

Осциллографы Keysight InfiniiVision 3000 серии X

Руководство
пользователя

Предупреждения

© Keysight Technologies, Inc. 2005-2019

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 Keysight Technologies, Inc.

Номер публикации

75019-97110

Издание

Девятое издание, Июнь 2019 г.

Напечатано в Малайзии

Опубликовано:

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

История изменений

75019-97009, января 2011 г.

75019-97024, июнь 2011 г.

75019-97036, Октябрь 2011 г.

75019-97049, Февраль 2012 г.

75019-97060, Март 2012 г.

75019-97071, Июль 2012 г.

75019-97082, Апрель 2013 г.

75019-97097, Август 2017 г.

75019-97110, Июнь 2019 г.

Гарантия

Приведенная в этом документе информация предоставляется на условии «как есть» и может быть изменена без уведомления в следующих редакциях. В дальнейшем, в максимальных пределах,

разрешенных применимыми правовыми нормами, компания Keysight 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 Keysight 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 Keysight и пользователь имеют отдельное письменное соглашение с условиями гарантии, распространяющимся на данный документ, которое противоречит данным условиям, приоритет имеют условия гарантии в отдельном соглашении.

Лицензия на использование технологии

Аппаратное и/или программное обеспечение, описанное в данном документе, поставляется по лицензии и может быть использовано или скопировано только в соответствии с условиями таковой.

Права правительства США

Согласно положению статьи 2.101 Правил закупок для федеральных нужд ("FAR") ПО определяется как "коммерческое программное обеспечение". Согласно положениям статей FAR 12.212, 27.405-3 и статьи 227.7202 Правил закупок для нужд обороны – дополнение ("DFARS"), Правительство США приобретает коммерческое программное обеспечение на обычных условиях предоставления программного

обеспечения для лиц. В соответствии с этим компания Keysight предоставляет ПО государственным заказчикам США на условиях стандартной коммерческой лицензии, являющейся частью лицензионного соглашения с конечным пользователем (EULA), копию которого можно найти на веб-сайте по адресу www.keysight.com/find/sweula. В лицензии, содержащейся в соглашении с конечным пользователем EULA, заявляется об исключительных полномочиях, предоставляемых Правительству США на использование, изменение, распространение или раскрытие ПО. Условиями соглашения с конечным пользователем EULA и положениями лицензии не предусматриваются и не допускаются, в частности, следующие действия со стороны компании Keysight: (1) предоставление технической информации о коммерческом программном обеспечении или документации, относящейся к коммерческому программному обеспечению, которая не подлежит предоставлению для лиц на обычных условиях; (2) отказ или, напротив, наделение правами, превышающими права, предоставляемые на обычных условиях лицам для использования, изменения, воспроизведения, передачи, совершения действий, демонстрации и раскрытия коммерческого программного обеспечения или документации, относящейся к нему. Не применяется никаких требований государственных органов, кроме тех, которые сформулированы в настоящем лицензионном соглашении с конечным пользователем (EULA), за исключением тех положений, прав или лицензий, которые явным образом требуются от всех поставщиков коммерческого программного обеспечения в соответствии с правилами закупок для федеральных нужд (FAR) и правилами закупок для нужд обороны –

дополнение (DFARS) и которые явно изложены в письменном виде в других разделах соглашения EULA. Компания Keysight не несет никаких обязательств за обновление, переработку или любое другое изменение ПО. Согласно положениям статей FAR 2.101, 12.211, 27.404.2 и DFARS 227.7102 о технических данных Правительство США имеет ограниченные права на их использование, как определено в положениях статьи FAR 27.401 и DFAR 227.7103-5 (c).

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 3000 серии X – ознакомительная информация

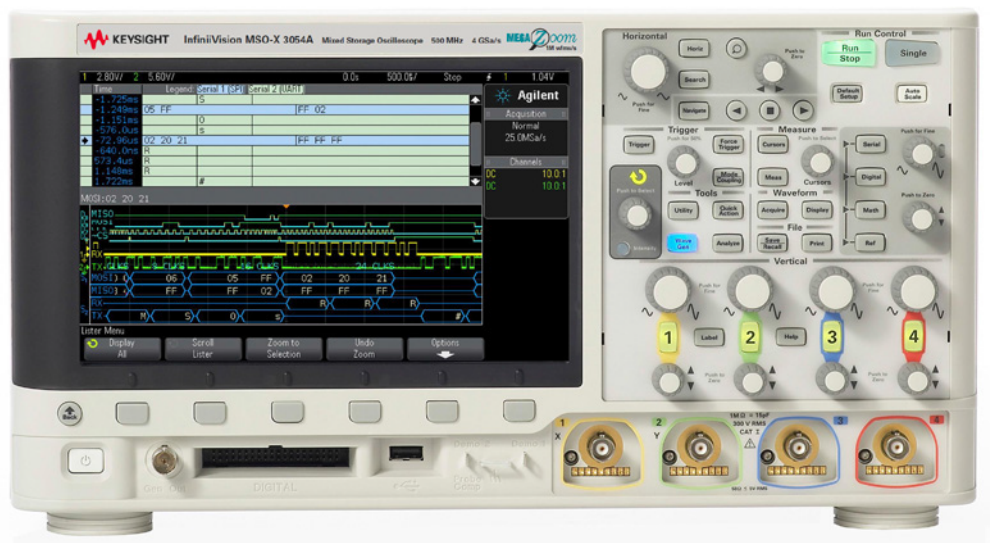


Таблица 1 Осциллографы 3000 серии X, значения ширины полосы пропускания, частота дискретизации

Полоса пропускания	100 МГц	200 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
частота дискретизации (чередуются, не чередуются)	4 Гвыб/с, 2 Гвыб/с	4 Гвыб/с, 2 Гвыб/с	4 Гвыб/с, 2 Гвыб/с	4 Гвыб/с, 2 Гвыб/с	5 Гвыб/с, 2,5 Гвыб/с
2-канальный MSO + 16 логических каналов	MSO-X 3012A		MSO-X 3032A	MSO-X 3052A	MSO-X 3102A
4-канальный MSO + 16 логических каналов	MSO-X 3014A	MSO-X 3024A	MSO-X 3034A	MSO-X 3054A	MSO-X 3104A
2-канальный DSO	DSO-X 3012A		DSO-X 3032A	DSO-X 3052A	DSO-X 3102A
4-канальный DSO	DSO-X 3014A	DSO-X 3024A	DSO-X 3034A	DSO-X 3054A	DSO-X 3104A

Осциллографы Keysight InfiniiVision 3000 серии X характеризуются следующими особенностями.

- Модели с шириной полосы пропускания 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц и 1 ГГц.
- Двухканальные и четырехканальные модели цифровых запоминающих осциллографов (DSO).
- Модели осциллографов смешанных сигналов (MSO): 2+16 каналов и 4+16 каналов.

Осциллографы MSO удобны в применении для наладки устройств, в которых действуют аналоговые сигналы и строго коррелированные цифровые сигналы. 16 цифровых каналов работают при частоте дискретизации 1 Гвыб/с (1,25 Гвыб/с для модели 1 ГГц) с частотой переключения каналов 50 МГц.

- 8,5-дюймовый дисплей WVGA.
- Память MegaZoom IV глубиной 2 Мвыб для перемежающихся выборок или 1 Мвыб для неперемежающихся выборок обеспечивает максимальную частоту обновления осциллограмм. Возможна модернизация памяти до 4 Мвыб/2 Мвыб.
- Нажимные поворотные ручки обеспечивают быстрый выбор параметров.
- Типы запуска: по фронту сигнала, по длительности импульсов, по кодовой комбинации, по времени нарастания/спада, по N-му фронту импульсного пакета, по низкоамплитудным импульсам, по нарушениям установки и удержания сигнала, запуск телевизионными сигналами и сигналами USB
- Опции последовательного декодирования и запуска для сигналов CAN/LIN, FlexRay, I²C/SPI, I²S, UART/RS232 и MIL-STD 1553/ARINC 429. Листер для декодирования последовательных данных.
- Математические операции с осциллограммами: сложение, вычитание, умножение, быстрое преобразование Фурье (FFT), дифференцирование, интегрирование и извлечение квадратного корня. При наличии варианта продвинутой математика дополнительно можно получить следующие сигналы математических функций: Aх+В, возведение в квадрат, абсолютное значение, логарифм, натуральный логарифм, экспонента, экспонента основания 10, фильтр низких частот, фильтр высоких частот, увеличение, отклонение измерения, график синхронизации логической шины и график состояния логической шины.
- Ячейки памяти образцовых осциллограмм (2 шт.) для сравнения с другим каналом или для выполнения математических операций.

- Множество встроенных видов измерений и отображение статистики измерений.
- Встроенный лицензионный генератор сигналов специальной формы: сигналы произвольной, синусоидальной, прямоугольной, пилообразной формы, импульсы, постоянное напряжение, шум, кардинальный синус, экспоненциальное нарастание, экспоненциальный спад, кардиотонический сигнал, колоколообразный импульс.
- Порты USB для вывода данных на печать, для сохранения и совместного использования данных.
- Дополнительный модуль LAN/VGA для присоединения к локальной сети и к внешнему видеомонитору.
- Дополнительный модуль GPIB.
- Встроенная в осциллограф оперативная справочная система (Quick Help). Чтобы вызвать на экран эту справочную систему, достаточно нажать и удерживать любую клавишу. Подробные инструкции по применению оперативной справочной системы содержатся в разделе "**Доступ к встроенной краткой справке**" на странице 51.

За дополнительной информацией об осциллографах InfiniiVision 3000 серии X Руководство пользователя на наш сайт: www.keysight.com/find/scope.

Содержание данного руководства

В этом руководстве описывается применение осциллографов InfiniiVision 3000 серии X.

При распаковке осциллографа и первом его применении см.:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 1, “Начало работы,” на стр. 27
При отображении сигналов и полученных данных см.:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 2, “Средства управления разверткой,” на стр. 53• Глава 3, “Средства регулировки по вертикали,” на стр. 69• Глава 4, “Математическая обработка осциллограмм,” на стр. 79• Глава 5, “Опорные сигналы,” на стр. 109• Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 113• Глава 7, “Декодирование последовательных данных,” на стр. 131• Глава 8, “Настройка экрана,” на стр. 137• Глава 9, “Метки,” на стр. 143
При настройке запусков или режимов сбора данных см.:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 10, “Типы запуска,” на стр. 149• Глава 11, “Режим запуска/связь,” на стр. 187• Глава 12, “Управление сбором данных,” на стр. 195
Выполнение измерений и анализа данных:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 13, “Курсоры,” на стр. 215• Глава 14, “Измерения,” на стр. 225• Глава 15, “Тестирование по маске,” на стр. 257• Глава 16, “Цифровой вольтметр,” на стр. 273
При использовании встроенного генератора сигналов, активируемого по лицензии, см.:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 277
При сохранении, восстановлении или печати см.:	<ul style="list-style-type: none">• Глава 18, “Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных),” на стр. 295• Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 309

При использовании функций утилит или веб-интерфейса осциллографа см.:	<ul style="list-style-type: none"> • Глава 20, “Настройки утилит,” на стр. 315 • Глава 21, “Веб-интерфейс,” на стр. 337
Для справки см.:	<ul style="list-style-type: none"> • Глава 22, “Справочные материалы,” на стр. 351
При использовании запуска по лицензированной последовательной шине и функций декодирования см.:	<ul style="list-style-type: none"> • Глава 23, “Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование,” на стр. 373 • Глава 24, “Запуск по FlexRay и последовательное декодирование,” на стр. 391 • Глава 25, “Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование,” на стр. 401 • Глава 26, “Запуск и декодирование последовательных данных I2S,” на стр. 421 • Глава 27, “Запуск и декодирование последовательных данных MIL-STD-1553/ARINC 429,” на стр. 433 • Глава 28, “Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование,” на стр. 451

ЗАМЕЧАНИЕ

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 1]**, затем **Программной кнопки 2** и затем **Программной кнопки 3** выглядит следующим образом:

Нажмите **[Кнопку1]> Программную кнопку 2 > Программную кнопку 3**.

Кнопками могут быть **[Кнопка]** лицевой панели или **Программная кнопка**.

Программные кнопки – это шесть кнопок, расположенных сразу под экраном осциллографа.

Содержание

Осциллографы InfiniiVision 3000 серии X – ознакомительная информация / 4

Содержание данного руководства / 7

1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки / 27

Установка дополнительного модуля LAN/VGA или GPIB / 30

Наклон осциллографа для удобного просмотра / 30

Включение осциллографа / 31

Подключение пробников к осциллографу / 32



Предельное входное напряжение на аналоговом входе / 33



Не допускайте смещения корпуса осциллографа / 33

Входной сигнал / 34

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию / 34

Использование автомасштабирования / 35

Компенсация пассивных пробников / 36

Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов / 37

Накладки для лицевой панели на разных языках / 45

Изучение разъемов задней панели / 47

Изучение дисплея осциллографа / 50

Доступ к встроенной краткой справке / 51

2 Средства управления разверткой

Регулировка масштаба развертки (время/деление) / 54

Регулировка задержки по горизонтали (положения) / 55

Прокрутка и масштабирование отдельных или
остановленных данных / 56

Изменение временного режима развертки ("Нормальный",
"XY" или "Качение") / 57

Временной режим "XY" / 58

Отображение временной развертки с измененным
масштабом / 61

Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки
масштаба развертки / 63

Размещение точки отсчета времени (слева, по центру,
справа) / 63

Поиск событий / 64

Настройка поиска / 65

Копирование настроек поиска / 65

Навигация по временной развертке / 66

Навигация по времени / 66

Навигация по событиям поиска / 67

Навигация по сегментам / 67

3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или
математических функций) / 70

Настройка масштаба по вертикали / 71

Настройка положения по вертикали / 71

Указание связи каналов /	71
Указание импеданса на входе канала /	72
Указание ограничения полосы пропускания /	73
Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали /	74
Инвертирование сигнала /	74
Настройка параметров пробника аналогового канала /	74
Указание единиц измерения канала /	75
Указание коэффициента затухания пробника /	76
Указание искажения пробника /	76
Калибровка пробника /	77

4 Математическая обработка осциллограмм


Вывод на экран осциллограмм математических функций /	80
Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции /	81
Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции /	82
Единицы измерений для осциллограмм математических функций /	82
Математические операторы /	83
Сложение или вычитание /	83
Умножение или деление /	84
Математические преобразования /	85
Дифференцирование /	86
Интегрирование /	87
Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT) /	90
Квадратный корень /	98

Ах + В /	98
Возведение в квадрат /	99
Абсолютное значение /	100
Логарифм /	100
Натуральный логарифм /	101
Экспонента /	101
Экспонента основания 10 /	102
Математические фильтры /	102
Фильтр высоких и низких частот /	103
Математическая визуализация /	104
Увеличение /	104
Отклонение измерения /	105
График синхронизации логической шины /	106
График состояния логической шины /	107

5 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала /	109
Отображение опорного сигнала /	110
Изменение масштаба и положения опорных сигналов /	111
Регулировка искажений опорного сигнала /	111
Отображение информации об опорном сигнале /	112
Восстановление файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя /	112

6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству /	113
 Кабель пробника цифровых каналов /	114
Получение сигналов по цифровым каналам /	117

Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба /	117
Интерпретация сигнала на цифровом дисплее /	118
Изменение размера отображения цифровых каналов /	119
Включение и выключение одного канала /	120
Включение и выключение всех цифровых каналов /	120
Включение и выключение групп каналов /	120
Изменение логического порога цифровых каналов /	120
Изменение положения цифрового канала /	121
Отображение цифровых каналов как шины /	122
Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника /	125
Входной импеданс /	126
Заземление пробника /	128
Оптимальные методы измерений /	130

7 Декодирование последовательных данных

Опции декодирования последовательных данных /	131
Lister /	133
Поиск данных в листере /	135

8 Настройка экрана

Регулировка яркости /	137
Установка и отмена послесвечения /	139
Очистка экрана /	140
Выбор типа масштабной сетки /	140
Регулировка яркости масштабной сетки /	141
Фиксация изображения на экране /	142

9 Метки

Включение и выключение меток / 143

Присвоение каналу заранее определенных меток / 144

Определение новой метки / 145

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла / 146

Восстановление заводских настроек библиотеки меток / 147

10 Типы запуска

Настройка уровня запуска / 151

Принудительный запуск / 152

Запуск по фронту / 152

Запуск по фронту за фронтом (Edge then Edge Trigger) / 154

Запуск по длительности импульса / 156

Запуск по шаблону / 159

Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины / 162

Запуск по условию ИЛИ / 163

Запуск по времени нарастания/спада / 164

Запуск по N-ному фронту серии / 166

Запуск по короткому пакету / 167

Запуск по настройке и удержанию / 169

Запуск по видеосигналам / 170


Настройка видеозапуска Generic / 175

Запуск по определенной строке видеосигнала / 176

Запуск по всем синхроимпульсам / 178

Запуск по определенному полукадру
видеосигнала / 178
Запуск по всем полукадрам видеосигнала / 179
Запуск по нечетным или четным полям / 180
Запуск по USB / 183
Запуск по сигналам последовательных данных / 185

11 Режим запуска/связь

Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" / 188
Выбор связи триггеров / 190
Включение и выключение подавления шума при
запуске / 191
Включение и выключение ВЧ-заграждения / 192
Настройка задержки запуска / 192
Вход внешнего запуска / 193

Максимальное напряжение на входе внешнего триггера
осциллографа / 193

12 Управление сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора
данных (управление работой) / 195
Общие сведения о дискретизации / 197
Теория дискретизации / 197
Наложение спектров / 197
Полоса пропускания осциллографа и частота
дискретизации / 198
Время нарастания осциллографа / 201
Необходимая полоса пропускания осциллографа / 201
Объем памяти и частота дискретизации / 202

Выбор режима сбора данных	/ 202
Режим сбора данных "Нормальный"	/ 203
Режим сбора данных "Обнаружение пиков"	/ 204
Режим сбора данных "Усреднение"	/ 206
Режим сбора данных "Высокое разрешение"	/ 209
Сбор данных в сегментированную память	/ 210
Навигация между сегментами	/ 211
Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти	/ 212
Время подготовки сегментированной памяти	/ 212
Сохранение данных сегментированной памяти	/ 213

13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений	/ 216
Примеры курсорных измерений	/ 219

14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений	/ 226
Об измерениях	/ 228
Общий снимок	/ 232
Измерения напряжения	/ 233
Полная амплитуда	/ 234
Максимум	/ 234
Минимум	/ 234
Амплитуда	/ 234
Верхний уровень	/ 235
Основание	/ 236
Отклонение от установленного значения	/ 236
Отрицательный выброс	/ 237
Среднее значение	/ 238
DC RMS	/ 238

AC RMS /	239
Коэффициент /	241
Измерения времени /	241
Период /	242
Частота /	242
Счетчик /	243
+ Длительность /	244
– Длительность /	244
Длительность серии /	244
Рабочий цикл /	244
Время нарастания /	245
Время спада /	245
Задержка /	245
Фаза /	246
X при мин Y /	248
X при макс Y /	248
Измерения путем подсчета /	249
Счетчик пол. импульсов /	249
Счетчик отр. импульсов /	249
Счетчик переднего фронта /	250
Счетчик заднего фронта /	250
Измерения смешанного типа /	250
Площадь /	250
Пороги измерений /	251
Окно измерения и экран "Масштаб" /	253
Статистика по измерению /	254

15 Тестирование по маске

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска) /	257
Параметры настройки теста по маске /	260

Статистика по маске / 263
Изменение файла маски вручную / 264
Создание файла маски / 268
Как проводится тестирование по маске? / 271

16 Цифровой вольтметр

17 Генератор сигналов

Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров / 277
Редактирование произвольных сигналов / 282
Создание новых произвольных сигналов / 283
Редактирование существующих произвольных сигналов / 284
Сохранение других сигналов в произвольный сигнал / 286
Вывод синхронизирующих импульсов генератора / 287
Определение расчетной нагрузки на выходе / 287
Использование логических предустановок гические предустановки генератора сигналов / 288
Добавление шума в вывод генератора сигнала / 288
Добавление модуляции к выходному сигналу генератора / 289
Настройка амплитудной модуляции (AM) / 290
Настройка частотной модуляции (FM) / 291
Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK) / 293
Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию / 294

18 Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)

Сохранение параметров настройки, экранных изображений и данных / 296

Сохранение файлов настройки / 298

Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG / 298

Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN / 299

Управление длиной данных (Length) / 300

Сохранение файлов данных Lister / 301

Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель / 302

Сохранение маски / 302

Сохранение произвольных сигналов / 303

Навигация по местам сохранения / 303

Ввод имени файла / 304

Вызов из памяти файлов параметров настройки, файлов масок и образцовых осциллограмм / 305

Восстановление файлов настройки / 305

Восстановление файлов маски, / 306

Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя / 306

Восстановление произвольных сигналов / 306

Восстановление настроек по умолчанию / 307

Выполнение безопасной очистки / 308

19 Печать (экранов)

Печать экрана осциллографа / 309

Настройка подключения сетевого принтера / 311

Установка значений параметров печати / 312

Установка значения параметра "Палитра" / 313

20 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода-вывода / 315

Настройка подключения осциллографа к сети LAN / 316

Установка соединения с сетью LAN / 317

Автономное (прямое) подключение к ПК / 318

Диспетчер файлов / 319

Настройка параметров осциллографа / 321

Расширение по центру или по нижнему уровню / 321

Отключение/включение прозрачных фонов / 322

Загрузка библиотеки меток по умолчанию / 322

Настройка экранной заставки / 322

Установка параметров настройки автомасштаба / 323

Настройка часов осциллографа / 324

Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели / 325

Выполнение обслуживания / 326

Пользовательская калибровка / 326

Выполнение самопроверки оборудования / 329

Выполнение самопроверки лицевой панели, / 330

Отображение сведений об осциллографе / 330

Отображение состояния пользовательской калибровки / 330

Уход за осциллографом / 331

Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания / 331

Контактные сведения Keysight / 331

Возврат устройства / 331

Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) / 332

Добавление пояснения / 333

21 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу / 338

Управление осциллографом с помощью

Web-браузера / 339

Удаленная лицевая панель на основе браузера / 340

Дистанционное программирование через

Web-интерфейс / 340

Дистанционное программирование с применением

пакета Keysight IO Libraries / 342

Сохранение/восстановление / 343

Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса / 343

Восстановление файлов через веб-интерфейс / 344

Get Image / 345

Функции идентификации / 346

Средства измерения / 346

Установка пароля / 348

22 Справочные материалы

Технические характеристики / 351

Категория измерения / 351

Категория измерения осциллографа / 351

Определения категории измерения / 352

Максимальное входное напряжение / 353



Предельное входное напряжение на аналоговом входе / 353



Предельное напряжение на входе цифрового канала / 353

Внешние условия /	353
Пробники и приспособления /	354
Загрузка лицензий и просмотр информации о лицензиях /	355
Доступные лицензированные модули /	355
Другие доступные модули /	358
Модернизация осциллографа до уровня MSO /	358
Обновления для ПО и микропрограмм /	358
Формат двоичных данных (.bin) /	359
Двоичные данные в MATLAB /	360
Формат заголовка двоичного файла /	360
Пример программы для чтения двоичных данных /	363
Примеры двоичных файлов /	363
Файлы CSV и ASCII XY /	366
Структура файлов CSV и ASCII XY /	367
Минимальное и максимальное значения в файлах CSV /	367
Официальное уведомление /	368
Маркировка продукта и нормативная информация /	370

23 **Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование**

Настройка осциллографа для сигналов CAN /	373
Запуск по CAN /	375
Последовательное декодирование CAN /	377
Интерпретация данных декодирования CAN /	379
Суммирующее устройство CAN /	380
Интерпретация данных CAN Lister /	381
Поиск данных CAN в таблице Lister /	382
Настройка осциллографа для сигналов LIN /	383

Запуск по LIN / 384

Последовательное декодирование LIN / 386

Интерпретация данных декодирования LIN / 388

Интерпретация данных LIN Lister / 389

Поиск данных LIN в таблице Lister / 390

24 Запуск по FlexRay и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов FlexRay / 391

Запуск по FlexRay / 393

Запуск по пакетам FlexRay / 393

Запуск по ошибкам FlexRay / 394

Запуск по событиям FlexRay / 395

FlexRay Serial Decode / 396

Интерпретация декодирования FlexRay / 397

Сумматор FlexRay / 397

Интерпретация данных листера FlexRay / 398

Поиск данных FlexRay в листере / 399

25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 401

Запуск по I2C / 403

Последовательное декодирование I2C / 406

Интерпретация данных декодирования I2C / 408

Интерпретация данных I2C Lister / 409

Поиск данных I2C в таблице Lister / 410

Настройка сигналов SPI / 411

Запуск по SPI / 415

Последовательное декодирование SPI / 417

Интерпретация данных декодирования SPI / 418

Интерпретация данных SPI Lister / 419

Поиск данных SPI в таблице Lister / 420

26 Запуск и декодирование последовательных данных I2S

Настройка осциллографа для сигналов I2S / 421

Запуск по сигналам I2S / 425

Декодирование последовательных данных I2S / 427

Интерпретация декодированных данных I2S / 429

Интерпретация данных листера I2S / 430

Поиск данных I2S в листере / 431

27 Запуск и декодирование последовательных данных MIL-STD-1553/ARINC 429

Настройка осциллографа для сигналов MIL-STD-1553 / 433

Запуск по сигналам MIL-STD-1553 / 435

Декодирование последовательных данных
MIL-STD-1553 / 436

Интерпретация декодированных данных
MIL-STD-1553 / 437

Интерпретация данных листера MIL-STD-1553 / 439

Поиск данных MIL-STD-1553 в листере / 440

Настройка сигналов ARINC 429 / 441

Запуск по сигналам ARINC 429 / 443

Декодирование последовательных данных ARINC 429 / 445

Интерпретация декодированных данных
ARINC 429 / 447

Сумматор ARINC 429 / 448

Интерпретация данных листера ARINC 429 / 449

Поиск данных ARINC 429 в листере / 449

28 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232 / 451

Запуск UART/RS232 / 453

Последовательное декодирование UART/RS232 / 455

Интерпретация данных декодирования

UART/RS232 / 457

Суммирующее устройство UART/RS232 / 458

Интерпретация данных UART/RS232 в Lister / 459

Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister / 459

Предметный указатель

1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки /	27
Наклон осциллографа для удобного просмотра /	30
Включение осциллографа /	31
Подключение пробников к осциллографу /	32
Входной сигнал /	34
Восстановление настроек осциллографа по умолчанию /	34
Использование автомасштабирования /	35
Компенсация пассивных пробников /	36
Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов /	37
Изучение разъемов задней панели /	47
Изучение дисплея осциллографа /	50
Доступ к встроенной краткой справке /	51

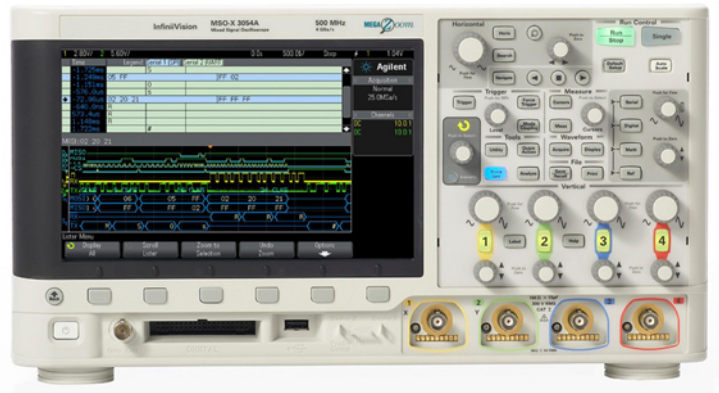
В этой главе описываются действия, предпринимаемые при первом использовании осциллографа.

Проверка содержимого упаковки

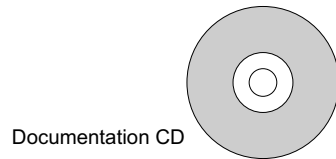
- Проверка транспортировочного контейнера на наличие повреждений.
При наличии видимых повреждений транспортировочного контейнера сохраните его или амортизирующий материал до конца проверки содержимого посылки на комплектность, а также механической и электрической проверки самого осциллографа.
- Убедитесь в получении перечисленных далее наименований и других возможно заказанных приспособлений.

1 Начало работы

- Осциллограф InfiniiVision 3000 серии X.
- Кабель питания (характеристики кабеля зависят от страны производства).
- Пробники осциллографа:
 - два пробника для двухканальной модели;
 - четыре пробника для четырехканальной модели.
- Компакт-диск с документацией.



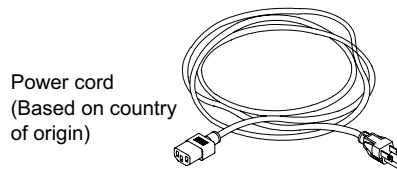
InfiniiVision 3000 X-Series oscilloscope



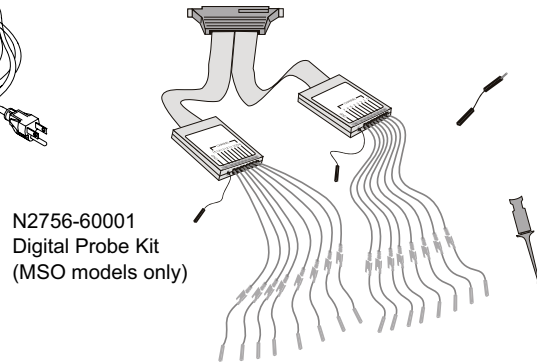
Documentation CD



N2841A, N2842A,
or N2843A probes
(Qty 2 or 4)



Power cord
(Based on country
of origin)



N2756-60001
Digital Probe Kit
(MSO models only)

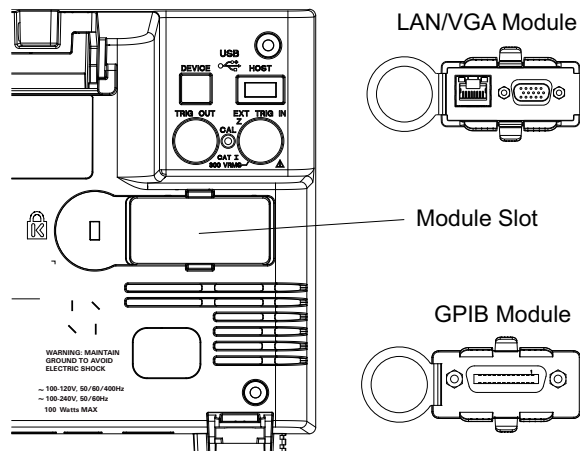
См. также • **"Пробники и приспособления"** на странице 354

Установка дополнительного модуля LAN/VGA или GPIB

Если необходимо установить модуль DSOXLAN LAN/VGA или модуль DSOXGPIB GPIB, то его установку следует выполнить перед включением питания осциллографа.

- 1 Если нужно извлечь один модуль и установить на его место другой, то сдавите пружинные компенсаторы первого модуля и аккуратно извлеките его из отсека для модуля.
- 2 Чтобы установить модуль, вдвиньте его до упора в отсек для модуля на задней панели прибора.

Пружинные компенсаторы модуля защелкнутся, зафиксировав его в отсеке.

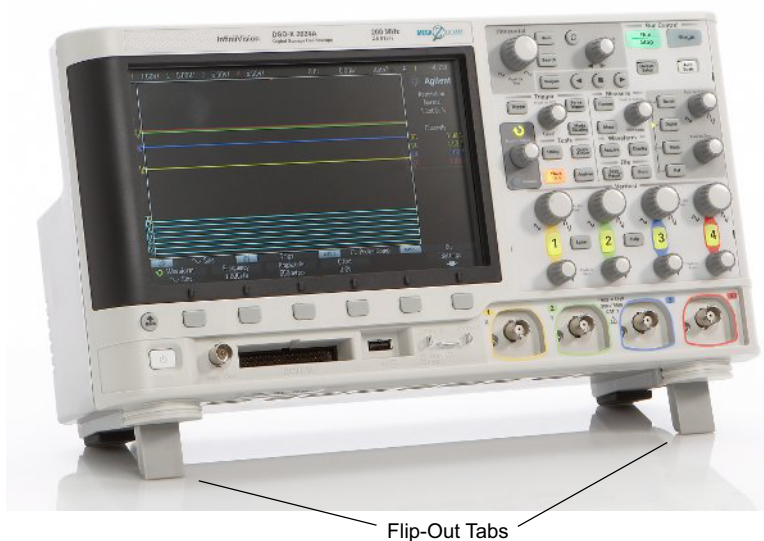


ЗАМЕЧАНИЕ

Модуль LAN/VGA или GPIB следует установить перед включением питания осциллографа.

Наклон осциллографа для удобного просмотра

Под передними стойками осциллографа имеются складные ножки, которые можно выдвинуть, чтобы наклонить осциллограф.



Включение осциллографа

Требования к электропитанию

Требования относительно напряжения в сети, частоты и электропитания:

- напряжение в сети: ~100-120 В (перем.), 50/60/400 Гц
- 100-240 В (перем.), 50/60 Гц
- 100 Вт макс.

ВНИМАНИЕ

Данный прибор имеет функцию автоматического переключения входного напряжения. Убедитесь, что напряжение питания находится в пределах указанного диапазона, а отклонения напряжения не превышают 10 процентов от номинального напряжения питания.

Требования к системам вентиляции

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

1 Начало работы

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

Если осциллограф установлен на столе, необходимо обеспечить 50-миллиметровые зазоры по бокам устройства и 100-миллиметровые зазоры над и за 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.

Установите прибор таким образом, чтобы оператор мог легко его найти и получить к нему доступ. Отсоединяемый кабель питания используется для отключения прибора. Он отключает от источника питания электрические цепи, к которым подключены другие компоненты прибора. Выключатель на лицевой панели используется для перевода прибора в ждущий режим, но не отключает прибор от электрической сети. Для отключения прибора от источника питания также можно использовать внешний выключатель или прерыватель (который легко доступен оператору).

- 2 Осциллограф автоматически настраивает входное напряжение от 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 135 В (среднеквадратичное значение)

Вход 50 Ом: 5 среднеквадратических В - защита на входе, установленная для режима 50 Ом. При обнаружении напряжения, превышающего 5 среднеквадратических В, канал с нагрузкой в 50 Ом будет отключен. 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.

ВНИМАНИЕ

При измерений напряжений свыше 30 В используйте пробник с делителем 10:1.

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 Демо 2 компенсации пробника. Этот сигнал используется для компенсации пробников.

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

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

- 1 Нажмите кнопку **[Default Setup] (Настройка 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.
Вертикаль (аналоговый сигнал)	канал 1 включен, масштаб 5 В/дел, связь по постоянному току, положение 0 В, импеданс 1 МΩ.
Источник	запуск по перепаду, 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%.
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.

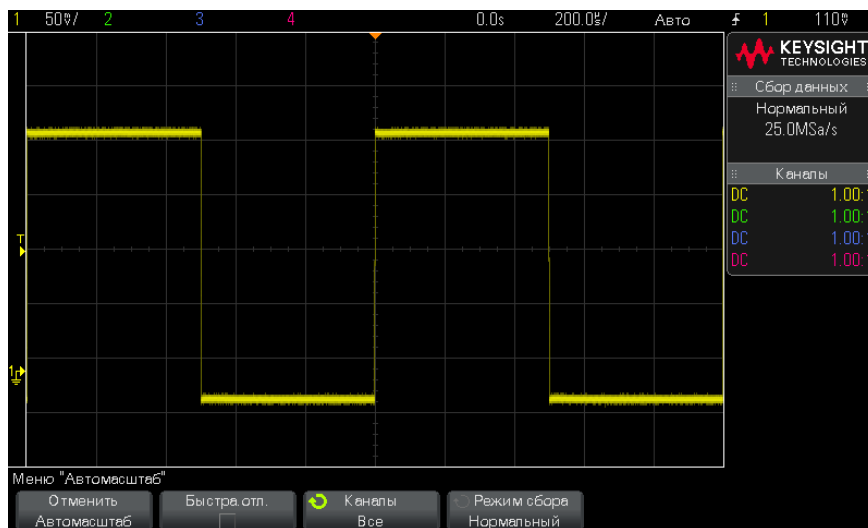
В меню "Сохранение/Восстановление" имеются опции полного восстановления заводских настроек (см. раздел "**Восстановление настроек по умолчанию**" на странице 307) или выполнения безопасной очистки (см. раздел "**Выполнение безопасной очистки**" на странице 308).

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 подобный представленному ниже сигнал.



- 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 323.

Если сигнал отображается, но это не тот прямоугольный сигнал, который показан выше, то проведите процедуру, называемую "**Компенсация пассивных пробников**" на странице 36.

Если сигнала не отображается, то убедитесь, что пробник надежно подключен к входному разъему BNC на лицевой панели и разъему Демо 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. Все каналы, не удовлетворяющие этим требованиям, выключаются.

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

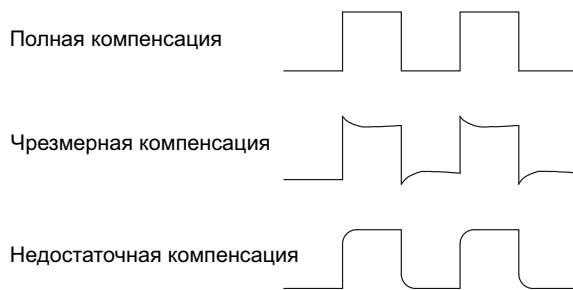
Каждый пассивный пробник осциллографа должен быть подвергнут компенсации для соответствия входным характеристикам канала осциллографа, к которому он подключен. Неправильно выполненная процедура компенсации пробника может стать причиной серьезных ошибок в измерениях.

- 1 Ввод сигнала компенсации пробника (см. "**Входной сигнал**" на странице 34).
- 2 Нажмите кнопку **[Default Setup] (Настройка по умолчанию)** для восстановления настроек осциллографа по умолчанию (см. "**Восстановление настроек осциллографа по умолчанию**" на странице 34).

- 3 Нажмите кнопку **[Auto Scale] (Автомасштаб)**, чтобы автоматически настроить осциллограф для сигнала компенсации пробника (см. "**Использование автомасштабирования**" на странице 35).
- 4 Нажмите кнопку канала, к которому подключен пробник (**[1]**, **[2]** и т.д.).
- 5 В меню "Канал" нажмите кнопку **Пробник**.
- 6 В меню "Пробник 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 конденсатор 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 (клавиша), которую можно нажать.



1 Начало работы




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.	Выключатель питания	Чтобы включить питание, нажмите один раз; нажмите еще раз, чтобы отключить питание. См. " Включение осциллографа " на странице 31.
2.	Программные кнопки	Функции этих кнопок зависят от меню, отображаемых сразу над ними на дисплее. С помощью кнопки  "Назад/вверх" выполняется перемещение в иерархии меню программных кнопок. При переходе к верхней части иерархической структуры кнопка  "Назад/вверх" отключает меню. Вместо них на экране отображаются сведения об осциллографе.


3.	Кнопка [Intensity] (Яркость)	<p>Нажмите эту кнопку, чтобы ее подсветить. Подсветив ее, поверните ручку ввода, чтобы отрегулировать яркость отображаемого сигнала.</p> <p>Совсем как при работе с аналоговым осциллографом, управляя яркостью сигнала можно выделять отдельные его детали.</p> <p>Регулировка яркости цифрового сигнала невозможна.</p> <p>Подробности об использовании регулятора яркости для просмотра деталей сигнала см. в разделе "Регулировка яркости" на странице 137.</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  над ней подсвечивается. 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.	Клавиши Tools	<p>Сюда относятся следующие клавиши:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Клавиша [Utility] – эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к меню Utility, которое позволяет вам конфигурировать установки параметров ввода-вывода, пользоваться файловым обозревателем, задавать предпочтительные установки параметров, обращаться к меню Service и выбирать другие возможности. См. Глава 20, "Настройки утилит," на стр. 315. • Клавиша [Quick Action] – эту клавишу нажимают, чтобы выбрать быстрое действие: измерение всего снимка экрана, печать, сохранение или вызов данных, фиксация отображения и т.д. См. "Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)" на странице 332. • Клавиша [Analyze] – эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям анализа, например, к установке уровня запуска, к установке измерительных порогов, к автоматической настройке запуска по видеосигналам, к тестированию на соответствие маске (см. Глава 15, "Тестирование по маске," на стр. 257) или к приложению для измерения мощности и анализа. • Клавиша [Wave Gen] – эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям генератора сигналов. См. раздел Глава 17, "Генератор сигналов," на стр. 277.
6.	Средства управления запуском	<p>С помощью этих элементов управления задаются параметры запуска осциллографа для сбора данных. См. Глава 10, "Типы запуска," на стр. 149 и Глава 11, "Режим запуска/связь," на стр. 187.</p>


7.	Средства управления разверткой	<p>К средствам управления разверткой относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ручка коэффициента развертки — поверните ручку в секции развертки, обозначенную как , чтобы отрегулировать настройку 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, обозначенную как ◀▶ 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 "Развертка", 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 масштаба  — нажмите кнопку масштаба  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 (время), событий поиска или данных, сохраненных в сегментированной памяти. См. "Навигация по временной развертке" на странице 66. <p>Подробнее см. Глава 2, "Средства управления разверткой," на стр. 53.</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 остановки 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 195.</p>

9.	Кнопка [Default Setup] (Настр.по умолчанию)	Нажмите эту кнопку, чтобы восстановить настройки осциллографа по умолчанию (подробнее см. в разделе "Восстановление настроек осциллографа по умолчанию" на странице 34).
10.	Кнопка [Auto Scale] (Автомасштаб)	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 35.

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, “Математическая обработка осциллограмм,” на стр. 79. • 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. См. Глава 5, “Опорные сигналы,” на стр. 109. • Кнопка [Digital] (Цифров.) — кнопка включения или выключения цифровых каналов (слева загорится стрелка). <p>Когда слева от кнопки [Digital] (Цифров.) загорается стрелка, с помощью верхней мультимплексированной ручки выбираются (и высвечиваются красным) отдельные цифровые каналы, а с помощью нижней выполняется их размещение.</p> <p>Если осциллограмма помещается поверх уже существующей, то значение индикатора с ее левого края изменяется с Dnn (где nn – это двойной номер канала от 0 до 15) на D*. Знак “*” означает взаимное наложение двух каналов.</p> <p>Чтобы выбрать один из наложенных каналов, можно повернуть верхнюю ручку. Затем можно повернуть нижнюю ручку, чтобы расположить его, как и любой другой канал.</p> <p>Дополнительные сведения о цифровых каналах см. Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 113.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Кнопка [Serial] (Последовательн.) — эта кнопка используется для запуска последовательного декодирования. Мультимплексированные ручки масштаба и положения при последовательном декодировании не используются. Дополнительные сведения о последовательном декодировании см. в Глава 7, “Декодирование последовательных данных,” на стр. 131. • Мультимплексированная 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. • Мультимплексированная 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. 225.
13.	Кнопки сигналов	<p>Кнопка [Acquire] (Захват) позволяет выбрать режимы отображения "Нормальный", "Обнаружение пиков", "Усреднение" или "Высокое разрешение" (см. раздел "Выбор режима сбора данных" на странице 202), а также использовать сегментированную память (см. раздел "Сбор данных в сегментированную память" на странице 210).</p> <p>Кнопка [Display] (Отображение) обеспечивает доступ к меню, в котором можно включить послесвечение (см. раздел "Установка и отмена послесвечения" на странице 139), сбросить изображение и отрегулировать яркость (координатной) сетки (см. раздел "Регулировка яркости масштабной сетки" на странице 141).</p>
14.	Кнопки файлов	<p>Нажмите кнопку [Save/Recall] (Сохранение/Вызов), чтобы сохранить или вывести на экран сигнал или настройки. См. Глава 18, “Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных),” на стр. 295.</p> <p>Нажатием кнопки [Print] (Печать) открывается меню "Настройка печати", с помощью которого отображаемые сигналы можно распечатать. См. Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 309.</p>
15.	Кнопка [Help] (Справка)	<p>Открывает меню "Справка", в котором можно просматривать темы справки и выбрать язык отображения. См. также "Доступ к встроенной краткой справке" на странице 51.</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. 143. <p>Дополнительные сведения см. в разделе Глава 3, "Средства регулировки по вертикали," на стр. 69.</p>
17.	Входы аналоговых каналов	<p>Подключите к этим разъемам BNC пробники осциллографа или кабели BNC.</p> <p>В осциллографе InfiniiVision 3000 серии X для импеданса на входе аналогового канала можно задать значение, равное 50Ω или $1 M\Omega$. См. "Указание импеданса на входе канала" на странице 72.</p> <p>Кроме того, в осциллографах InfiniiVision 3000 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 "Демо 2", "Заземление" и "Демо 1"	<ul style="list-style-type: none"> • Контакт "Демо 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 "Демо 1" и "Демо 2". • Контакт "Демо 1" — при наличии определенных лицензированных функций на этот контакт осциллографа могут выводиться демонстрационные и учебные сигналы.

