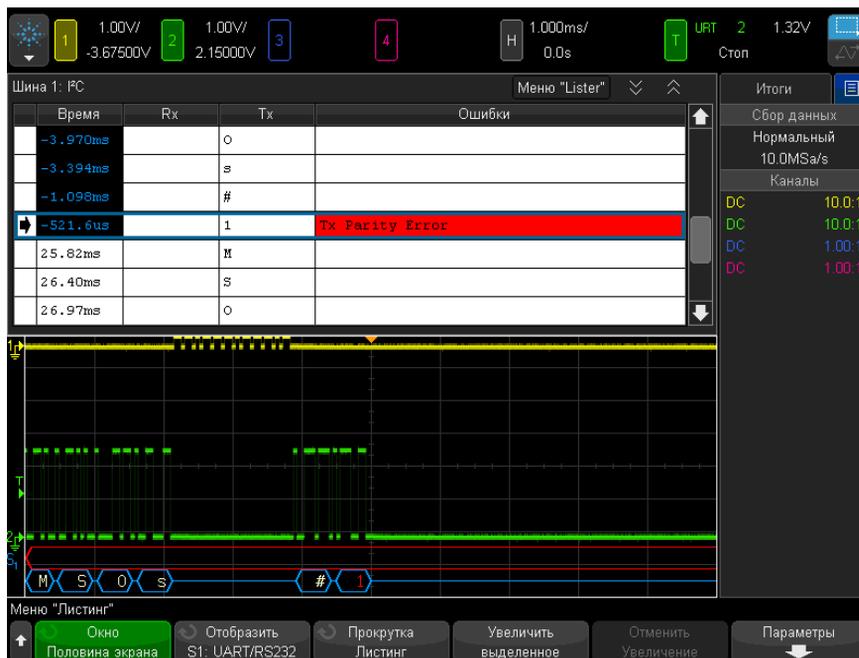


Суммирующее устройство работает (считает пакеты и вычисляет процент пакетов с ошибками), даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

Счетчик ERR показывает количество пакетов Rx и Tx с ошибками четности. Показатели TX FRAMES и RX FRAMES включают как нормальные пакеты, так и пакеты с ошибками четности. При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **Перегрузка**.

Чтобы обнулить значения счетчиков, достаточно нажать программную кнопку **Сброс счетчиков UART** в меню настройки UART/RS232.

Интерпретация данных UART/RS232 в Lister



Кроме стандартного столбца "Время", меню UART/RS232 Lister также содержит следующие столбцы.

- Rx – данные приема.
- Tx – данные передачи.
- Ошибки – ошибка четности или неизвестная ошибка (выделяются красным).

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister

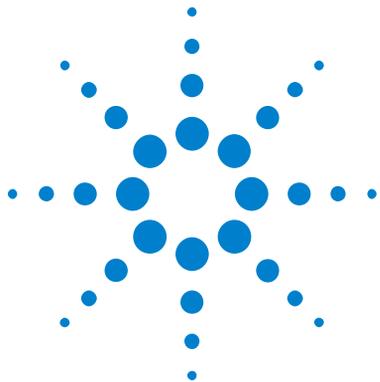
Функции поиска осциллографа позволяют искать (и отмечать) определенные типы данных UART/RS232 в таблице Lister. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав UART/RS232 в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 В меню поиска нажмите программную кнопку **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательный слот (1 или 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов UART/RS232.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** в меню поиска и выберите один из следующих параметров.
 - **Данные Rx** – осуществляется поиск указанного байта данных. Используется, когда длина слов данных DUT составляет от 5 до 8 битов (без 9-го бита (предупреждение)).
 - **Rx 1:данные** – используется, когда длина слов данных DUT составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Поиск осуществляется, только если 9-й бит (предупреждение) – "1". Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
 - **Rx 0:данные** – используется, когда длина слов данных DUT составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Поиск осуществляется, только если 9-й бит (предупреждение) – "0". Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
 - **Rx X:данные** – используется, когда длина слов данных DUT составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Осуществляется поиск указанного байта данных независимо от значения 9-го бита (предупреждение). Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
 - Аналогичные варианты доступны для Tx.
 - **Ошибка четности Rx или Tx** – осуществляется поиск ошибок четности на основе настройки в меню настройки шины.
 - **Любая ошибка Rx или Tx** – осуществляется поиск любых ошибок.