19.	Основной порт USB	<p>Этот порт предназначен для подключения к осциллографу USB-накопителей или принтеров.</p> <p>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 и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных),” на стр. 295.</p> <p>Для выполнения печати подключите совместимый USB-принтер. Дополнительные сведения о выполнении печати см. в Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 309.</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”). 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 315.</p> <p>На задней панели прибора есть еще один основной порт USB.</p>
20.	Входы цифровых каналов	<p>Подключите кабель цифрового пробника к этому разъему (только для моделей MSO). См. Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 113.</p>
21.	Выход генератора сигналов	<p>На разъем Gen Out BNC выводятся синусоидальные, прямоугольные, пилообразные, опорные, импульсные сигналы, а также сигналы постоянного тока или шума. Нажмите кнопку [Wave Gen] (Генер.сигналов), чтобы настроить генератор сигналов. См. Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 277.</p>

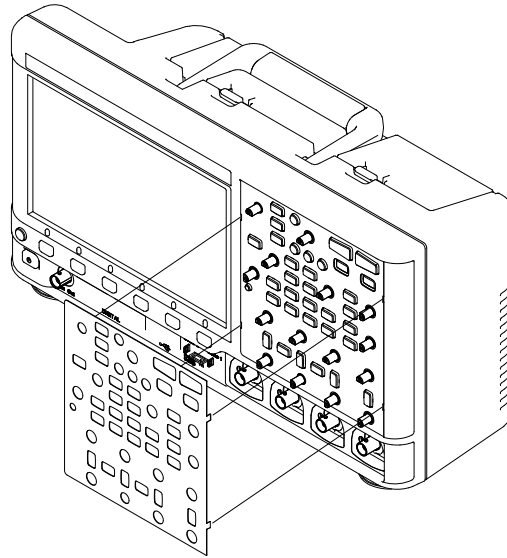
Накладки для лицевой панели на разных языках

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.

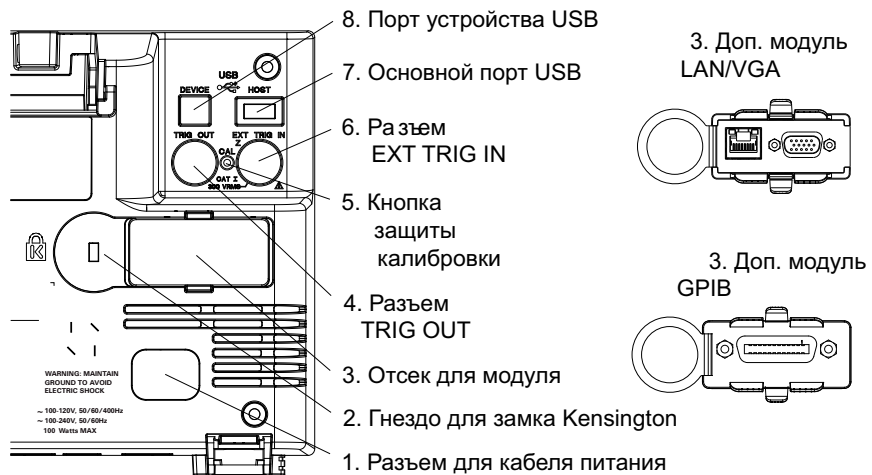
Накладки для лицевой панели можно заказать на веб-сайте www.keysight.com/find/parts по следующим номерам деталей:

Язык	Накладка для 2-канального прибора	Накладка для 4-канального прибора
Французский	75019-94324	75019-94316
Немецкий	75019-94326	75019-94318
Итальянский	75019-94323	75019-94331
Японский	75019-94311	75019-94312
Корейский	75019-94329	75019-94321
Польский	75019-94335	75019-94334
Португальский	75019-94327	75019-94319
Русский	75019-94322	75019-94315
Китайский (упрощенный)	75019-94328	75019-94320
Испанский	75019-94325	75019-94317
тайском	75019-94333	75019-94332
Китайский (традиционный)	75019-94330	75019-94310

Изучение разъемов 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.	Отсек для модуля	<p>Модуль DSOXLAN LAN/VGA можно заказать и установить дополнительно.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Порт LAN — обеспечивает связь с осциллографом и использование функции удаленной лицевой панели посредством порта LAN. См. Глава 21, "Веб-интерфейс," на стр. 337 и "Доступ к веб-интерфейсу" на странице 338. • Видеовыход VGA — обеспечивает возможность подключения внешнего монитора или проектора с целью получения более крупного изображения или изображения на удаленном от осциллографа средстве просмотра. <p>Даже при подключенном внешнем дисплее встроенный дисплей осциллографа остается включенным. Разъем видеовыхода активен постоянно.</p> <p>Для получения устойчивого видеосигнала оптимального качества рекомендуется использовать экранированный видеокабель с ферритовыми сердечниками.</p> <p>Модуль DSOXGPIB GPIB можно заказать и установить дополнительно.</p>
4.	Разъем TRIG OUT	<p>Разъем выходного сигнала запуска BNC. См. "Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели" на странице 325.</p>
5.	Кнопка защиты калибровки	<p>См. "Пользовательская калибровка" на странице 326.</p>
6.	Разъем EXT TRIG IN	<p>Внешний разъем входного сигнала запуска BNC. Пояснения см. в разделе "Вход внешнего запуска" на странице 193.</p>
7.	Порт USB	<p>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 раздел Порт USB (see страница 45).</p>
8.	Порт устройства USB	<p>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 Keysight IO Libraries" на странице 342.</p>

Изучение дисплея осциллографа

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

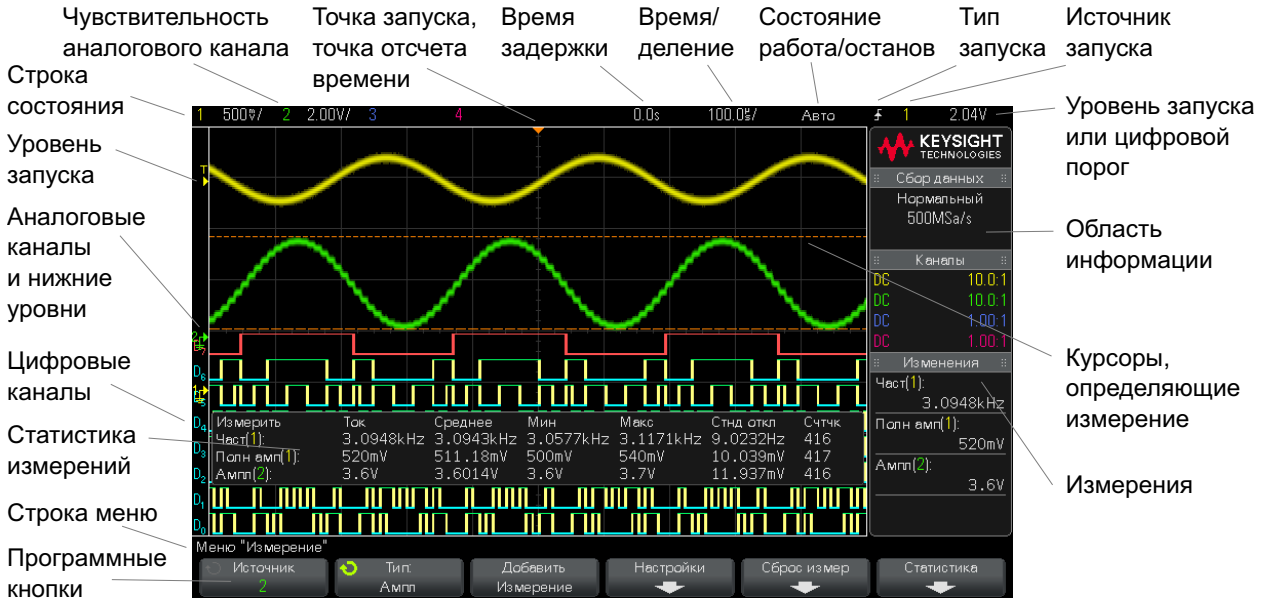


Рис. 1 Интерпретация показаний на дисплее осциллографа

Строка состояния	Верхняя строка дисплея содержит сведения о настройках по вертикали, горизонтали и настройках запуска.
Область отображения	<p>Область отображения содержит полученные сигналы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и уровня заземления. Сведения о каждом аналоговом канале отображаются разным цветом.</p> <p>Для отображения деталей сигналов используется 256 уровней яркости. Дополнительные сведения о просмотре деталей сигнала см. в разделе "Регулировка яркости" на странице 137.</p> <p>Дополнительные сведения о режимах отображения см. в Глава 8, "Настройка экрана," на стр. 137.</p>

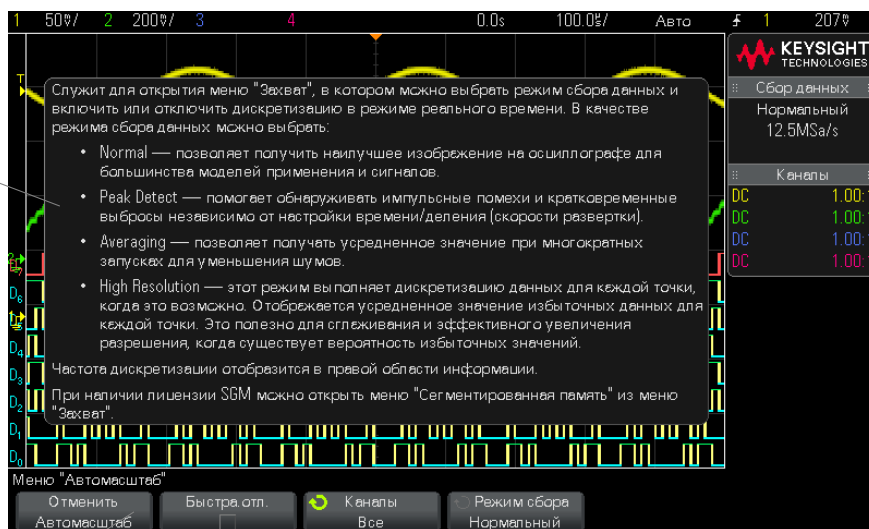
Область информации	Как правило, в области информации содержатся аналоговый канал, результаты сбора данных, автоматических измерений и использования курсоров.
Строка меню	Как правило, в этой строке содержится название и другие сведения о выбранном меню.
Метки программных кнопок	<p>Эти метки описывают функции программных кнопок. Обычно с помощью программных кнопок настраиваются дополнительные параметры выбранного режима или меню.</p> <p>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.</p>

Доступ к встроенной краткой справке

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

1 Начало работы

Краткое
справочное
сообщение



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

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) / 54
Регулировка задержки по горизонтали (положения) / 55
Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных / 56
Изменение временного режима развертки ("Нормальный", "XY" или "Качение") / 57
Отображение временной развертки с измененным масштабом / 61
Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки / 63
Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа) / 63
Поиск событий / 64
Навигация по временной развертке / 66

Ниже перечислены средства управления разверткой.

- Ручки масштаба и положения развертки.
- Кнопка **[Horiz] (Горизонт.)**, обеспечивающая доступ к меню "Развертка".
- Кнопка увеличения  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.

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

2 Средства управления разверткой

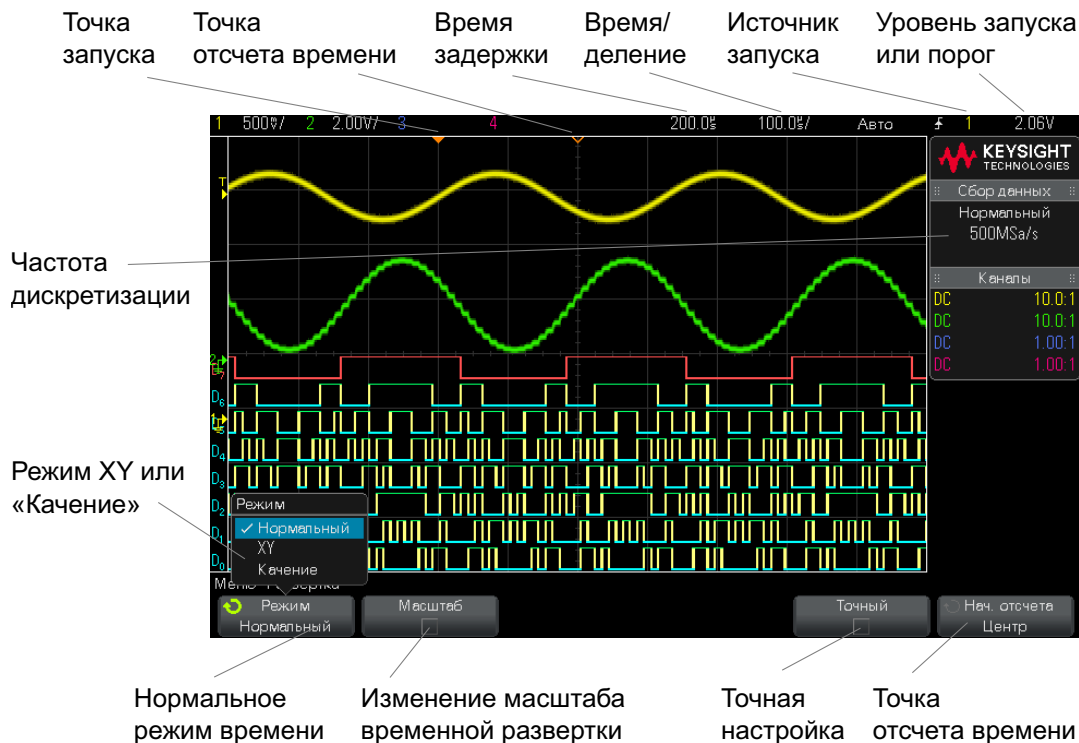



Рис. 2 Меню "Развертка"

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 Для изменения настроек времени/деления развертки поверните большую ручку масштаба развертки (скорость развертки), обозначенную как .

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 56.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки масштаба развертки – иное. См. **"Отображение временной развертки с измененным масштабом"** на странице 61.

Регулировка задержки по горизонтали (положения)

1 Поверните ручку задержки по горизонтали (положения) (◀▶).

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.

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 56.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки положения коэффициента развертки – иное. См. **"Отображение временной развертки с измененным масштабом"** на странице 61.

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 "Развертка" нажмите кнопку **Режим** 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 58.

- **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):

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

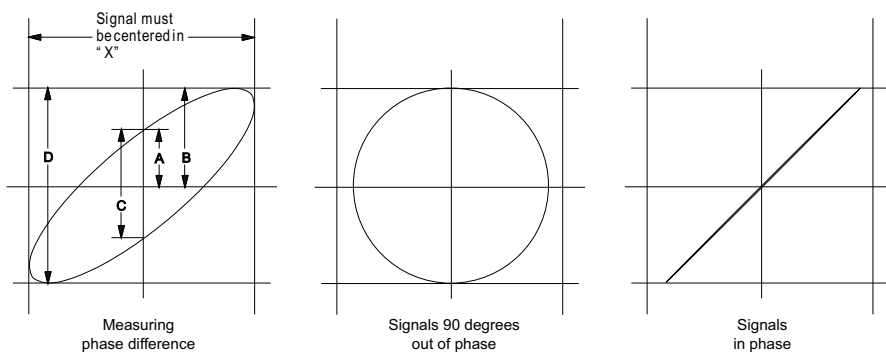


Рис. 3 Сигналы в режиме "XY", центрированные на экране

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 .

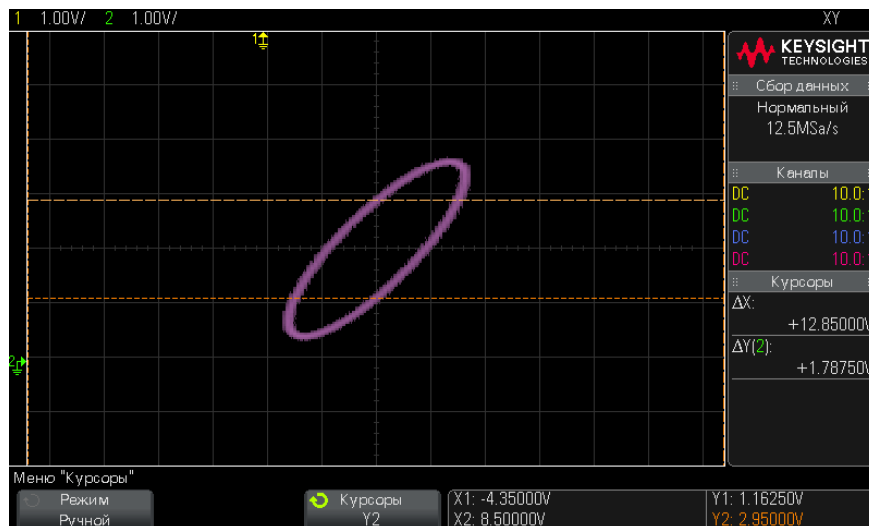


Рис. 4 Измерение угла сдвига фаз (автоматическое и с помощью курсоров)

7 Рассчитайте угол сдвига фаз по указанной ниже формуле.

Допустим, что первое значение ΔY составляет 1,688, а второе – 1,031, 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, находящегося на задней панели, – 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

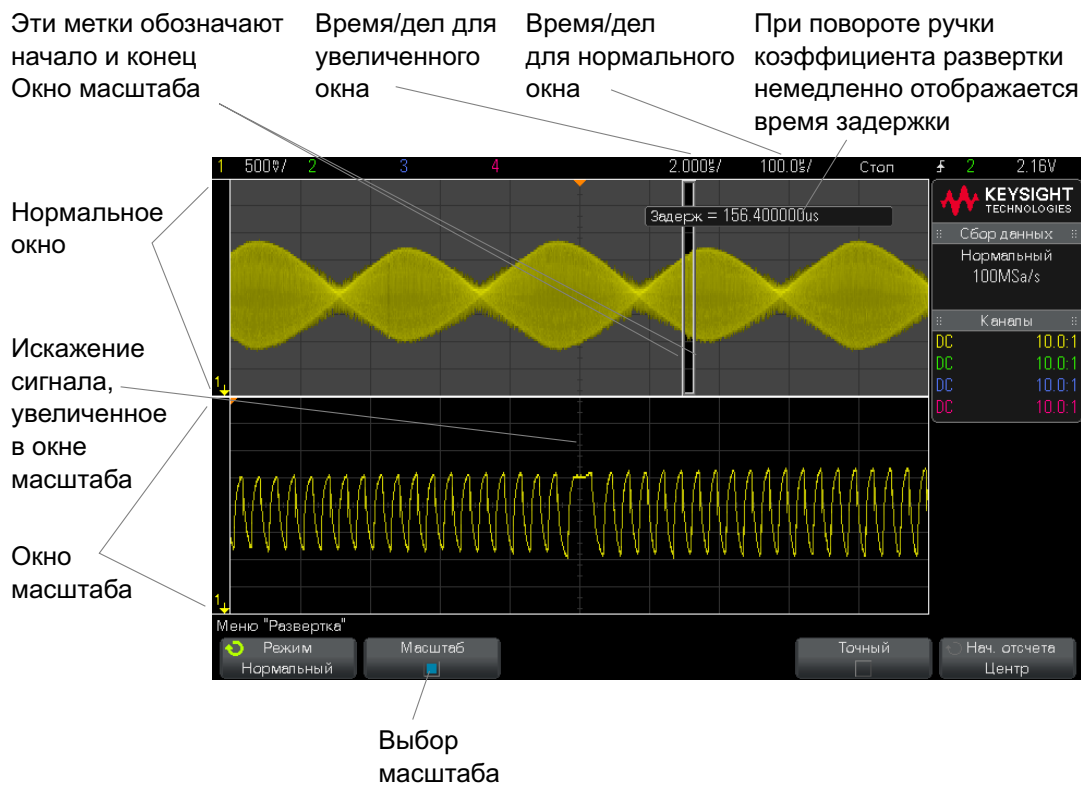
Масштаб (раньше называемый режимом задержки развертки) – это растянутая по горизонтали версия нормального экрана. При выборе режима "Масштаб" экран делится на две половины. В верхней части отображается нормальное окно времени/деления, а в нижней – окно времени/деления ускоренного масштабирования.

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 Нажимайте кнопки масштабирования ,  (или кнопку **[Horiz] (Горизонт.)**), а затем кнопку **Масштаб**.

2 Средства управления разверткой



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 235 и "**Локализация события с целью измерения частоты**" на странице 242.

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 "Развертка" 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 54.

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 55.

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 65) 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 65).

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 "Поиск" 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 152.
- Для настройки поиска длительности импульса см. раздел **"Запуск по длительности импульса"** на странице 156.
- Для настройки поиска времени нарастания/спада см. раздел **"Запуск по времени нарастания/спада"** на странице 164.
- Для настройки поиска короткого пакета см. раздел **"Запуск по короткому пакету"** на странице 167.
- Для настройки поиска последовательности см. **Глава 10**, "Типы запуска," на стр. 149 и раздел **"Поиск данных в листере"** на странице 135.

Обратите внимание, что вместо уровней запуска для поиска используются значения порогов измерения. Для доступа к меню "Порог измерения" из меню "Поиск" используйте программную кнопку **Пороги**. См. **"Пороги измерений"** на странице 251.

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 "Поиск" выберите пункт **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите тип поиска.
- 3 Нажмите кнопку **Копировать**.
- 4 В меню "Копия поиска" выполните следующие действия.

2 Средства управления разверткой

- 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 66).
- События поиска (см. раздел "**Навигация по событиям поиска**" на странице 67).
- Сегменты – при включении сбора данных в сегментированную память (см. раздел "**Навигация по сегментам**" на странице 67).



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 "Навигация" и выберите элемент **Время**.
- 3** Нажимайте кнопки навигации  для перемещения вперед, останова или перемещения назад по времени. Можно нажать кнопку  или  несколько раз, чтобы ускорить воспроизведение. Существует три уровня скорости воспроизведения.

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 64).

- 1 Нажмите кнопку **[Navigate] (Навигация)**.
- 2 Нажмите кнопку **Навигация** в меню "Навигация" и выберите элемент **Поиск**.
- 3 Нажмите кнопку "Назад/вверх"   для перехода к предыдущему или следующему событию поиска.

Поиск данных последовательного декодирования:





- Можно нажать кнопку  для установки или сброса метки.
- Нажатие кнопки **Авто масштаб** определяет, происходит ли при навигации автоматическое масштабирование отображаемого сигнала под размер отмеченной строки.
- Нажатие программной кнопки **Прокрутка Lister** позволяет использовать ручку ввода для прокрутки строк данных на экране "Lister".

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 "Навигация" и выберите элемент **Сегменты**.
- 3 Нажмите кнопку **Режим воспроизведения** и выберите один из следующих вариантов:
 - **Вручную** — воспроизведение сегментов вручную.

Режим воспроизведения вручную

- Нажимайте кнопки "назад" и "вперед"   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.

2 Средства управления разверткой

Режим автоматического воспроизведения

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

3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций) /	70
Настройка масштаба по вертикали /	71
Настройка положения по вертикали /	71
Указание связи каналов /	71
Указание импеданса на входе канала /	72
Указание ограничения полосы пропускания /	73
Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали /	74
Инвертирование сигнала /	74
Настройка параметров пробника аналогового канала /	74


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.

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

3 Средства регулировки по вертикали



Уровень заземления сигнала для каждого отображаемого канала определяется по положению значка  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.

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 () , чтобы задать масштаб по вертикали для канала (вольты/деление).


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. "**Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали**" на странице 74).

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 321.

Настройка положения по вертикали

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

Значение, которое ненадолго отобразится в правом верхнем углу экрана, соответствует разности напряжений между центром экрана по вертикали и уровнем заземления () . 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 321).

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 DC сигнала удаляется, что позволяет использовать большую чувствительность для отображения составляющей AC этого сигнала.

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 Чтобы выбрать тип связи входного канала, нажмите программную кнопку **Связь** в меню "Канал".
 - **DC** — Связь по постоянному току полезна при просмотре сигналов с частотой не выше 0 Гц, не имеющих заметных смещений по постоянному току.
 - **AC** — 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 параллельно входному сигналу размещается 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 190.

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 "Канал" нажмите кнопку **Импед** (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 71), или если на вход подается избыточное напряжение, для предотвращения возможных повреждений осциллограф автоматически переключается в режим **1М Ом**.

- **1М Ом** — 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.keysight.com/find/scope_probes.
 - Сведения о выборе пробника можно найти в документе *Руководство по выбору пробников и приспособлений для осциллографов Keysight* (номер документа: 5989-6162EN), доступном на веб-сайте www.keysight.com.

Указание ограничения полосы пропускания

- 1 Нажмите кнопку нужного канала.
- 2 Нажмите программную кнопку **Предел ПП** в меню "Канал", 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**.

Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали

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

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 "Канал" нажмите программную кнопку **Инверт**, чтобы инвертировать выбранный канал.

При выборе параметра **Инверт** 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 "Канал" нажмите программную кнопку **Пробник**, чтобы отобразить меню "Пробник канала".

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



Меню "Пробник канала" изменяется в зависимости от типа подключенного пробника.

Для пассивных пробников (как то: N2841A, N2842A, N2843A, N2862A/B, N2863A/B, N2889A, N2890A, 10073C, 10074C или 1165A) отображается программная кнопка **Пробник Проверка**, 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 77.

- См. также
- "**Указание единиц измерения канала**" на странице 75
 - "**Указание коэффициента затухания пробника**" на странице 76
 - "**Указание искажения пробника**" на странице 76

Указание единиц измерения канала

- 1 Нажмите кнопку канала, связанного с выбранным пробником.
- 2 В меню "Канал" нажмите кнопку **Пробник**.
- 3 В меню "Пробник 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. раздел Входы аналоговых каналов (see [страница 44](#)).

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 0,001:1 до 10000:1 с последовательностью 1-2-5.

При измерении значений тока с помощью пробника тока можно установить коэффициент затухания от 1000 до 0,0001 В/А.

Коэффициент затухания в децибелах можно указать, используя значения от -60 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 **Искажения**.

- 1 Прозондируйте одну точку обоими пробниками.
- 2 Нажмите кнопку канала одного из выбранных пробников.

- 3 В меню "Канал" нажмите кнопку **Пробник**.
- 4 В меню "Канал" 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 "Пробник 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 Демо 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 "Канал" нажмите программную кнопку **Пробник**.
- 5 Вторая слева программная кнопка в меню "Пробник канала" предназначена для указания головки пробника (и коэффициента затухания). Нажимайте эту

3 Средства регулировки по вертикали

программную кнопку, пока выбор головки пробника не совпадет с используемым аттенюатором.

Доступные 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.

4 Математическая обработка осциллограмм

Вывод на экран осциллограмм математических функций /	80
Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции /	81
Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции /	82
Единицы измерений для осциллограмм математических функций /	82
Математические операторы /	83
Математические преобразования /	85
Математические фильтры /	102
Математическая визуализация /	104

Математические функции можно применять в аналоговых каналах. Осциллограмма, полученная в результате математической обработки, отображается розовым цветом.

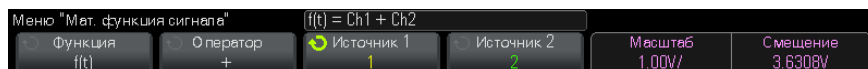
Вы можете использовать математическую функцию в канале, даже если этот канал не отображается на экране.

Вы можете:

- выполнять арифметическую операцию (сложение, вычитание или умножение) в аналоговых входных каналах;
- выполнять функцию преобразования (дифференцирование, интегрирование, быстрое преобразование Фурье (FFT) или извлечение квадратного корня) сигнала в аналоговом канале;
- выполнять функцию преобразования с результатом арифметической операции.

Вывод на экран осциллограмм математических функций

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



- 2 Если на функциональной клавише **Function** все еще не значится **f(t)**, нажмите эту функциональную клавишу и выберите **f(t): Displayed**.
- 3 С помощью функциональной клавиши **Operator** выберите оператор или преобразование.

За дополнительной информацией в отношении операторов обращайтесь к разделам:

- "Математические операторы" на странице 83
- "Математические преобразования" на странице 85
- "Математические фильтры" на странице 102
- "Математическая визуализация" на странице 104

- 4 Пользуйтесь функциональной клавишей **Source 1**, чтобы выбрать аналоговый канал для выполнения математической обработки. Чтобы сделать выбор, можно вращать ручку Entry или повторно нажимать функциональную клавишу **Source 1**. Если выбрать функцию преобразования (дифференцирование, интегрирование, быстрое преобразование Фурье (FFT) или извлечение квадратного корня), то отображается результат.
- 5 Если вы выбираете арифметическую операцию, пользуйтесь функциональной клавишей **Source 2** для выбора второго источника для арифметической операции. Отображается результат.
- 6 Чтобы изменить размер и положение осциллограммы, полученной в результате математической обработки, обращайтесь к разделу "Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции" на странице 82.

Совет**Рекомендации по применению математических функций**

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

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

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

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

Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции

Чтобы выполнить функцию преобразования (см. "**Математические преобразования**" на странице 85) или использовать фильтр (см. "**Математические фильтры**" на странице 102) с результатом арифметической операции (сложение, вычитание или умножение), действуйте следующим образом.

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

Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции

- 1 Убедитесь, что мультиплексированные ручки масштаба и положения справа от 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 справа от 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 измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82

Единицы измерений для осциллограмм математических функций

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

Математическая функция	Единица измерения
Сложение или вычитание	V или A
Умножение	V ² , A ² или W (вольт-ампер)
d/dt (дифференцирование)	V/s (вольт в секунду) или A/s (ампер в секунду)

Математическая функция	Единица измерения
$\int dt$ (интегрирование)	Vs (вольт-секунда) или As (ампер-секунда)
FFT (быстрое преобразование Фурье)	dB* (децибел). См. также " Единицы измерений FFT " на странице 95.
$\sqrt{\quad}$ (извлечение квадратного корня)	$V^{1/2}$, $A^{1/2}$ или $W^{1/2}$ (вольт-ампер)
* Если источником FFT является канал 1, 2, 3 или 4, то единицей измерения при отображении FFT является dBV (децибел от вольта), когда единицей измерения в канале является вольт и входной импеданс канала установлен на 1 МОм. Единицей измерения при отображении FFT является dBm (децибел от милливатта), когда единицей измерения в канале является вольт и входной импеданс канала установлен на 50 Ом. Единицей измерения при отображении FFT является dB (децибел) для всех прочих источников FFT или в том случае, когда единицей измерения в канале является ампер.	

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

Математические операторы

Математические операторы позволяют выполнять арифметические операции (например, сложение, вычитание или умножение) в аналоговых входных каналах.

- "**Сложение или вычитание**" на странице 83
- "**Умножение или деление**" на странице 84

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.

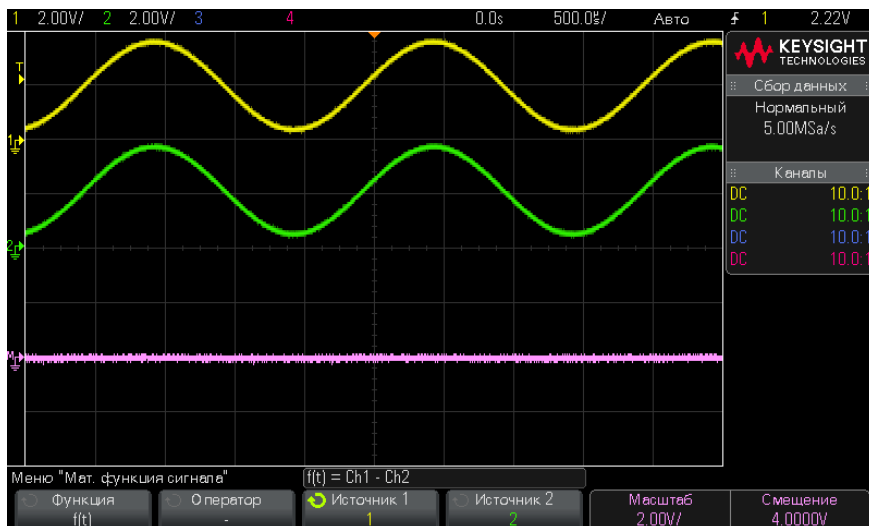


Рис. 5 Пример вычитания сигнала канала 2 из сигнала канала 1

- См. также
- "Единицы измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82

Умножение или деление

При выборе математической функции умножения или деления значения **Source 1** и **Source 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.

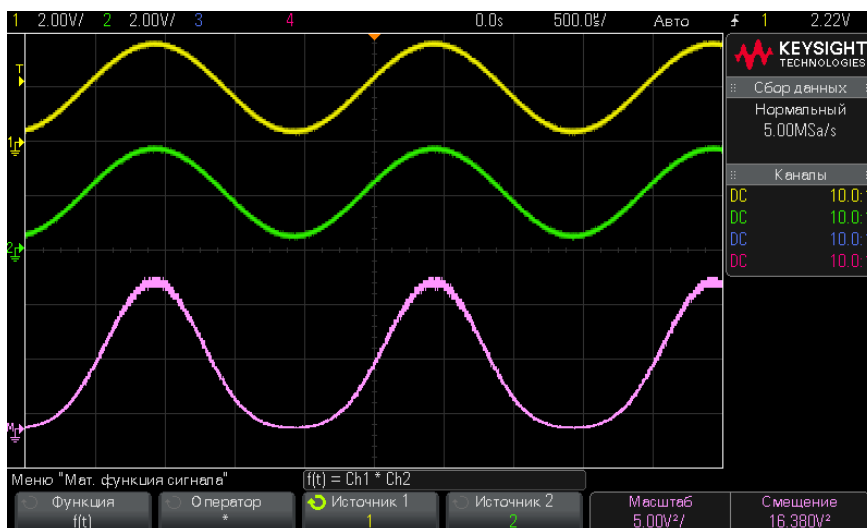


Рис. 6 Пример умножения сигнала Channel 1 на сигнал Channel 2

- См. также
- **"Единицы измерений для осциллограмм математических функций"** на странице 82

Математические преобразования

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

- **"Дифференцирование"** на странице 86
- **"Интегрирование"** на странице 87
- **"Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)"** на странице 90
- **"Квадратный корень"** на странице 98

С помощью лицензии на дополнительные математические измерения становятся доступными следующие дополнительные преобразования:

- **"Ax + B"** на странице 98

- "Возведение в квадрат" на странице 99
- "Абсолютное значение" на странице 100
- "Логарифм" на странице 100
- "Натуральный логарифм" на странице 101
- "Экспонента" на странице 101
- "Экспонента основания 10" на странице 102

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 202).

Функция **d/dt** выстраивает производную выбранного источника по формуле "оценка среднего значения перепада по 4 точкам". Далее приведено уравнение:

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

где:

- d = дифференциальный сигнал;
- y = точки данных 1, 2, 3 или 4, или g(t) (внутреннее арифметическое действие) канала;
- i = указатель точки данных;
- Δt = временной интервал между точками.

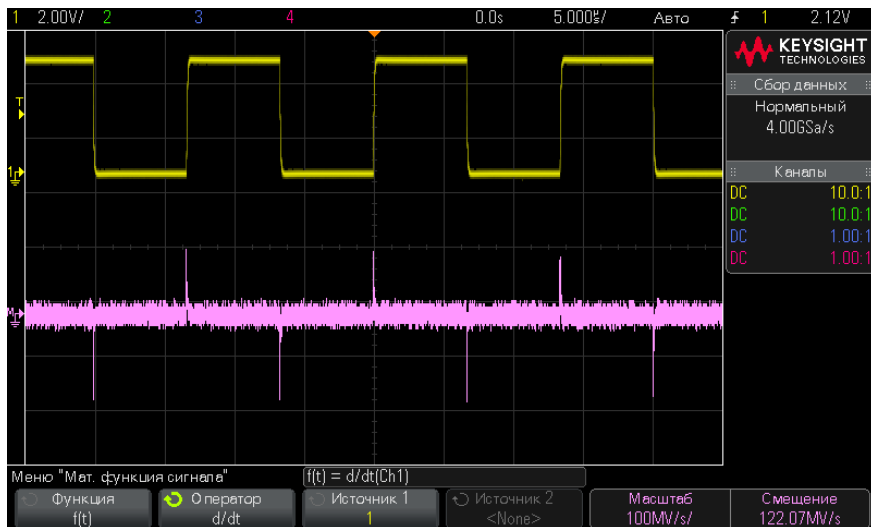


Рис. 7 Пример функции дифференцирования

- См. также
- "Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции" на странице 81
 - "Единицы измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82

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 с использованием формулы:

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

В этом выражении:

4 Математическая обработка осциллограмм

- I – проинтегрированная осциллограмма
- Δt – временной интервал между точками
- y – точки данных каналов 1,2, 3 или 4, либо $g(t)$ (внутренняя арифметическая операция)
- co – произвольная константа
- i – индекс точек данных

Оператор интегрирования предоставляет в распоряжение пользователя функциональную клавишу **Offset**, 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.

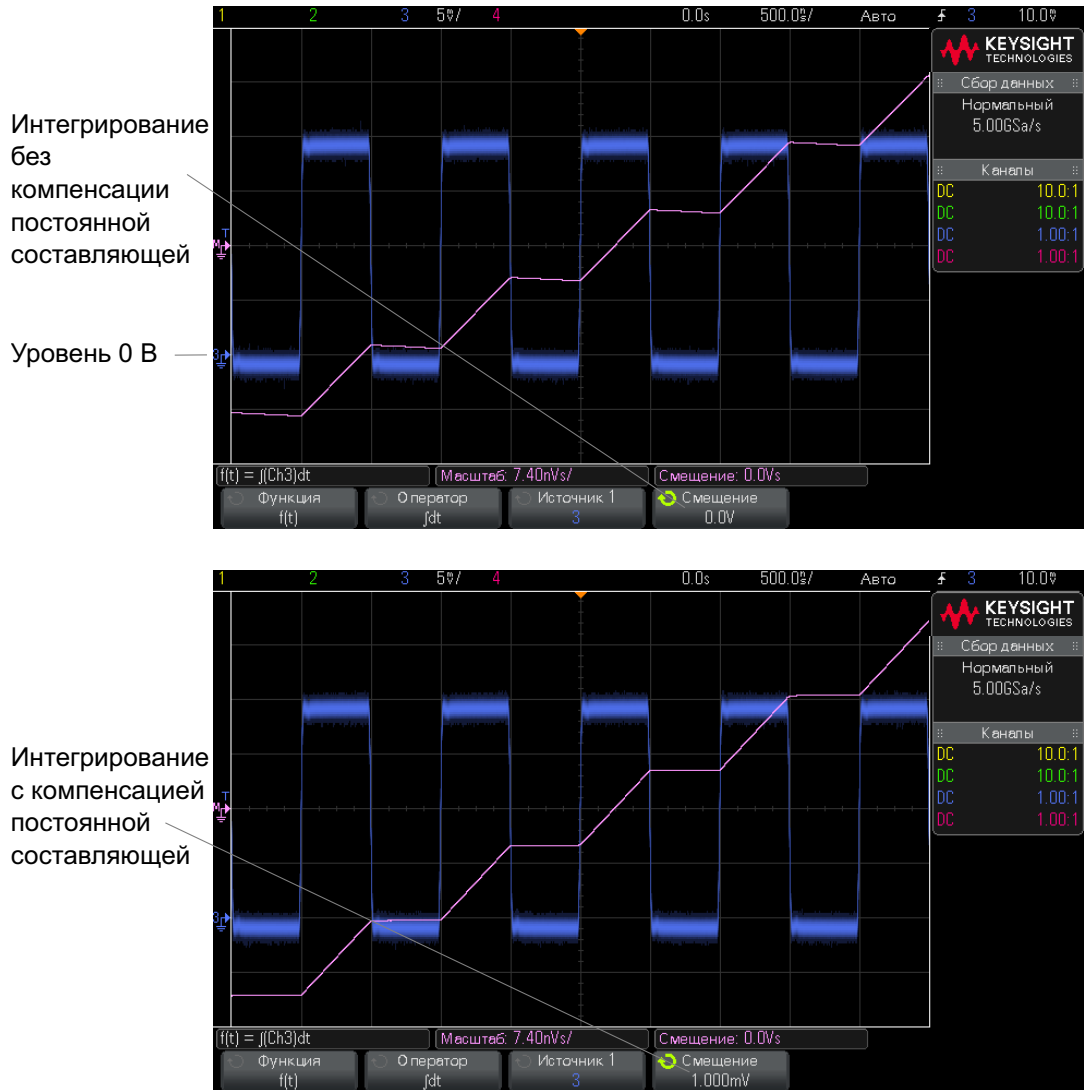


Рис. 8 Интегрирование и смещение сигнала

См. также
разделы 4.3 и
4.10.

- "Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции" на странице 81
- "Единицы измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82

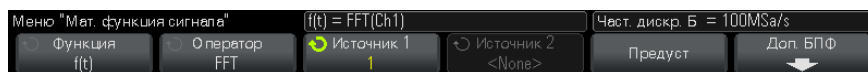
Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)

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

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

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

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



- **Source 1** — выбор источника сигнала для быстрого преобразования Фурье (см. раздел 4.2 "Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции" на странице 81 о выборе **g(t)** в качестве источника).
- **Span** — установка общей ширины спектра FFT, отображаемого на экране (слева направо). Чтобы получить цену деления шкалы в герцах на деление, следует разделить на 10 значение ширины спектра. Вы можете установить значение параметра Span выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите функциональную клавишу **Span**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить желаемый частотный диапазон для отображения на экране.

- **Center** — установка частоты в спектре FFT, которая должна отображаться на центральной вертикальной линии сетки экрана. Можно установить значение параметра Center ниже половины частотного диапазона или выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть экрана. Нажмите функциональную клавишу **Center**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить желаемую центральную частоту на дисплее.
 - **Scale** — позволяет вам установить ваши собственные масштабные коэффициенты для FFT, выраженные в децибелах на деление. См. "**Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции**" на странице 82.
 - **Offset** — позволяет вам установить ваше собственное смещение для FFT. Значение смещения выражается в децибелах и отображается центральной горизонтальной линией сетки экрана. См. "**Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции**" на странице 82.
 - **More FFT** — вызов на экран меню дополнительных установок параметров FFT.
- 2 Нажмите функциональную клавишу **More FFT**, чтобы вывести на экран меню дополнительных установок параметров FFT.



- **Window** – выбор окна цифровой фильтрации для применения к входному сигналу FFT:
 - **Hanning** — окно Хеннинга для выполнения точных частотных измерений или для разрешения двух близких частотных составляющих.
 - **Flat Top** — окно с плоской вершиной для выполнения точных амплитудных измерений спектральных пиков.
 - **Rectangular** — (прямоугольное окно) – хорошее частотное разрешение и амплитудная точность, однако применение этого окна ограничено случаями отсутствия просачивания спектральных составляющих. Применяется с такими сигналами, как псевдослучайный шум, импульсы, синусоидальные пачки и затухающие синусоидальные колебания.
 - **Blackman Harris** — окно Блэкмана-Харриса снижает временное разрешение по сравнению с прямоугольным окном, но повышает способность обнаружения импульсов благодаря тому, что оно обладает менее выраженными боковыми максимумами.

- **Vertical Units** — позволяет вам выбрать единицу измерения шкалы FFT по вертикали: децибел (Decibels) или вольт эффективного значения напряжения (V RMS).
- **Auto Setup** — устанавливает такие значения параметров Span и Center, 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 индицируется над функциональными клавишами.

ЗАМЕЧАНИЕ**Особенности регулировки масштаба и смещения**

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

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

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

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

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

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

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

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



См. также
разделы 4.3 и
4.10.

- **"Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции"** на странице 81
- **"Рекомендации по измерениям FFT"** на странице 93
- **"Единицы измерений FFT"** на странице 95
- **"Значение постоянной составляющей при вычислении FFT"** на странице 95
- **"Ложные частотные составляющие и наложение спектров"** на странице 95
- **"Просачивание спектральных составляющих"** на странице 97
- **"Единицы измерений для осциллограмм математических функций"** на странице 82

Рекомендации по измерениям FFT

Количество точек, регистрируемых для записи FFT, может достигать до 65536. Отображаются все точки, когда частотный диапазон максимален. Когда на экране отображается спектр FFT, органы управления частотным диапазоном и

центральной частотой применяются для обследования спектра в области интересующей вас частоты примерно так же, как у анализатора спектра. Поместите интересующую вас часть спектра в центр экрана и уменьшайте частотный диапазон, чтобы увеличить разрешение отображения спектра. При уменьшении частотного диапазона уменьшается количество отображаемых точек и происходит растяжка отображаемого на экране спектра.

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

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 65536) чем меньше частота дискретизации, тем лучше разрешение.

Уменьшение эффективной частоты дискретизации путем выбора более низкой скорости развертки (более высокого значения коэффициента развертки) приводит к повышению низкочастотного разрешения отображения спектра FFT, однако увеличивает вероятность появления ложных частотных составляющих. Разрешение FFT равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в FFT. Реальное разрешение отображения спектра будет не столь высоким, поскольку способность разрешать две близкие частоты в действительности ограничивается формой окна-фильтра. Хороший способ проверки разрешения двух близких частот состоит в обследовании боковых полос амплитудно-модулированного синусоидального сигнала.

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

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

Для достижения наилучшей точности воспроизведения частоты на пиках:

- Применяйте окно Хеннинга (Hanning).

- Пользуйтесь меню Cursors для установки курсора X на интересующую вас частоту.
- Отрегулируйте частотный диапазон для повышения точности позиционирования курсора.
- Вернитесь к меню Cursors для точного позиционирования курсора X.

За дополнительной информацией по применению быстрого преобразования Фурье обращайтесь к публикации Keysight № 243 «*The Fundamentals of Signal Analysis*»: <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.
Дополнительная информация на этот счет содержится также в главе 4 книги: *Robert A. Witte*- «Spectrum and Network Measurements».