28 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.



29 Запуск USB 2.0 и последовательное декодирование

Настройка сигналов USB 2.0 [523](#)

Запуск по USB 2.0 [525](#)

Последовательное декодирование USB 2.0 [527](#)

Для выполнения запуска USB 2.0 и последовательное декодирование требуется следующее.

- Параметр USF или обновление DSOX4USBFL для последовательного декодирования на полной/низкой скорости.
- Параметр U2H или обновление DSOX4USBH для последовательного декодирования на высокой скорости.

Настройка сигналов USB 2.0

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов USB 2.0, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 2 Нажмите программную кнопку **Последовательн.**, с помощью ручки ввода выберите нужный последовательный слот (1 или 2), затем снова нажмите программную кнопку, чтобы включить декодирование.
- 3 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите тип запуска **USB**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Скорость** и укажите скорость передачи сигнала USB.
 - **Низкая (1,5 Мбит/с)** – необходимы два односторонних пробника.



- **Полная (12 Мбит/с)** – необходимы два односторонних пробника.
- **Высокая (480 Мбит/с)** – необходим дифференциальный пробник.

Для любых режимов скоростей можно использовать аналоговые каналы. Цифровые каналы могут использоваться только для режимов низкой и полной скорости.

- 5 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов USB.



- 6 Для сигналов D+ и D- (при использовании низкой и полной скорости, аналогичные шаги выполняются при использовании одного источника с высокой скоростью) выполните следующие действия.

- a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
- b Нажмите программную кнопку **Источник D+** или **Источник D-** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать канал для сигнала.
- c Нажмите соответствующую программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- 7 Нажмите программную кнопку **Автонастройка**, чтобы автоматически задать эти параметры для декодирования и запуска по сигналу USB.
 - Низкая скорость.
 - Исходные пороговые значения D+/-: 1.4 В
 - Исходная вертикальная шкала D+/-: 1.0 В/дел
 - Исходное вертикальное смещение D+/-: 0.0 В
 - Масштабирование по горизонтали: 5 мкс/дел
 - Высокая скорость.
 - Исходные пороговые значения D+/-: 1.4 В

- Исходная вертикальная шкала D+/-: 1.0 В/дел
- Исходное вертикальное смещение D+/-: 0.0 В
- Масштабирование по горизонтали: 500 нс/дел
- Высокая скорость.
 - Исходные пороговые значения D+/-: 0.0 В
 - Исходная вертикальная шкала D+/-: 200 мВ/дел
 - Исходное вертикальное смещение D+/-: 0.0 В
 - Масштабирование по горизонтали: 20 нс/дел
- Последовательное декодирование: Вкл.
- Режим запуска: текущая активная последовательная шина
- Режим запуска USB: Начало пакета

Запуск по USB 2.0

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов USB 2.0, см. раздел "[Настройка сигналов USB 2.0](#)" на странице 523.

Для выполнения запуска по сигналу USB 2.0 подключите осциллограф к линиям D+ и D- и задайте условие запуска.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Триггер**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Триггер** в меню запуска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигналов USB 2.0.



- 3 Нажмите программную кнопку **Триггер** и с помощью ручки ввода  выберите пакет USB, ошибку или событие в качестве источника запуска.
 - **SOP – начало пакета** – запуск по биту синхронизации в начале пакета (только для низкой и полной скорости).
 - **EOP – конец пакета** – запуск в конце участка SE0 в EOP (только для низкой и полной скорости).

- **Ожидание** – запуск, если шина не используется более 3 мс (только для низкой и полной скорости).
 - **Возобновить** – запуск при выходе из состояния бездействия продолжительностью более 10 мс (только для низкой и полной скорости).
 - **Сброс** – запуск, если длительность SE0 превышает 10 мс (только для низкой и полной скорости).
 - **Маркерный пакет** – запуск при обнаружении маркерного пакета, содержащего указанные данные.
 - **Пакет данных** – запуск при обнаружении пакета данных, содержащего указанные данные.
 - **Пакет квитирования установления связи** – запуск при обнаружении пакета квитирования установления связи, содержащего указанные данные.
 - **Специальный пакет** – запуск при обнаружении специального пакета, содержащего указанные данные.
 - **Все ошибки** – запуск при обнаружении любой из перечисленных ниже ошибок.
 - **Ошибка ИД пакета** – запуск, если значение в поле типа пакета не соответствует значению в поле данных контроля.
 - **Ошибка CRC5** – запуск при обнаружении ошибки 5-битного CRC.
 - **Ошибка CRC16** – запуск при обнаружении ошибки 16-битного CRC.
 - **Ошибка импульсной помехи** – запуск при возникновении переходов в середине периода бита.
 - **Ошибка вставки битов** – запуск при обнаружении более 6 битов, расположенных рядом (только для низкой и полной скорости).
 - **Ошибка SE1** – запуск, если SE1 больше времени 1 бита (только для низкой и полной скорости).
- 4 При выборе условий запуска **Маркерный пакет**, **Пакет данных**, **Пакет квитирования установления связи** или **Специальный пакет** выполните следующее.
- a Нажмите программную кнопку **ИД пакета** чтобы выбрать нужный идентификатор пакета для выбранного типа пакета.
 - b Нажмите программную кнопку **Основание**, чтобы выбрать в качестве основания для вычисления **Шестнадцатеричный** или

Двоичный формат, когда отображаются или вводятся значения для запуска пакета USB.

Обратите внимание, что настройка этой программной кнопки не влияет на выбранное основание дисплея декодирования.

- c Нажмите программную кнопку **Биты**.
- d В меню битов USB нажмите программную кнопку **Определить**, чтобы выбрать значение запуска.



- e Используйте остальные программные кнопки, чтобы задать значение.

Для получения подробных сведений об использовании программных кнопок меню битов USB нажмите и удерживайте искомую кнопку, чтобы вывести на экран фрагмент встроенной справки.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы USB 2.0 настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании USB 2.0 см. в разделе "[Последовательное декодирование USB 2.0](#)" на странице 527.

Последовательное декодирование USB 2.0

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов USB 2.0, см. раздел "[Настройка сигналов USB 2.0](#)" на странице 523.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска USB 2.0 см. раздел "[Запуск по USB 2.0](#)" на странице 525.

Настройка последовательного декодирования USB 2.0

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**, чтобы отобразить меню последовательного декодирования.



- 2 Нажмите программную кнопку **Основание данных**, чтобы выбрать основание (шестнадцатеричное, двоичное, ASCII или десятичное) для отображения декодированных данных.
- 3 Если строка декодирования на экране не отображается, то для ее включения нажмите кнопку **[Serial] Последовательн.**
- 4 Если осциллограф остановлен, то для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/стоп**.