Единицы измерений FFT

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

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

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

Значение постоянной составляющей при вычислении FFT

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

Ложные частотные составляющие и наложение спектров

При применении FFT важно иметь представление о ложных частотных составляющих, возникающих при дискретизации. При выполнении измерений с применением FFT оператор должен понимать, что именно должно содержаться в частотной области, и учитывать частоту дискретизации, частотный диапазон и

полосу пропускания осциллографа. Разрешение FFT (отношение частоты дискретизации к количеству точек FFT) индицируется прямо над функциональными клавишами, 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.

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

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

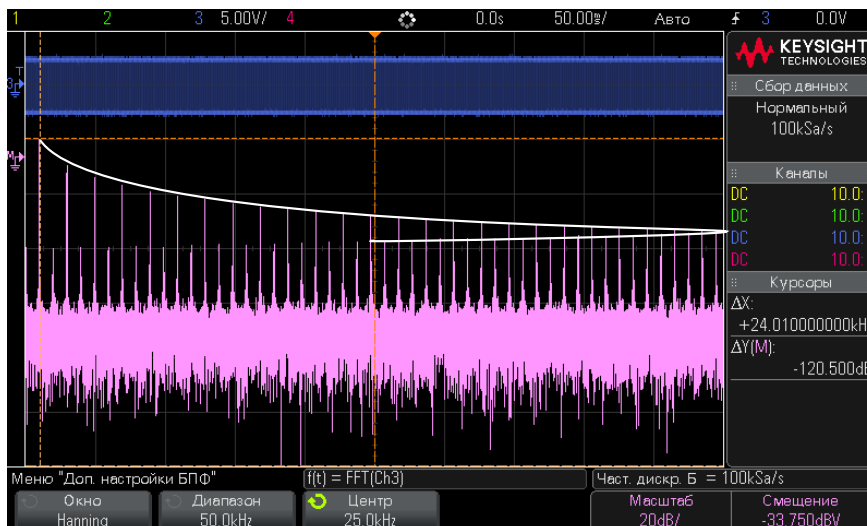


Рис. 9 Наложение спектров

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

Просачивание спектральных составляющих

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

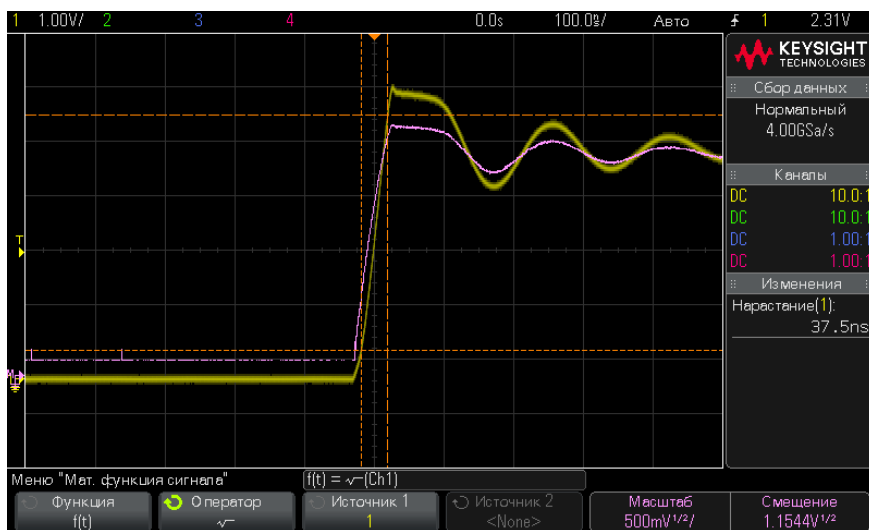


Рис. 10 Пример функции $\sqrt{\quad}$ (квадратный корень)

- См. также
- "Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции" на странице 81
 - "Единицы измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82

Ax + B

С помощью функции Ax + B (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно применять коэффициент усиления и смещение к имеющемуся входному источнику.

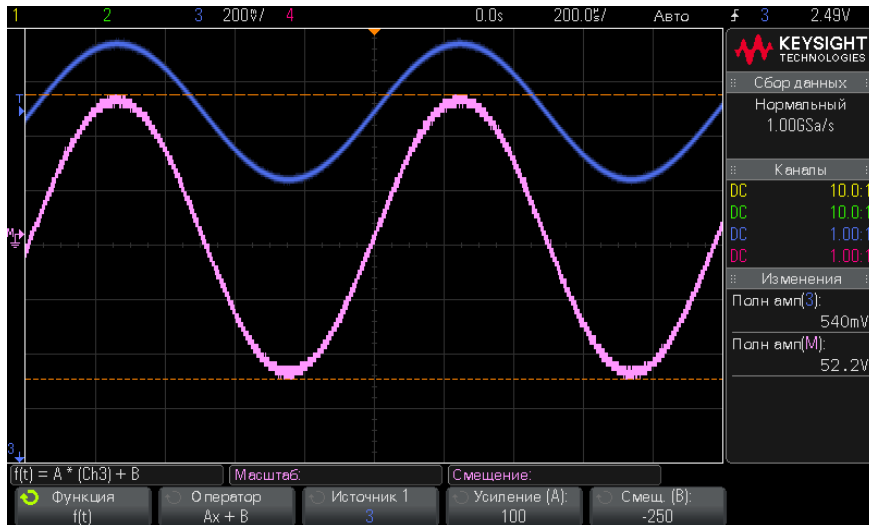


Рис. 11 Пример $Ax + B$

С помощью функциональной клавиши **Gain (A)** выберите коэффициент усиления.

С помощью функциональной клавиши **Offset (B)** выберите смещение.

Отличие функции $Ax + B$ от математической функции Magnify состоит в том, что значение выхода будет, скорее всего, отличаться от значения входа.

См. также • **"Увеличение"** на странице 104

Возведение в квадрат

С помощью функции возведения в квадрат (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно по точкам возвести в квадрат значения выбранного источника и вывести результат.

Нажмите функциональную кнопку **Source**, чтобы выбрать источник сигнала.

См. также • **"Квадратный корень"** на странице 98

Абсолютное значение

С помощью функции абсолютного значения (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно изменить отрицательные входные значения на положительные и отобразить полученный сигнал.



Рис. 12 Пример абсолютного значения

См. также • ["Возведение в квадрат"](#) на странице 99

Логарифм

С помощью функции логарифма (log) (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно выполнить преобразование входного источника. Если преобразование для определенного входного значения не указано, на выходе функции будет отображено пустое пространство (нулевые значения).

См. также • ["Натуральный логарифм"](#) на странице 101

Натуральный логарифм

С помощью функции натурального логарифма (\ln) (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно выполнить преобразование входного источника. Если преобразование для определенного входного значения не указано, на выходе функции будет отображено пустое пространство (нулевые значения).



Рис. 13 Пример натурального логарифма

См. также • ["Логарифм"](#) на странице 100

Экспонента

С помощью функции экспоненты (e^x) (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно выполнить преобразование входного источника.

См. также • ["Экспонента основания 10"](#) на странице 102

Экспонента основания 10

С помощью функции экспоненты основания 10 (10^x) (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно выполнить преобразование входного источника.

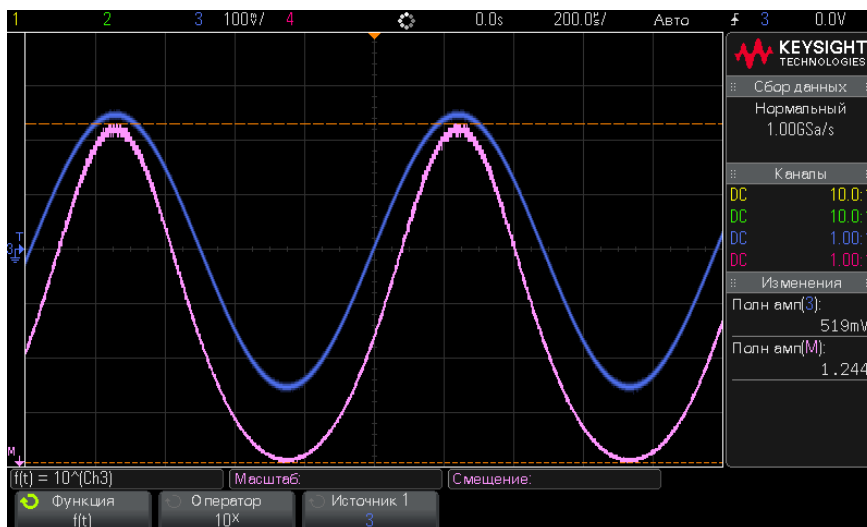


Рис. 14 Пример экспоненты основания 10

См. также • ["Экспонента"](#) на странице 101

Математические фильтры

С помощью лицензии на дополнительные математические измерения можно использовать математические фильтры для создания сигнала фильтра высоких и низких частот на аналоговом входном канале или по результатам арифметического действия.

• ["Фильтр высоких и низких частот"](#) на странице 103

Фильтр высоких и низких частот

С помощью функций фильтра высоких и низких частот (доступны при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно применить фильтр к выбранной кривой источника и отобразить результат в виде математической функции.

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 функциональную клавишу **Bandwidth**.

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. 15 Пример фильтра низких частот

Математическая визуализация

С помощью лицензии на дополнительные математические измерения можно применять функции математической визуализации для просмотра полученных данных и значений измерений различными способами.

- "Увеличение" на странице 104
- "Отклонение измерения" на странице 105
- "График синхронизации логической шины" на странице 106
- "График состояния логической шины" на странице 107

Увеличение

С помощью математической функции увеличения (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно отобразить имеющийся входной источник с различными настройками по вертикали для более детального просмотра изображения в вертикальной плоскости.

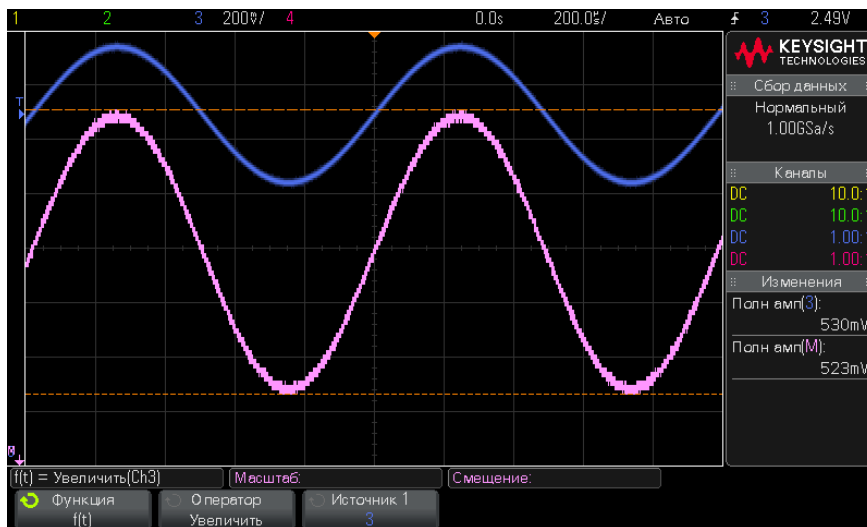


Рис. 16 Пример увеличения

См. также • "Ax + B" на странице 98

Отклонение измерения

С помощью функции отклонения измерения (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно просмотреть значения измерений для кривой (исходя из настроек порога измерений) во время движения кривой по экрану. Для каждого цикла проводится измерение, и его значение отображается на экране.



Рис. 17 Пример отклонения измерения

Нажмите функциональную клавишу **Type**, чтобы выбрать измерение, отклонение которого требуется просмотреть. Можно отобразить значения отклонений для следующих измерений:

- Average
- RMS- AC
- Ratio
- Period
- Frequency
- +Width
- -Width

- Duty Cycle
- Rise Time
- Fall Time

С помощью функциональной клавиши **Thresholds** войдите в меню Measurement Threshold. См. "**Пороги измерений**" на странице 251.

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 графика синхронизации логической шины (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно отобразить значения данных шины в виде аналоговой кривой (аналогично цифро-аналоговому преобразованию). Во время перехода значения шины выходом функции будет являться последнее стабильное состояние шины.

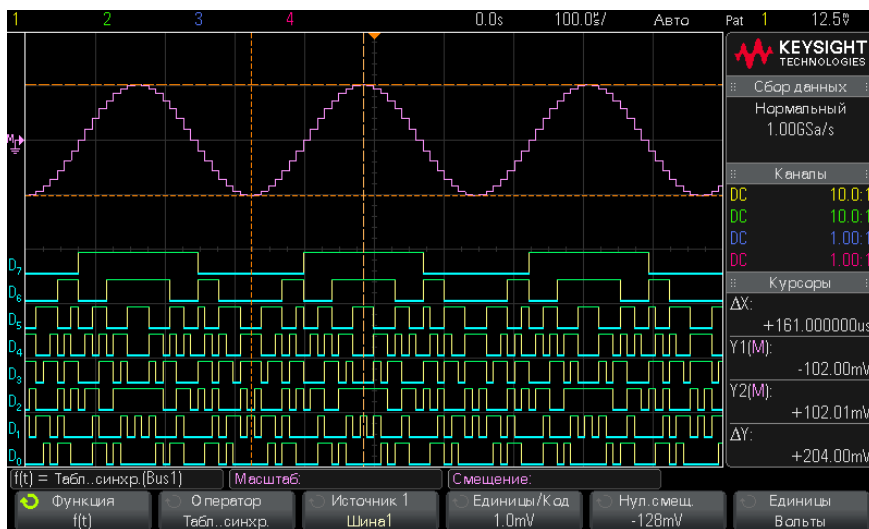


Рис. 18 Пример графика синхронизации логической шины

С помощью функциональной клавиши **Units/Code** укажите аналоговое значение, эквивалентное каждому приращению значения данных шины.

С помощью функциональной клавиши **0 Offset** укажите аналоговое значение, эквивалентное нулевому значению шины данных.

С помощью функциональной клавиши **Units** укажите тип значений, которые представляют данные шины (вольты, амперы и т.д.).

См. также • **"График состояния логической шины"** на странице 107

График состояния логической шины

С помощью функции графика состояния логической шины (доступна при наличии лицензии на дополнительные математические измерения) можно отобразить значения данных шины, взятые с фронта тактового сигнала, в виде аналоговой кривой (аналогично цифро-аналоговому преобразованию).

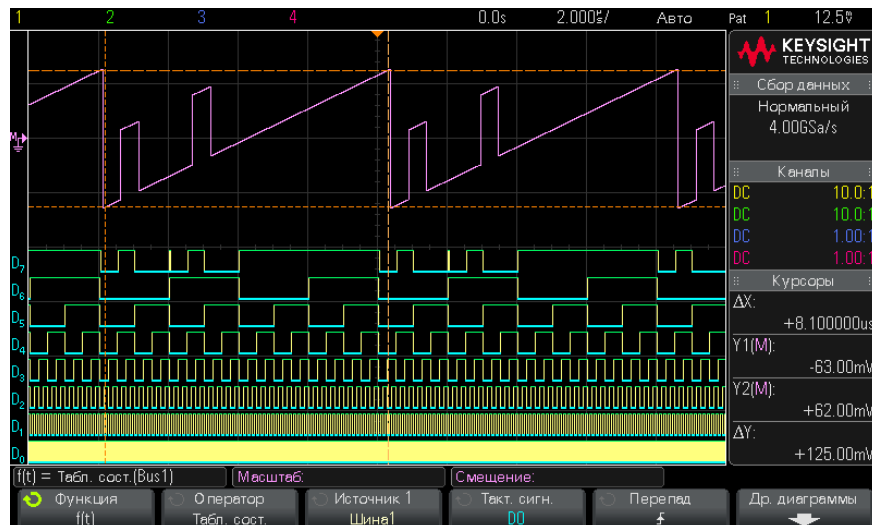


Рис. 19 Пример графика состояния логической шины

С помощью функциональной клавиши **Clock** выберите тактовый сигнал.

4 Математическая обработка осциллограмм

С помощью функциональной клавиши **Slope** выберите фронт тактового сигнала, который требуется использовать.

С помощью функциональной клавиши **More Chart** 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 функциональной клавиши **Units/Code** укажите аналоговое значение, эквивалентное каждому приращению значения данных шины.

С помощью функциональной клавиши **0 Offset** укажите аналоговое значение, эквивалентное нулевому значению шины данных.

С помощью функциональной клавиши **Units** укажите тип значений, которые представляют данные шины (вольты, амперы и т.д.).

См. также

- **"График синхронизации логической шины"** на странице 106

5 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала /	109
Отображение опорного сигнала /	110
Изменение масштаба и положения опорных сигналов /	111
Регулировка искажений опорного сигнала /	111
Отображение информации об опорном сигнале /	112
Восстановление файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя /	112

Сигналы аналоговых каналов или математических функций можно сохранить в одном или двух 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 восстанавливать в один из файлов опорных сигналов.

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Ref] (Опорн.)**, чтобы включить опорные сигналы.

- 2 В меню "Опорный сигнал" нажмите программную кнопку **Опорн.** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сохранить в R1/R2**, чтобы сохранить сигнал в файл опорного сигнала.

ЗАМЕЧАНИЕ

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

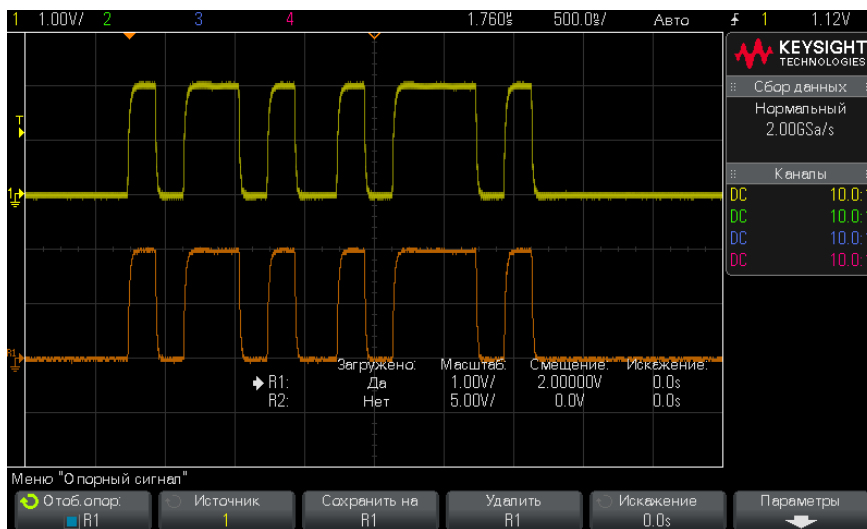
Удаление файла опорного сигнала

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

Опорные сигналы можно удалить, восстановив заводскую настройку или выполнив безопасную очистку файлов (см. [Глава 18](#), "Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)," на стр. 295).

Отображение опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Ref] (Опорн.)**, чтобы включить опорные сигналы.
- 2 В меню "Опорный сигнал" 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.

См. также • ["Отображение информации об опорном сигнале"](#) на странице 112

Изменение масштаба и положения опорных сигналов

- 1 Убедитесь, что мультиплексированные ручки масштаба и положения справа от 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 110).
- 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 "Опорный сигнал" нажмите программную кнопку **Параметры**.
- 3 В меню "Параметры опорного сигнала" нажмите программную кнопку **Сведения о дисплее**, чтобы включить или отключить отображение информации об опорном сигнале на экране осциллографа.
- 4 Нажмите программную кнопку **Прозрачный**, чтобы включить или отключить прозрачные фоны с информацией.

Этот параметр также используется для включения/отключения отображения другой информации осциллографа, например статистики теста по маске и т.д.

Восстановление 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 302.

Файл опорного сигнала, сохраненный на USB-накопителе, можно восстанавливать в один из файлов опорных сигналов. См. "**Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя**" на странице 306.

6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству /	113
Получение сигналов по цифровым каналам /	117
Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба /	117
Интерпретация сигнала на цифровом дисплее /	118
Включение и выключение всех цифровых каналов /	120
Включение и выключение групп каналов /	120
Включение и выключение одного канала /	120
Изменение размера отображения цифровых каналов /	119
Изменение положения цифрового канала /	121
Изменение логического порога цифровых каналов /	120
Отображение цифровых каналов как шины /	122
Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника /	125

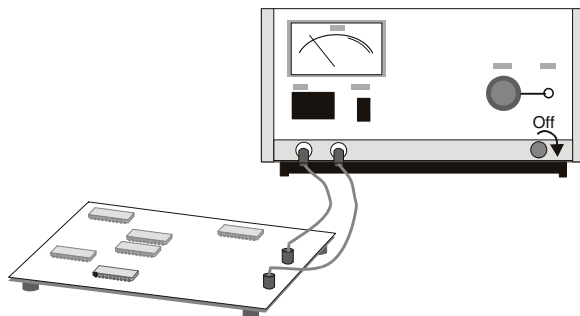
В этой главе описываются способы использования цифровых каналов осциллографа смешанных сигналов (MSO).

Цифровые каналы задействованы в моделях MSOX3000 серии X и DSOX3000 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.



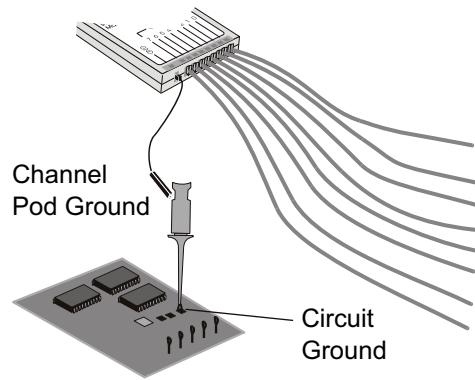
- 2 Подключите кабель цифрового пробника к разъему DIGITAL Dn – D0, находящемуся на передней панели осциллографа смешанных сигналов. Кабель цифрового пробника снабжен разъемом, и потому подключить его можно только одним способом. Отключать питание осциллографа не нужно.

ВНИМАНИЕ

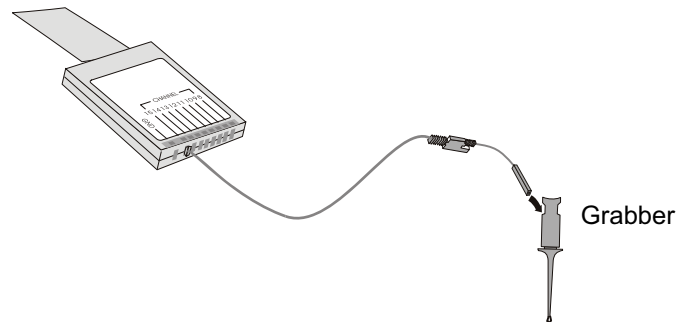
⚠ Кабель пробника цифровых каналов

С осциллографом смешанного сигнала следует использовать только входящий в комплект поставки логический пробник и набор приспособлений Keysight (см. раздел "Пробники и приспособления" на странице 354).

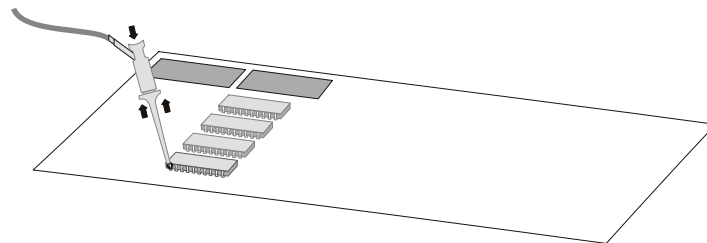
- 3 С помощью захвата пробников подключите кабель заземления к каждой группе (модулю) каналов. Наличие заземления повышает четкость поступающего на осциллограф сигнала, что обеспечивает точность измерений.



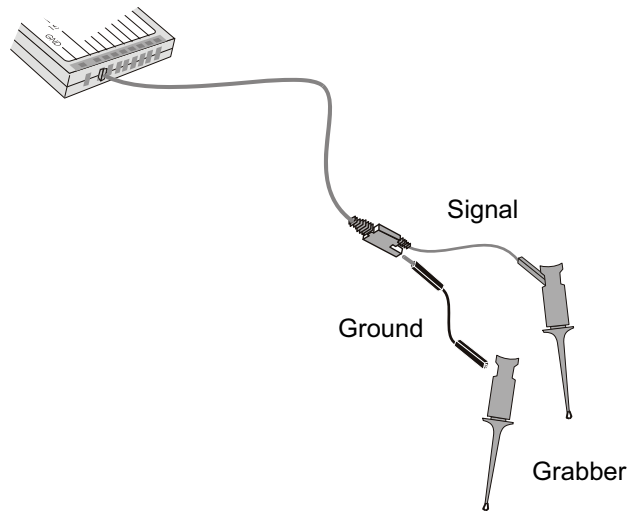
- 4 Подключите захват к одному из кабелей пробника. (Для ясности на рисунке отсутствуют кабели других пробников.)



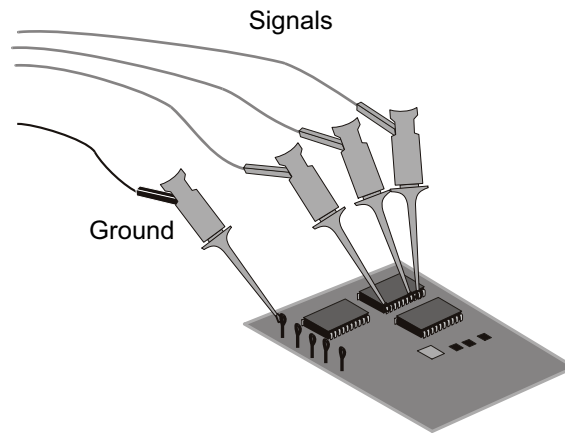
- 5 Подключите захват к узлу цепи, которую необходимо протестировать.



- 6 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 нажатием 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.

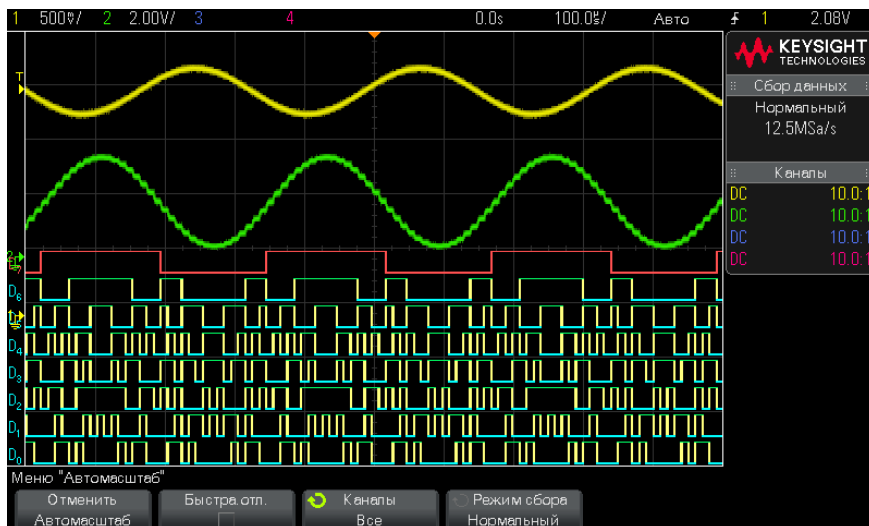


Рис. 20 Пример: Автомасштабирование цифровых каналов (только для моделей MSO)

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

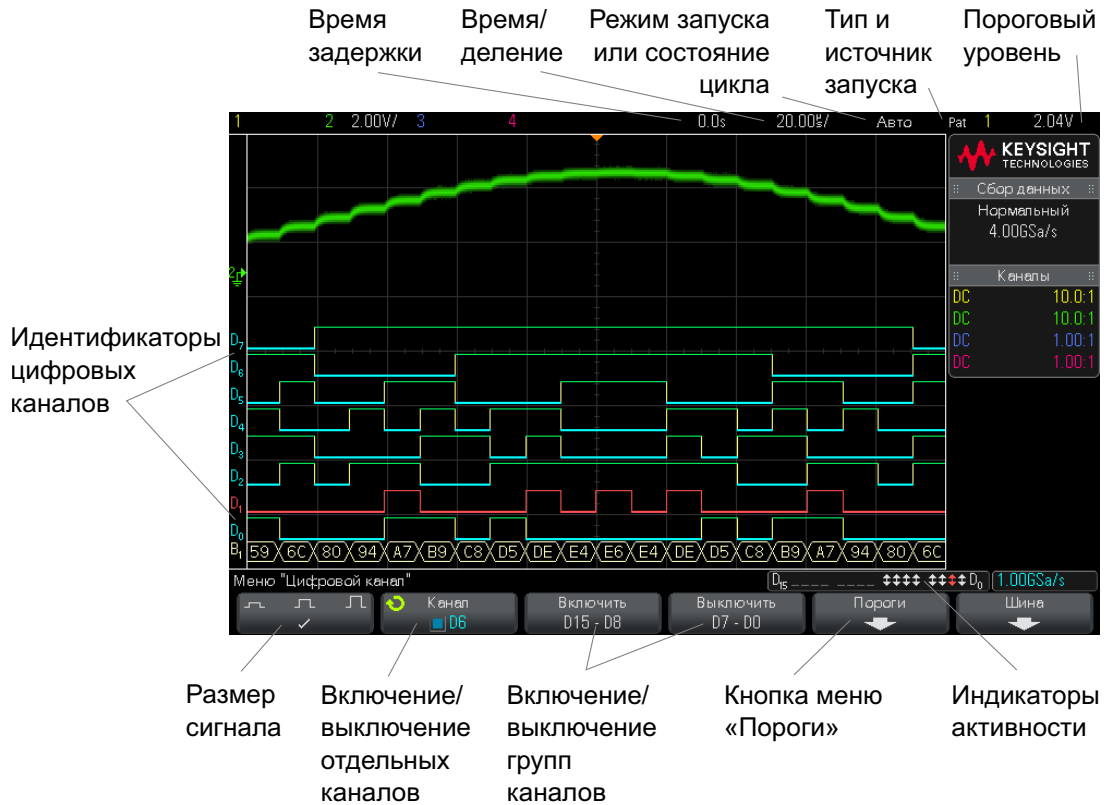
- Для отмены эффектов автомасштабирования перед нажатием любой другой кнопки нажмите программную кнопку **Отменить Автомасштаб**.

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 36.

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 (↑↓). При выключении любого канала его индикатор отображается серым цветом.

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 "Цифровой канал" 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 "Цифровой канал".
- 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 справа от 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 высвечивается 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 **D_{nn}** (где nn – это номер канала из одной или двух цифр) на **D***. Знак "*" означает взаимное наложение двух 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**.

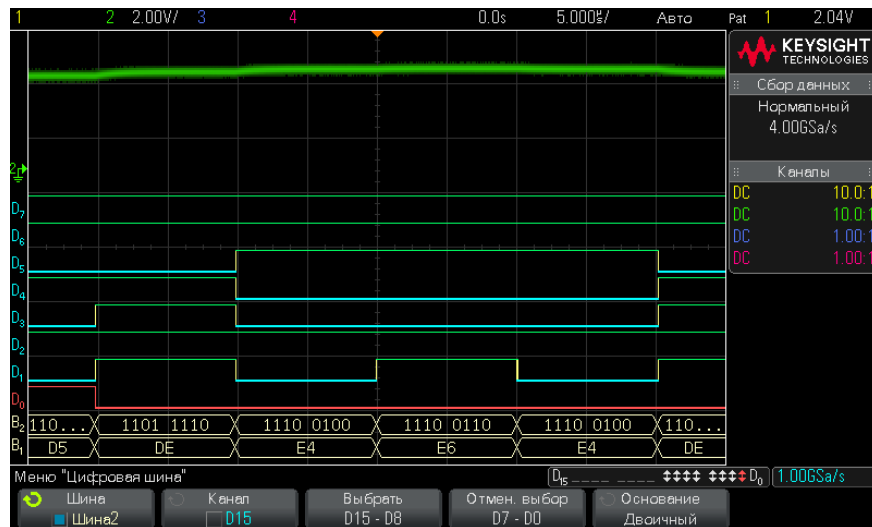
С помощью программной кнопки **Канал** и ручки ввода выбирайте отдельные каналы, чтобы включить их в шину. Выбор каналов можно осуществлять, поворачивая и нажимая ручку ввода или нажимая программную кнопку. Кроме того, чтобы добавить в каждую шину или исключить из нее группу из восьми каналов, можно нажать программные кнопки **Выбрать/Отмен. выбор D15-D8** и **Выбрать/Отмен. 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 123).

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 **Hex** или **Binary**.
- 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

Настройте для курсоров режим «Двоичный» или «Hex»

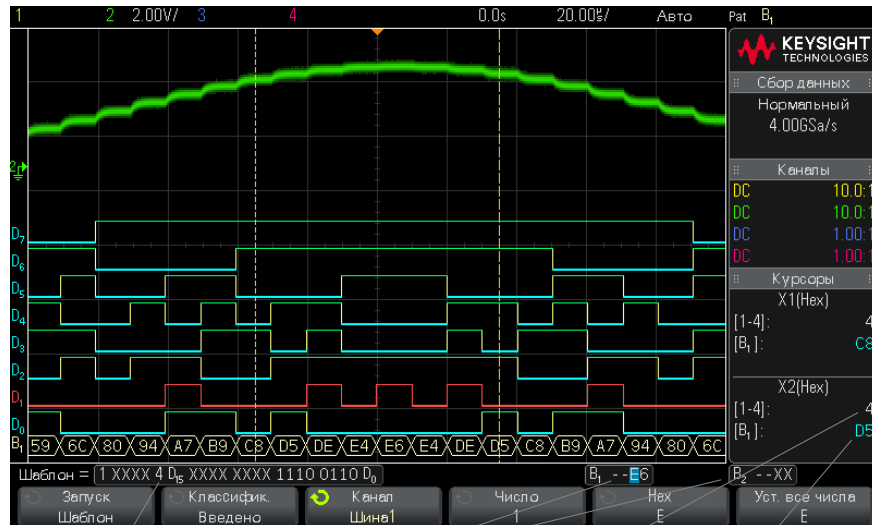
Выберите как источник Шину 1 или Шину 2

Значения шины в точках курсоров показаны 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 "Запуск 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).



Описание шаблона запуска

Отображаемые значения шины

Значения аналоговых каналов в точке курсора

Значения цифровых каналов в точке курсора

Дополнительные сведения о запуске по шаблону см. в разделе **"Запуск по шаблону"** на странице 159.

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_o).

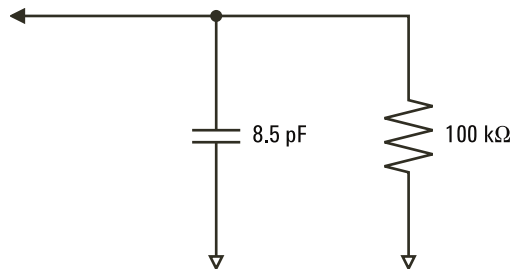


Рис. 21 Эквивалентная схема для постоянного тока и низкочастотного пробника

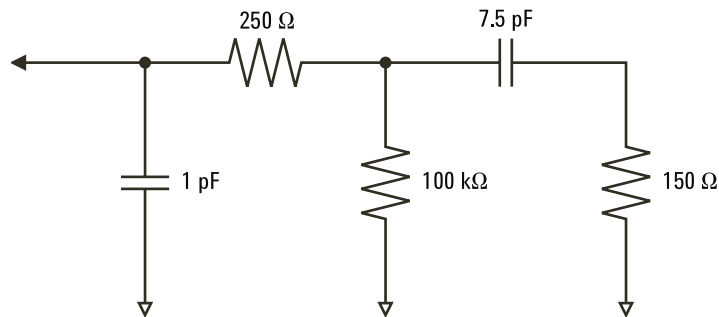


Рис. 22 Эквивалентная схема для высокочастотного пробника

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.

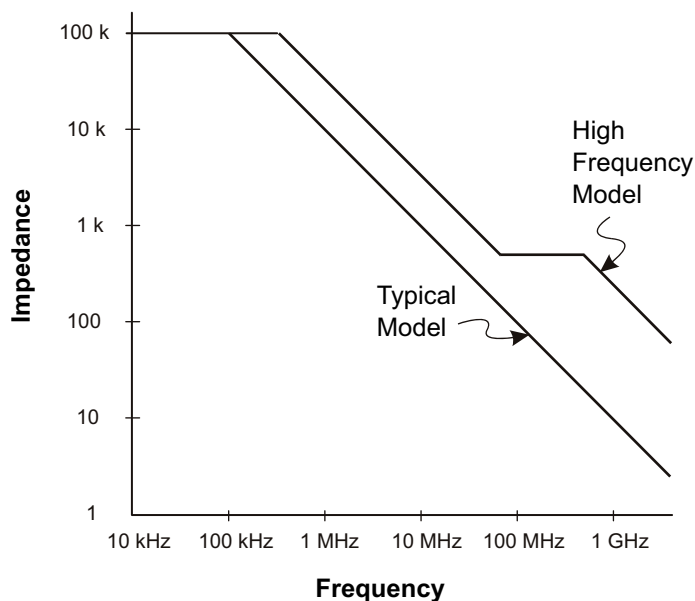


Рис. 23 Зависимость импеданса от частоты для схем цепи пробников обеих моделей

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.

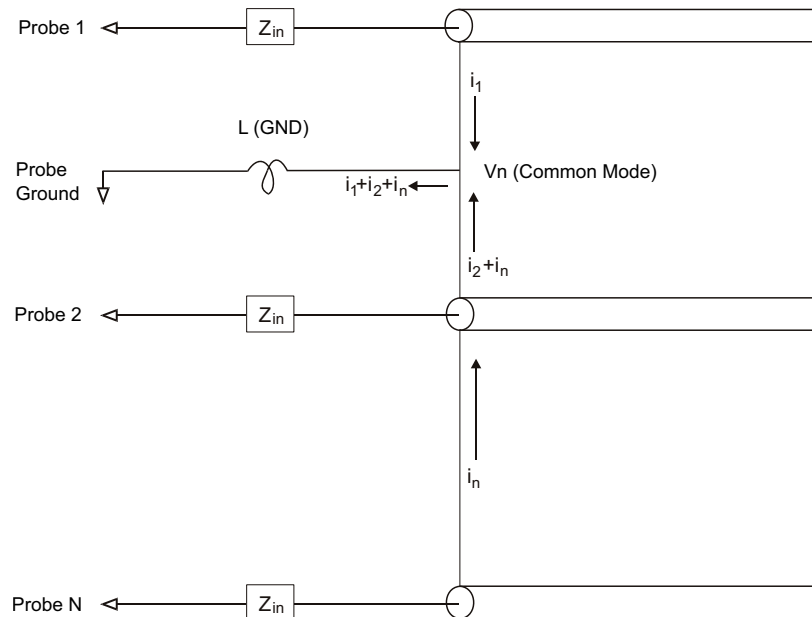


Рис. 24 Схема формирования синфазного входного напряжения

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 d_t 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 Keysight Technologies.

7 Декодирование последовательных данных

Опции декодирования последовательных данных / 131

Lister / 133

Поиск данных в листере / 135

Запуск по сигналам последовательных данных

В тех случаях, когда применяется запуск по медленному сигналу последовательных данных (например, I2C, SPI, CAN, LIN и т.д.), может оказаться необходимым переключиться с режима автоматического запуска в режим обычного запуска (Normal) для предотвращения автоматического запуска осциллографа и стабилизации отображения. Вы можете выбрать режим запуска нажатием клавиши **[Mode/Coupling]** с последующим нажатием функциональной клавиши **Mode**.

Кроме того, для каждого канала-источника должен быть установлен надлежащий уровень порогового напряжения. Пороговый уровень для каждого сигнала последовательных данных можно установить в меню Signals. Нажмите клавишу **[Serial]**, затем функциональную клавишу **Signals**.

Опции декодирования последовательных данных

Опции аппаратно-ускоренного декодирования последовательных данных можно установить при изготовлении осциллографа или добавить впоследствии. Существуют следующие опции последовательного декодирования.

Последовательное декодирование по лицензии	См.:
Последовательные шины CAN (локальная сеть контроллеров) и LIN (коммутируемая локальная сеть)	<ul style="list-style-type: none"> • "Последовательное декодирование CAN" на странице 377. • "Последовательное декодирование LIN" на странице 386.
Последовательные шины FlexRay.	<ul style="list-style-type: none"> • "FlexRay Serial Decode" на странице 396.
Последовательные шины I2C (Inter-IC) и SPI (последовательный периферийный интерфейс)	<ul style="list-style-type: none"> • "Последовательное декодирование I2C" на странице 406. • "Последовательное декодирование SPI" на странице 417.
Последовательные шины I2S (Inter-IC Sound или Integrated Interchip Sound).	<ul style="list-style-type: none"> • "Декодирование последовательных данных I2S" на странице 427.
Протоколы UART (универсальный асинхронный передатчик), включая RS232 (рекомендованный стандарт 232)	<ul style="list-style-type: none"> • "Последовательное декодирование UART/RS232" на странице 455.
Последовательные шины MIL-STD-1553 и ARINC 429.	<ul style="list-style-type: none"> • "Декодирование последовательных данных MIL-STD-1553" на странице 436. • "Декодирование последовательных данных ARINC 429" на странице 445.

Чтобы выяснить, установлены ли эти лицензии на вашем осциллографе, обращайтесь к разделу "**Отображение сведений об осциллографе**" на странице 330.

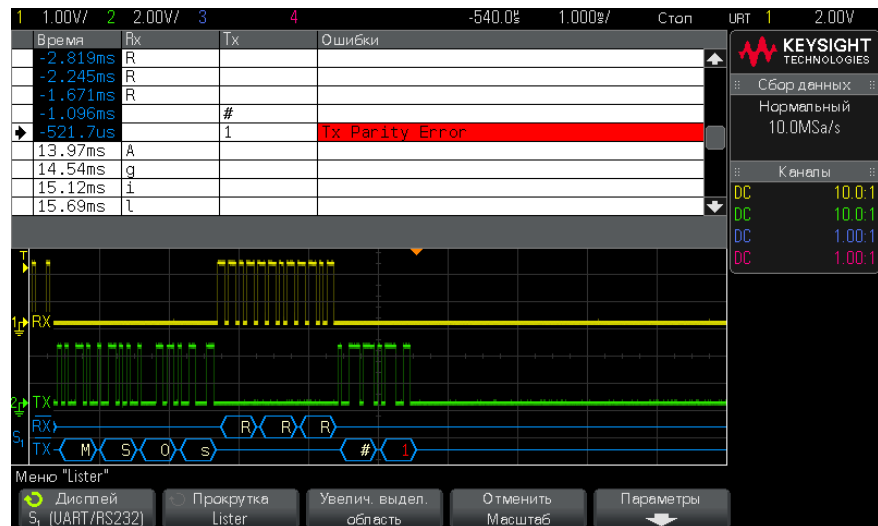
Чтобы заказать лицензии декодирования последовательных данных, зайдите на сайт www.keysight.com и найдите номер продукта (см. "**Доступные лицензированные модули**" на странице 355) или обратитесь в ближайшее представительство компании Keysight Technologies (см. www.keysight.com/find/contactus).

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 кнопки **[Serial] (Последовательн.) > Lister**.
- 3 Нажмите кнопку **Дисплей** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (**Послед. 1** или **Послед. 2**), на котором выполняется декодирование сигналов данной последовательной шины. (При выборе значения **Все** происходит чередование декодированных данных разных шин по времени.)



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

- 4 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.

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

Временные метки в столбце "Время" указывают время события по отношению к точке запуска. Временные метки событий, представленных в области отображения сигнала, отображаются на темном фоне.

- 6 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.

- 7 Нажмите программную кнопку **Отменить Масштаб**, чтобы вернуться к настройкам масштаба развертки и задержки, предшествовавшим последнему нажатию кнопки **Увелич. выдел. область**.

- 8 Нажмите программную кнопку **Параметры**, чтобы открыть меню "Параметры Lister". В этом меню можно выполнить следующее:

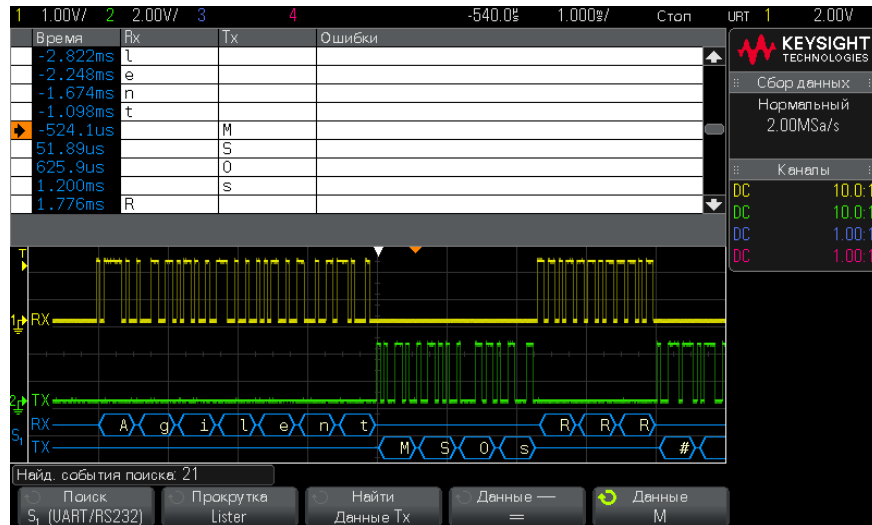
- Включить или выключить параметр **Отслеживать время**. Если он включен, то при выборе различных строк таблицы Lister (с помощью ручки ввода, пока сбор данных остановлен) значение задержки развертки будет изменяться в соответствии со временем выбранной строки. Кроме того, при изменении значения задержки 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 в листере

Когда задействовано декодирование последовательных данных, вы можете пользоваться клавишей **[Search]** для нахождения и помещения меток на строки в листере.

Функциональная клавиша **Search** позволяет вам определять события для поиска аналогично определению протокола запуска.

Найденные события маркируются оранжевым цветом в крайнем левом столбце листера. Общее количество обнаруженных событий индицируется над функциональными клавишами.



Каждая опция декодирования последовательных данных позволяет вам находить характерные для протокола заголовки, данные, ошибки и пр. Обратитесь к следующему описанию.

- ["Поиск данных ARINC 429 в листере"](#) на странице 449
- ["Поиск данных CAN в таблице Lister"](#) на странице 382
- ["Поиск данных FlexRay в листере"](#) на странице 399
- ["Поиск данных I2C в таблице Lister"](#) на странице 410
- ["Поиск данных I2S в листере"](#) на странице 431

7 Декодирование последовательных данных

- "Поиск данных LIN в таблице Lister" на странице 390
- "Поиск данных MIL-STD-1553 в листере" на странице 440
- "Поиск данных SPI в таблице Lister" на странице 420
- "Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister" на странице 459

8 Настройка экрана

Регулировка яркости / 137

Установка и отмена послесвечения / 139

Очистка экрана / 140

Выбор типа масштабной сетки / 140

Регулировка яркости масштабной сетки / 141

Фиксация изображения на экране / 142

Регулировка яркости

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

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

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

1 Нажмите клавишу **[Intensity]**, чтобы она засветилась.

Эта клавиша расположена под ручкой Entry.

2 Вращайте ручку Entry, чтобы отрегулировать яркость осциллограмм.

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



Рис. 25 Отображение амплитудной модуляции при яркости 100%



Рис. 26 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:

- 1 Нажмите клавишу **[Display]**.



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

- **Off** — послесвечение выключено.

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

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

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

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

Регулируемое послесвечение обеспечивает вид осциллограмм, как у аналогового осциллографа.

Когда выбрано регулируемое послесвечение, нажмите функциональную клавишу **Time** и задайте с помощью ручки Entry длительность отображения предыдущих регистраций.

Тогда начнется накопление многократных регистраций.

- 3 Чтобы стереть с экрана результаты предыдущих регистраций, нажмите функциональную клавишу **Clear Persistence**.

Осциллограф снова начинает накопление регистраций.

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

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

Другой способ наблюдения экстремальных изменений осциллограмм описан в разделе 12.3 под заголовком «Регистрация выбросов (пичков) и коротких импульсов». "**Захват помех или коротких импульсов**" на странице 204.

Очистка экрана

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

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на очистку экрана (см. раздел 19.8). "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 332.

Выбор типа масштабной сетки

Когда **выбран** тип запуска Video (см. раздел 10.12 "**Запуск по видеосигналам**" на странице 170) и масштаб отображения по вертикали хотя бы одного отображаемого канала составляет 140 мВ/дел., функциональная клавиша **Grid** позволяет вам выбрать тип масштабной сетки:

- **Full** – обычная осциллографическая сетка.
- **mV** – разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от $-0,3$ В до $0,8$ В.

- **выбрана сетка IRE, to** (Институт радиоинженеров) – разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от –40 до 100 единиц IRE. Отображаются также уровни 0,35 В и 0,7 В от сетки **mV** с маркировкой справа. Когда **выбрана сетка IRE, to** значения курсоров также индицируются в единицах IRE. (Значения курсоров через интерфейс дистанционного управления не выражаются в единицах IRE).

Значения сеток **mV** 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, действуйте следующим образом:

- 1 Нажмите клавишу **[Display]**.
- 2 Нажмите функциональную клавишу **Grid** и вращайте ручку Entry  , чтобы выбрать тип масштабной сетки.

Регулировка яркости масштабной сетки

Чтобы отрегулировать яркость масштабной сетки, действуйте следующим образом:

- 1 Нажмите клавишу **[Display]**.
- 2 Нажмите функциональную клавишу **Intensity**, затем вращайте ручку Entry  , чтобы изменить яркость сетки.

Уровень яркости индицируется на функциональной клавише **Intensity** 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.

Фиксация изображения на экране

Чтобы можно было фиксировать изображение на экране, не останавливая процессы сбора данных, вы должны сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** (см. раздел 19.8). "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 332.

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

На зафиксированном изображении можно пользоваться курсорами с ручным управлением.

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

9 Метки

Включение и выключение меток / 143

Присвоение каналу заранее определенных меток / 144

Определение новой метки / 145

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла / 146

Восстановление заводских настроек библиотеки меток / 147

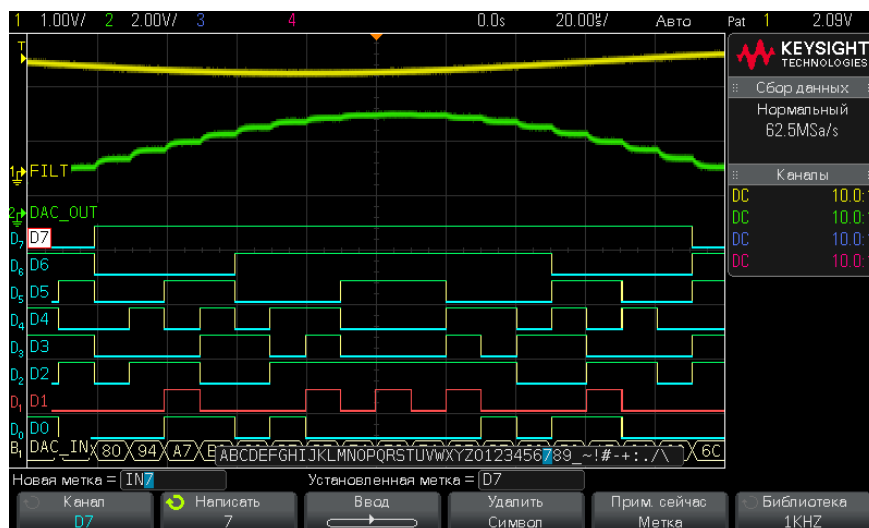
Метки можно определять и присваивать каждому из аналоговых входных каналов, или их можно отключить, чтобы увеличить область отображения сигнала. На моделях MSO метки можно применять и к цифровым каналам.

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.

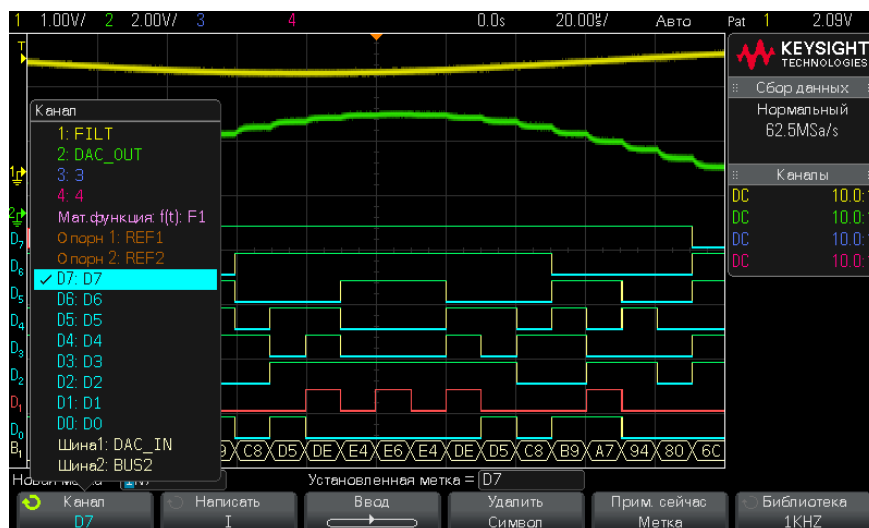
Пример отображения меток представлен на приведенном ниже рисунке.



- 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 **Прим. сейчас Метка**.
- 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 **Написать** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать первый символ имени метки.

Поворотом ручки ввода выбирается символ для ввода в высвеченную в строке "Новая метка =" позицию над программными кнопками, указанный также на программной кнопке **Написать**. Имя метки может содержать до десяти символов.

- 4 Нажмите программную кнопку **Ввод**, чтобы ввести выбранный символ и перейти к следующему.
- 5 Чтобы выделить любой символ в имени метки, последовательно нажимайте программную кнопку **Ввод**.
- 6 Чтобы удалить один из символов в имени метки, нажимайте программную кнопку **Ввод**, пока не высветится символ, который нужно удалить, а затем нажмите программную кнопку **Удалить Символ**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

- 7 Завершив ввод символов имени метки, нажмите программную кнопку **Прим. сейчас Метка**, чтобы присвоить эту метку выбранному каналу.

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 **Прим. сейчас Метка** 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 **Прим. сейчас Метка**. 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. При этом вместо средств управления осциллографом можно использовать обычную клавиатуру.

Создать и загрузить в осциллограф можно список, содержащий не более 75 меток. Метки добавляются в начало списка. 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 кнопки **[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 библиотеки меток

ЗАМЕЧАНИЕ

Нажатие программной кнопки "Библиотека по умолчанию" приведет к удалению из библиотеки всех пользовательских меток и восстановлению заводских настроек списка меток. Восстановить пользовательские метки после удаления невозможно.

- 1 Нажмите кнопки **[Utility] (Утилиты) > Параметры > Предпочтения.**
- 2 Нажмите программную кнопку **Библиотека по умолчанию.**

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.

10 Типы запуска

- Настройка уровня запуска / 151
- Принудительный запуск / 152
- Запуск по фронту / 152
- Запуск по фронту за фронтом (Edge then Edge Trigger) / 154
- Запуск по длительности импульса / 156
- Запуск по шаблону / 159
- Запуск по условию ИЛИ / 163
- Запуск по времени нарастания/спада / 164
- Запуск по N-ному фронту серии / 166
- Запуск по короткому пакету / 167
- Запуск по настройке и удержанию / 169
- Запуск по видеосигналам / 170
- Запуск по USB / 183
- Запуск по сигналам последовательных данных / 185

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

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

Помимо запуска по фронту сигнала вы можете выбрать другой тип запуска – по времени нарастания/спада, по N-му фронту импульсного пакета, по кодовым комбинациям, по длительности импульсов, по низкоамплитудным импульсам, по нарушениям установки и удержания сигнала, запуск телевизионными сигналами, сигналами USB и сигналами последовательных данных (если установлены лицензии опций).

Для большинства типов запуска вы можете использовать в качестве источника запуска любой входной канал или соединитель BNC (см. раздел "**Вход внешнего запуска**" на странице 193).

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

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

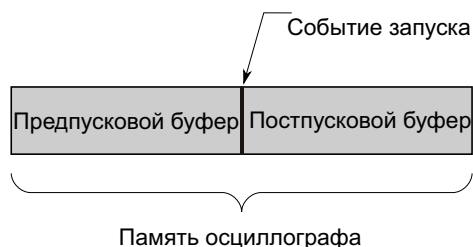
Вы можете пользоваться клавишей **[Mode/Coupling]** для установки опций, оказывающих влияние на все типы запуска (см. главу **Глава 11**, "Режим запуска/связь," на стр. 187).

Вы можете сохранять в памяти установки параметров запуска вместе с параметрами конфигурации осциллографа (см. главу **Глава 18**, "Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)," на стр. 295).

Выбор режимов и условий запуска

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

На следующем рисунке показано концептуальное представление памяти сбора данных. Можно считать, что событие запуска делит память сбора данных на буфер предпусковых данных и буфер послепусковых данных. Положение события запуска в памяти сбора данных определяется установкой опорной временной точки и задержки, т.е. позиции по горизонтали (см. раздел "**Регулировка задержки по горизонтали (положения)**" на странице 55).



Настройка уровня запуска

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

Чтобы установить уровень на 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.

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 "Запущен?"), 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 клавишу **[Trigger]** на передней панели в секции Trigger.
- 2 Нажмите функциональную клавишу **Trigger** в меню Trigger, а затем с помощью ручки Entry выберите **Edge**.
- 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 на задней панели EXT TRIG IN.
 - **Линейные** – запуски, осуществляющиеся на 50% уровне переднего и заднего фронта сигнала источника питания переменного тока.
 - **WaveGen** – запуски, осуществляющиеся на 50% уровне переднего фронта генератора выходного сигнала. (Не доступно, когда выбраны постоянный ток, шумовые или электросигналы.)

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

Выбранный 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 триггера;
 - **L** = линейный запуск;
 - **W** = генератор сигналов.
- 4 Нажмите клавишу **Slope** и выберите передний фронт, задний фронт, чередование фронтов или любой фронт (в зависимости от выбранного источника). Ваш выбор индицируется 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 AutoScale для установки запуска по фронту сигнала



Простейшим способом установки запуска по фронту сигнала является применение функции AutoScale. Просто нажмите клавишу **[AutoScale]**. Осциллограф попытается реализовать внутренний запуск с применением простого типа запуска Edge. См. "**Использование автомасштабирования**" на странице 35.

ЗАМЕЧАНИЕ**Технология MegaZoom для простого запуска**

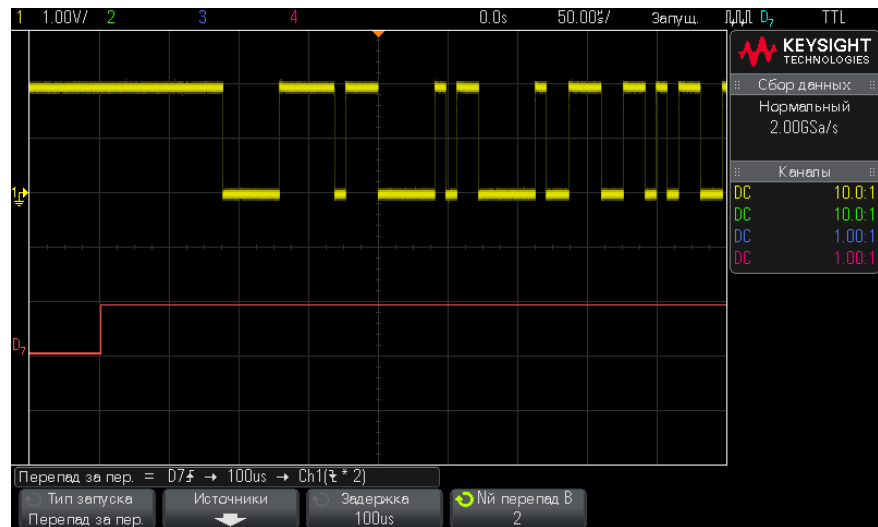
С помощью встроенной технологии MegaZoom можно автоматически масштабировать сигнал, после чего осциллограф временно прекратит регистрировать сигналы. Полученные данные можно увеличить и просмотреть с помощью ручек регулировки по вертикали и горизонтали. Это позволит легко найти стабильную точку запуска.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

Запуск по фронту за фронтом (Edge then Edge Trigger)

В режиме запуска Edge then Edge 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 клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Edge then Edge..**




- 3 Нажмите функциональную клавишу **Sources**.
- 4 В меню источников Edge then Edge:



- a Нажмите функциональную клавишу **Arm A** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, в котором должен возникнуть подготовительный (arming) фронт сигнала.
- b Нажмите функциональную клавишу **Slope A**, чтобы выбрать фронт (положительный или отрицательный) подготовительного сигнала Arm A.
- c Нажмите функциональную клавишу **Trigger B** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал, в котором должен возникнуть запускающий фронт сигнала.
- d Нажмите функциональную клавишу **Slope B** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать фронт (положительный или отрицательный) сигнала Trigger B, который должен запускать осциллограф.

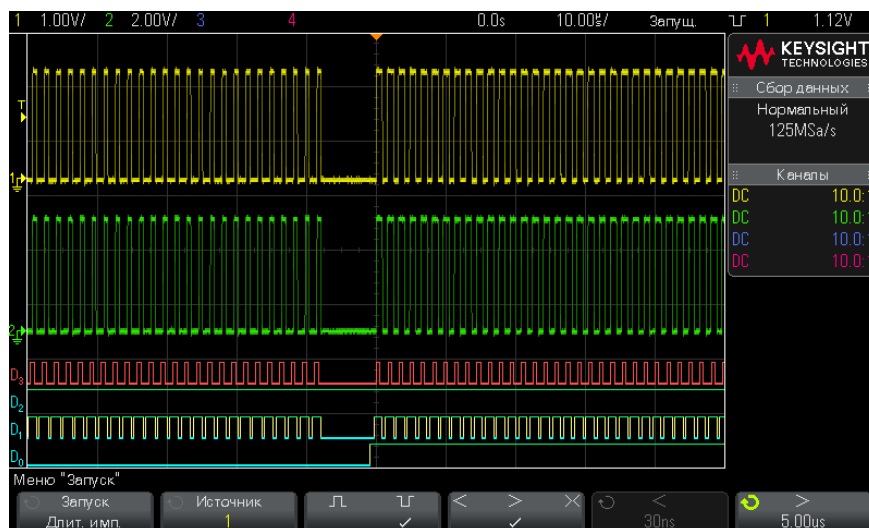
Вращая ручку Trigger Level, отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **[Digital]** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или логического порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

- 5 Нажмите функциональную клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Trigger.
- 6 Нажмите функциональную клавишу **Delay**, затем вращайте ручку Entry, чтобы ввести значение времени задержки между фронтом сигнала Arm A и фронтом сигнала Trigger B.
- 7 Нажмите функциональную клавишу **Nth Edge B**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать N-й фронт сигнала Trigger B, 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 "Запуск" (см. "**Запуск по шаблону**" на странице 159).

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



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

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 цифрового порога отображается в правом верхнем углу экрана.

- 5 Нажмите программную кнопку полярности импульса, чтобы выбрать положительную (\square) или отрицательную (\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:

- Меньше значения времени (<).

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



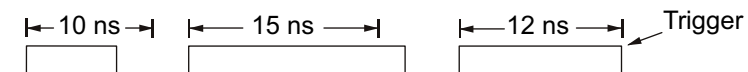
- Больше значения времени (>).

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

Запуск по
длительности
импульса <
программная
кнопка для
установки
классификаторо
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
классификаторо
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 AND. Каждый канал может иметь значение 0 (низкое), 1 (высокое) или "безразличное состояние" (X). Для канала, включенного в шаблон, можно указать передний или задний фронт. Возможно также выполнение запуска согласно шестнадцатеричному значению шины, как описано в разделе "**Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины**" на странице 162.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] (Триггер)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Запуск** в меню "Запуск", 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 некоего значения. Запуск выполняется при выходе из шаблона (не при превышении значения времени программной кнопки >).

- **Тайм-аут** – если время наличия шаблона превышает некое значение. 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 AND). Кроме случаев, когда выбран классификатор **Тайм-аут**, запуск выполняется на первом фронте, который делает условие шаблона невыполнимым, при условии соблюдения критериев классификатора времени.

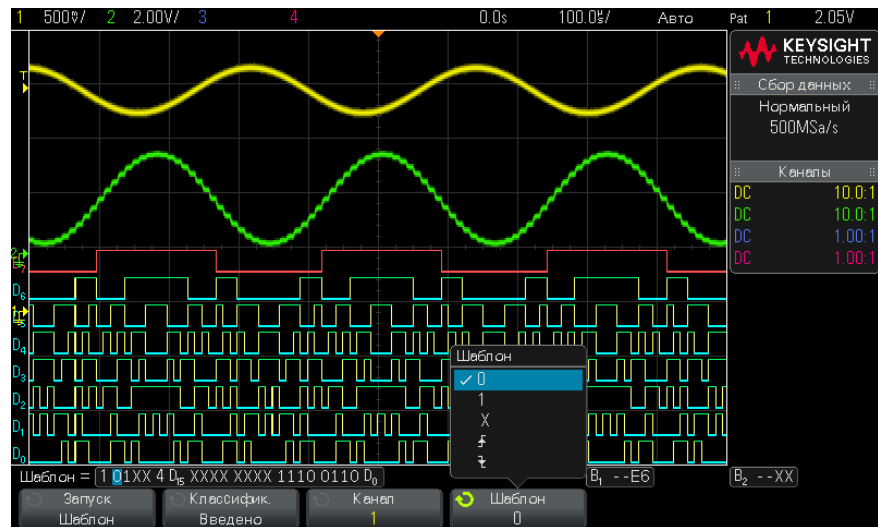
Для установки значений времени выбранного классификатора используются программные кнопки (< и >) и ручка ввода.

- 4 Для выбора каждого из аналоговых или цифровых каналов, которые необходимо включить в шаблон, нажимайте программную кнопку **Канал**.

Это источник условия 0, 1, X или "фронт" для данного канала. При нажатии программной кнопки **Канал** (или повороте кнопки ввода) выбранный канал будет выделен в шаблоне, то есть, в строке над программными кнопками и в правом верхнем углу экрана рядом с элементом "Pat".

Повернув ручку 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 цифрового порога отображается в правом верхнем углу экрана.

- 5 Выбирая каналы, каждый раз нажимайте программную кнопку **Шаблон** и задавайте условие для каждого канала в шаблоне поворотом ручки ввода.



- **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 передний (📏) или задний фронт (📏) задает в шаблоне для выбранного канала значение фронта. 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".

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 122. Запуск по значению шины можно осуществлять независимо от того, отображается шина или нет.

Чтобы осуществить запуск по значению шины, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Pattern] (Шаблон)** на передней панели.
- 2 Нажмите программную кнопку **Канал** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Шина1** или **Шина2**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Число** и поверните ручку ввода, чтобы указать число выбранной шины.
- 4 Нажмите программную кнопку **Шестнадцатеричный** и поверните ручку ввода, чтобы указать формат числа.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если число состоит менее чем из четырех бит, то количество вариантов его значений будет ограничено выбранным количеством битов.

- 5 С помощью программной кнопки **Установить все числа** можно задать конкретный формат для всех чисел.

Если шестнадцатеричное число шины содержит один или несколько битов типа "пропуск" (X) или битов со значением "0" или "1", то вместо этого числа 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 124.




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 клавишу **[Trigger]** на передней панели в секции Trigger.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **OR**.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Slope** и выберите положительный фронт, отрицательный фронт, любой фронт или «не имеет значения» (Don't Care). Ваш выбор индицируется в правом верхнем углу экрана.
- 4 Для каждого аналогового или цифрового канала, который вы хотите включить в запуск по ИЛИ, нажмите функциональную клавишу **Channel**, чтобы выбрать канал.

Когда вы нажимаете функциональную клавишу **Channel** (или вращаете ручку Entry), выбираемый вами канал выделяется в строке «OR =» над функциональными клавишами и в правом верхнем углу экрана рядом с символом логического элемента ИЛИ.

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

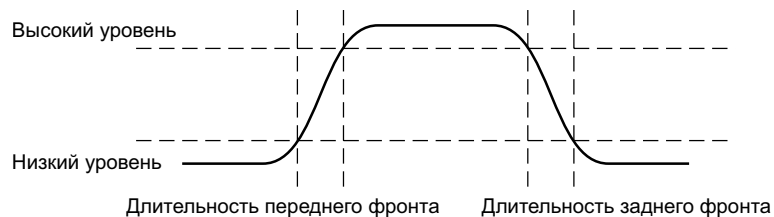
- 5 Для каждого выбранного вами канала нажмите функциональную клавишу **Slope** и выберите направление изменения фронта:  (положительный фронт),  (отрицательный фронт),  (любой фронт) или X (не имеет значения). Ваш выбор индицируется над функциональными клавишами.



Если все каналы в режиме запуска по ИЛИ установить на X (Don't Care), то осциллограф не будет запускаться.

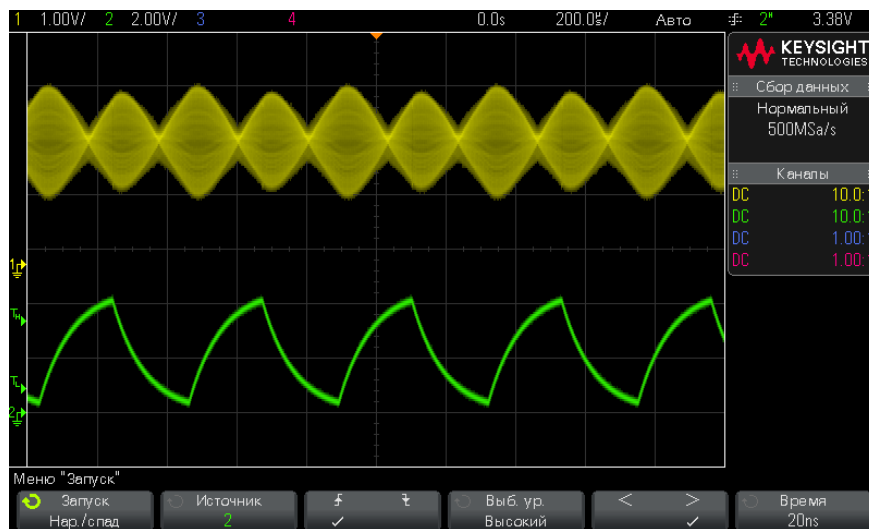
Запуск по времени нарастания/спада

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.



- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] (Триггер)**.

- Нажмите программную кнопку **Запуск** в меню "Запуск", а затем с помощью ручки ввода выберите **Время нарастания/спада**.



- Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
 - Нажмите программную кнопку **Передний фронт или задний фронт** для переключения между типами фронтов.
 - Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Высокий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте высокий уровень.
 - 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.
- Нажмите программную кнопку **Классификатор** для переключения между значениями "больше" и "меньше".
 - Нажмите программную кнопку **Время** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать время.

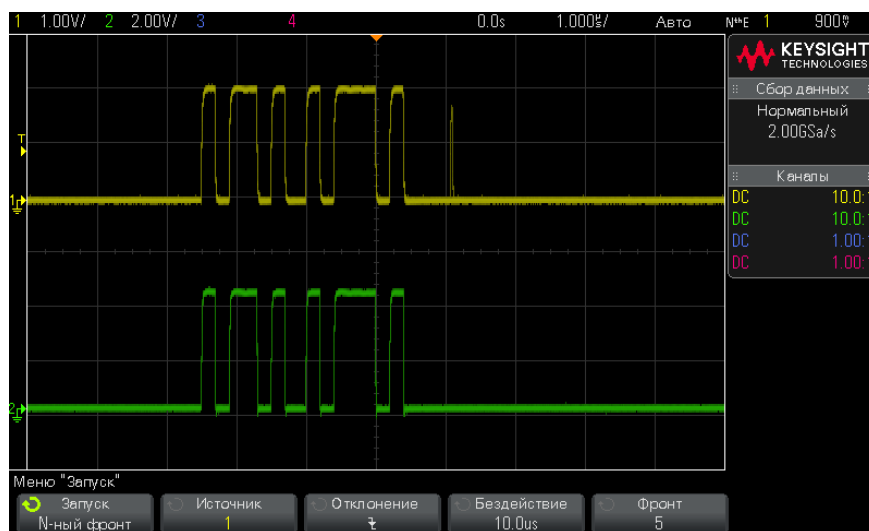
Запуск по N-ному фронту серии

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 **Запуск** в меню "Запуск", а затем с помощью ручки ввода выберите **N-ный фронт серии**.

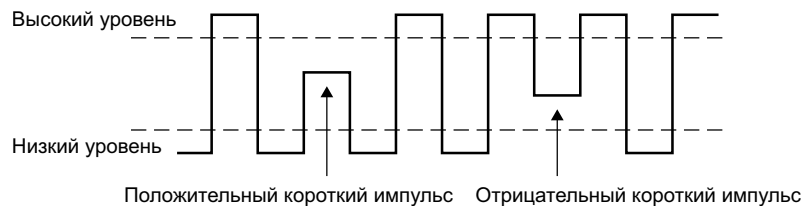


- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Отклонение**, чтобы указать отклонение фронта.
- 5 Нажмите программную кнопку **Бездействие** и поверните ручку ввода, чтобы задать время бездействия.

- 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 **Запуск** в меню "Запуск", 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.

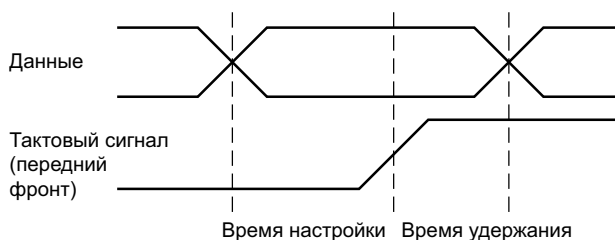
- 7 Нажмите программную кнопку **Классификатор** для переключения между значениями "больше", "меньше" и **Нет**.

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

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

Запуск по настройке и удержанию

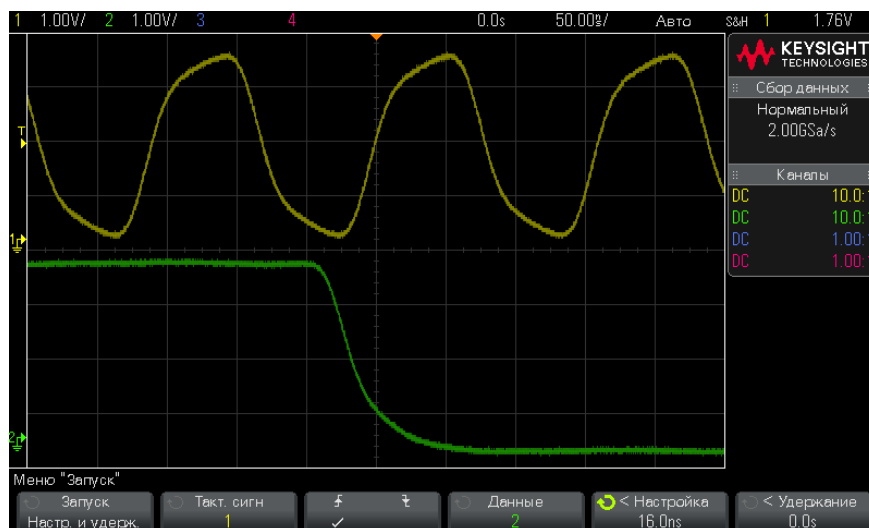
Запуск по настройке и удержанию используется для поиска нарушений настройки и удержания.



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 **Запуск** в меню "Запуск", 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

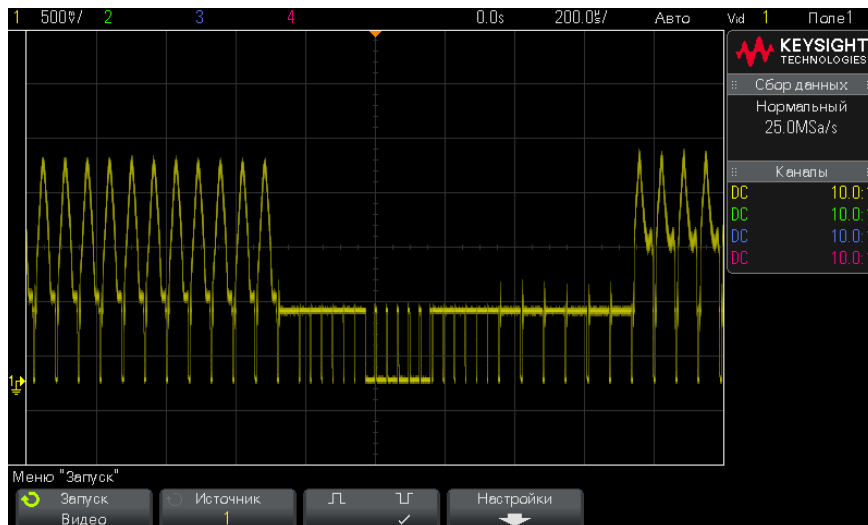
Запуск по видеосигналам можно использовать для регистрации сложных осциллограмм большинства стандартных аналоговых видеосигналов и видеосигналов высокой четкости. Схема запуска определяет вертикальный и горизонтальный интервал формы сигнала и обеспечивает запуск на основе выбранных вами настроек.

Технология MegaZoom IV вашего 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 клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать вариант **Video**.



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

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

ЗАМЕЧАНИЕ

Следите за правильным согласованием

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

- 4 Нажмите функциональную клавишу полярности синхроимпульсов, чтобы установить видеозапуск по синхроимпульсам положительной (\square) или отрицательной (\square) полярности.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Settings**.



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

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

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

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

Стандарт	Тип развертки	Синхроимпульс
Generic	чересстрочная/прогрессивная (interlaced/progressive)	двухуровневый/трехуровневый (bi-level/tri-level)
EDTV 480p/60	прогрессивная	двухуровневый
EDTV 567p/50	прогрессивная	двухуровневый
HDTV 720p/50	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 720p/60	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080p/24	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080p/25	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080p/30	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080p/50	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080p/60	прогрессивная	трехуровневый
HDTV 1080i/50	чересстрочная	трехуровневый
HDTV 1080i/60	чересстрочная	трехуровневый

При выборе **Generic** запуск может осуществляться по пользовательским двухуровневым и трехуровневым стандартам видеосинхронизации. См. раздел "**Настройка видеозапуска Generic**" на странице 175.

- 7** Нажмите функциональную клавишу **Auto Setup**, чтобы автоматически настроить осциллограф для выбранного источника (**Source**) и стандарта (**Standard**).
- Чувствительность канала-источника по вертикали устанавливается на 140 мВ/дел.
 - Смещение канала-источника устанавливается на 245 мВ.
 - Включается канал-источник.
 - Тип запуска устанавливается на **Video**.
 - Для режима запуска по видео устанавливается значение **All Lines** (однако оно не изменяется, если для параметра **Standard** установлено значение **Generic**).
 - Тип масштабной сетки экрана (**Grid**) устанавливается на **IRE** (когда стандарт (**Standard**) установлен на **NTSC**) или на **mV** (см. раздел "**Выбор типа масштабной сетки**" на странице 140).

- Коэффициент развертки устанавливается на 10 мкс/дел. для стандартов NTSC/PAL/SECAM или 4 мкс/дел. для стандартов EDTV или HDTV (не изменяется при выборе **Generic**).
- Задержка устанавливается так, чтобы запуск происходил на первом делении слева по горизонтали (не изменяется при выборе **Generic**).

Вы можете также нажать клавиши **[Analyze]> Features**, затем выбрать **Video**, чтобы сразу получить доступ к вариантам автоматической установки видеозапуска и отображения.

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

Возможны следующие режимы видеозапуска.

- **Field1** и **Field2** – запуск по положительному фронту первого пилообразного импульса полукадра 1 или полукадра 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой).
 - **All Fields** – запуск по положительному фронту первого импульса в интервале кадровой (вертикальной) синхронизации.
 - **All Lines** – запуск по всем строчным (горизонтальным) синхроимпульсам.
 - **Line** – запуск по выбранному числу строк (только стандарты EDTV и HDTV).
 - **Line: Field1** и **Line:Field2** – запуск по строке с выбранным номером в полукадре 1 или в полукадре 2 (только стандарты с чересстрочной разверткой).
 - **Line: Alternate** – поочередный запуск по строке с выбранным номером в полукадре 1 и полукадре 2 (только NTSC, PAL, PAL-M и SECAM).
- 9** Если вы выбираете режим запуска по номеру строки, нажмите функциональную клавишу **Line #**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать номер строки для запуска.

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

Видеостандарт	Field 1	Field 2	Alt Field
NTSC	1 ÷ 263	1 ÷ 262	1 ÷ 262
PAL	1 ÷ 313	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).

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 видеозапуска

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

- "Запуск по определенной строке видеосигнала" на странице 176
- "Запуск по всем синхроимпульсам" на странице 178
- "Запуск по определенному полукадру видеосигнала" на странице 178
- "Запуск по всем полукадрам видеосигнала" на странице 179
- "Запуск по нечетным или четным полям" на странице 180

Настройка видеозапуска Generic

Если выбрано значение **Generic** (доступно при наличии лицензии на расширенный запуск по видеосигналу) в качестве видеозапуска **Standard**, запуск может осуществляться по пользовательским двухуровневым и трехуровневым стандартам видеосинхронизации. Меню Video Trigger изменяется следующим образом.



- 1 Нажмите функциональную клавишу **Time >**; затем вращайте ручку Entry для установки для этого времени значения, превышающего длину импульса, чтобы осциллограф выполнил синхронизацию согласно синхронизации по вертикали.
- 2 Нажмите функциональную клавишу **Edge #**; затем вращайте ручку Entry для выбора N-го фронта после запуска по синхронизации по вертикали.
- 3 Для включения или отключения управления синхронизацией по горизонтали нажмите первую функциональную клавишу **Horiz Sync**.
 - Для видео с чередованием сигналов включите управление **Horiz Sync** и установите регулировку **Horiz Sync** в соответствии с временем синхронизации измеренного видеосигнала, чтобы функция **Edge #** выполняла подсчет только строк и не выполняла повторный подсчет при выравнивании. Кроме того, можно настроить параметр **Field Holdoff** так, чтобы осциллограф запускался один раз для каждого пакета.
 - Аналогично, для прогрессивных видеосигналов с трехступенчатой синхронизацией включите управление **Horiz Sync** и установите регулировку **Horiz Sync** в соответствии с временем синхронизации измеренного видеосигнала, чтобы функция **Edge #** выполняла подсчет только строк и не выполняла повторный подсчет при синхронизации по вертикали.

Если включено управление синхронизацией по горизонтали, нажмите вторую функциональную клавишу **Horiz Sync**; затем вращайте ручку Entry 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 **Trigger Level**, поскольку он устанавливается автоматически на вершины синхроимпульсов.

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

- 1 Нажмите клавишу **[Trigger]**.

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

ЗАМЕЧАНИЕ

Поочередный запуск

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

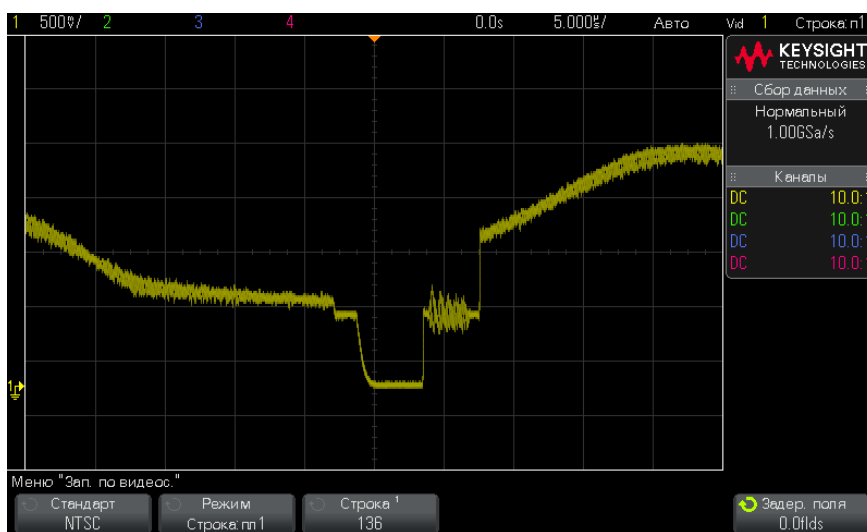


Рис. 27 Пример: запуск по строке 136

Запуск по всем синхроимпульсам

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

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



Рис. 28 Запуск по всем строкам (All Lines)

Запуск по определенному полукадру видеосигнала

Для обследования компонентов видеосигнала можно производить запуск осциллографа либо по полукадру Field 1, либо по полукадру Field 2 (для стандартов с чересстрочной разверткой). Когда выбран определенный полукадр, осциллограф

запускается по положительному фронту первого пилообразного импульса в интервале кадровой (вертикальной) синхронизации в определенном полукадре (1 или 2).

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

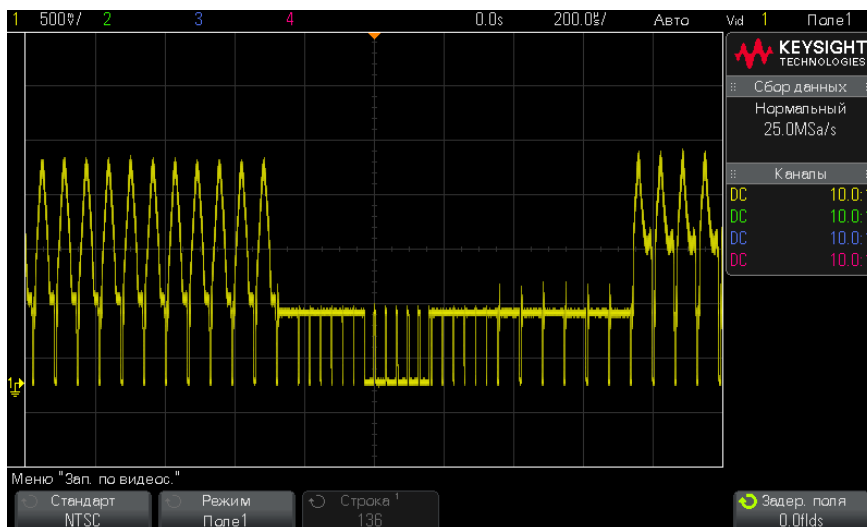


Рис. 29 Запуск по полукадру 1 (Field1)

Запуск по всем полукадрам видеосигнала

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

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

- 3 Нажмите функциональную клавишу **Settings**, затем функциональную клавишу **Standard**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите вариант **All Fields**.

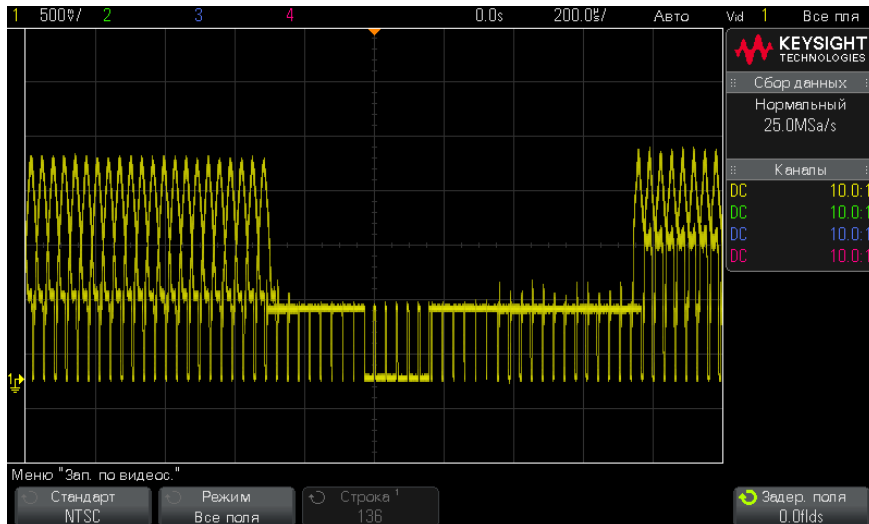


Рис. 30 Запуск по всем полукадрам (All Fields)

Запуск по нечетным или четным полям

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

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

Система запуска ищет положение начала кадровой синхронизации для определения поля. Однако это определение поля не учитывает фазу опорной поднесущей. Когда выбран вариант Field 1, система запуска будет находить любое поле, где 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.

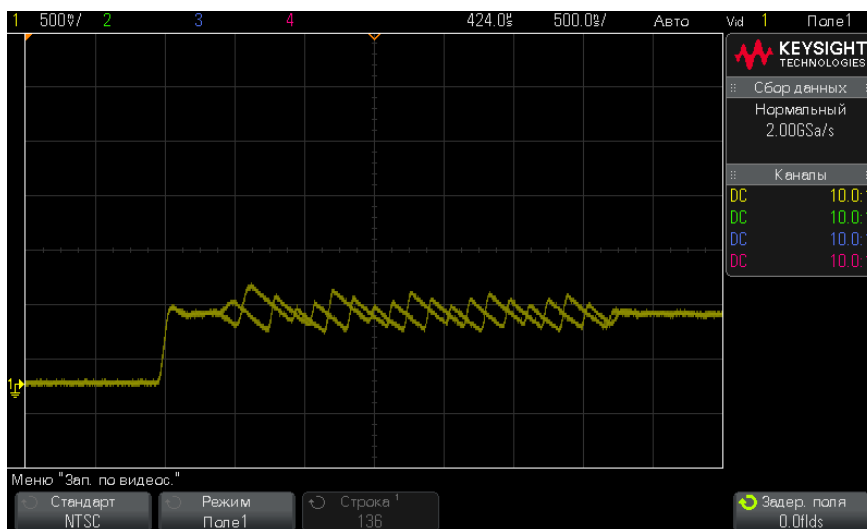


Рис. 31 Запуск по цветному полю 1 поочередно с цветным полем 3

Если нужен более подробный анализ, то можно выбрать для запуска только одно цветное поле. Вы можете сделать это с помощью функциональной клавиши **Field Holdoff** в меню Video Trigger. Нажмите функциональную клавишу **Field Holdoff** и с помощью ручки Entry регулируйте выдержку 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 выдержки с помощью функциональной клавиши **Field Holdoff** и ручки Entry соответствующее время выдержки индицируется в меню Trigger Mode and Coupling.