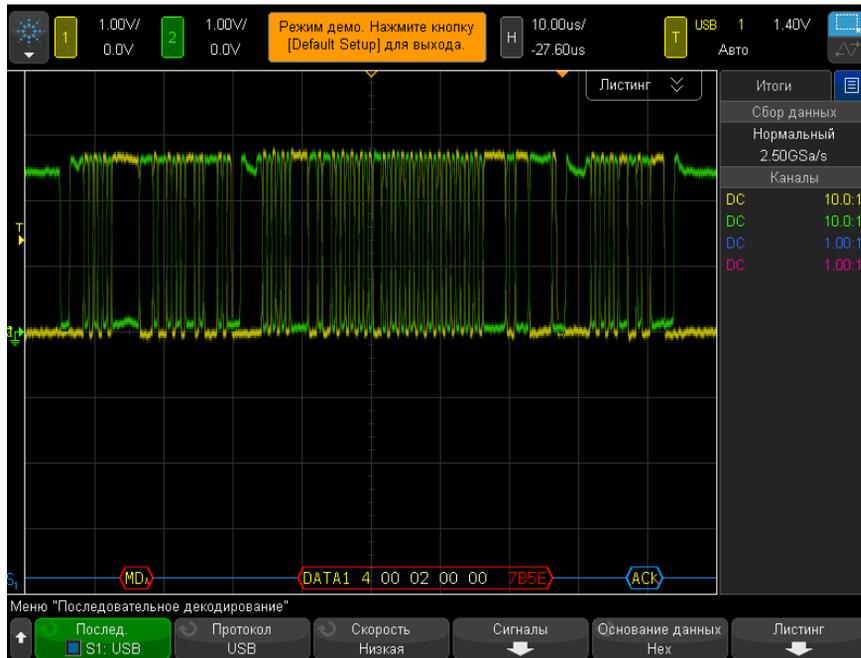
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы USB 2.0 настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] Режим/связь**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также**
- ["Интерпретация декодирования USB 2.0"](#) на странице 529
 - ["Интерпретация данных USB 2.0 в Lister"](#) на странице 531
 - ["Поиск данных USB 2.0 в Lister"](#) на странице 532

Интерпретация декодирования USB 2.0



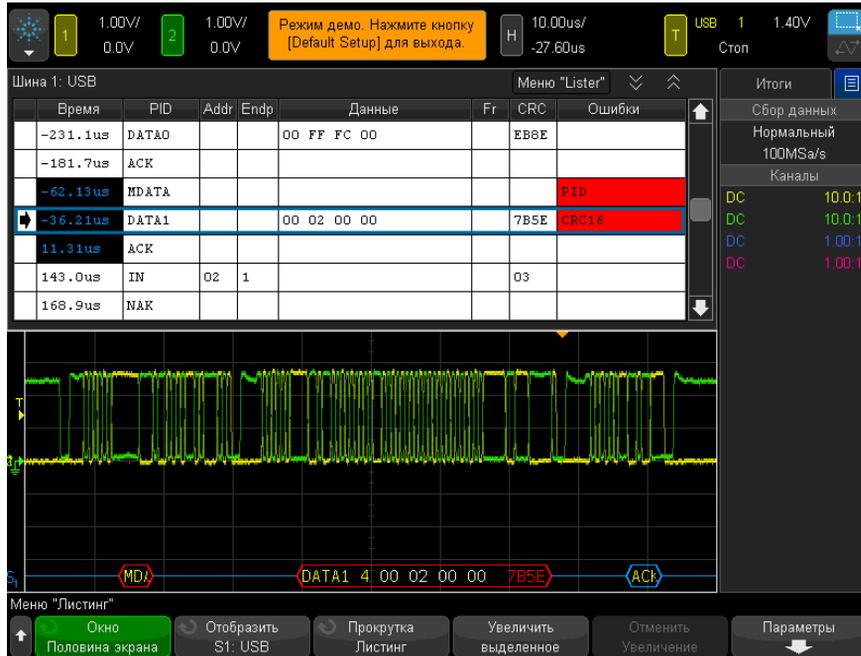
Результаты декодирования USB отображаются в следующих цветах.