Таблица 3 Время выдержки для половины поля

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

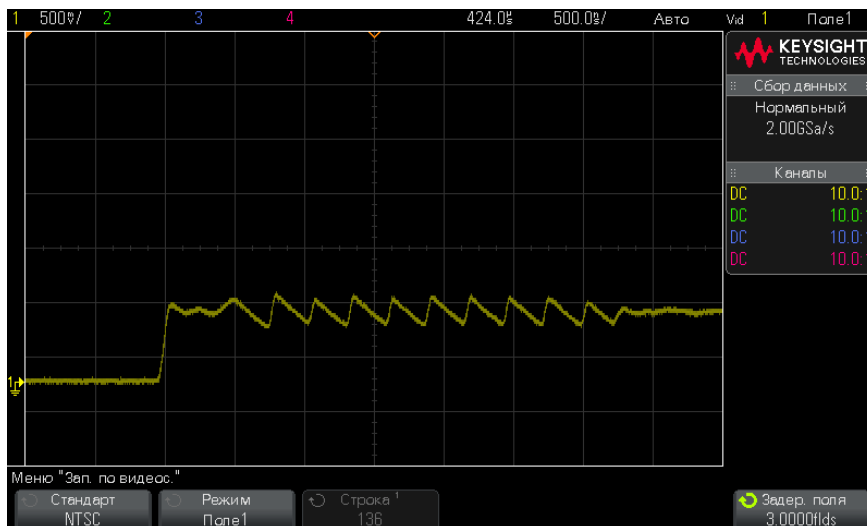
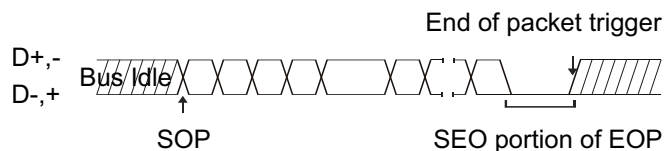


Рис. 32 Применение выдержки (Field Holdoff) для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим Field 1)

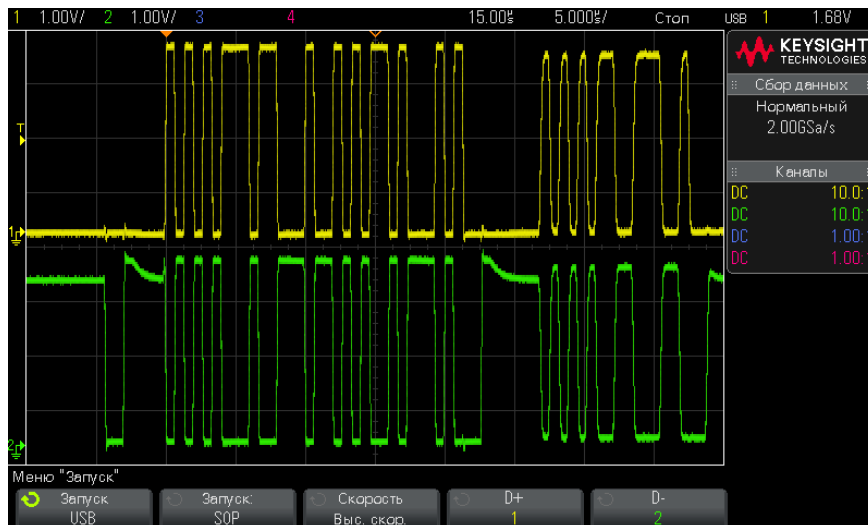
Запуск по USB

Запуск по USB будет выполнен по сигналу начала пакета (SOP), конца пакета (EOP), завершения сброса (RC), перехода в состояние ожидания (Suspend) или выхода из состояния ожидания (Exit Sus) на дифференциальных строках данных USB (D+ и D-). Для такого запуска поддерживается низкая и высокая скорость.



- 1 Нажмите кнопку **[Default Setup] (Настройка по умолчанию)**.
- 2 Нажмите кнопку **[Label] (Метка)** для включения меток.
- 3 Включите аналоговые или цифровые каналы, которые будут использоваться для передачи сигналов USB.

- 4 Нажмите кнопку **[Trigger] (Триггер)**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Запуск** в меню "Запуск", а затем с помощью ручки ввода выберите **USB**.



- 6 Нажмите программную кнопку **Запуск**, чтобы выбрать условие запуска по USB.
 - **SOP** (Начало пакета) — запуск выполняется при обнаружении бита синхронизации в начале пакета.
 - **EOP** (Конец пакета) — запуск выполняется в конце участка SEO в EOP.
 - **RC** (Завершение сброса) — запуск выполняется, если SEO > 10 мс.
 - **Suspend** (Переход в состояние ожидания) — запуск выполняется, если шина находится в состоянии бездействия > 3 мс
 - **Exit Sus** (Выход из состояния ожидания) — запуск выполняется, если выход из состояния бездействия занимает 10 мс. Используется для просмотра передачи ожидания/возобновления.
- 7 Нажмите программную кнопку **Скорость**, чтобы выбрать скорость измеряемой передачи.

Можно выбрать значение "Низкая скорость" (1,5 Мбит/с) или "Высокая скорость" (12 Мбит/с).

- 8 С помощью программных кнопок **D+** и **D-** выберите канал, подключенный к линии D+ или D- сигнала USB. Для каналов-источников сигнала автоматически устанавливаются метки D+ и D-.

При нажатии программной кнопки **D+** или **D-** (или повороте ручки ввода) автоматически устанавливаются метки D+ и D- для канала-источника и выбранный канал появляется в правом верхнем углу экрана, рядом со значком USB.

Если аналоговые каналы-источники осциллографа подключены к сигналам D+ и D-, выполните следующее действие. Для каждого подключенного аналогового канала задайте середину сигнала в качестве уровня запуска, нажав программную кнопку **D+** или **D-** и повернув ручку уровня запуска.

Если цифровые каналы-источники осциллографа подключены к сигналам D+ и D-, выполните следующее действие (это относится только к модели MSO). Нажмите кнопку **[Digital] (Цифров.)** и задайте подходящий пороговый уровень для цифровых каналов с помощью параметра **Пороги**.

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

Запуск по сигналам последовательных данных

Вы можете реализовать дополнительные типа запуска по сигналам последовательных данных путем установки дополнительных лицензий (см. "**Опции декодирования последовательных данных**" на странице 131). Обращайтесь к следующим описаниям:

- "**Запуск по сигналам ARINC 429**" на странице 443
- "**Запуск по CAN**" на странице 375
- "**Запуск по FlexRay**" на странице 393
- "**Запуск по I2C**" на странице 403
- "**Запуск по сигналам I2S**" на странице 425
- "**Запуск по LIN**" на странице 384
- "**Запуск по сигналам MIL-STD-1553**" на странице 435
- "**Запуск по SPI**" на странице 415
- "**Запуск UART/RS232**" на странице 453

11 Режим запуска/связь

- Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" / 188
- Выбор связи триггеров / 190
- Включение и выключение подавления шума при запуске / 191
- Включение и выключение ВЧ-заграждения / 192
- Настройка задержки запуска / 192
- Вход внешнего запуска / 193

Доступ к меню "Режим запуска и связь"

- 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 источник сигнала к осциллографу и получите стабильное изображение.
- 2 Удалите шум из канала запуска путем включения фильтра высоких частот ("**Включение и выключение ВЧ-заграждения**" на странице 192), фильтра низких частот ("**Выбор связи триггеров**" на странице 190). См. также раздел "**Включение и выключение подавления шума при запуске**" на странице 191.
- 3 С целью сокращения уровня шумов на отображаемом сигнале обратитесь к разделу "**Режим сбора данных 'Усреднение'**" на странице 206.

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 "Режим запуска и связь", а затем выберите вариант **Авто** или **Нормальный**.

См. следующие описания "**Когда использовать режим запуска "Авто"**" на странице 189 и "**Когда использовать режим запуска "Нормальный"**" на странице 189.

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 332.

Запуск, а также 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 продолжат 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?** (мигает) — условие запуска не обнаружено (после заполнения предпускового буфера). В этом случае происходит принудительный запуск и начинается сбор данных.
- **Авто** (не мигает) — условие запуска обнаружено (или предпусковой буфер заполняется).

В режиме запуска **Нормальный** индикатор может иметь следующий вид.

- **Запуц.?** (мигает) — условие запуска не обнаружено (после заполнения предпускового буфера). В этом случае сбор данных не выполняется.
- **Запуц.** (не мигает) — 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 замигает индикатор запуска **Запущ.?** (это свидетельствует о том, что предпусковой буфер заполнен).

- См. также
- "**Принудительный запуск**" на странице 152
 - "**Настройка задержки запуска**" на странице 192
 - "**Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)**" на странице 63

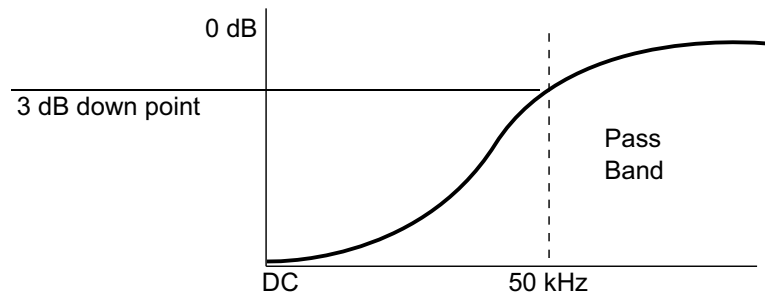
Выбор связи триггеров

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] (Режим/связь)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Связь** в меню "Режим запуска и связь", а затем с помощью ручки ввода выберите один из следующих вариантов.
 - **Пост.ток** — при использовании такой связи сигналы постоянного и переменного тока могут поступать в канал запуска.
 - **Перем.ток** — 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 перепаду напряжения, если в сигнале наблюдается большое смещение постоянной составляющей.

- **НЧ-заграждение** (низкочастотное) — 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 по **НЧ-заграждению** для получения стабильного запуска по перепаду напряжения, если в сигнале наблюдаются низкочастотные помехи.

- **ТВ** — такая связь, как правило, неактивна, однако она выбирается автоматически, если в меню "Запуск" включен запуск по телесигналу.

Обратите внимание на то, что связь триггеров не зависит от связи каналов (см. "[Указание связи каналов](#)" на странице 71).

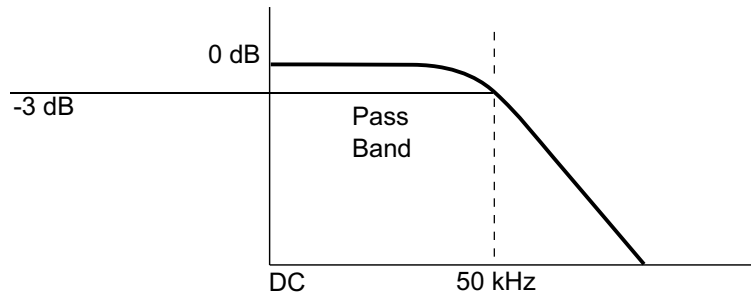
Включение и выключение подавления шума при запуске

Функция "Под. 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 **Под. шума** в меню "Режим запуска и связь".

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 AM или FM, или от высокоскоростных системных тактовых сигналов.

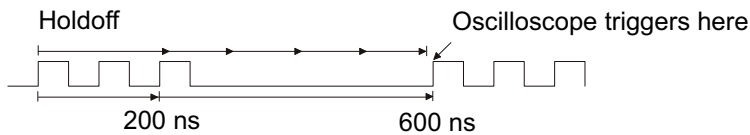
- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] (Режим/связь)**.
- 2 Включение и выключение этой функции осуществляется с помощью программной кнопки **ВЧ-заград.** в меню "Режим запуска и связь".

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 серии, если известно минимальное время между сериями.

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 "Режим запуска и связь", 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 Keysight MegaZoom позволяет увеличивать и прокручивать данные для поиска повторяющихся сегментов сигнала. Для этого достаточно нажать кнопку **[Stop] (Cron)**. Проведите измерения с помощью курсоров, а затем настройте задержку.

Вход внешнего запуска

Вход внешнего запуска можно использовать как источник для нескольких типов запуска. Вход BNC внешнего триггера, обозначенный как **EXT TRIG IN**, находится на задней панели прибора.

ВНИМАНИЕ

 Максимальное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа 300 среднеквадратических В, 400 В (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.)

Входной импеданс внешнего запуска составляет 1 МОм. 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 области «Запуск» на лицевой панели.



- 2 Нажмите программную кнопку **Внешний** в меню «Режим запуска и связь».



- 3 Нажмите программную кнопку **Единицы** в меню «Внешний запуск», чтобы выбрать единицы:
 - **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 1000:1 с последовательностью 1-2-5.

Правильность измерений зависит от надлежащей настройки коэффициента затухания пробника.

12 Управление сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой) / 195

Общие сведения о дискретизации / 197

Выбор режима сбора данных / 202

Сбор данных в сегментированную память / 210

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 режим **[Single] (Однократный запуск)**, когда требуется максимальный объем памяти для прокрутки и масштабирования.

При нажатии кнопки **[Single] (Однократный запуск)** экран очистится, для режима запуска будет временно установлено значение "Нормальный" (чтобы осциллограф не запускался автоматически), схема запуска будет подготовлена к работе, кнопка **[Single] (Однократный запуск)** будет светиться, и осциллограф будет ожидать выполнения условий запуска для вывода на экран формы сигнала.

При запуске осциллографа результаты одиночного сбора данных выводятся на экран, и осциллограф останавливается (кнопка **[Run/Stop] (Пуск/Стоп)** светиться красным светом). 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 139.

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 данных (Length)**" на странице 300.

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_{MAX} равномерно распределенная частота дискретизации f_S должна превышать его удвоенную максимальную частоту f_{MAX} .

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

Наложение спектров

Наложение спектров происходит при неполной дискретизации сигналов ($f_S < 2f_{MAX}$). Наложение спектров – это искажение сигнала, вызываемое низкочастотными составляющими, ложно воссоздаваемыми из-за недостаточного количества контрольных точек.

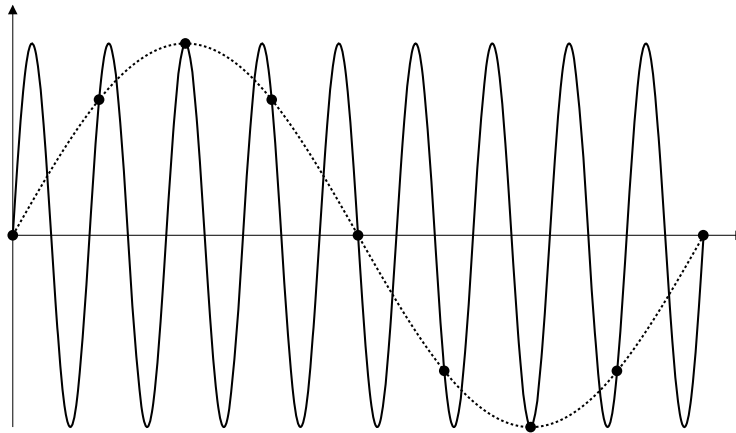


Рис. 33 Наложение спектров

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 $f_s = 2f_{BW}$. Однако данная теория не предполагает наличия частотных составляющих, частота которых превышает $f_{M_{\Delta X}}$ (в данном случае f_{BW}) и для нее необходима система с идеальной амплитудно-частотной характеристикой.

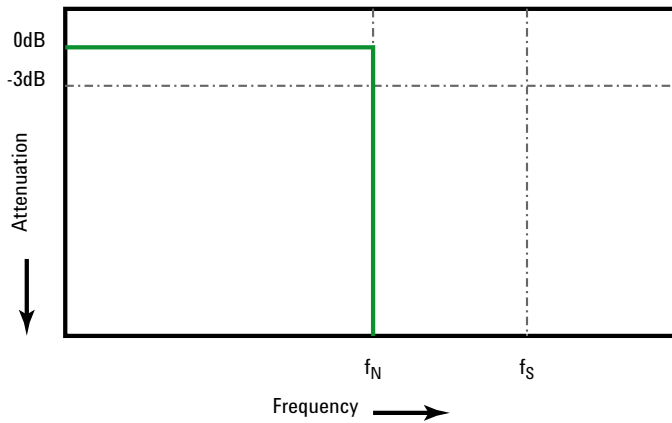
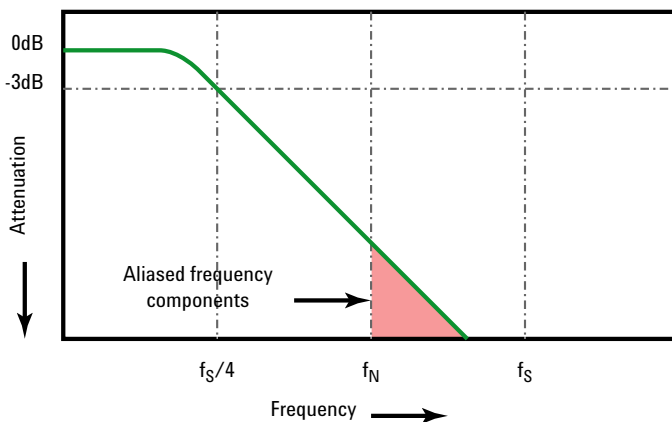


Рис. 34 Теоретическая амплитудно-частотная характеристика

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. 35 Частота дискретизации и полоса пропускания осциллографа

То есть, на практике частота дискретизации осциллографа должна в четыре или более раз превышать его полосу пропускания: $f_s = 4f_{BW}$. В этом случае происходит меньшее наложение спектров, а степень затухания наложенных частотных составляющих – выше.

Обратите внимание, что модели осциллографов серии 3000 X с полосой пропускания 1 ГГц имеют лучшую амплитудно-частотную характеристику (также именуется плоская амплитудно-частотная характеристика), чем гауссовская амплитудно-частотная характеристика на моделях осциллографов серии 3000 X с менее широкой полосой пропускания. Чтобы ознакомиться с каждым типом частотной характеристики осциллографа см. *Understanding Oscilloscope Frequency Response and Its Effect on Rise-Time Accuracy*, приложение Keysight, примечание 1420 (<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5988-8008EN.pdf>).

См. также *Evaluating Oscilloscope Sample Rates vs. Sampling Fidelity: How to Make the Most Accurate Digital Measurements*, Keysight Application Note 1587 (<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-5732EN.pdf>)

Время нарастания осциллографа

Характеристикой, тесно связанной с полосой пропускания осциллографа, является его время нарастания. Приблизительное время нарастания осциллографа с амплитудно-частотной характеристикой гауссова типа составляет $0,35/f_{BW}$ в зависимости от критерия 10% до 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 изгиб (или "knee"), где частотные составляющие с частотой, превышающей f_{knee} , для определения формы сигнала значения не представляют.

$$f_{knee} = 0,5/\text{время нарастания сигнала (при порогах от 10% до 90\%)}$$

$$f_{knee} = 0,4/\text{время нарастания сигнала (при порогах от 20% до 80\%)}$$

- 3 Чтобы определить необходимую полосу пропускания, примените коэффициент умножения для требуемой точности.

Требуемая точность	Необходимая полоса пропускания осциллографа
20%	$f_{BW} = 1,0 \times f_{knee}$

Требуемая точность	Необходимая полоса пропускания осциллографа
10%	$f_{BW} = 1,3 \times f_{knee}$
3%	$f_{BW} = 1,9 \times f_{knee}$

См. также *Choosing an Oscilloscope with the Right Bandwidth for your Application*, Keysight Application Note 1588
<http://literature.cdn.keysight.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 50000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 GSa/s.

Аналогично, при сохранении 50 мс данных в 50000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 MSa/s.

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 GSa/s) 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 203.
- **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 204.
- **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 206.
- **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 209.

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 3000 серии X, максимальная частота дискретизации которых составляет 4 GSa/s, отбор проб производится каждые 250 пикосекунд (период выборки).

- См. также
- **"Захват помех или коротких импульсов"** на странице 204
 - **"Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех"** на странице 206

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.

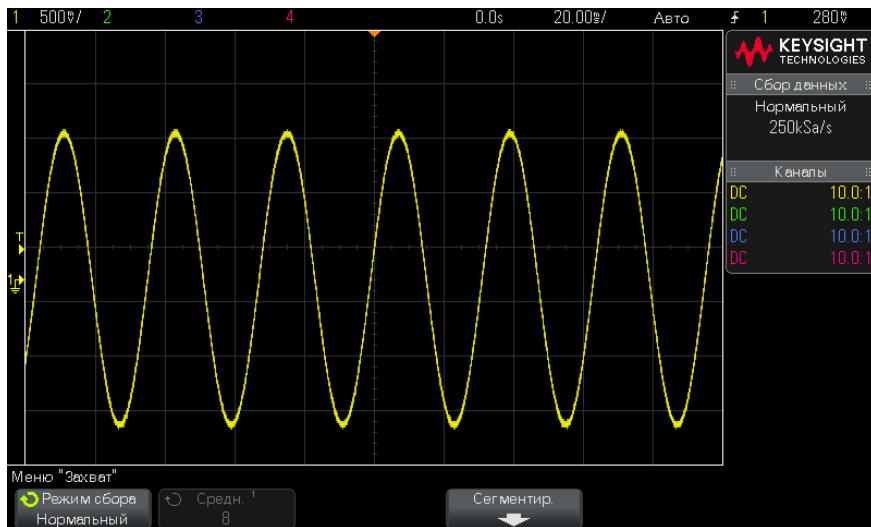


Рис. 36 Синусоида с импульсной помехой, нормальный режим

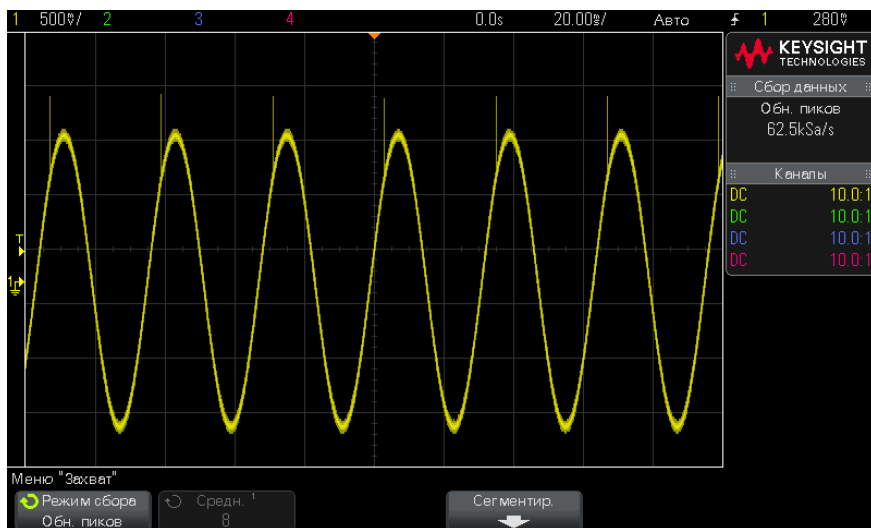



Рис. 37 Синусоида с импульсной помехой, режим обнаружения пиков

Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех

- 1 Подключите источник сигнала к осциллографу и получите стабильное изображение.
- 2 Чтобы обнаружить импульсную помеху, нажмите кнопку **[Acquire] (Захват)**, и нажимайте программную кнопку **Режим сбора**, пока не выберите **Обн. 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 **Сброс экрана**, 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 (**◀▶**) 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 65536 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

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 **#Avgs** и поверните ручку ввода, чтобы установить число усреднений, при котором из отображаемого сигнала наиболее эффективно удаляются шумы. Число усреднения данных отображается на программной кнопке **# Avgs**.

12 Управление сбором данных

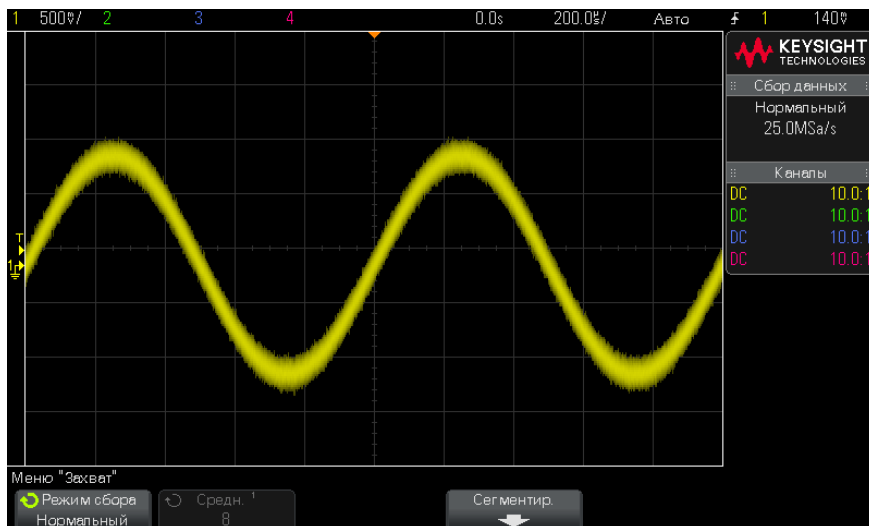


Рис. 38 Случайные шумы на отображаемом сигнале

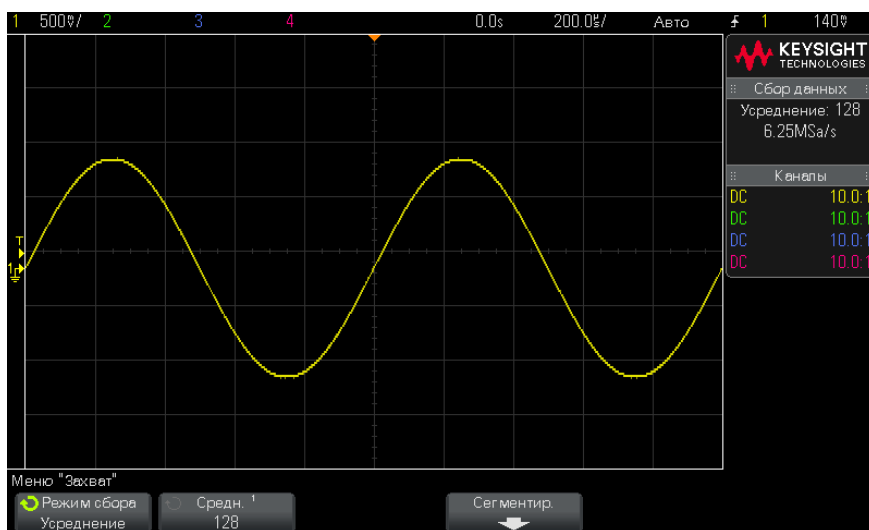


Рис. 39 Для сокращения уровня шумов использовано 128 усреднений

См. также • [Глава 11](#), "Режим запуска/связь," на стр. 187

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 4 средних величин создается дополнительный бит разрешения по вертикали. 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 одиночного, так и для повторяющегося сигнала, 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 действует в качестве фильтра низких частот.

Отображаемая частота дискретизации (макс. ч.д. на один канал 2 Gsa/s)	Отображаемая частота дискретизации (макс. ч.д. при чередовании 4 Gsa/s)	Биты разрешения
500 MSa/s < ч.д. ≤ 2 GSa/s	1 GSa/s < ч.д. ≤ 4 Gsa/s	8
100 MSa/s < ч.д. ≤ 500 MSa/s	200 MSa/s < ч.д. ≤ 1 GSa/s	9
20 MSa/s < ч.д. ≤ 100 MSa/s	40 MSa/s < ч.д. ≤ 200 MSa/s	10
5 MSa/s < ч.д. ≤ 20 MSa/s	10 MSa/s < ч.д. ≤ 40 MSa/s	11
ч.д. ≤ 5 MSa/s	ч.д. ≤ 10 MSa/s	12

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 212) позволяет отобразить постоянное послесвечение во всех полученных сегментах. Подробные сведения см. также в разделе **"Установка и отмена послесвечения"** на странице 139.

Сбор данных в сегментированную память

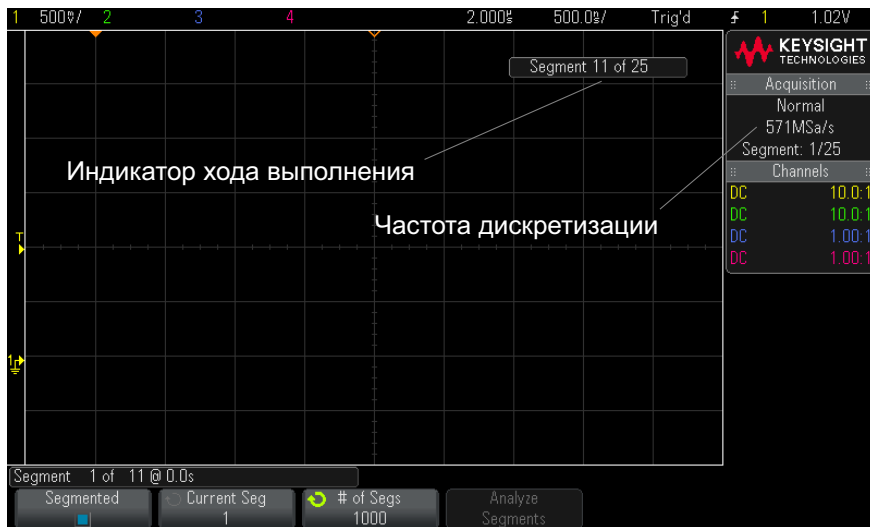
- 1 Задайте условия запуска (подробные сведения см. в разделе **Глава 10**, "Типы запуска," на стр. 149).
- 2 Нажмите кнопку **[Acquire] (Захват)**, находящуюся в секции сигналов на лицевой панели.
- 3 Нажмите программную кнопку **Сегментир.**
- 4 В меню "Сегментированная память" нажмите программную кнопку **Сегментир.** для выполнения сбора данных в сегментированную память.
- 5 Нажмите программную кнопку **Число сегм** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать число сегментов, на которое следует разбить память осциллографа.

Память может быть разделена на два сегмента и целых 500 сегментов со стандартными 2М точками памяти или 1000 сегментами с обновлением до 4М точек памяти.

- 6 Нажмите кнопку **[Run] (Пуск)** или **[Single] (Однократный запуск)**.

Работающий осциллограф заполняет данными отдельный сегмент памяти для каждого события запуска. Когда осциллограф заполняет несколько сегментов, ход выполнения отображается в правой верхней части дисплея. 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 188.



- См. также
- "Навигация между сегментами" на странице 211
 - "Измерения, статистика и постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти" на странице 212
 - "Время подготовки сегментированной памяти" на странице 212
 - "Сохранение данных сегментированной памяти" на странице 213

Навигация между сегментами

- 1 Нажмите программную кнопку **Тек. сегм.** 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 67.

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. 225). Затем нажмите кнопку **Анализ сегментов**. Для выбранных измерений будет выполнена подборка статистических данных.

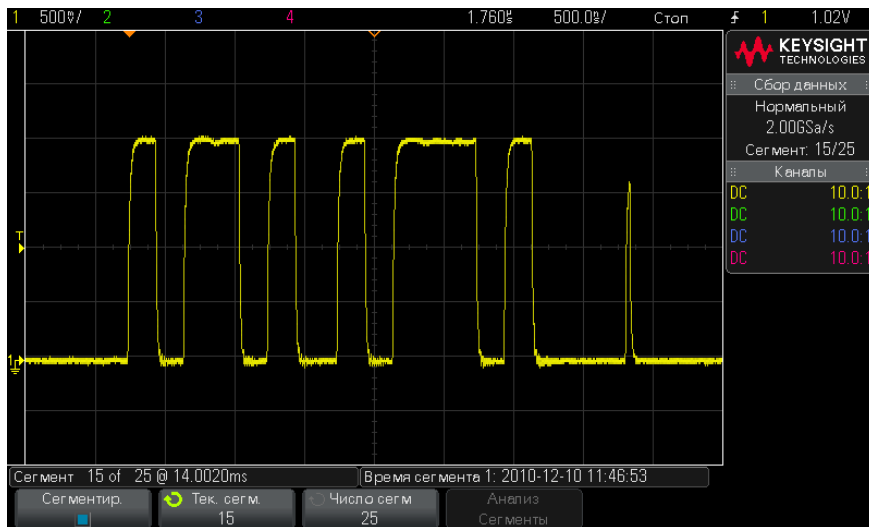
Программная кнопка **Анализ сегментов** отображается, когда сбор данных остановлен и включена функция сегментирования памяти или активирован последовательный Lister.

Можно также включить постоянное послесвечение (в меню “Дисплей”) 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/деление, 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 (**Save Segment – Current**) или все сегменты (**Save Segment – All**) 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 299.

12 Управление сбором данных

13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений / 216

Примеры курсорных измерений / 219

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

Данные курсоров индицируются в информационной области в правой части экрана.

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

Курсоры X Курсоры X представляют собой вертикальные штриховые линии, которые регулируются по горизонтали. Их можно использовать для измерения времени (s), частоты (1/s), фазы (°) 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 функциональных клавиш.

Значения разности между X_1 и X_2 (ΔX) и $1/\Delta X$ индицируются в секции Cursors в информационной области в правой части экрана.

Курсоры Y Курсоры Y представляют собой горизонтальные штриховые линии, которые регулируются по вертикали. Они используются для измерений уровня сигнала в вольтах или амперах в зависимости от установки единицы измерения в меню канала **Probe Units** 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 функциональных клавиш.

Значения разности между Y1 и Y2 (ΔY) индицируются в секции Cursors в информационной области в правой части экрана.

Выполнение курсорных измерений

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

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

- 3 В меню Cursors нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите нужный режим:
 - **Manual** — индицируются значения ΔX , $1/\Delta X$ и ΔY . ΔX – это разность между курсорами X_1 и X_2 , а ΔY – разность между курсорами Y1 и Y2.



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



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



Режимы **Manual** и **Track Waveform** можно использовать в отношении сигналов, отображаемых на экране аналоговых входных каналов (включая математические функции).

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

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

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

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

- 4 Нажмите функциональную клавишу **Source** (или **X1 Source**, **X2 Source** в режиме **Track Waveform**), затем выберите входной источник для значений курсоров.
- 5 Выберите подлежащие настройке курсоры.

- Нажмите ручку Cursors и вращайте ее. Для подтверждения сделанного вами выбора либо нажмите ручку Cursors еще раз, либо подождите секунд пять, пока не исчезнет всплывающее меню.

или

- Нажмите функциональную клавишу **Cursors**, затем вращайте ручку Entry.

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

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

- 6 Чтобы изменить единицу курсорных измерений, нажмите функциональную клавишу **Units**.

В меню Cursor Units:



Вы можете нажать функциональную клавишу **X Units**, чтобы выбрать:

- **Seconds (s).**
- **Hz (1/s).**
- **Phase (°)** – когда выбран этот вариант, пользуйтесь функциональной клавишей **Use X Cursors**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0° и текущее положение курсора X2 – на 360°.
- **Ratio (%)** – когда выбран этот вариант, пользуйтесь функциональной клавишей **Use X Cursors**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0% и текущее положение курсора X2 – на 100%.

Вы можете нажать функциональную клавишу **Y Units**, чтобы выбрать:

- **Base** – одинаковая единица измерения используется для осциллограммы источника.
- **Ratio (%)** – когда выбран этот вариант, пользуйтесь функциональной клавишей **Use Y Cursors**, 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 индцироваться результаты измерений относительно заданных положений.

- Для регулировки выбранных курсоров вращайте ручку Cursors.

Примеры курсорных измерений

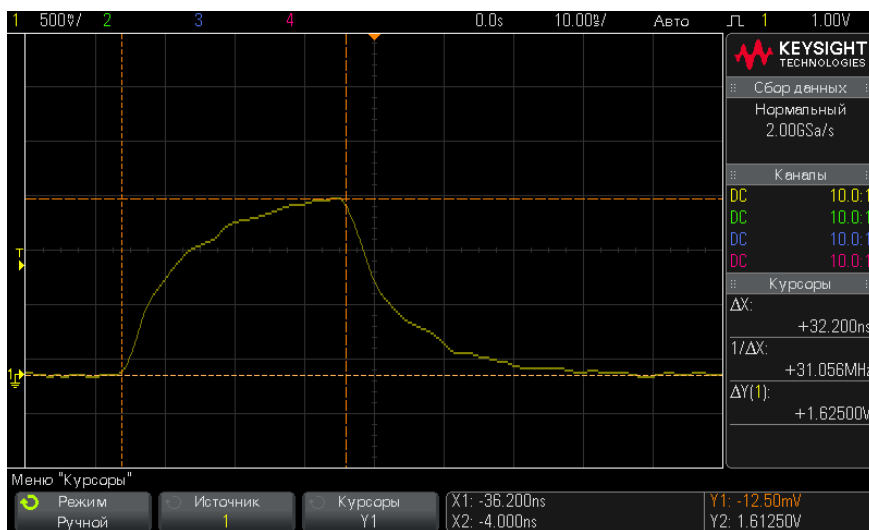


Рис. 40 Применение курсоров для измерения длительности импульса на произвольном уровне

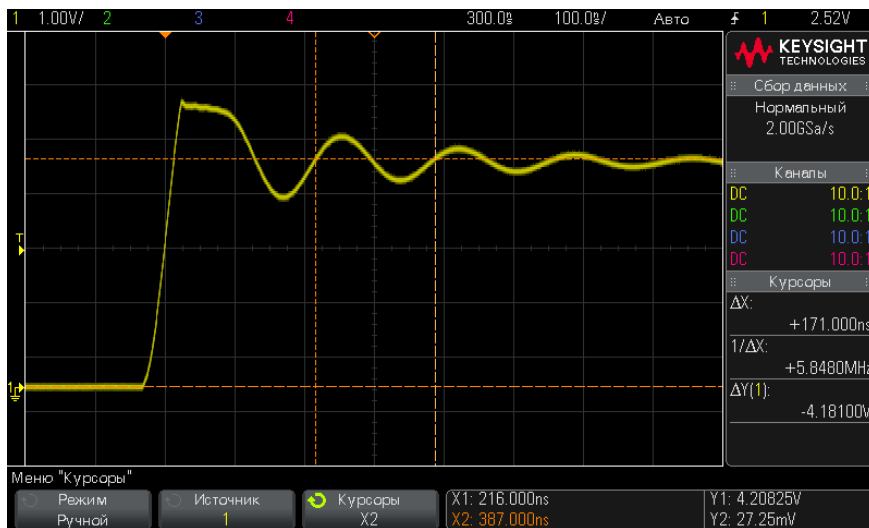


Рис. 41 Применение курсоров для измерения частоты "звона" после фронта импульса

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

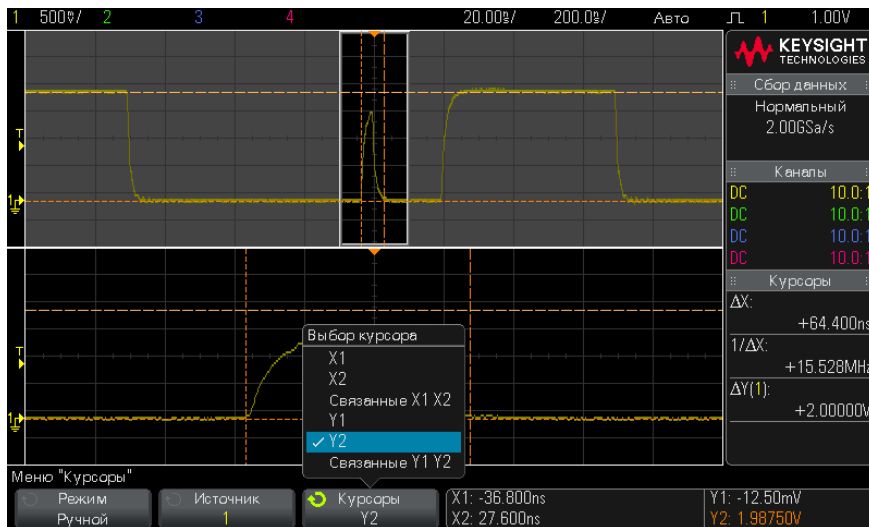


Рис. 42 Курсоры отслеживают окно растянутой развертки

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

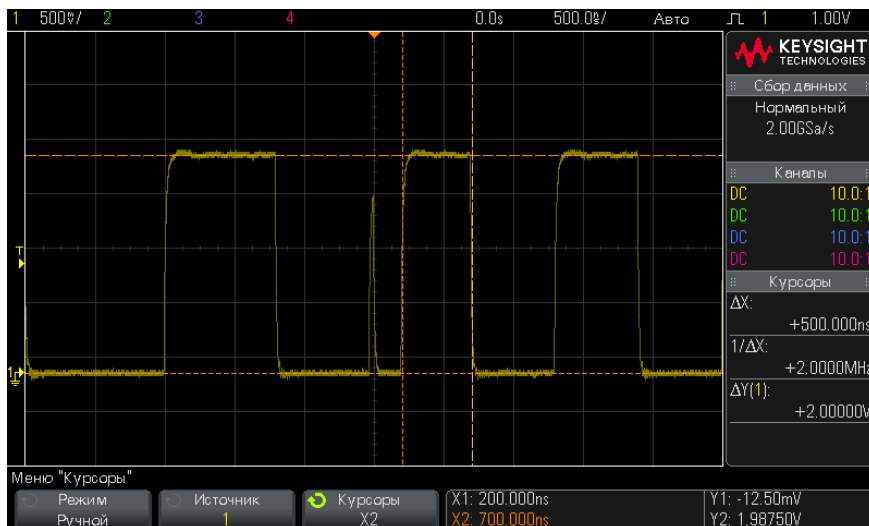


Рис. 43 Измерение длительности импульса с помощью курсоров

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

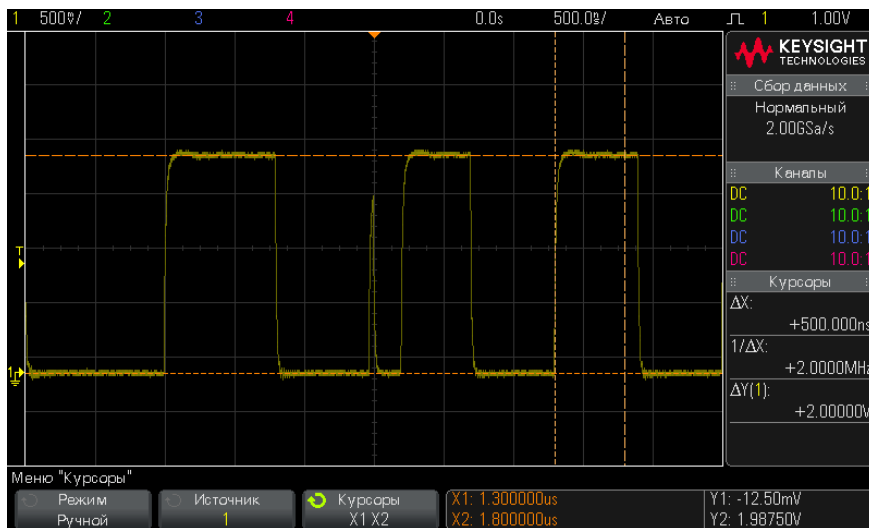


Рис. 44 Одновременное перемещение курсоров для проверки вариаций длительности импульсов

14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений /	226
Об измерениях /	228
Измерения напряжения /	233
Измерения времени /	241
Измерения путем подсчета /	249
Измерения смешанного типа /	250
Пороги измерений /	251
Окно измерения и экран "Масштаб" /	253
Статистика по измерению /	254

Кнопка **[Meas] Измерения** позволяет автоматически проводить измерение сигналов. Некоторые виды измерений доступны только для аналоговых входных каналов.

Результаты четырех последних выбранных измерений отображаются в области результатов измерений в правой части экрана.

Курсоры включены для отображения последней измеряемой части сигнала (крайний нижний показатель в области измерений справа).

ЗАМЕЧАНИЕ**Обработка после сбора данных**

Кроме изменения параметров отображения, 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 отображаемым данным.

Автоматическое выполнение измерений

- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы открыть меню «Измерения».



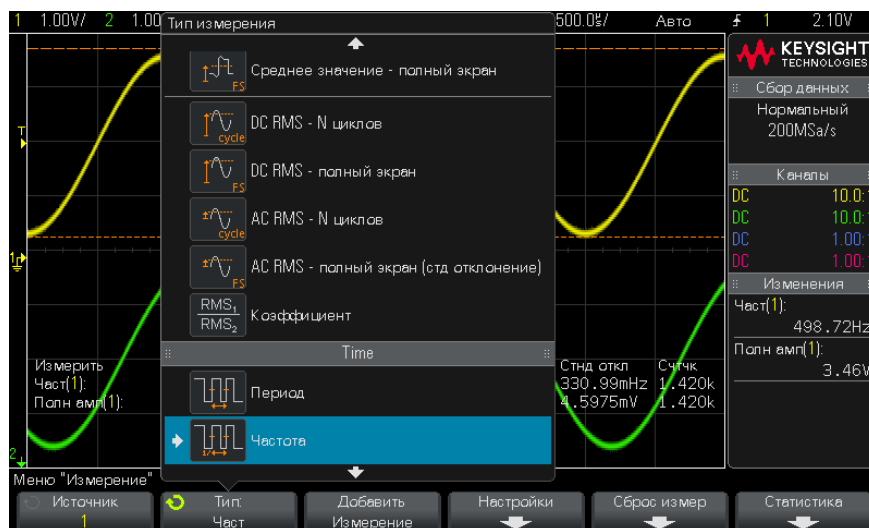
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал с запущенной математической функцией или опорный сигнал для измерения.

Для измерений доступны только отображаемые на дисплее каналы, математические функции и опорные сигналы.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если необходимая для измерения часть сигнала отсутствует на дисплее или отображается недостаточно четко (примерно 4 % от полного масштаба), то в результате отобразится сообщение «Нет фронтов», «Обрезан», «Малый сигнал» (недостаточная амплитуда), «< значения» или «> значения» или подобное сообщение, указывающее, что на точность измерения полагаться не следует.

- 3 Чтобы выбрать тип измерения, нажмите программную кнопку **Тип**, затем поверните ручку ввода.



Дополнительные сведения о типах измерений см. в разделе "[Об измерениях](#)" на странице 228.

- 4 Для настройки дополнительных параметров некоторых измерений станет доступной программная кнопка **Настройки**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Добавить измерение** или нажмите ручку ввода, чтобы просмотреть измерение.

Курсоры включены и указывают на часть сигнала, которая использовалась для выполнения последнего добавленного измерения (в самом низу дисплея). Для просмотра курсоров для ранее добавленного измерения (но не последнего) снова добавьте измерение.

По умолчанию отображается статистика измерений. См. "[Статистика по измерению](#)" на странице 254.

- 6 Чтобы выключить измерения, снова нажмите кнопку **[Meas] Измерения**.

Измерения будут удалены с дисплея.

- 7 Чтобы остановить выполнение одного или нескольких измерений, нажмите программную кнопку **Сброс измер** и выберите измерение для удаления или нажмите **Удалить все**.



После удаления всех измерений при повторном нажатии **[Meas] Измерения** измерениями по умолчанию будут «Частота» и «Полная амплитуда».

Об измерениях

В приведенной далее таблице перечислены измерения, автоматически выполняемые на осциллографе. Для сигналов аналоговых каналов возможно выполнение всех измерений. Для опорных сигналов и сигналов математических функций, за исключением БПФ, возможно выполнение всех измерений, кроме измерения «Счетчик». Как показано в следующей таблице, для сигналов математической функции БПФ и цифровых каналов возможно выполнение ограниченного набора измерений.

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Общий снимок" на странице 232			
"Амплитуда" на странице 234			
"Площадь" на странице 250			
"Среднее значение" на странице 238	Да, «Полный экран»		
"Основание" на странице 236			

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Длительность серии" на странице 244			
"Счетчик" на странице 243		Да	Недопустимо для сигналов математических функций.
"Задержка" на странице 245			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Рабочий цикл" на странице 244		Да	
"Время спада" на странице 245			
"Частота" на странице 242		Да	
"Максимум" на странице 234	Да		
"Минимум" на странице 234	Да		
"Счетчик переднего фронта" на странице 250			
"Счетчик заднего фронта" на странице 250			
"Счетчик пол. импульсов" на странице 249			
"Счетчик отр. импульсов" на странице 249			

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Отклонение от установленного значения" на странице 236			
"Полная амплитуда" на странице 234	Да		
"Период" на странице 242		Да	
"Фаза" на странице 246			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Отрицательный выброс" на странице 237			
"Коэффициент" на странице 241			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите Настройки .
"Время нарастания" на странице 245			
"DC RMS" на странице 238			
"AC RMS" на странице 239			
"Верхний уровень" на странице 235			
"+ Длительность" на странице 244		Да	
"- Длительность" на странице 244		Да	

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"X при макс Y" на странице 248	Да		Результат выдается в герцах.
"X при мин Y" на странице 248	Да		Результат выдается в герцах.
* Для выполнения других измерений сигнала БПФ воспользуйтесь курсорами.			

Измерения с помощью приложения для измерения мощности

Обратите внимание, что при наличии лицензии приложения для измерения мощности и анализа доступны дополнительные измерения с помощью приложения для измерения мощности, если приложение для измерения мощности включено. Для получения дополнительной информации см. *Руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности*, которое можно загрузить на веб-сайте www.keysight.com/find/3000X-Series-manual или с компакт-диска с документацией.

Измерения двухканальных данных (пробник N2820A)

Обратите внимание, что дополнительные измерения доступны с высокочувствительным токовым пробником N2820A при использовании основного и дополнительного кабеля пробника. Данные увеличенного сигнала ниже уровня зажима пробника объединяются с данными уменьшенного сигнала выше уровня зажима пробника, в результате чего образуется сигнал, на котором выполняется измерение. Эти измерения допустимы только для аналоговых входных каналов.

Измерение двухканальных данных (пробник N2820A)	Примечания
Амплитуда	См. "Амплитуда" на странице 234.
Заряд	Заряд (в А ч) — это измеренная область под сигналом. См. "Площадь" на странице 250.
Среднее значение	См. "Среднее значение" на странице 238.
Основание	См. "Основание" на странице 236.

Измерение двухканальных данных (пробник N2820A)	Примечания
Полная амплитуда	См. "Полная амплитуда" на странице 234.
=ток,RMS	См. "DC RMS" на странице 238.
~ток,RMS	См. "AC RMS" на странице 239.

При использовании пробника N2820A для измерений на устройстве с батарейным питанием (запасным) всегда присоединяйте поставляемый в комплекте заземляющий провод к клемме заземления на устройстве и разъему заземления на пробнике, как показано на следующем рисунке. Просто зафиксируйте конец провода заземления в разъеме пробника. Без провода заземления усилитель входного сигнала в синфазном режиме некорректно выводит сигналы.

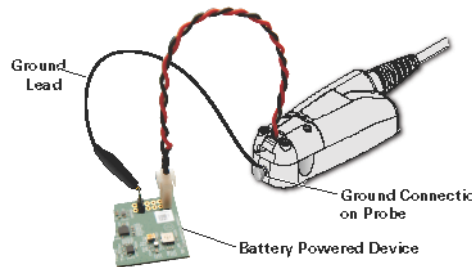
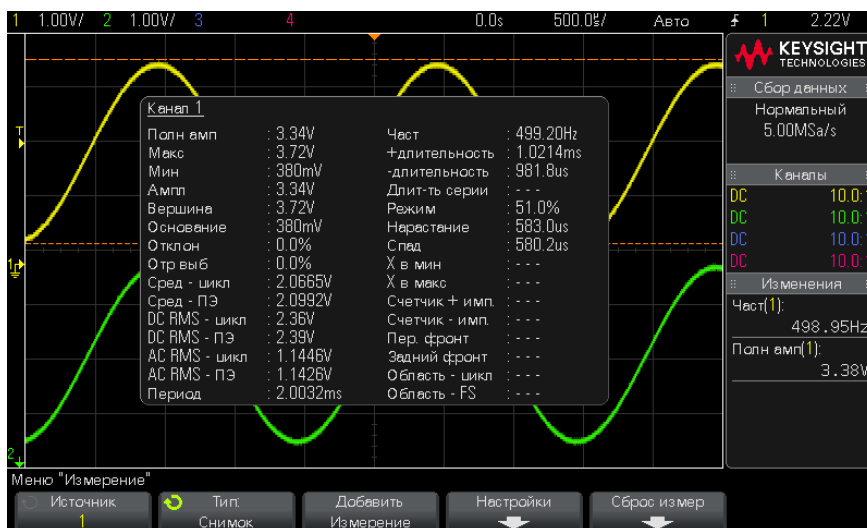


Рис. 45 Измерения на устройстве с батарейным питанием с помощью пробника N2820A

Общий снимок

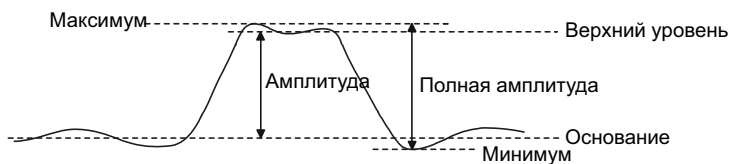
При измерении типа "Общий снимок" отображается всплывающее окно со снимком всех измерений отдельного сигнала.



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 332.

Измерения напряжения

На следующем рисунке показаны точки измерения напряжения.



В качестве единиц измерения сигнала каждого входного канала можно установить вольты или амперы, используя программную кнопку **Единицы пробника**. См. ["Указание единиц измерения канала"](#) на странице 75.

Описание единиц измерения сигналов математических функций см. в разделе "Единицы измерений для осциллограмм математических функций" на странице 82.

- "Полная амплитуда" на странице 234
- "Максимум" на странице 234
- "Минимум" на странице 234
- "Амплитуда" на странице 234
- "Верхний уровень" на странице 235
- "Основание" на странице 236
- "Отклонение от установленного значения" на странице 236
- "Отрицательный выброс" на странице 237
- "Среднее значение" на странице 238
- "DC RMS" на странице 238
- "AC RMS" на странице 239
- "Коэффициент" на странице 241

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, параметр "Верхний" равен параметру "Максимум". Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

См. также • ["Локализация импульса для измерения верхнего уровня"](#) на странице 235

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 измерения и экран "Масштаб"](#) на странице 253.



Рис. 46 Локализация области для измерения верхнего уровня

Основание

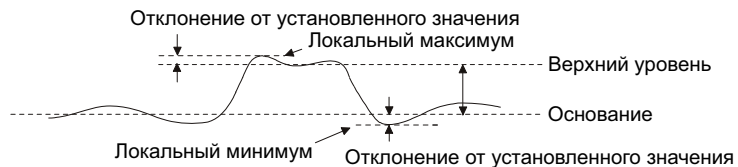
Основание сигнала – это режим (наиболее общее значение) нижней части сигнала. Если этот режим точно не определен, основание соответствует минимуму. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

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).

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

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



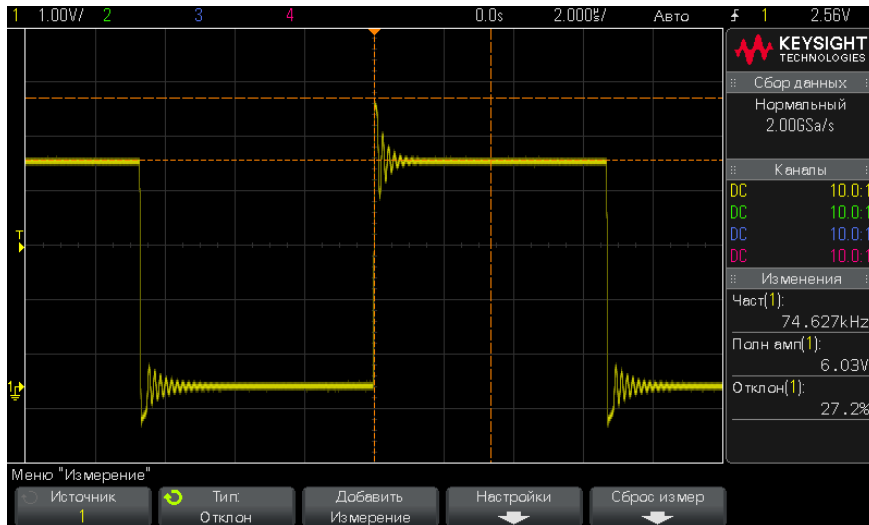


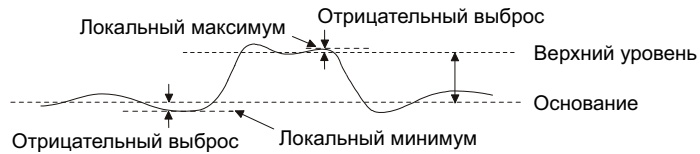
Рис. 47 Автоматическое измерение отклонения от установленного значения

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.

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

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.

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

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. Это полезно, например, для измерения шумов источника питания.

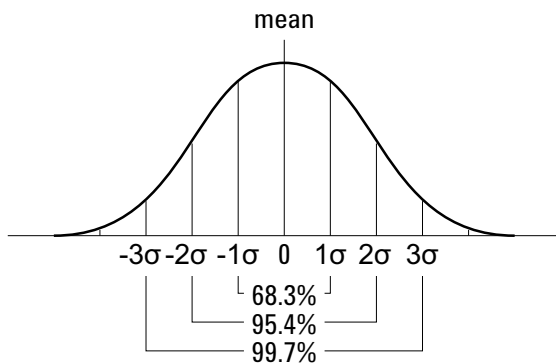
Интервал измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

Курсоры по оси X обозначают интервал измеряемого сигнала.

Изменение интервала измерения "полный экран (std отклонение)" – это измерение RMS 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 процентов 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 измерения с номером.

Стандартное отклонение вычисляется следующим образом:

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

где:

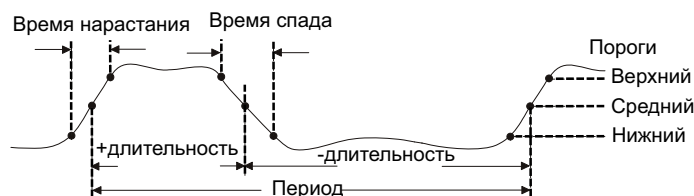
- σ = стандартное отклонение.
- N = количество проведенных измерений.
- x_i = результат измерения с номером.
- \bar{x} = среднее значение.

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 251.

- "**Период**" на странице 242
- "**Частота**" на странице 242
- "**Счетчик**" на странице 243
- "**+ Длительность**" на странице 244
- "**- Длительность**" на странице 244
- "**Длительность серии**" на странице 244
- "**Рабочий цикл**" на странице 244
- "**Время нарастания**" на странице 245
- "**Время спада**" на странице 245
- "**Задержка**" на странице 245
- "**Фаза**" на странице 246
- "**X при мин Y**" на странице 248
- "**X при макс Y**" на странице 248

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 242

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 измерения и экран "Масштаб"](#) на странице 253.

Если сигнал обрезан, то проведение такого измерения может оказаться невозможным.

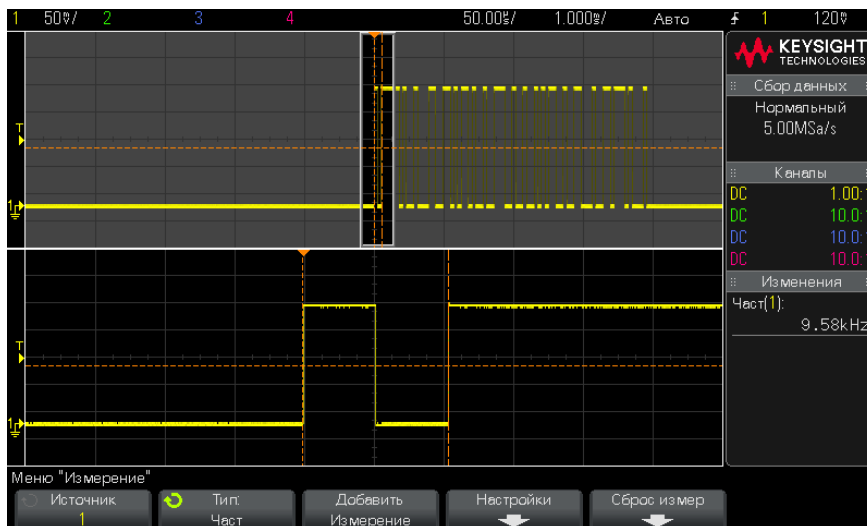


Рис. 48 Локализация события с целью измерения частоты

Счетчик

В осциллографе InfiniiVision 3000 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 "Счетчик" автоматически настраивается на 100 мс или удвоенное текущее временное окно, в зависимости от того, что больше, до 1 секунды.

В режиме "Счетчик" 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 "Счетчик".

+ Длительность

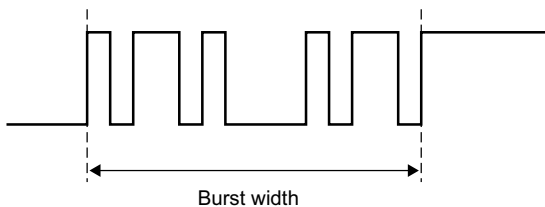
+ Длительность – это интервал времени от среднего порога переднего фронта сигнала до среднего порога следующего заднего фронта. Курсоры оси X обозначают измеряемый импульс. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

– 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 "Длительность серии" измеряется время от первого до последнего фронта на экране.



Рабочий цикл

Рабочий цикл 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.

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

Время нарастания

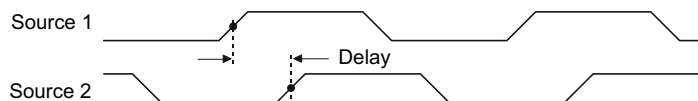
Время нарастания сигнала – это интервал между переходом нижнего и верхнего порогов переднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой передний фронт сигнала полностью 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

В режиме «Задержка» измеряется интервал времени между выбранными фронтами источника 1 и источника 2, ближайшими к контрольной точке временной развертки для средних пороговых точек сигнала. Отрицательные значения задержки указывают на то, что выбранный фронт источника 1 возник после выбранного фронта источника 2.

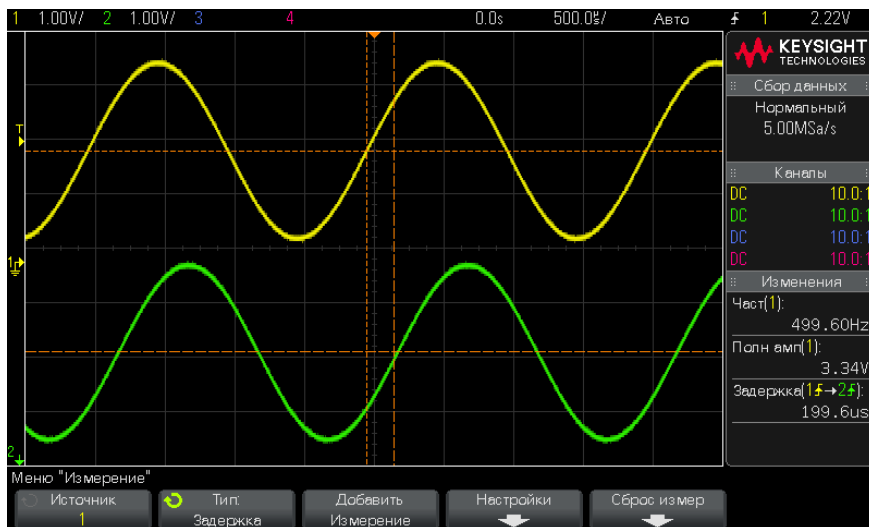


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы открыть меню «Измерения».
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Задержка**
- 4 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**.

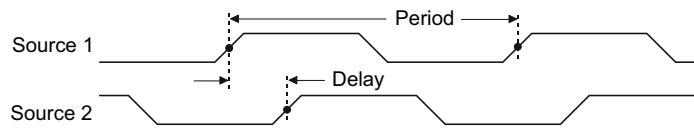
На приведенном далее рисунке показано измерение задержки между передним фронтом канала 1 и передним фронтом канала 2.



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.

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

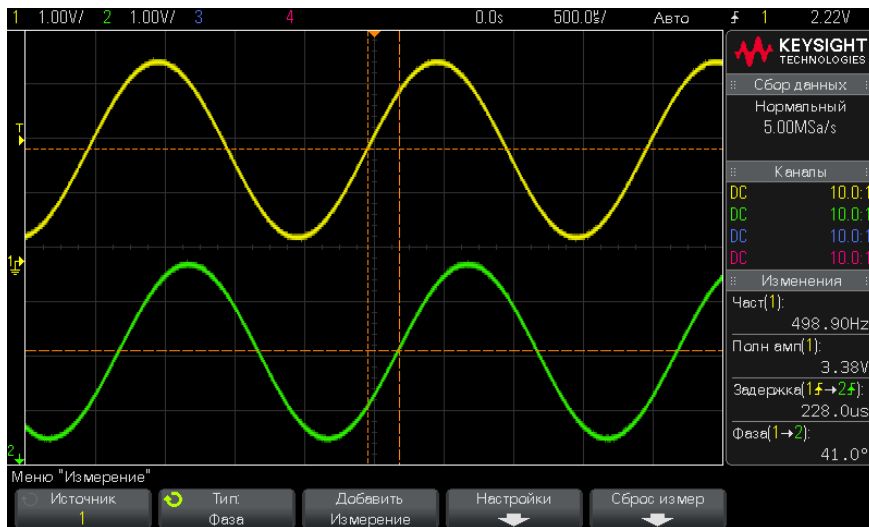


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**, чтобы отобразить меню "Измерение".
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Задержка**.
- 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 "Измерение".
- 6 Для выполнения измерения нажмите программную кнопку **Добавить Измерение**.

На приведенном далее рисунке показано измерение фазы между каналом 1 и математической функцией дифференцирования канала 2.



X при мин Y

X при мин 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 мин Y".

X при макс Y

X при макс 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 макс Y".

См. также • ["Измерение пикового значения функции БПФ"](#) на странице 248

Измерение пикового значения функции БПФ

- 1 В меню "Математическая функция сигнала" выберите **БПФ** в качестве оператора.
- 2 Выберите **Мат.функция: f(t)** в качестве источника в меню "Измерение".

3 Выберите измерения **Максимум** и **X при макс Y**.

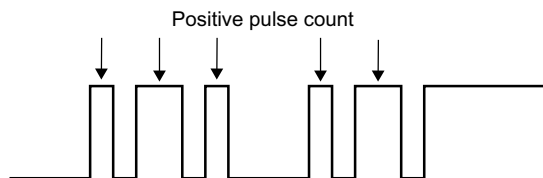
Для измерения **Максимум** в качестве единиц измерения используются дБ, а для измерения **X при макс Y** – герцы для БПФ.

Измерения путем подсчета

- "Счетчик пол. импульсов" на странице 249
- "Счетчик отр. импульсов" на странице 249
- "Счетчик переднего фронта" на странице 250
- "Счетчик заднего фронта" на странице 250

Счетчик пол. импульсов

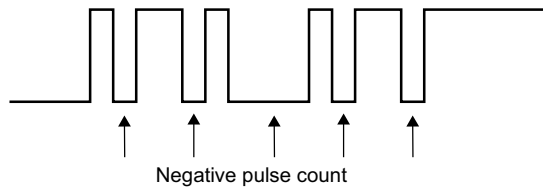
В режиме **Счетчик пол. импульсов** измеряется число импульсов выбранного источника сигнала.



Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Счетчик отр. импульсов

В режиме **Счетчик отр. 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.

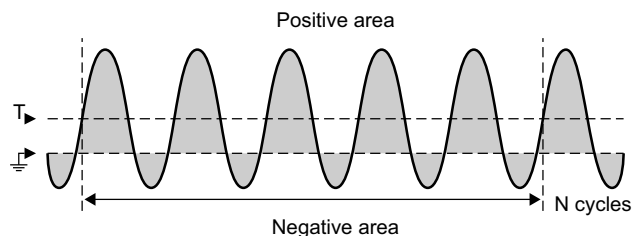
Этот режим измерения используется для аналоговых каналов.

Измерения смешанного типа

- "Площадь" на странице 250

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 "Измерение" нажмите программную кнопку **Настройки**, затем нажмите программную кнопку **Пороги**, чтобы задать пороги для измерения аналоговых каналов.

Можно также открыть меню "Порог измерения", нажав **[Analyze] (Анализ) > Функции**, а затем выбрав **Пороги измерения**.

- 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.



- 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 5% до 95%.
 - Единицы измерения для абсолютных значений порогов каждого канала задаются в меню пробника канала.
 - Когда для параметра **Источник** установлено значение **Мат.функция: $f(t)$** , для порога **Тип** можно задать только значение **Процент**.

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.

- 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 5% до 93%.

- 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 6% до 94%.

- 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 7% до 95%.

Окно измерения и экран "Масштаб"

При отображении временной развертки с измененным масштабом можно задать выполнение измерений либо в окне "Главное", либо в окне "Масштаб".

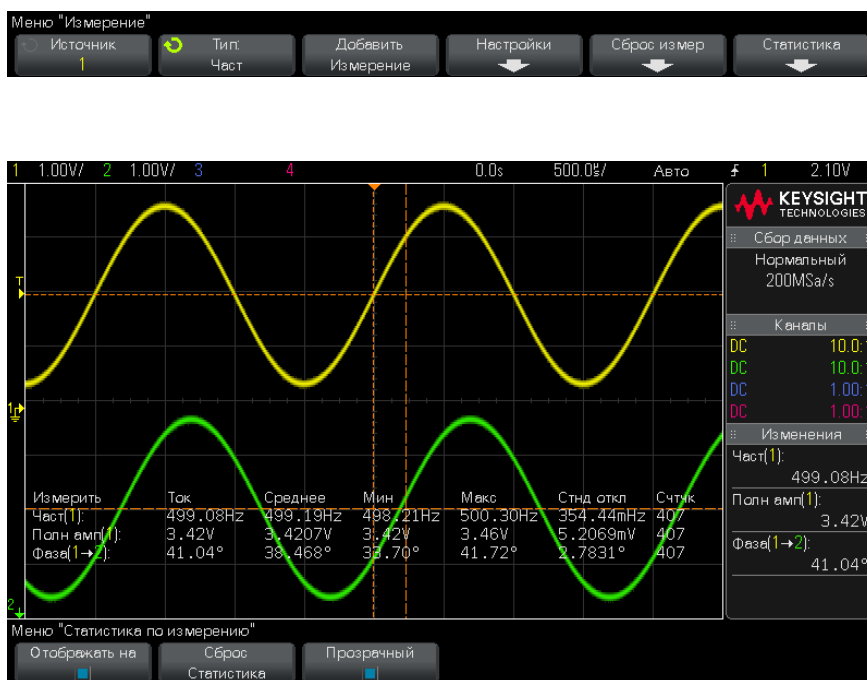
- 1 Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**.
- 2 В меню "Измерение" нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню "Настройки измерения" нажмите программную кнопку **Окно измер**, а затем с помощью ручки ввода выберите один из следующих параметров:
 - **Автовыбор** — измерение выполняется в нижнем окне "Масштаб". Если измерение невозможно выполнить, то используется верхнее окно "Главное".
 - **Главное** — для измерения используется верхнее окно "Главное".
 - **Масштаб** — для измерения используется нижнее окно "Масштаб".

Статистика по измерению

Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**, чтобы отобразить меню "Измерение". По умолчанию отобразится статистика, а также частота и напряжение, измеренные в канале 1.

Выберите для используемых каналов нужные виды измерений (см. "**Об измерениях**" на странице 228).

В меню "Измерение" нажмите программную кнопку **Статистика**, чтобы перейти к меню "Статистика".



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 239.

Канал источника измерения указан в кавычках после названия измерения. Например, "**Част(1)**" означает частотное измерение на канале 1.

Для статистики можно переключать режимы **Отображать на** и **Не отображать**. Сбор статистических данных выполняется даже при отключении отображения статистики.

При выходе из меню "Измерение" статистика больше не отображается, однако статистические данные по-прежнему собираются. Для повторного просмотра данных снова откройте меню "Измерение".

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.

При нажатии кнопки **[Single] (Однократный запуск)** происходит сброс статистики и выполняется одно измерение (счетчик = 1). При нажатии кнопки **[Single] (Однократный)** выполняется сбор статистических данных (выполняется приращение счетчика).

Нажмите программную кнопку **Прозрачный**, чтобы отключить режим "Прозрачный". При этом отобразится статистика на сером фоне. Чтобы включить режим "Прозрачный", снова нажмите программную кнопку **Прозрачный**. В этом режиме значения измерения, статистика и значения курсора отображаются на экране без фона. Значение параметра "Прозрачный" влияет на отображение статистики измерения, сведений об опорном сигнале и дополнительных статистических данных по функции "Тест по маске".

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 разделе Horizontal 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 "Дисплей") и нажать программную кнопку **Анализ сегментов** для отображения постоянного послесвечения.

15 Тестирование по маске

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска) / 257

Параметры настройки теста по маске / 260

Статистика по маске / 263

Изменение файла маски вручную / 264

Создание файла маски / 268

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.

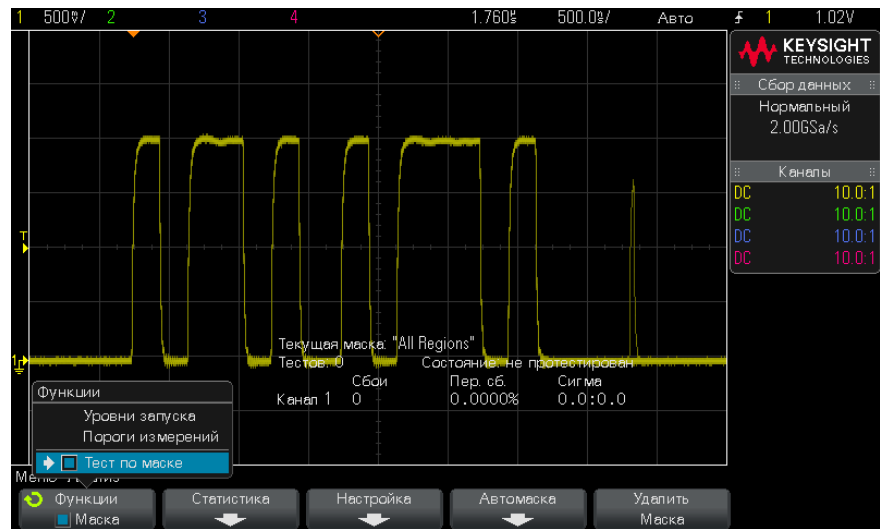
Для теста по маске требуется лицензия.

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска)

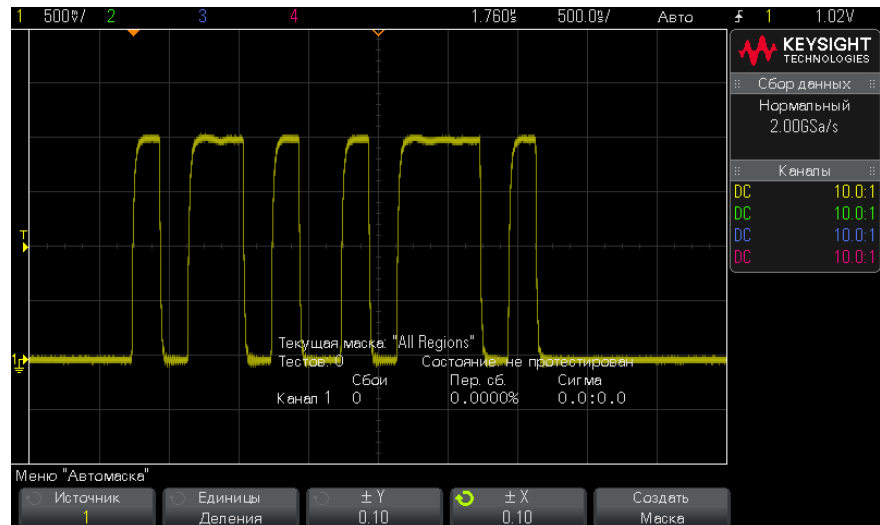
Золотой сигнал соответствует всем выбранным параметрам, и именно с ним будут сравниваться все другие сигналы.

- 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**.

15 Тестирование по маске



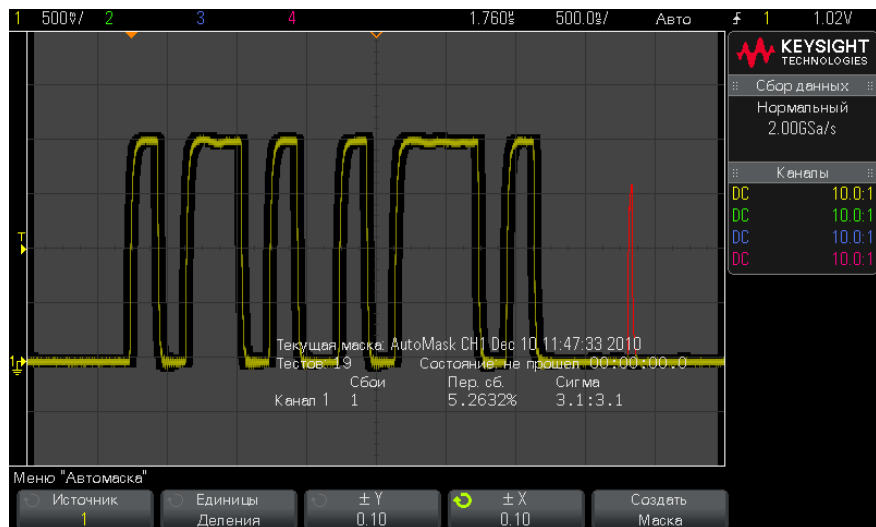
- 5 Нажмите кнопку **Автомаска**.
- 6 Нажмите кнопку **Источник** в меню "Автомаска" и убедитесь, что выбран нужный аналоговый канал.




- 7 Отрегулируйте горизонтальный ($\pm Y$) и вертикальный ($\pm X$) допуск маски. Единицами регулировки служат деления координатной сетки или абсолютные единицы (вольты или секунды), которые можно выбрать с помощью программной кнопки **Единицы**.
- 8 Нажмите программную кнопку **Создать Маска**.

Маска создана и проверка начинается.

При каждом нажатии программной кнопки **Создать Маска** старая маска удаляется и создается новая.



- 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 Маска**.

Если во время теста по маске режим постоянного послесвечения (см. раздел "**Установка и отмена послесвечения**" на странице 139) 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 Маска** 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 Маска** 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".

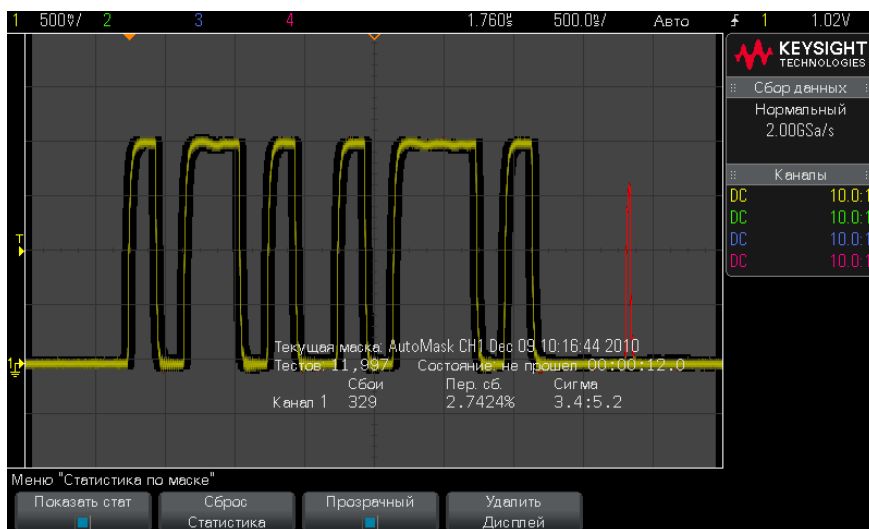
<p>Запуск до</p>	<p>С помощью программной кнопки "Запуск до" можно указать условие прекращения тестирования.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Всегда — осциллограф работает непрерывно. Тем не менее, в случае возникновения ошибки выполняется действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке. • 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"> • Останов — осциллограф остановится при обнаружении первой же ошибки (первого сигнала, который не соответствует маске). Этот параметр замещает параметры Минимальное число тестов и Минимальное время. • Save — при обнаружении ошибки осциллограф сохраняет изображение экрана. В меню "Сохранение" (нажмите [Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > Сохранить) выберите формат изображения (*.bmp или *.png), папку (на USB-накопителе) 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 остановки сбора данных. • Печать — при обнаружении ошибки осциллограф распечатывает изображение экрана. Этот параметр активен, только если подключен принтер (см. раздел "Печать экрана осциллографа" на странице 309.) • 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 Print или Save, но не оба параметра одновременно. Все остальные действия можно выбрать одновременно. К примеру, можно выбрать Останов и Измерение, 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 325.</p>
<p>Блок источника</p>	<p>При включении параметра "Блокировка источника" с помощью программной кнопки Блок. источника маска перерисовывается в соответствии с источником при каждом перемещении формы сигнала. К примеру, 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>

Источник	<p>При изменении канала источника маска не стирается. Она повторно масштабируется по настройкам усиления отклонения и смещения канала, которому она назначена. Чтобы создать новую маску для выбранного канала источника, вернитесь в иерархию меню, нажмите кнопки Автомаска и Создать Маска.</p> <p>Функция программной кнопки "Источник" в меню "Настройка маски" аналогична функции этой кнопки в меню "Автомаска".</p>
Проверить все	<p>При включении этого параметра тест по маске проводится для всех отображаемых аналоговых каналов. Если он отключен, то тест по маске проводится только для выбранного канала-источника.</p>

Статистика по маске

Нажмите программную кнопку **Статистика** в меню "Тест по маске", чтобы перейти к меню "Статистика по маске".



Показать стат	<p>При включении параметра Показать стат 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>
Прозрачный	<p>Включите режим "Прозрачный" для записи значений измерения и статистики на экране без фона. Отключите данный режим для отображения этих данных на сером фоне. Значение параметра "Прозрачный" влияет на отображение статистики теста по маске, измерения и сведений от опорном сигнале.</p>
Сброс экрана	<p>Удаление полученных данных с дисплея осциллографа.</p>

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 257. Создав маску, не удаляйте ее.

- 2 Подключите к осциллографу USB-накопитель.
- 3 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов)**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сохранить**.
- 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 (таком как Wordpad).
- 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**

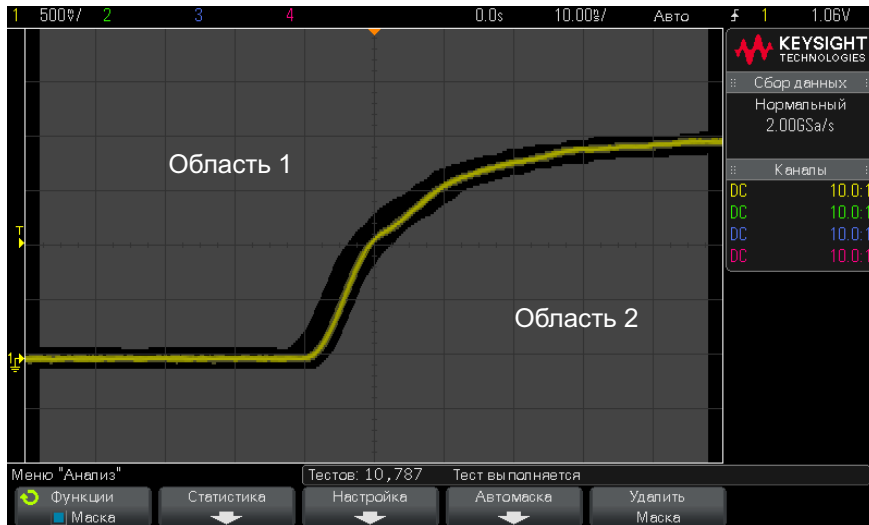
Идентификатор файла данной маски – это MASK_FILE_548XX.

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:

$$Y_{\text{norm}} = (Y - Y1)/\Delta Y,$$

$$\text{где } \Delta Y = Y2 - Y1.$$

Для преобразования значений Y, нормализованных в файле маски, в значения напряжения используется следующее уравнение:

$$Y = (Y_{\text{norm}} * \Delta Y) + Y1,$$

$$\text{где } \Delta Y = Y2 - Y1.$$

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.

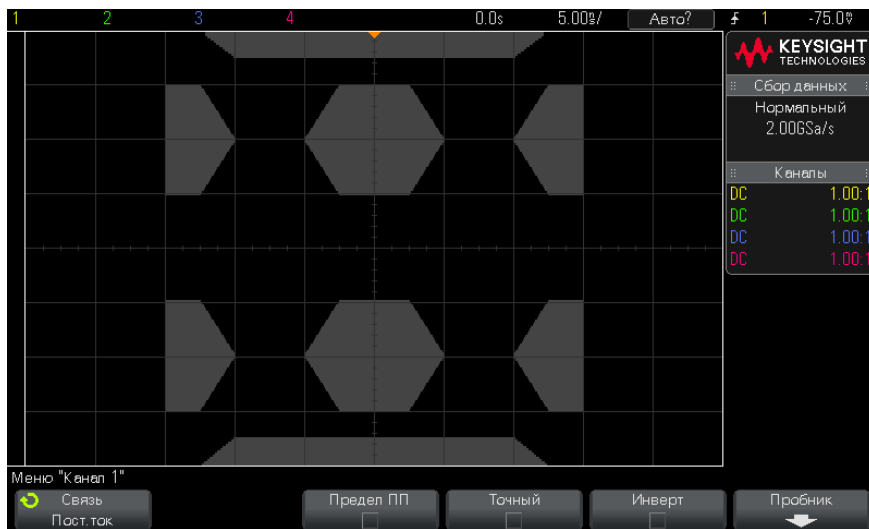
В этот раздел можно ввести любую допустимую команду дистанционного программирования.