- Для маркерных пакетов (кроме SOF):
 - идентификатор пакета (желтый, "OUT", "IN", "SETUP", "PING")
 - Проверка идентификатора пакета (желтый, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
 - Адрес (синий)
 - Конечная точка (зеленый)
 - CRC (синий, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
- Для маркерных пакетов (SOF):
 - идентификатор пакета (желтый, "SOF")
 - Проверка идентификатора пакета (желтый, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
 - Пакет (зеленый) – номер пакета

- CRC (синий, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
- Для пакетов данных:
 - идентификатор пакета (желтый, "DATA0", "DATA1", "DATA2", "MDATA")
 - Проверка идентификатора пакета (желтый, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
 - Данные (белый)
 - CRC (синий, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
- Для пакетов квитирования установления связи:
 - идентификатор пакета (желтый, "ACK", "NAK", "STALL", "NYET", "PRE", "ERR")
 - Проверка идентификатора пакета (желтый, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
- Для маркерных пакетов в дробных транзакциях:
 - идентификатор пакета (желтый, "SPLIT")
 - Проверка идентификатора пакета (желтый, если верно; красный, если обнаружена ошибка)
 - Адрес концентратора (зеленый)
 - SC (синий)
 - Порт (зеленый)
 - S & E|U (синий)
 - ET (зеленый)
 - CRC (синий, если верно; красный, если обнаружена ошибка)

Если тип пакета неизвестен, поскольку идентификатор пакета не отображается на экране, все байты будут отображаться оранжевым цветом.

Интерпретация данных USB 2.0 в Lister



Кроме стандартного столбца времени, в меню USB 2.0 Lister также отображаются следующие столбцы.

- PID – идентификатор пакета отображается красным цветом, если контрольное значение идентификатора пакета не соответствует.
- Addr – адрес.
- Endp – конечная точка.
- Данные – данные пакета данных или различные поля пакета SPLIT.
- Fr – пакет – количество пакетов в пакете SOF.
- CRC.
- Ошибки – отображаются следующие ошибки "PID", "CRC5", "CRC16", "Glitch", "Stuff" или "SE1". Для обозначения ошибки используется красный цвет фона.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

Если тип пакета неизвестен, поскольку идентификатор пакета не отображается на экране, текст в Lister будет отображаться на оранжевом фоне.

Поиск данных USB 2.0 в Lister

Возможности поиска осциллографа позволяют отыскивать (и отмечать) в списке Lister данные USB 2.0 определенного типа. Для перемещения по отмеченным строкам таблицы можно использовать кнопку **[Navigate] Навигация** и средства управления.

- 1 Выбрав USB 2.0 в качестве режима последовательного декодирования, нажмите кнопку **[Search] Поиск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **поиск** в меню поиска, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (1 или 2), на котором выполняется декодирование сигналов USB 2.0.
- 3 Нажмите кнопку **Найти** в меню поиска и выберите один из следующих параметров.
 - **Маркерный пакет** – поиск маркерного пакета, содержащего указанные данные.
 - **Пакет данных** – поиск пакетов данных, содержащих указанные данные.
 - **Пакет квитирования установления связи** – поиск пакета квитирования установления связи, содержащего указанные данные.
 - **Специальный пакет** – поиск специального пакета, содержащего указанные данные.
 - **Все ошибки** – поиск любой из перечисленных ниже ошибок.
 - **Ошибка ИД пакета** – поиск полей типа пакета, которые не соответствуют значению в поле данных контроля.
 - **Ошибка CRC5** – поиск ошибок 5-битных CRC.
 - **Ошибка CRC16** – поиск ошибок 16-битных CRC.
 - **Ошибка импульсной помехи** – поиск переходов, которые возникают в середине периода бита.

- **Ошибка вставки битов** – поиск более 6 битов, расположенных рядом (только для низкой и полной скорости).
- **Ошибка SE1** – поиск значений SE1, превышающих время 1 бита (только для низкой и полной скорости).

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе "[Поиск данных Lister](#)" на странице 161.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] Навигация** и средств управления см. в разделе "[Навигация по временной развертке](#)" на странице 81.

29 Запуск USB 2.0 и последовательное декодирование