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;DISP 1;BWL 0;INV 0
:CHAN1:LAB "1";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN2:RANG +16.0E+00;OFFS +1.62400E+00;COUP DC;IMP FIFT;DISP 0;BWL 0;INV
0
:CHAN2:LAB "2";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN3:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN3:LAB "3";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN4:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN4:LAB "4";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:EXT:BWL 0;IMP ONEM;RANG +5E+00;UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:STYP SING
:TIM:MODE MAIN;REF CENT;MAIN:RANG +50.00E-09;POS +0.0E+00

```

```

:TRIG:MODE EDGE;SWE AUTO;NREJ 0;HFR 0;HOLD +60E-09
:TRIG:EDGE:SOUR CHAN1;LEV -75.00E-03;SLOP POS;REJ OFF;COUP DC
:ACQ:MODE RTIM;TYPE NORM;COMP 100;COUNT 8;SEGM:COUN 2
:DISP:LAB 0;CONN 1;PERS MIN;SOUR PMEM1
:HARD:APR "";AREA SCR;FACT 0;FFE 0;INKS 1;PAL NONE;LAY PORT
:SAVE:FIL "mask_0"
:SAVE:IMAG:AREA GRAT;FACT 0;FORM NONE;INKS 0;PAL COL
:SAVE:WAV:FORM NONE
:MTES:SOUR CHAN1;ENAB 1;LOCK 1
:MTES:AMAS:SOUR CHAN1;UNIT DIV;XDEL +3.00000000E-001;YDEL +2.00000000E-00
1
:MTES:SCAL:BIND 0;X1 +0.0E+00;XDEL +1.0000E-09;Y1 +0.0E+00;Y2 +1.00000E+0
0
:MTES:RMOD FOR;RMOD:TIME +1E+00;WAV 1000;SIGM +6.0E+00
:MTES:RMOD:FACT:STOP 0;PRIN 0;SAVE 0
end_setup

```

Определения всех областей в файле маски необходимо отделять с помощью символа пустой строки.

Области маски определяются с помощью координат нескольких вершин (x,y) (как на обычном графике в системе координат x,y). Максимальное значение координаты y обозначает верхнюю точку масштабной сетки, а минимальное значение координаты y обозначает нижнюю точку масштабной сетки.

ЗАМЕЧАНИЕ

При наличии более 1000 вершин в области маски обрабатываются только первые 1000 вершин.

График маски x,y соотносится с масштабной сеткой осциллографа с помощью команд настройки :MTESt:SCALe.

Координатная сетка осциллографа имеет точку начала отсчета времени (в левой, центральной или правой части экрана) и точку запуска (t=0)/значение задержки относительно опорного значения. Также масштабная сетка имеет точку вертикального опорного заземления 0 В (смещение относительно центра экрана).

Команды настройки X1 и Y1 позволяют определить отношение начала координат x,y области маски к опорной точке масштабной сетки осциллографа t=0 и V=0, а команды настройки XDELt и Y2 позволяют определить размер единиц x и y графика.

- Команда настройки X1 позволяет установить временную точку начала координаты x графика x,y.
- Команда настройки Y1 позволяет установить точку начала координаты по вертикальной оси y графика x,y.

- Команда настройки XDELta позволяет установить период времени для каждой единицы x.
- Команда настройки Y2 позволяет установить расположение значения $y=1$ по вертикали на графике x,y (таким образом, Y2 – Y1 является значением YDELta).

Пример.

- Если точка запуска на масштабной сетке находится в положении 10 нс (до опорной точки центра экрана), а ее опорная точка заземления (смещение) находится на 2 В ниже центра экрана, то чтобы поместить начало координат графика x,y маски поместить в центре экрана, необходимо выбрать следующие значения: $X1 = 10$ нс, $Y1 = 2$ В.
- Если для параметра XDELta установлено значение 5 нс, а для Y2 установлено значение 4 В, область маски с вершинами (-1, 1), (1, 1), (1,-1) и (-1,-1) будет располагаться от 5 нс до 15 нс и от 0 В до 4 В.
- Если начало координат графика x,y области маски переместить в точку $t=0$ и $V=0$, установив значения $X1 = 0$ и $Y1 = 0$, эти же вершины будут определять область от -5 нс до 5 нс и от -2 В до 2 В.

ЗАМЕЧАНИЕ

Несмотря на то, что маска может включать до 8 областей, в одном вертикальном столбце можно установить не более 4 областей. Если в вертикальном столбце 4 области, одну область необходимо прикрепить к верхней точке (с помощью максимального значения по оси y) и одну – к нижней точке (с помощью минимального значения по оси y).

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.

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.

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 "Пробник".

После нажатия кнопки **[Analyze]** (Анализ) на экране цифрового вольтметра отображается координатная сетка, а также шкала и значение 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 RMS 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 ">Предел ПП?" для предупреждения о получении неточных результатов измерений RMS.

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:
 - **Перем. ток., RMS** - отображение среднеквадратического значения полученных данных с удаленным компонентом постоянного тока.
 - **Пост. ток.** - отображение значения постоянного тока полученных данных.

- **Пост. ток., RMS**- отображение среднеквадратического значения полученных данных.
 - **Частота**- отображение измерения частотомера.
- 6** Нажмите кнопку **Прозрачный** для переключения между прозрачным или затемненным фоном для экрана цифрового вольтметра.
- 7** 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 / 277
- Редактирование произвольных сигналов / 282
- Вывод синхронизирующих импульсов генератора / 287
- Определение расчетной нагрузки на выходе / 287
- Использование логических предустановок гические предустановки генератора сигналов / 288
- Добавление шума в вывод генератора сигнала / 288
- Добавление модуляции к выходному сигналу генератора / 289
- Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию / 294

Осциллограф содержит встроенный генератор сигналов. Он подключается опцией WGN или опцией модернизации DSOX3WAVEGEN. Этот генератор является удобным источником сигналов при испытании электронных схем с помощью осциллографа.

Установки параметров генератора сигналов можно сохранять в памяти и вызывать из памяти вместе с наборами параметров конфигурации осциллографа. См. главу **Глава 18**, “Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных),” на стр. 295.

Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров

- 1 Нажмите клавишу **[Wave Gen]**, чтобы обратиться к меню генератора сигналов и включить либо выключить выход генератора на соединителе BNC "Gen Out" на передней панели.

Когда включен выход генератора сигналов, светится клавиша **[Wave Gen]**. Когда выключен выход генератора сигналов, клавиша **[Wave Gen]** не светится.

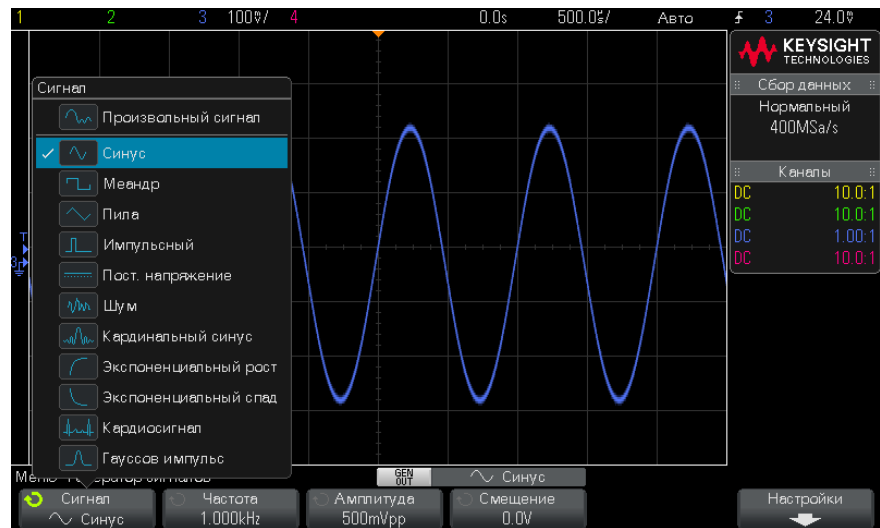
При первоначальном включении осциллографа выход генератора сигналов всегда выключен.

Выход генератора сигналов автоматически выключается, когда на соединитель BNC "Gen Out" подается чрезмерное напряжение.

ВНИМАНИЕ

Цепь защиты от перегрузки реагирует на перегрузку примерно в течение 10 мс. Если мгновенно будет подано напряжение более ~40 В, то, вероятно, цепь генератора сигналов будет повреждена до того, как сработает цепь защиты.

- В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Waveform** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать тип сигнала.



- В зависимости от выбранного типа (формы) сигнала пользуйтесь остальными функциональными клавишами и ручкой Entry для установки характеристик сигнала.

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда (High-Z) ¹	Смещение (High-Z) ¹
Arbitrary	<p>Для установки параметров произвольного сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level и Offset/Low-Level.</p> <p>С помощью функциональной клавиши Edit Waveform определите форму произвольного сигнала. См. раздел "Редактирование произвольных сигналов" на странице 282.</p>	100 мГц – 12 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
Sine	<p>Для установки параметров синусоидального сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level и Offset/Low-Level.</p>	100 мГц – 20 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
Square	<p>Для установки параметров сигнала прямоугольной формы пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level и Duty Cycle.</p> <p>Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 20% до 80%.</p>	100 мГц – 10 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
Ramp	<p>Для установки параметров сигнала пилообразной формы пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level и Symmetry.</p> <p>Коэффициент симметрии (Symmetry) характеризует относительную часть периода повторения сигнала, в течение которой нарастает уровень сигнала. Этот параметр можно устанавливать в пределах от 0% до 100%.</p>	100 мГц – 200 кГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда (High-Z) ¹	Смещение (High-Z) ¹
Pulse	Для установки параметров импульсного сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level, Offset/Low-Level и Width/Width Fine . Длительность импульсов можно регулировать в пределах 20 нс ÷ (период – 20 нс).	100 МГц – 10 МГц.	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
DC	Для установки уровня постоянного напряжения пользуйтесь функциональной клавишей Offset .	-	-	±2,50 В
Noise	Для установки параметров шумового сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Amplitude/High-Level и Offset/Low-Level .	-	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
Sine Cardinal	Для установки параметров синусоидального сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude и Offset .	100 МГц – 1 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±1,25 В
Exponential Rise	Для установки параметров сигнала экспоненциального нарастания пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level и Offset/Low-Level .	100 МГц – 5 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В
Exponential Fall	Для установки параметров сигнала экспоненциального спада пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude/High-Level и Offset/Low-Level .	100 МГц – 5 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±2,50 В

Тип сигнала	Характеристики	Диапазон частот	Макс. амплитуда (High-Z) ¹	Смещение (High-Z) ¹
Cardiac	Для установки параметров кардиотонического сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude и Offset .	100 мГц – 200 кГц	20 мВ (междупиковое значение) – 5 В (междупиковое значение)	±1,25 В
Gaussian Pulse	Для установки параметров сигнала пользуйтесь функциональными клавишами Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine, Amplitude и Offset .	100 мГц – 5 МГц	20 мВ (междупиковое значение) – 4 В (междупиковое значение)	±1,25 В

¹Если выходная нагрузка составляет 50 Ом, эти значения делятся пополам.

При нажатии функциональной клавиши 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 функциональную клавишу. Вращайте ручку Entry, чтобы установить нужное значение.

Имейте в виду, что при установке значений частоты, периода и длительности импульсов можно пользоваться грубой и точной регулировкой. Нажимайте ручку Entry для поочередного переключения грубой и точной регулировки.

Функциональная клавиша **Settings** открывает меню Waveform Generator Settings, которое позволяет выполнить другие установки параметров, относящихся к генератору сигналов.



См. разделы:

- **"Вывод синхронизирующих импульсов генератора"** на странице 287
- **"Определение расчетной нагрузки на выходе"** на странице 287

- "Использование логических предустановок гические предустановки генератора сигналов" на странице 288
- "Добавление шума в вывод генератора сигнала" на странице 288
- "Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию" на странице 294

Редактирование произвольных сигналов

- 1 Если в качестве типа создаваемого сигнала (см. раздел "Выбор типа генерируемых сигналов и установка параметров" на странице 277) выбрано **Arbitrary**, нажмите функциональную клавишу **Edit Waveform**, чтобы открыть меню Edit Waveform.



При открытии меню Edit Waveform отобразится определение имеющегося произвольного сигнала. Напряжение и время, которые отображаются на схеме, являются пограничными параметрами. Они зависят от параметров частоты и амплитуды в главном меню генератора сигналов.

- 2 С помощью функциональных клавиш в меню Edit Waveform определите форму произвольного сигнала:

Функциональная клавиша	Описание
Create New	Открывается меню New Waveform. См. раздел "Создание новых произвольных сигналов" на странице 283.
Edit Existing	Открывается меню Edit Waveform Points. См. раздел "Редактирование существующих произвольных сигналов" на странице 284.
Interpolate	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.
Source	Выбор аналогового канала или опорного сигнала для захвата и сохранения в произвольный сигнал. См. раздел "Сохранение других сигналов в произвольный сигнал" на странице 286.
Store Source to Arb	Захват выбранного источника произвольного сигнала и копирование в произвольный сигнал. См. раздел "Сохранение других сигналов в произвольный сигнал" на странице 286.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать клавишу **[Save/Recall]** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, позднее их можно восстановить. См. раздел "Сохранение произвольных сигналов" на странице 303 и раздел "Восстановление произвольных сигналов" на странице 306.

Создание новых произвольных сигналов

В меню Edit Waveform нажмите клавишу **Create New** для открытия меню New Waveform.



Для создания нового произвольного сигнала выполните следующие действия.

- 1 В меню New Waveform нажмите клавишу **Initial Pts**; затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать 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 функциональную клавишу **Frequency/Frequency Fine/Period/Period Fine** для установки пограничного параметра периода времени (частота повторения) произвольного сигнала.
- 3 Используйте функциональные клавиши **Amplitude/High-Level** и **Offset/Low-Level** для установки пограничного параметра напряжения произвольного сигнала.
- 4 Если все настройки выполнены и можно создать новый произвольный сигнал, нажмите функциональную клавишу **Apply & Edit**.

ВНИМАНИЕ

При создании нового произвольного сигнала имеющееся определение произвольного сигнала будет перезаписано. Обратите внимание, что можно использовать клавишу **[Save/Recall]** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, откуда позднее их можно восстановить. См. раздел "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 303 и раздел "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 306.

Новый произвольный сигнал будет создан и откроется меню Edit Waveform Points. См. раздел "[Редактирование существующих произвольных сигналов](#)" на странице 284.

Обратите внимание, что можно также создать новый произвольный сигнал, зарегистрировав другой сигнал. См. раздел "[Сохранение других сигналов в произвольный сигнал](#)" на странице 286.

Редактирование существующих произвольных сигналов

Для открытия меню Edit Waveform Points нажмите клавишу **Edit Existing** в меню Edit Waveform или нажмите клавишу **Apply & Edit** при создании нового произвольного сигнала.



Для указания значений напряжения точек выполните следующие действия.

- 1 Нажмите **Point #**; затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку, для которой следует присвоить значение напряжения.
- 2 Нажмите клавишу **Voltage**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить значение напряжения точки.

Для вставки точки выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **Point #**; затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку, после которой следует вставить новую точку.
- 2 Нажмите клавишу **Insert Point**.

Расположение точек регулируется для сохранения равномерного распределения всех точек.

Для удаления точки выполните следующие действия.

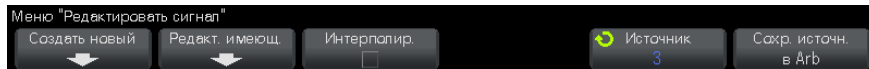
- 1 Нажмите клавишу **Point #**; затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку, которую следует удалить.
- 2 Нажмите клавишу **Remove Point**.

Расположение точек регулируется для сохранения равномерного распределения всех точек.

С помощью функциональной клавиши **Transparent** включается и отключается прозрачность фонов. Если включена эта функция, можно просмотреть нижние сигналы. Если эта функция отключена, фон будет затемнен.

Сохранение других сигналов в произвольный сигнал

Для открытия меню Edit Waveform нажмите клавишу **Edit Waveform** в главном меню генератора сигналов.



Для сохранения другого сигнала в произвольный сигнал выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **Source**; затем вращайте ручку Entry для выбора аналогового канала, математической функции или точки отсчета, чей сигнал следует сохранить.
- 2 Нажмите клавишу **Store Source to Arb**.

ВНИМАНИЕ

При создании нового произвольного сигнала имеющееся определение произвольного сигнала будет перезаписано. Обратите внимание, что можно использовать клавишу **[Save/Recall]** и меню для сохранения произвольных сигналов в одно из четырех внутренних мест хранения или на USB-накопитель, откуда позднее их можно восстановить. См. раздел "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 303 и раздел "[Восстановление произвольных сигналов](#)" на странице 306.

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 на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
- 3 В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Trig Out** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пункт **Waveform Generator Sync Pulse**.

Тип сигнала	Характеристики синхронизирующего сигнала
Сигналы всех типов, кроме DC, Noise, Cardiac	Сигналом синхронизации является положительный импульс TTL, который возникает, когда уровень сигнала поднимется выше нуля (или значения смещения постоянного тока).
DC, Noise, Cardiac	-

Определение расчетной нагрузки на выходе

- 1 Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.
- 3 В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Out Load** и поверните ручку Entry, чтобы выбрать:
 - **50 Ω**
 - **High-Z**

Выходной импеданс генератора на соединителе BNC "Gen Out" имеет фиксированное значение 50 Ом. Однако выбор значения выходной нагрузки нужен для обеспечения правильной индикации амплитуды выходного сигнала и смещения по постоянному напряжению для ожидаемой нагрузки на выходе генератора.

Если реальный импеданс нагрузки отличается от выбранного значения, то будут индцироваться неверные значения амплитуды и смещения.

Использование логических предустановок гические предустановки 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 "Генератор сигналов" не отображается на экране осциллографа, нажмите кнопку **[Wave Gen] (Генер.сигналов)**.
- 2 В меню "Генератор сигналов" нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню "Генератор 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, импеданс нагрузки на выходе – 50 Ом	Высокий уровень, высокий импеданс нагрузки на выходе
TTL	0 В	+2.5 В (совместим с TTL)	+5 В
CMOS (5,0 В)	0 В	Недоступно	+5 В
CMOS (3,3 В)	0 В	+2.5 В (совместим с CMOS)	+3.3 В
CMOS (2,5 В)	0 В	+2,5 В	+2.5 В
ECL	-1.7 В	-0.8 В (совместим с ECL)	-0.9 В

Добавление шума в вывод генератора сигнала

- 1 Если на функциональных клавишах в данный момент не отображается меню генератора сигналов, нажмите клавишу **[Wave Gen]**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите функциональную клавишу **Settings**.

- 3 В меню Waveform Generator Settings нажмите функциональную клавишу **Add Noise** и вращайте ручку Entry 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 152), а также на выходной сигнал синхроимпульса генератора сигналов (который может быть отправлен на TRIG OUT, см. "**Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели**" на странице 325). 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 (AM, FM или FSK) указывает на то, каким образом изменяется сигнал несущей частоты.

Чтобы включить и настроить модуляцию выходного сигнала генератора, выполните следующее.

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] (Генератор 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.

Включить модуляцию сигнала генератора можно для функций любого типа, кроме импульса, сигнала постоянного тока и помехи.

- Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите один из следующих типов модуляции.

- **Амплитудная модуляция (AM)** – изменение амплитуды изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. раздел "**Настройка амплитудной модуляции (AM)**" на странице 290.
- **Частотная модуляция (FM)** – изменение частоты изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. раздел "**Настройка частотной модуляции (FM)**" на странице 291.
- **Манипуляция сдвигом частоты (FSK)** – «смещение» частоты выходного сигнала в диапазоне между его начальной несущей частотой и «частотой скачка» с учетом указанной скорости FSK. Скоростью FSK определяется цифровой прямоугольный модулирующий сигнал. См. раздел "**Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK)**" на странице 293.

Настройка амплитудной модуляции (AM)

В меню модуляции генератора сигналов (**[Wave Gen] (Генератор сигналов) > Настройки > Модуляция**) выполните следующие действия.

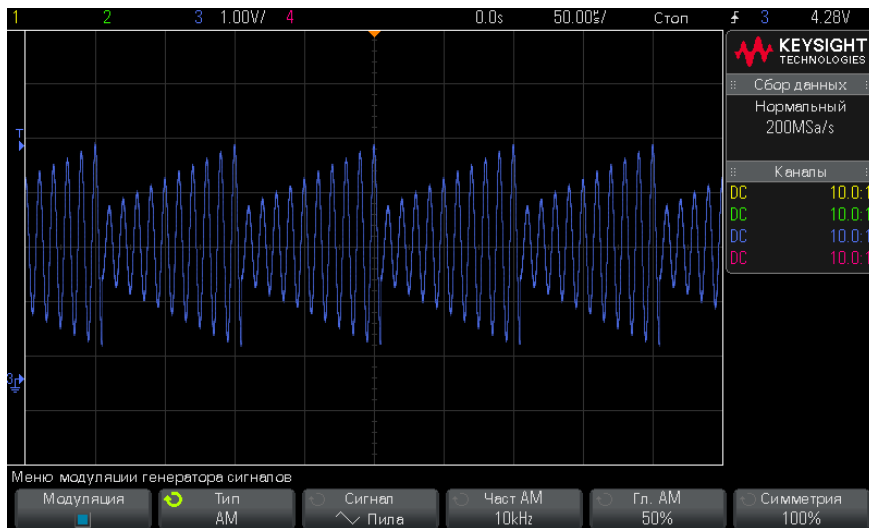
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Амплитудная модуляция (AM)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.
 - **Синусоидальный**
 - **Прямоугольный**
 - **Пилообразный**
 - **Синусоидальный кардинальный**
 - **Экспоненциальное нарастание**
 - **Экспоненциальное падение**

Если выбрать сигнал **пилообразной** формы, то отобразится программная кнопка **Симметрия**, с помощью которой можно указать, в течение какого времени в рамках цикла происходит нарастание сигнала.

- 3 Нажмите программную кнопку **Част AM** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Гл. AM** и, повернув ручку ввода, укажите величину амплитудной модуляции.

Глубина модуляции AM» 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 AM синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Настройка частотной модуляции (FM)

В меню модуляции генератора сигналов (**[Wave Gen] (Генератор сигналов) > Настройки > Модуляция**) выполните следующие действия.

- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Частотная модуляция (FM)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.
 - **Синусоидальный**
 - **Прямоугольный**
 - **Пилообразный**

- **Синусоидальный кардинальный**
- **Экспоненциальное нарастание**
- **Экспоненциальное падение**

Если выбрать сигнал **пилообразной** формы, то отобразится программная кнопка **Симметрия**, с помощью которой можно указать, в течение какого времени в рамках цикла происходит нарастание сигнала.

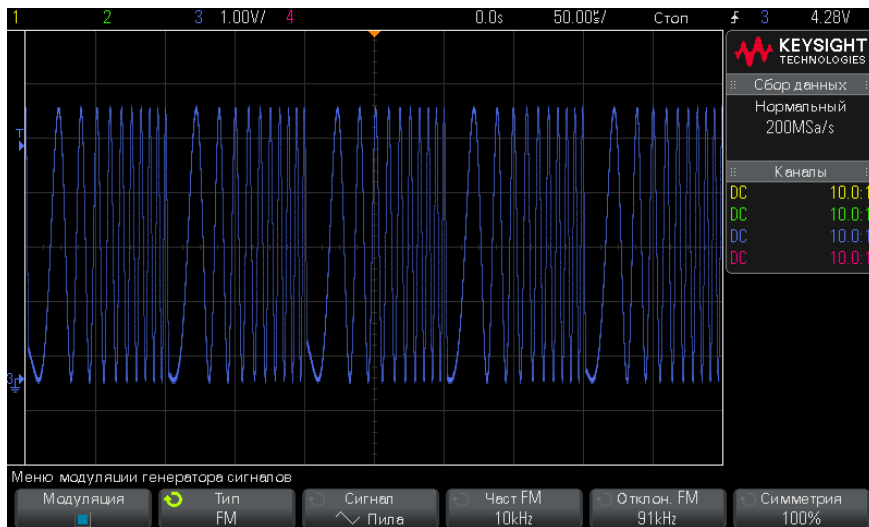
- 3** Нажмите программную кнопку **Част FM** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4** Нажмите программную кнопку **Отклон. FM** и, повернув ручку ввода, укажите значение отклонения частоты от несущей частоты изначального сигнала.

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 модуляция FM синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK)

В меню модуляции генератора сигналов (**[Wave Gen] (Генератор сигналов) > Настройки > Модуляция**) выполните следующие действия.

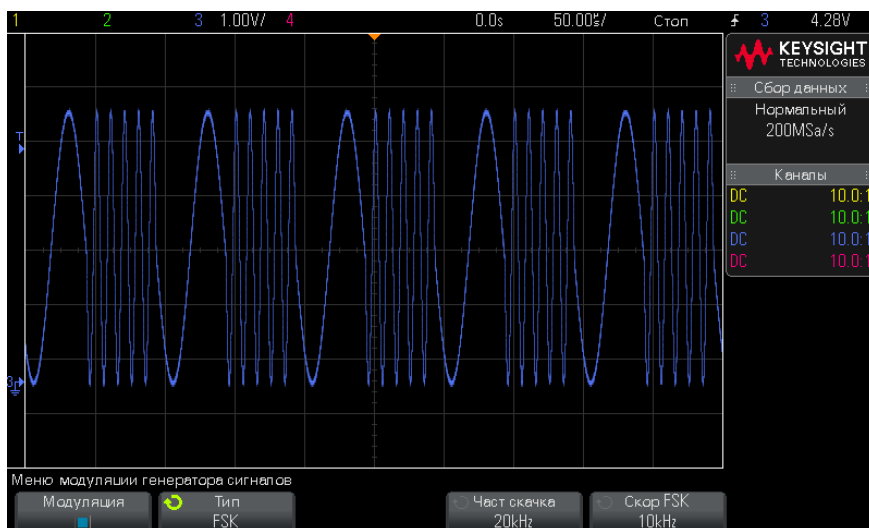
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Манипуляция сдвигом частоты (FSK)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Част скачка** и, повернув ручку ввода, укажите «частоту скачка».

Произойдет «смещение» частоты выходного сигнала в диапазоне между его начальной несущей частотой и данной «частотой скачка».

- 3 Нажмите программную кнопку **Скор FSK** и, повернув ручку ввода, укажите скорость «смещения» частоты выходного сигнала.

Скоростью FSK определяется цифровой прямоугольный модулирующий сигнал.

На приведенном далее изображении экрана показана модуляция FSK синусоидального сигнала несущей частотой 100 кГц.



Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию

- 1 Если меню "Генератор сигналов" не отображается на экране осциллографа, нажмите кнопку **[Wave Gen] (Генер.сигналов)**.
- 2 В меню "Генератор сигналов" нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню "Генератор 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.

18 Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)

- Сохранение параметров настройки, экранных изображений и данных / 296
- Вызов из памяти файлов параметров настройки, файлов масок и образцовых осциллограмм / 305
- Восстановление настроек по умолчанию / 307
- Выполнение безопасной очистки / 308

Параметры настройки осциллографа, образцовые осциллограммы и файлы масок можно сохранять во внутренней памяти осциллографа или записывать на внешний USB-накопитель с тем, чтобы впоследствии вызывать их памяти. Можно также вызывать заводские или принятые по умолчанию параметры настройки осциллографа.

Экранные изображения можно сохранять на USB-накопителе в форматах BMP или PNG.

Данные зарегистрированных осциллограмм можно записывать на USB-накопитель в форматах CSV (значения, разделяемые запятой), ASCII XY и BIN (двоичные данные).

Существует также команда для защитного стирания внутренней энергонезависимой памяти осциллографа.

Сохранение параметров настройки, экранных изображений и данных

- 1 Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
- 2 В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Save**.
- 3 В меню Save Trace and Setup нажмите функциональную клавишу **Format**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать формат файла, который вы хотите сохранить.
 - **Setup (*.scp)** – установки таких параметров, как коэффициент развертки, чувствительность по вертикали, режим запуска, уровень запуска, виды измерений, курсоры и математические функции. Этот набор параметров используется осциллографом для выполнения конкретных измерений. См. "**Сохранение файлов настройки**" на странице 298.
 - **8-bit Bitmap image (*.bmp)** – все экранное изображение в растровом графическом формате с невысоким (8-битовым) качеством цветопроизведения. См. "**Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG**" на странице 298.
 - **24-bit Bitmap image (*.bmp)** – все экранное изображение в растровом графическом формате с высоким (24-битовым) качеством цветопроизведения. См. "**Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG**" на странице 298.
 - **24-bit image (*.png)** – все экранное изображение в 24-битовом цветном формате PNG, который реализует алгоритм сжатия без потери информации. Эти файлы обладают значительно меньшим размером по сравнению с файлами формата BMP. См. "**Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG**" на странице 298.
 - **CSV data (*.csv)** – этот файл содержит значения всех отображаемых на экране каналов и осциллограмм математических функций в виде переменных, разделяемых запятой. Этот формат пригоден для анализа данных в электронных таблицах. См. "**Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN**" на странице 299.
 - **ASCII XY data (*.csv)** – создаются отдельные файлы для каждого отображаемого на экране канала, которые содержат значения в виде переменных, разделяемых запятой. Этот формат также пригоден для анализа данных в электронных таблицах. См. "**Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN**" на странице 299.

- **Reference Waveform data (*.h5)** – сохранение данных осциллограмм в формате, который может быть вызван в одну из ячеек памяти образцовых осциллограмм. См. "[Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель](#)" на странице 302.
- **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.
- **Binary data (*.bin)** – создается файл двоичных данных с заголовком; данные представляются в виде пар значений времени и напряжения. Этот файл имеет существенно меньший размер в сравнении с файлом формата ASCII XY. См. "[Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN](#)" на странице 299.
- **Lister data (*.csv)** – это файл формата CSV, содержащий строчную информацию последовательного декодирования с запятыми, разделяющими столбцы. См. "[Сохранение файлов данных Lister](#)" на странице 301.
- **Mask (*.msk)** – создается файл маски в фирменном формате Keysight, который может читаться осциллографами Keysight InfiniiVision. Файл данных маски включает в себя часть данных настройки осциллографа (но не все эти данные). Чтобы сохранить все данные настройки осциллографа, включая файл данных маски, следует выбрать вместо этого формата формат Setup (*.scp). См. "[Сохранение маски](#)" на странице 302.
- **Arbitrary Waveform data (*.csv)** – создается файла со значениями, разделенными запятыми, произвольных точек времени сигнала и напряжения. См. "[Сохранение произвольных сигналов](#)" на странице 303.
- **Power Harmonics data (*.csv)** – при наличии лицензии приложения анализа мощности создается файл со значениями, разделенными запятыми, для текущих результатов анализа мощности гармоник. Для получения дополнительной информации см. *руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности*.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на сохранение параметров настройки, экранных изображений или данных. См. "[Настройка кнопки \[Quick Action\] \(Быстрое действие\)](#)" на странице 332.

Сохранение файлов настройки

Файлы настройки можно сохранить в одну из 10 внутренних папок каталога \User Files или на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Сохранение" > "Формат"**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Настройка (*.scf)**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. **"Навигация по местам сохранения"** на странице 303.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Файлы настройки имеют расширение SCF. Эти расширения отображаются при использовании меню "Диспетчер файлов" (см. раздел **"Диспетчер файлов"** на странице 319), но при использовании меню "Восстановление" они скрыты.

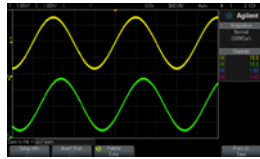
Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG

Файлы изображений можно сохранить на внешний USB-накопитель.

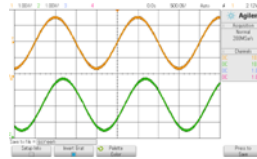
- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Сохранение" > "Формат"**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **8-битное растровое изображение (*.bmp), 24-битное растровое изображение (*.bmp) или 24-битное изображение (*.png)**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. **"Навигация по местам сохранения"** на странице 303.
- 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 сетк** — координатная сетка в файле изображения имеет белый фон, а не черный, который отображается на экране.



Не инвертированная
координатная сетка



Инвертированная
координатная сетка

- **Палитра** — с помощью этого параметра можно выбрать **цветные** или **серые** изображения.

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 "Сохранение/Восстановление", 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 **"Get Image"** на странице 345.

См. также • **"Добавление пояснения"** на странице 333

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 вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. **"Навигация по местам сохранения"** на странице 303.

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** — можно установить число точек данных, выводимых в файл. Дополнительные сведения см. в разделе "**Управление длиной данных (Length)**" на странице 300.
- **Save Seg** — 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 213).

4 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

- См. также
- "**Формат двоичных данных (.bin)**" на странице 359
 - "**Файлы CSV и ASCII XY**" на странице 366
 - "**Минимальное и максимальное значения в файлах CSV**" на странице 367

Управление длиной данных (Length)

Параметр **Length** доступен, когда выбран формат CSV, ASCII XY или BIN. Это параметр задает количество точек данных для сохранения в файл. Выводятся только отображаемые на экране точки данных.

Максимальное количество точек данных зависит от следующих факторов.

- От того, действует ли в данный момент сбор данных. Когда сбор данных остановлен, данные поступают от необработанной записи. Когда действует сбор данных, данные поступают с измерительной записи меньшего размера.
- От того, каким образом остановлен сбор данных (клавишей **[Stop]** или **[Single]**). В процессе сбора данных память делится на части для обеспечения быстрого обновления осциллограмм. Однократные регистрации (Single) используют всю память.
- От того, включен ли один канал или пара каналов. (Одну пару образуют каналы 1 и 2, другую пару – каналы 3 и 4). Память сбора данных делится между каналами в паре.

- От того, отображаются ли образцовые осциллограммы, которые занимают часть памяти сбора данных.
- От того, включены ли цифровые каналы. Отображаемые на экране цифровые каналы занимают часть памяти сбора данных.
- От того, задействована ли сегментированная память. Память сбора данных делится на количество сегментов.
- От установки коэффициента развертки. При более быстрой развертке на экране отображается меньшее количество точек данных.
- При сохранении файлов в формате CSV максимальное количество точек данных равно 64К.

При необходимости производится децимация (отбрасывание) данных по принципу "1 из n". Например, если значение **Length** установлено на 1000, а на экране отображается осциллограмма, содержащая 5000 точек данных, то отбрасываются четыре из каждых пяти точек данных, чтобы длина данных в файле составляла 1000 точек.

При сохранении данных осциллограмм время сохранения зависит от выбранного формата.

Формат файла данных	Время сохранения
BIN	минимальное
ASCII XY	среднее
CSV	максимальное

- См. также
- ["Формат двоичных данных \(.bin\)"](#) на странице 359
 - ["Файлы CSV и ASCII XY"](#) на странице 366
 - ["Минимальное и максимальное значения в файлах CSV"](#) на странице 367

Сохранение файлов данных Lister

Файлы данных Lister можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Сохранение" > "Формат"**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Данные Lister**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. ["Навигация по местам сохранения"](#) на странице 303.

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 "Сохранение/Вызов" нажмите программную кнопку **Сохранить**.

3 В меню "Сохранение/Вызов" нажмите программную кнопку **Формат** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Reference Waveform data (*.h5)**.

4 Нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.

5 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 303.

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 \User Files или на внешний USB-накопитель.

1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Восстановление" > "Формат"**, затем с помощью ручки ввода выберите **Маска (*.msk)**.

2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 303.

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 298.

См. также • [Глава 15](#), "Тестирование по маске," на стр. 257

Сохранение произвольных сигналов

Файлы произвольных сигналов можно сохранить в одну из четырех внутренних папок каталога \User Files или на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Save > Format**; затем вращайте ручку Entry для выбора **Arbitrary Waveform data (*.csv)**.
- 2 Нажмите вторую функциональную клавишу и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать папку для сохранения. См. раздел "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 303.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Press to Save**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

См. также • "[Редактирование произвольных сигналов](#)" на странице 282

Навигация по местам сохранения

При сохранении или вызове файлов для навигации по местам сохранения используются вторая программная кнопка меню "Сохранение" или меню "Восстановление" и ручка ввода. Местами сохранения могут быть внутренние места сохранения осциллографа (для файлов настройки или маски) или внешние места 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 304.

Ввод имени файла

Создание нового имени файла при сохранении последнего на USB-накопителе

- 1 Нажмите программную кнопку **File Name** в меню "Сохранение".

Для активации данной программной кнопки следует подключить к осциллографу USB-накопитель.

- 2 Чтобы ввести имя файла, в меню "Имя файла" используйте программные кнопки **Написать**, **Ввод** и **Удалить Символ**.
 - **Написать** — нажмите эту программную кнопку и поверните ручку ввода, чтобы выбрать символ для текущей позиции.
 - **Ввод** — используйте эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего символа. Нажатие программной кнопки **Ввод** равнозначно нажатию ручки ввода.
 - **Удалить Символ** — нажмите эту программную кнопку, чтобы удалить текущий символ.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

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.

Вызов из памяти файлов параметров настройки, файлов масок и образцовых осциллограмм

- 1 Нажмите клавишу **[Save/Recall]**.
- 2 В меню Save/Recall нажмите функциональную клавишу **Recall**.
- 3 В меню Recall нажмите функциональную клавишу **Recall:**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать тип файла, который вы хотите вызвать.
 - **Setup (*.scp)** – см. "**Восстановление файлов настройки**" на странице 305.
 - **Mask (*.msk)** – см. "**Восстановление файлов маски,**" на странице 306.
 - **Reference Waveform data (*.h5)** – см. "**Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя**" на странице 306.
 - **Arbitrary Waveform data (*.csv)** – см. "**Восстановление произвольных сигналов**" на странице 306.

Вы можете также вызывать файлы параметров настройки и файлы масок, загружая их с помощью файлового обозревателя. См. "**Диспетчер файлов**" на странице 319.

Вы можете также сконфигурировать клавишу **[Quick Action]** на вызов файлов параметров настройки, файлов масок или образцовых осциллограмм. См. "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 332.

Восстановление файлов настройки

Файлы настройки можно восстановить из одной из 10 внутренних папок каталога \ User Files или с внешнего USB-накопителя.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Восстановление" > "Восстановление:"**, затем с помощью ручки ввода выберите **Настройка (*.scp)**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 303.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено восстановление.
- 4 Если требуется удалить с экрана все данные, нажмите кнопку **Сброс экрана**.

Восстановление файлов маски,

Файлы маски можно восстановить из одной из 10 внутренних папок каталога \User Files или с внешнего USB-накопителя.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Восстановление" > "Восстановление:"**, затем с помощью ручки ввода выберите **Маска (*.msk)**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 303.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено восстановление.
- 4 Если требуется удалить с экрана все данные или восстановленные данные маски, нажмите кнопку **Сброс экрана** или **Сброс маски**.

Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов)**.
- 2 В меню "Сохранение/Вызов" нажмите программную кнопку **Восстановление**.
- 3 В меню "Восстановление" нажмите программную кнопку **Восстановление** и с помощью ручки ввода выберите **Reference Waveform data (*.h5)**.
- 4 Нажмите программную кнопку **К опорн:** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.
- 5 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 303.
- 6 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено восстановление.
- 7 Если требуется удалить с экрана все данные, за исключением опорного сигнала, нажмите кнопку **Сброс экрана**.

Восстановление произвольных сигналов

Файлы произвольных сигналов можно восстановить из одной из четырех внутренних папок каталога \User Files 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 произвольного сигнала

- 1 Нажмите клавиши **[Save/Recall] > Recall > Recall;** затем вращайте ручку Entry для выбора **Arbitrary Waveform data (*.csv)**.
- 2 Нажмите вторую функциональную клавишу и с помощью ручки Entry перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. раздел **"Навигация по местам сохранения"** на странице 303.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Press to Recall**.
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено восстановление.
- 4 Если требуется удалить с экрана все данные, нажмите клавишу **Clear Display**.

См. также • **"Редактирование произвольных сигналов"** на странице 282

Восстановление настроек по умолчанию

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов)**.
- 2 В меню "Save/Recall" нажмите **Default/Erase**.
- 3 В меню "По умолчанию" нажмите одну из следующих программных кнопок:
 - **Настройка по умолчанию**— восстановление 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 34.

При восстановлении настройки по умолчанию некоторые пользовательские настройки не изменяются.

- **Заводская настройка**— восстановление заводских настроек 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 "Save/Recall" нажмите **Default/Erase**.
- 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.

19 Печать (экранов)

- Печать экрана осциллографа / 309
- Настройка подключения сетевого принтера / 311
- Установка значений параметров печати / 312
- Установка значения параметра "Палитра" / 313

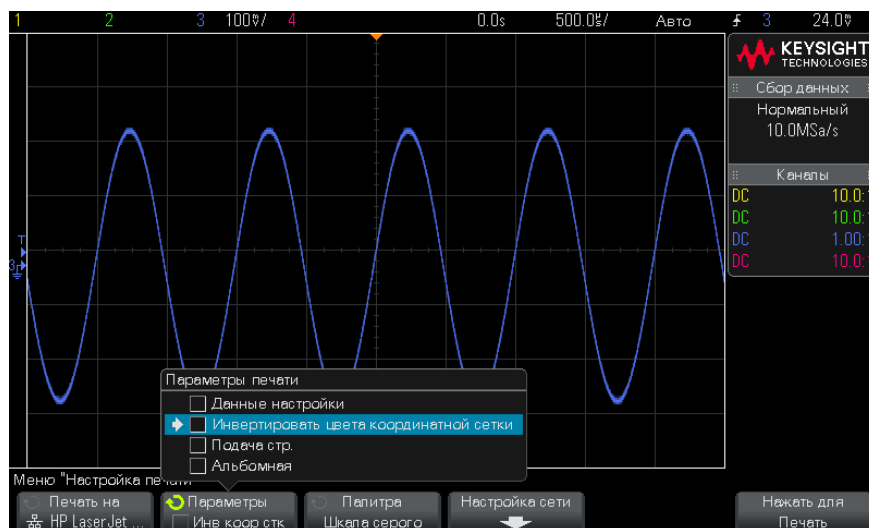
Если установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, можно распечатать все элементы экрана, включая строку состояния и программные кнопки, с помощью USB-принтера или сетевого принтера.

При нажатии кнопки **[Print] (Печать)** отображается меню "Настройка печати". Пока принтер не подключен, программные кнопки параметров печати и кнопка **Нажмите для печати** затенены (недоступны).

Печать экрана осциллографа

- 1 Подключите принтер. Доступны следующие варианты:
 - Подключите USB-принтер к порту USB лицевой панели или к прямоугольному порту USB на задней панели устройства.

Обновленный список принтеров, совместимых с осциллографами InfiniiVision, доступен на веб-сайте www.keysight.com/find/InfiniiVision-printers.
 - Настройте подключение сетевого принтера. См. "**Настройка подключения сетевого принтера**" на странице 311.
- 2 Нажмите кнопку **[Print] (Печать)** на лицевой панели.
- 3 В меню "Настройка 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 312.

- 5 Нажмите программную кнопку **Палитра** для выбора палитры. См. "[Установка значения параметра "Палитра"](#)" на странице 313.
- 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 "Настройка 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 332.

- См. также
- "[Добавление пояснения](#)" на странице 333

Настройка подключения сетевого принтера

Если установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, 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 "Настройка печати" нажмите программную кнопку **Печать на**, затем с помощью ручки ввода выберите сетевой принтер, который требуется настроить.
- 3** Нажмите программную кнопку **Настройка сети**.
- 4** В меню "Настройка сетевого принтера" нажмите программную кнопку **Изменить**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр сети, который требуется задать.

Необходимо задать значения следующего параметра:

- **Адрес принтера**- это адрес принтера или сервера принтера в одном из следующих форматов.
 - IP-адрес сетевого принтера (например: 192.168.1.100 or 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/printer-name or 192.168.1.100:650/printers/printer-name).
 - Путь к общему сетевому принтеру Windows (например: \\server\share).

Если в качестве адреса принтера указан общий сетевой принтер Windows, с помощью программной кнопки **Изменить** можно также ввести следующие настройки.

- **Сетевой 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.

Для сброса введенного пароля нажмите программную кнопку **Удалить пароль**.

- 5** Для ввода параметров сетевого принтера используйте программные кнопки **Написать**, **Ввод** и **Удалить символ**.

- **Написать** — нажмите эту программную кнопку и поверните ручку ввода, чтобы выбрать символ в текущей позиции.
- **Ввод** — используйте эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего символа.
- **Удалить символ** — нажимайте программную кнопку **Ввод**, пока нужный символ не будет выделен, затем нажмите эту программную кнопку, чтобы удалить символ.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

- 6 Нажмите программную кнопку **Применить**, чтобы установить подключение к принтеру.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли установлено подключение.

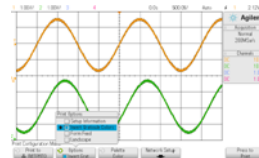
Установка значений параметров печати

В меню "Настройка 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.



Не инвертированная координатная сетка



Инвертированная координатная сетка

- **Подача страницы** — отправка команды подачи страницы на принтер после печати изображения сигнала и перед печатью данных настройки. Установите для параметра **Подача страницы** значение "выкл.", 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 "Настройка печати" нажмите программную кнопку **Палитра**, чтобы изменить значения следующих параметров.

- **Цвет** — печать экрана в цвете.

Драйвер печати осциллографа не поддерживает печать цветных изображений на цветных лазерных принтерах, поэтому при подключении к лазерному принтеру параметр **Цвет** недоступен.

- **Шкала серого** — печать экрана в оттенках серого, а не в цвете.

20 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода-вывода /	315
Настройка подключения осциллографа к сети LAN /	316
Диспетчер файлов /	319
Настройка параметров осциллографа /	321
Настройка часов осциллографа /	324
Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели /	325
Выполнение обслуживания /	326
Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) /	332
Добавление пояснения /	333

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, когда в отсеке для модуля на задней панели установлен модуль LAN/VGA;
- интерфейс GPIB, когда в отсеке для модуля на задней панели установлен модуль GPIB.

Настройка интерфейсов ввода-вывода

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Utility] (Утилиты)**.
- 2 В меню "Утилиты" нажмите **Ввод-вывод**.

3 В меню "Ввод-вывод" нажмите **Настроить**.

- **LAN** — если установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, то с помощью программных кнопок **Параметры LAN** и **Сброс LAN** можно настроить интерфейс LAN. См. "**Настройка подключения осциллографа к сети LAN**" на странице 316.
- **GPIB** — если установлен модуль DSOXGPIB GPIB, то с помощью программной кнопки **Адрес** можно настроить адрес GPIB.
- 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. 337 (когда осциллограф подключен к сети LAN).
 - "**Дистанционное программирование через Web-интерфейс**" на странице 340
 - *Руководство программиста* осциллографа.
 - "**Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries**" на странице 342

Настройка подключения осциллографа к сети LAN

Если установлен модуль DSOXLAN LAN/VGA, осциллограф можно подключить к сети и настроить его подключение к сети LAN. После этого можно пользоваться его веб-интерфейсом 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 317). Можно настроить и прямое соединение LAN между осциллографом и ПК (см. раздел "**Автономное (прямое) подключение к ПК**" на странице 318).

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. 337.

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 348.

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 кнопки **[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 систему Dynamic DNS, то можно задействовать функцию **Dynamic 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 задействовать функцию **Multicast DNS**, позволяющую осциллографу использовать многоадресную систему DNS.
- 6 Подключите осциллограф к локальной сети (LAN), подсоединив кабель LAN 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 кнопки **[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 кнопки **[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 **Адреса** и **Имя хоста**.

- 5 Настройте интерфейс LAN осциллографа.
 - a Нажмите программную кнопку **Адреса**.
 - b С помощью программной кнопки **Изменить** (а также других программных кнопок и ручки ввода) введите значения IP-адреса, маски подсети, IP-адреса шлюза и IP-адреса DNS. По окончании вернитесь в иерархию меню.
 - c Нажмите программную кнопку **Имя хоста**. Введите имя хоста с помощью программных кнопок и ручки ввода. По окончании вернитесь в иерархию меню.
 - d Нажмите программную кнопку **Применить**.
- 6 Подключите осциллограф к локальной сети (LAN), подсоединив кабель LAN 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 кнопки **[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 Keysight № 5061-0701 – см. на веб-сайте по адресу www.keysight.com/find/parts.
- 5 Выключите осциллограф и включите его снова. Подождите, пока настроится соединение LAN:

- нажмите кнопки **[Utility] (Утилиты) > I/O** 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 (*.ksx), файлы метки и т.д. Кроме того, с подключенного USB-накопителя можно удалять файлы.

ЗАМЕЧАНИЕ

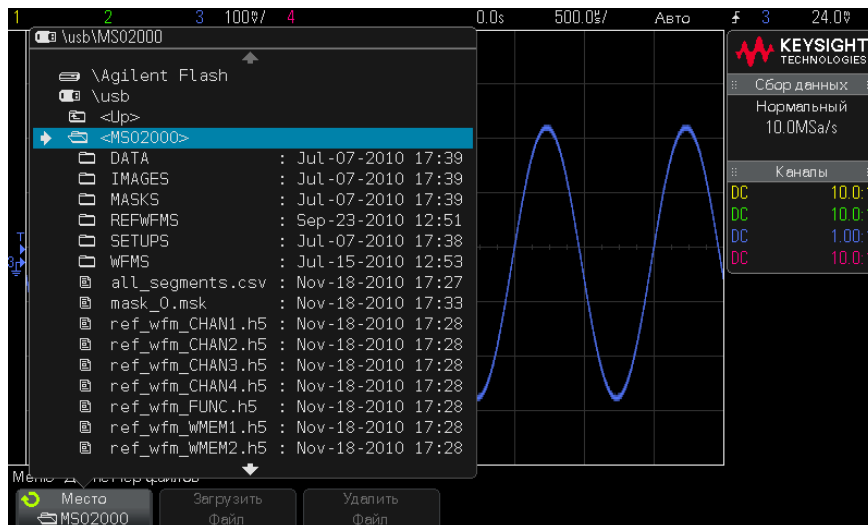
Порт USB на лицевой панели и порт USB на задней панели, обозначенный как "HOST" (ХОСТ) – это последовательные USB разъемы типа А. Именно к этим разъемам можно подключать USB-накопители и принтеры.

Квадратный разъем на задней панели, обозначенный как "DEVICE" (УСТРОЙСТВО), обеспечивает управление осциллографом по USB. Подробнее см. *Руководство программиста*.

Внутренняя файловая система осциллографа, находящаяся в директории "\\User Files", состоит из 10 мест хранения файлов настройки устройства и четырех мест хранения файлов маски.

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 этом для перехода 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 и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)," на стр. 295

Настройка параметров осциллографа

В меню "Пользовательские настройки" (доступ к которому можно получить, нажав **[Utility] (Утилиты) > "Параметры" > "Настройки"**) можно настроить значения параметров осциллографа.

- **"Расширение по центру или по нижнему уровню"** на странице 321
- **"Отключение/включение прозрачных фонов"** на странице 322
- **"Загрузка библиотеки меток по умолчанию"** на странице 322
- **"Настройка экранной заставки"** на странице 322
- **"Установка параметров настройки автомасштаба"** на странице 323

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 библиотеки меток"** на странице 147.

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 "Экранная заставка".



- 2 Нажмите программную кнопку **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**, нажмите программную кнопку **Написать**, чтобы выбрать первый символ строки текста. Для выбора символа используйте ручку ввода. Затем нажмите программную кнопку **Ввод**, чтобы перейти к следующему символу и повторить процедуру.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

Полученная строка отобразится в строке "Текст =" над программными кнопками.



- 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 **[Utility] (Утилиты) > Параметры > Настройки > Автомасштаб**.
- 2 В меню "Настройка автомасштаба" можно выполнить следующие действия.
 - Нажмите программную кнопку **Быстрая отладка**, чтобы включить/отключить этот тип автомасштаба.

Если включен параметр "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 "Автомасштаб".
 - **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 кнопки **[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.**

Если программная кнопка **Задняя панель** не отображается, это значит, что лицензии как для тестирования по маске, так и для генератора сигналов отсутствует, и сигналы запуска осциллографа по умолчанию передаются на разъем TRIG OUT.

2 В меню «Задняя панель» нажмите **Выход зап.**, а затем с помощью ручки ввода выберите нужный пункт:

- **Запуски**— при каждом запуске осциллографа в 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**, “Типы запуска,” на стр. 149.
- **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. 257.
- **Синхроимпульс генератора сигналов**— все функции вывода генератора сигналов (кроме постоянного тока, шума и кардиотонических сигналов) связаны с одним из сигналов синхронизации:

Положительный импульс TTL, который возникает, когда уровень сигнала поднимется выше нуля (или значения смещения постоянного тока).

См. **Глава 17**, “Генератор сигналов,” на стр. 277.

Кроме того, разъем TRIG OUT проводит сигнал пользовательской калибровки. См. **"Пользовательская калибровка"** на странице 326.

Выполнение обслуживания

В меню "Обслуживание" (**[Utility] (Утилиты) > Обслуживание**) доступно выполнение следующих задач по обслуживанию:



- **"Пользовательская калибровка"** на странице 326
- **"Выполнение самопроверки оборудования"** на странице 329
- **"Выполнение самопроверки лицевой панели,"** на странице 330
- **"Отображение сведений об осциллографе"** на странице 330
- **"Отображение состояния пользовательской калибровки"** на странице 330

Дополнительные сведения, связанные с техническим обслуживанием и уходом за осциллографом, см. в разделе

- **"Уход за осциллографом"** на странице 331
- **"Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания"** на странице 331
- **"Контактные сведения Keysight"** на странице 331
- **"Возврат устройства"** на странице 331

Пользовательская калибровка

Пользовательскую калибровку следует выполнять:

- раз в 2 года или после 4000 часов эксплуатации;
- при отклонении температуры окружающей среды больше, чем на 10° C от температуры калибровки;
- при необходимости свести к минимуму погрешность измерений.

Необходимость выполнения более частой пользовательской калибровки определяется интенсивностью эксплуатации осциллографа, условиями окружающей среды, а также опытом работы с другими приборами.

При пользовательской калибровке выполняется процедура внутренней самонастройки для оптимизации сигнального тракта осциллографа. Эта процедура использует генерируемые осциллографом внутренние сигналы для оптимизации схем, влияющих на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

Выполнение пользовательской калибровки аннулирует действие Сертификата калибровки. Если необходима привязка к эталонной базе Национального института стандартов и технологий (NIST), то следует выполнить процедуру поверки рабочих характеристик с помощью образцовых средств измерений, как описано в *Сервисном Руководстве для осциллографов Keysight InfiniiVision 2000/3000 серии X*.

Выполнение пользовательской калибровки

- 1** Отсоедините все входы на передней и задней панели, в том числе кабель цифровых каналов у MSO, и позвольте осциллографу прогреться перед выполнением этой процедуры.
- 2** Нажмите кнопку CAL на задней панели, чтобы отключить защиту калибровки.
- 3** Присоедините к каждому соединителю BNC аналоговых каналов на передней панели осциллографа короткие (не более 30 см) кабели одинаковой длины. Для двухканального осциллографа нужны два таких кабеля, а для четырехканального – четыре.

При выполнении пользовательской калибровки применяйте 50-омные кабели RG58AU или аналогичные кабели с соединителями BNC.

Для калибровки двухканального осциллографа присоедините тройник BNC к кабелям одинаковой длины. Затем присоедините к тройнику переходник «гнездо BNC – гнездо BNC», называемый также бочоночным соединителем, как показано на следующем рисунке.

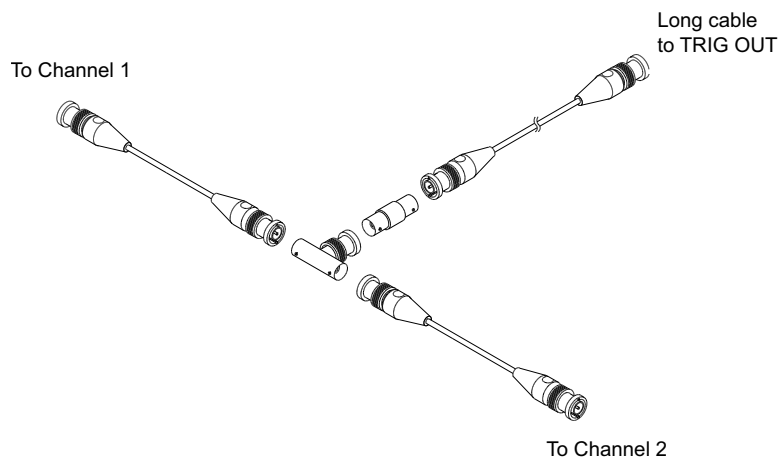


Рис. 49 Соединение кабелей для пользовательской калибровки двухканального осциллографа

Для калибровки четырехканального осциллографа присоедините тройники BNC к кабелям одинаковой длины, как показано на рис. 40. Затем присоедините к тройнику переходник «гнездо BNC – гнездо BNC» (цилиндрический соединитель), как показано на рис 40.

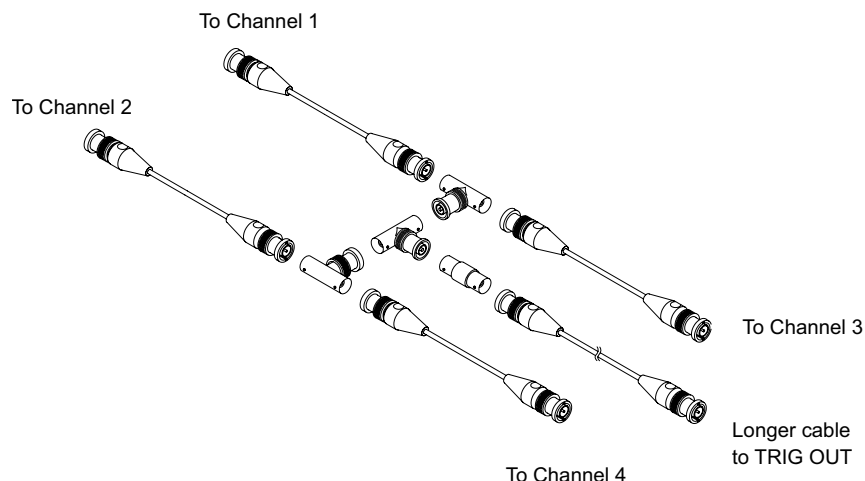


Рис. 50 Соединение кабелей для пользовательской калибровки четырехканального осциллографа

- 4 Присоедините кабель с соединителями BNC (длиной не более 1 метра) от выхода TRIG OUT на задней панели осциллографа к цилиндрическому соединителю BNC.
- 5 Нажмите клавишу **[Utility]**, затем нажмите функциональную клавишу **Service**.
- 6 Чтобы начать пользовательскую калибровку, нажмите функциональную клавишу **Start User Cal**.

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 подлежащей 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] > About Oscilloscope**, чтобы отобразить следующие сведения об осциллографе:

- Номер модели.
- Серийный номер.
- Полоса пропускания.
- Установленный модуль.
- Версия ПО.
- Установленные лицензии. См. также **"Загрузка лицензий и просмотр информации о лицензиях"** на странице 355.

Отображение состояния пользовательской калибровки

При нажатии кнопок **[Utility] (Утилиты) > Обслуживание > Польз кал Состояние** 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 77.

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 браузера www.keysight.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 Keysight Technologies.

Контактные сведения Keysight

Контактные сведения компании Keysight Technologies можно найти на веб-сайте по адресу: www.keysight.com/find/contactus.

Возврат устройства

Перед отправкой осциллографа в Keysight Technologies обратитесь в ближайшее торговое или сервисное представительство Keysight Technologies для получения дополнительных сведений. Контактные сведения компании Keysight Technologies можно найти на веб-сайте по адресу: www.keysight.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 Keysight 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 "Измерение" эта кнопка выполняет аналогичные функции). См. [Глава 14](#), "Измерения," на стр. 225.
 - **Быстрая печать** — печать текущего изображения на экране. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры печати. См. [Глава 19](#), "Печать (экранов)," на стр. 309.
 - **Быстрое сохранение** — сохранение текущего изображения, данных формы сигнала или настройки. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры сохранения. См. [Глава 18](#), "Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)," на стр. 295.
 - **Быстрое восстановление** — восстановление настройки, маски или опорного сигнала. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры восстановления. См. [Глава 18](#), "Сохранение и вызов (параметров настройки, экранных изображений и данных)," на стр. 295.

- **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 142.
- **Режим быстрого запуска** — переключение режимов запуска "Авто" и "Нормальный". См. "**Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный"**" на странице 188.
- **Быстрый сброс экрана** — сброс изображения на экране. См. "**Очистка экрана**" на странице 140.

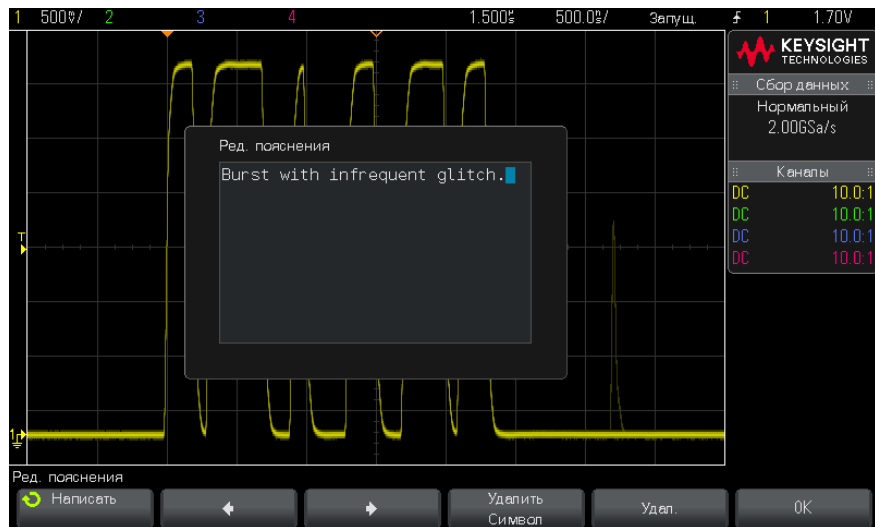
Настроив кнопку **[Quick Action] (Быстрое действие)**, достаточно просто нажать ее, чтобы выполнить выбранное действие.

Добавление пояснения

Пояснение можно добавить в левом верхнем углу экрана осциллографа. Пояснение необходимо использовать для документального подтверждения с целью добавления примечаний до снятия экранов.

Добавление пояснения.

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Utility] (Утилиты)**.
- 2 В меню "Утилиты" нажмите кнопку **Пояснение**.
- 3 В меню "Пояснение" нажмите кнопку **Пояснение** для включения функции пояснения.
- 4 Нажмите кнопку **Редактировать**.
- 5 В меню "Ред. пояснения":



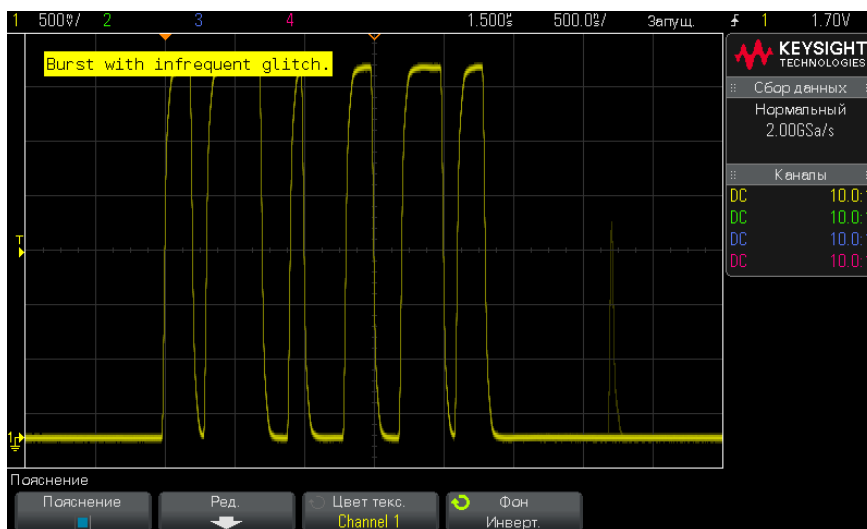
- Используйте программные кнопки **Написать**, **←**, **→** и **Удалить символ** для ввода текста аннотации:
 - **Написать**- нажмите эту программную кнопку и поверните ручку ввода, чтобы выбрать символ в текущей позиции.
 - **←** – нажмите эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего символа.
 - **→** – нажмите эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию предыдущего символа.
 - **Удалить символ**- нажимайте программную кнопку **←** или **→**, пока нужный символ не будет выделен, затем нажмите эту программную кнопку, чтобы удалить символ.

ЗАМЕЧАНИЕ

Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

- Используйте программную кнопку **Удал.** для удаления всех символов пояснения.

- Нажмите кнопку **OK** для сохранения изменений пояснения.
- 6** Нажмите программную кнопку **Цвет текс.** 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.
- 7** Нажмите программную кнопку **Фон** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать фон пояснения.
- **Непрозрач.**- пояснение имеет сплошной фон.
 - **Инверт.**- цвета переднего плана и фона пояснения переключены.
 - **Прозрачный**- пояснение имеет прозрачный фон.



- См. также
- **"Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG"** на странице 298
 - **"Печать экрана осциллографа"** на странице 309

21 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу /	338
Управление осциллографом с помощью Web-браузера /	339
Сохранение/восстановление /	343
Get Image /	345
Функции идентификации /	346
Средства измерения /	346
Установка пароля /	348

Если на осциллографе Keysight InfiniiVision серии X установлен дополнительный модуль DSOXLAN LAN/VGA, то с помощью веб-браузера, 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 "SCPI Commands".
- 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 браузера.
- Активация функции идентификации для определения конкретного средства измерения путем вызова на экран сообщения или включения индикатора на лицевой панели.

21 Веб-интерфейс

- 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.

Прежде чем использовать веб-интерфейс осциллографа, последний следует подключить к сети и настроить подключение к сети LAN.

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 317) или установите прямое соединение (см. "**Автономное (прямое) подключение к ПК**" на странице 318).

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.



Oscilloscope


[Support](#) | [Products](#) | [Keysight Site](#)

Another web-enabled Instrument
from Keysight 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 2024A




Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	MSO-X 2024A Oscilloscope
Serial Number	US50210029
Description	Agilent MSOX2024A InfiniiVision - US50210029
DNS Hostname	141.121.237.192
NetBIOS Name	a-mx2024a-10029
Multicast DNS Hostname	a-mx2024a-10029.local.
IP Address	141.121.237.192
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::141.121.237.192::INSTR

Advanced information
Identification: off on

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

© Keysight Technologies, Inc. 2006-2014



Управление осциллографом с помощью Web-браузера

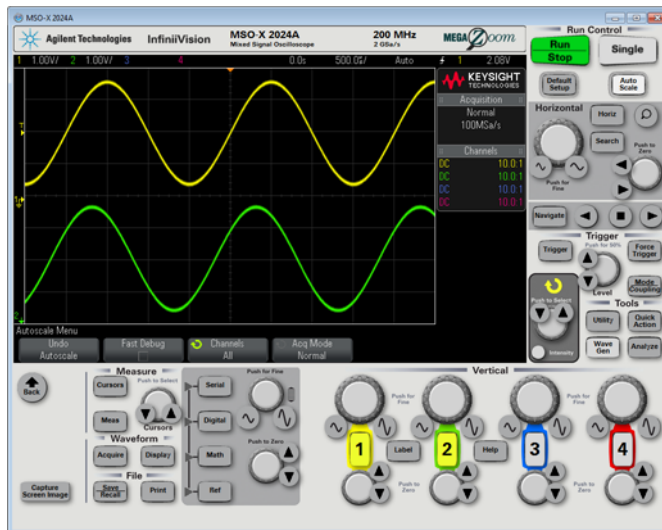
Страница Web-интерфейса Browser Web Control обеспечивает доступ к следующим экранам:

- удаленная лицевая панель на основе браузера (см. раздел **"Удаленная лицевая панель на основе браузера"** на странице 340).
- Апплет-окно команд SCPI для дистанционного программирования (см. **"Дистанционное программирование через Web-интерфейс"** на странице 340).

Удаленная лицевая панель на основе браузера

Для управления осциллографом с помощью удаленной передней панели на основе браузера действуйте следующим образом.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "**Доступ к веб-интерфейсу**" на странице 338).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала элемент **Browser Web Control** (Управление с помощью браузера), а затем **Remote Front Panel** (Удаленная лицевая панель на основе браузера). Через несколько секунд на экране отобразится окно удаленной 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 Web-интерфейс

ЗАМЕЧАНИЕ

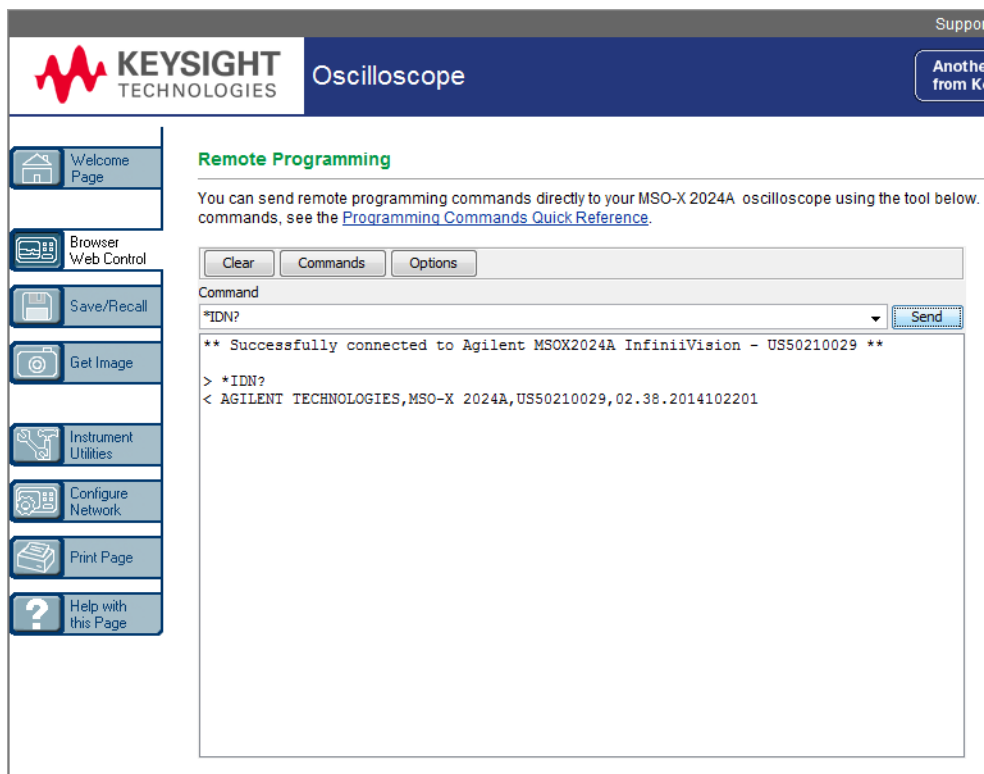
Если на вашем компьютере не установлен программный модуль Java, то на экране появится предложение установить программный модуль Sun Microsystems Java. Этот плагин должен быть установлен на управляющем ПК для операций удаленного программирования веб-интерфейса.

Окно команд SCPI полезно для проверки команд или интерактивного ввода нескольких команд. При составлении программ для автоматического управления осциллографом вы можете пользоваться пакетом библиотечных программ Keysight IO Libraries из такой среды программирования, как Microsoft Visual Studio (см. "[Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries](#)" на странице 342).

Для посылки на осциллограф команд дистанционного управления через апплет-окно SCPI Commands действуйте следующим образом:

- 1 Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 338).
- 2 Когда на экране появится Web-страница осциллографа, выберите пункт **Browser Web Control**, затем выберите пункт **Remote Programming..**

Открывается апплет-окно SCPI Commands.



Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries

Окно SCPI Commands позволяет вам вводить и посылать команды дистанционного программирования, однако дистанционное программирование для автоматизированных измерений и сбора данных обычно производится с применением библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries, которые существуют отдельно от Web-интерфейса прибора.

Библиотеки Keysight IO Libraries позволяют управляющему компьютеру взаимодействовать с осциллографами Keysight InfiniiVision через их интерфейсы USB, LAN (когда установлен дополнительный модуль LAN/VGA) или GPIB (когда установлен дополнительный модуль GPIB).

Пакет библиотечных программ Keysight IO Libraries Suite обеспечивает возможность взаимодействия через эти интерфейсы. Вы можете скачать этот программный пакет с нашего сайта: www.keysight.com/find/iolib.

Информация об управлении осциллографом с применением команд дистанционного управления приведена в *Руководстве для программиста (Programmer's Guide)*, которое содержится на прилагаемом к осциллографу компакт-диске с технической документацией. Вы можете также обратиться к этому документу на нашем сайте.

За дополнительной информацией о соединении с осциллографом обращайтесь к *Руководству Keysight Technologies USB/LAM/GPIB Connectivity Guide*. Чтобы получить электронную версию *этого документа*, зайдите на сайт www.keysight.com и поищите «Connectivity Guide».

Сохранение/восстановление

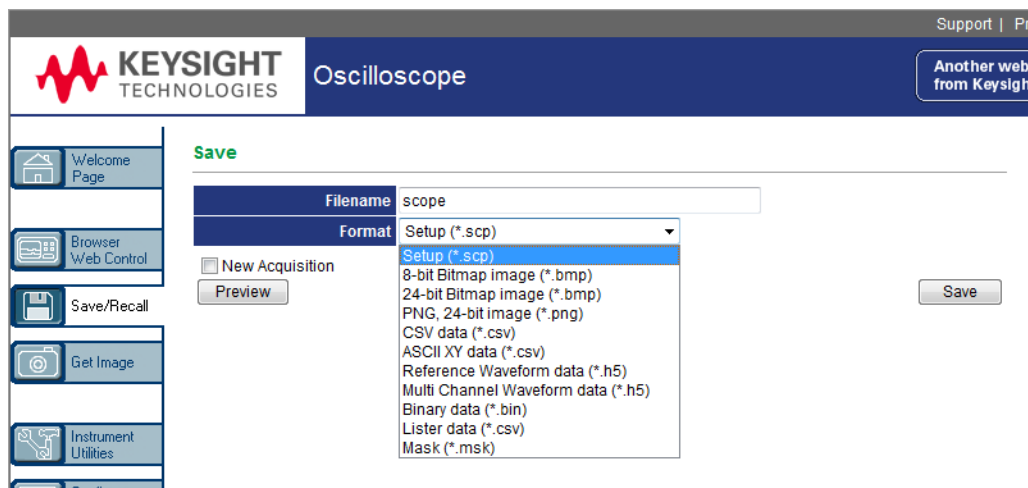
С помощью веб-интерфейса осциллографа можно сохранять на ПК файлы настройки, изображения экрана, файлы данных сигналов или файлы маски (см. раздел "[Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса](#)" на странице 343).

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 344).

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 338).
- 2 Когда на дисплее отобразится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Save/Recall**.
- 3 Щелкните ссылку **Save**.
- 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 **Save Setup Info**.

- c Нажмите кнопку **Save**.

Текущие данные сохранены.

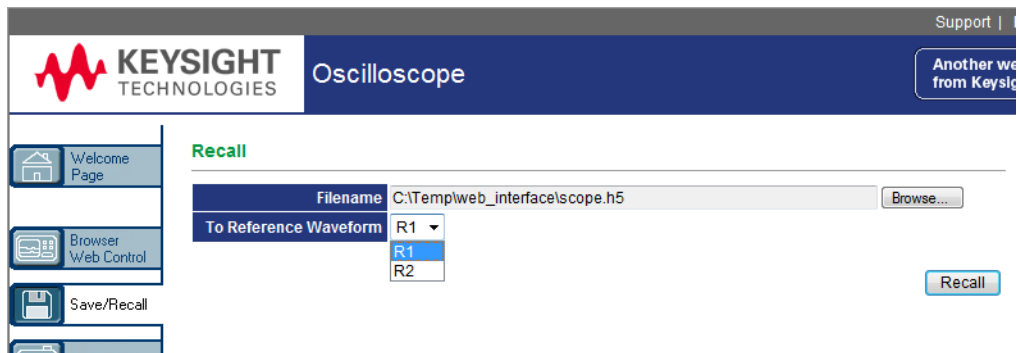
- d Нажмите кнопку **Save** в диалоговом окне "Загрузка файлов".
- e В диалоговом окне "Сохранить как" перейдите к папке, в которую нужно сохранить данный файл, и нажмите кнопку **Save**.

Восстановление файлов через веб-интерфейс

Чтобы на компьютере восстановить файлы настройки, файлы данных опорных сигналов или файлы маски через веб-интерфейс осциллографа, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "**Доступ к веб-интерфейсу**" на странице 338).
- 2 Когда на дисплее отобразится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Save/Recall**.

- 3 Щелкните ссылку **Recall**.
- 4 На странице восстановления выполните следующие действия.
 - a Нажмите кнопку **Browse...**
 - b В диалоговом окне "Choose file" укажите файл для восстановления и нажмите кнопку **Open**.
 - c При восстановлении файлов данных опорных сигналов выберите **To Reference Waveform** в качестве места назначения.



- d Нажмите кнопку **Recall**.

Get Image

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 338).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Get Image**. Через несколько секунд появится изображение экрана осциллографа.
- 3 Щелкните изображение правой кнопкой мыши и выберите пункт **Save Picture As...** (или **Print Picture...**).
- 4 Укажите место, куда следует сохранить файл изображения, и нажмите **Save**.

Функции идентификации

Функции идентификации веб-интерфейса используется для поиска нужных инструментов среди оборудования стойки.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "**Доступ к веб-интерфейсу**" на странице 338).
- 2 Когда появится стартовая страница веб-интерфейса осциллографа, выберите для функции идентификации значение **on**

На экране осциллографа появится сообщение "Identify". Если нужно отключить идентификацию, выберите значение **off**; чтобы продолжить активацию, нажмите на осциллографе программную кнопку **OK**.

Support | Products | Keysight Site

KEYSIGHT TECHNOLOGIES Oscilloscope

Another web-enabled Instrument from Keysight Technologies

Welcome to your

Web-Enabled Oscilloscope
MSO-X 2024A

Information about this Web-Enabled Instrument

Instrument	MSO-X 2024A Oscilloscope
Serial Number	US50210029
Description	Agilent MSOX2024A InfiniiVision - US50210029
DNS Hostname	141.121.237.192
NetBIOS Name	a-mx2024a-10029
Multicast DNS Hostname	a-mx2024a-10029.local
IP Address	141.121.237.192
VISA TCP/IP Connect String	TCPIP0::141.121.237.192::INSTR

Advanced information Identification: off on

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

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.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES Oscilloscope

Instrument Utilities

Installed Options ▾
 Installed Options
 Firmware Version
 Calibration Status

License	Description	Installed
MSO	MSO	Yes
MEMUP	Acq Memory Max	Yes
EMBD	Embedded serial decode and trigger	Yes
AUTO	Automotive serial decode and trigger	Yes
COMP	UART/RS232 serial decode and trigger	Yes
SGM	Segmented Memory	Yes
MASK	Mask limit testing	Yes
BW20	200MHz Bandwidth	Yes
BW10	100MHz Bandwidth	No
EDK	Education kit license	Yes
WAVEGEN	WaveGen license	Yes
DVM	Digital Voltmeter	Yes
ASV	ASV	Yes
SCPIPS	Infinium Mode	No
RML	Remote Log	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 338).
- 2** Когда появится веб-интерфейс осциллографа, на стартовой странице выберите вкладку "Configure Network".
- 3** Нажмите кнопку **Modify Configuration**.

Current Network Configuration

Изменение конфигурации

Modify Configuration

Parameter	Currently in use
Configuration mode	Automatic
Dynamic DNS	ON
NetBIOS	ON
Multicast DNS	ON
Description	Agilent MSO/X2024A InfiniiVision - US50210029
IP Address	141.121.237.192
Subnet Mask	255.255.248.0
Default Gateway	141.121.232.1
DNS Server(s)	156.140.24.15, 156.140.24.47
Hostname	a-mx2024a-10029
Domain	cos.is.keysight.com
GPIB Control	OFF
GPIB Address	7
USB Control	ON
LAN Control	ON

Вкладка настройки сети

- 4 Введите подходящий пароль и нажмите кнопку **Apply Changes**.

Support | Prod

KEYSIGHT TECHNOLOGIES Oscilloscope

Another web-e from Keysight T

Welcome Page

Browser Web Control

Save/Recall

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Print Page

Help with this Page

Modify Network Configuration

Undo Changes LAN Reset Apply Changes

Parameter	Configured Value	Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:		
Automatic	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
IP Settings to use in non automatic mode:		
IP Address	141.121.237.192	<input type="text" value="141.121.237.192"/>
Subnet Mask	255.255.248.0	<input type="text" value="255.255.248.0"/>
Default Gateway	141.121.232.1	<input type="text" value="141.121.232.1"/>
Name service settings:		
Hostname	a-mx2024a-10029	<input type="text" value="a-mx2024a-10029"/> * <i>Requires reboot to take effect.</i>
DNS Server	156.140.24.15	<input type="text" value="156.140.24.15"/>
Multicast DNS	ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
Other settings:		
Description	Agilent MSOX2024A InfiniiVision - US50210029	<input type="text" value="Agilent MSOX2024A InfiniiVision - I"/> *
Password		<input type="text" value="Keysight"/> → Введите пароль
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 **Configure Network**, выберите **Modify Configuration**, удалите пароль и нажмите кнопку **Apply Changes**.

22 Справочные материалы

Технические характеристики /	351
Категория измерения /	351
Внешние условия /	353
Пробники и приспособления /	354
Загрузка лицензий и просмотр информации о лицензиях /	355
Обновления для ПО и микропрограмм /	358
Формат двоичных данных (.bin) /	359
Файлы CSV и ASCII XY /	366
Официальное уведомление /	368

Технические характеристики

Обновленные технические характеристики осциллографов 3000 серии X см. в справочном листке по адресу www.keysight.com/find/3000X-Series

Категория измерения

- "**Категория измерения осциллографа**" на странице 351
- "**Определения категории измерения**" на странице 352
- "**Максимальное входное напряжение**" на странице 353

Категория измерения осциллографа

Осциллографы InfiniiVision не предназначены для измерений категории II, III или IV.

ОСТОРОЖНО

Данный прибор следует использовать только для измерений в рамках указанной категории измерений (не предназначен для категорий II, III, IV). Не допускаются динамические перегрузки по напряжению.

Определения категории измерения

Категория измерения «Не рассчит. на кат. II, III, IV» предназначена для измерений в 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.

Максимальное входное напряжение

ВНИМАНИЕ


 Предельное входное напряжение на аналоговом входе
135 В (среднеквадратичное значение)

Вход 50 Ом: 5 среднеквадратических В - защита на входе, установленная для режима 50 Ом. При обнаружении напряжения, превышающего 5 среднеквадратических В, канал с нагрузкой в 50 Ом будет отключен. 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.

ВНИМАНИЕ

При измерений напряжений свыше 30 В используйте пробник с делителем 10:1.

ВНИМАНИЕ

 Предельное напряжение на входе цифрового канала
±40 В пиковое

Внешние условия

Окружающая среда	Использовать только внутри помещения.
Температура окружающей среды	рабочая: от 5 °С до +55 °С, нерабочая: от -40 °С до +71 °С
Влажность	рабочая: относительная, до 80% при температуре +40 °С и ниже, до 45% при температуре до +50 °С; нерабочая: относительная, до 95% при температуре до +40 °С. до 45% при температуре до +50 °С;
Высота над уровнем моря	рабочая и нерабочая: до 4000 м (13123 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 2000/3000 серии X в окружающих средах со степенью загрязнения 2 (или 1).
Определения степени загрязнения	<p>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.</p> <p>Степень загрязнения 2. Как правило, возникновение только случайных сухих, непроводящих загрязнений. Изредка может возникать временная проводимость, вызываемая конденсацией загрязнений. Пример: Обычная среда внутри помещения.</p> <p>Степень загрязнения 3. Возникновение проводящих или сухих непроводящих загрязнений, становящихся проводимыми из-за ожидаемой конденсации. Пример: Закрытая внешняя среда.</p>

Пробники и приспособления

Список пробников и приспособлений, совместимых с осциллографами 3000 серии X см. в спецификации на веб-странице по адресу:

www.keysight.com/find/3000X-Series

Интерфейс автоопределения пробника

Интерфейс автоопределения совместим со многими односторонними активными, дифференциальными и токовыми пробниками Keysight. Активным пробникам, не имеющим собственных внешних источников питания, необходима мощная подпитка от интерфейса автоопределения пробника.

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.keysight.com:

- [Руководство по выбору пробников и приспособлений \(5989-6162EN\)](#)
- [Справочный листок технических данных для руководства по выбору пробников и приспособлений осциллографа InfiniiVision \(5968-8153EN\)](#)

- Информацию о совместимости, руководства, замечания по применению, спецификации, руководства по выбору, модели SPICE и другую информацию о пробниках осциллографов можно найти в Центре ресурсов по пробникам на веб-странице www.keysight.com/find/PRC

Загрузка лицензий и просмотр информации о лицензиях

Файлы лицензии загружаются с USB-накопителя с помощью диспетчера файлов (см. "[Диспетчер файлов](#)" на странице 319).

Информация о лицензии отображается вместе с другой информацией осциллографа (см. "[Отображение сведений об осциллографе](#)" на странице 330).

Для получения дополнительной информации о лицензиях и других доступных модулях осциллографа см.:

- "[Доступные лицензированные модули](#)" на странице 355
- "[Другие доступные модули](#)" на странице 358
- "[Модернизация осциллографа до уровня MSO](#)" на странице 358

Доступные лицензированные модули

Следующие лицензированные модули можно легко установить без возврата осциллографа в сервисный центр. Подробные сведения см. в бюллетене технических данных.

Таблица 4 Доступные лицензированные модули

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения, примечания
D3000AERA	Программное обеспечение для авиакосмической отрасли для 3000 серии X Заменяет лицензии AERO, VID, MASK и ADVMATH.	Для заказа используйте код D3000AERA (заменяет DSOX3AERO, DSOX3VID, DSOX3MASK и DSOX3ADVMATH).
D3000AUTA	Программное обеспечение для автомобильной отрасли для 3000 серии X Заменяет лицензии AUTO, FLEX, MASK и ADVMATH.	Для заказа используйте код D3000AUTA (заменяет DSOX3AUTO, DSOX3FLEX, DSOX3MASK и DSOX3ADVMATH).

Таблица 4 Доступные лицензированные модули (продолжение)

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения, примечания
D3000GENA	Программное обеспечение общего назначения для 3000 серии X Заменяет лицензии EMBD, COMP, MASK, AUDIO, VID и ADVMATH.	Для заказа используйте код D3000GENA (заменяет DSOX3EMBD, DSOX3COMP, DSOX3MASK, DSOX3AUDIO, DSOX3VID и DSOX3ADVMATH).
D3000PWRA	Программное обеспечение для авиакосмической отрасли для 3000 серии X Заменяет лицензии PWR, MASK и ADVMATH.	Для заказа используйте код D3000PWRA (заменяет DSOX3PWR, DSOX3MASK и DSOX3ADVMATH).
ADVMATH	Дополнительные математические измерения.	Для заказа используйте код D3000GENA, D3000AUTA, D3000AERA или D3000PWRA (включает и заменяет DSOX3ADVMATH).
AERO	Последовательный запуск и анализ MIL-STD-1553 и ARINC 429.	Для заказа используйте код D3000AERA (заменяет DSOX3AERO и другие).
AUDIO	Запуск и анализ звуковых сигналов последовательных шин (I2S).	Для заказа используйте код D3000GENA (заменяет DSOX3AUDIO и другие).
AUTO	Запуск и анализ сигналов последовательных шин автомобильной электроники (CAN, LIN).	Для заказа используйте код D3000AUTA (заменяет DSOX3AUTO и другие).
COMP	Запуск и анализ сигналов последовательных шин компьютеров (RS232/422/485/UART). Обеспечивает возможности запуска и декодирования многих протоколов UART (универсальный асинхронный приемопередатчик), в том числе RS232 (рекомендованный стандарт 232).	Для заказа используйте код D3000GENA (заменяет DSOX3COMP и другие).
DVM	Цифровой вольтметр Обеспечивает измерение напряжения с точностью до 3 знаков и частоты с точностью до 5 знаков с помощью любого аналогового канала.	Теперь стандартно.
EDK	Учебный комплект Обеспечивает тренировочные сигналы на контактах Демо осциллографа и лабораторное руководство/учебное пособие для учебных целей.	Теперь стандартно

Таблица 4 Доступные лицензированные модули (продолжение)

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения, примечания
EMBD	Встроенный запуск и анализ сигналов последовательных шин (I2C, SPI).	Для заказа используйте код D3000GENA (заменяет DSOX3EMBD и другие).
FLEX	Запуск и анализ FlexRay.	Для заказа используйте код D3000AUTA (заменяет DSOX3FLEX и другие).
MASK	Испытание на ограничение по маске Позволяет создавать маску и испытывать сигналы на предмет соответствия этой маске.	Для заказа используйте код D3000GENA, D3000AUTA, D3000AERA или D3000PWRA (включает и заменяет DSOX3MASK).
mem4M	Модернизация памяти. Демонстрирует полную глубину памяти (4 мегаточки при чередовании).	Для заказа используйте код DSOX3MEMUP.
MSO	Осциллограф смешанных сигналов (MSO). Модернизация DSO до уровня MSO. Добавление 16 цифровых каналов. При этом не требуется устанавливать дополнительное оборудование.	Заказ DSOX3MSO для моделей с полосой пропускания 500 МГц и менее или DSOXPERFMSO для моделей с полосой пропускания 1 ГГц. С лицензией MSO поставляется комплект кабеля цифрового пробника.
PWR	Измерение и анализ мощности.	Для заказа используйте код D3000PWRA (заменяет DSOX3PWR и другие). <i>Руководство по эксплуатации приложения для измерения мощности DSOX4PWR можно загрузить на веб-сайте www.keysight.com/find/3000X-Series-manual или найти на компакт-диске с документацией.</i>
SGM	Сегментированная память. Позволяет регистрировать нерегулярные и пакетные сигналы за счет устранения регистрации периодов отсутствия активности сигнала.	Для заказа используйте код DSOX3SGM.
VID	Расширенный запуск и анализ видеосигнала.	Для заказа используйте код D3000GENA (заменяет DSOX3VID и другие).

Таблица 4 Доступные лицензированные модули (продолжение)

Лицензия	Описание	Номер модели после приобретения, примечания
WAVEGEN	Генератор сигналов.	Для заказа используйте код DSOX3WAVEGEN.

Другие доступные модули

Таблица 5 Модуль калибровки

Модуль	Заказ
А6J	Калибровка согласно стандарту ANSI Z540

Модернизация осциллографа до уровня MSO

Для активизации цифровых каналов осциллографа, который не был первоначально заказан в качестве осциллографа смешанных сигналов (MSO), можно установить соответствующую лицензию. Осциллограф смешанных сигналов имеет аналоговые каналы и 16 коррелированных по времени цифровых каналов для синхронизации.

Для получения сведений об обновлении осциллографа путем лицензирования обратитесь к местному представителю компании Keysight Technologies или посетите веб-страницу по адресу www.keysight.com/find/3000X-Series.

Обновления для ПО и микропрограмм

Время от времени компания Keysight Technologies выпускает обновления для ПО и микропрограммы своих продуктов. Для поиска обновлений для микропрограммы осциллографа введите в адресной строке веб-браузера адрес www.keysight.com/find/3000X-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 319). Можно также воспользоваться страницей инструментов веб-интерфейса осциллографа (см. раздел **"Средства измерения"** на странице 346).

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 360).

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 программу MATLAB® от компании The MathWorks. Соответствующие функции MATLAB можно загрузить с веб-сайта Keysight Technologies по адресу www.keysight.com/find/3000X-Series-examples.

Keysight 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 Keysight.
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 = неизвестный. • 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	A 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.

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.

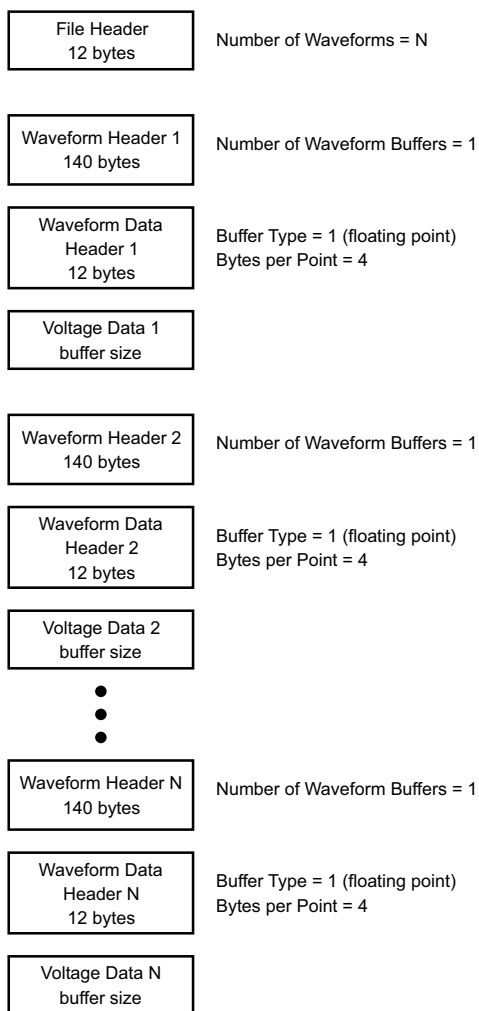
Размер заголовка данных сигнала	32-битное целое, означающее размер заголовка данных сигнала.
Тип буфера	16-битное короткое число, обозначающее тип данных сигнала, сохраненных в данном файле: <ul style="list-style-type: none"> • 0 = неизвестные данные. • 1 = нормальные 32-битные плавающие данные. • 2 = 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.keysight.com/find/3000X-Series-examples и выбрав "Пример программы для чтения двоичных данных".

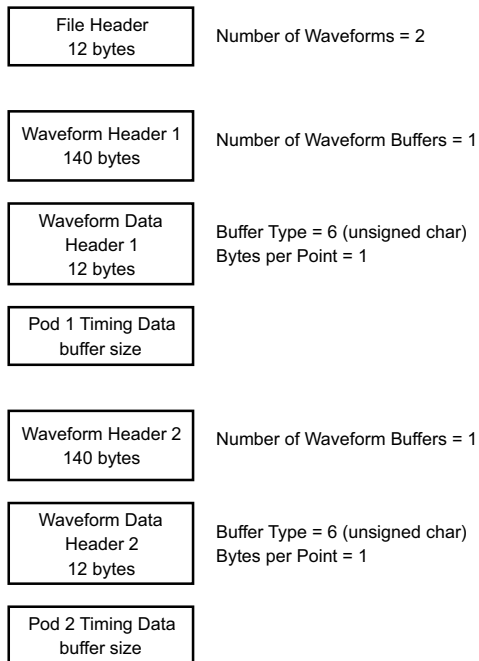
Примеры двоичных файлов

Сбор данных нескольких аналоговых каналов за один цикл На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл одного цикла сбора с данными нескольких каналов.



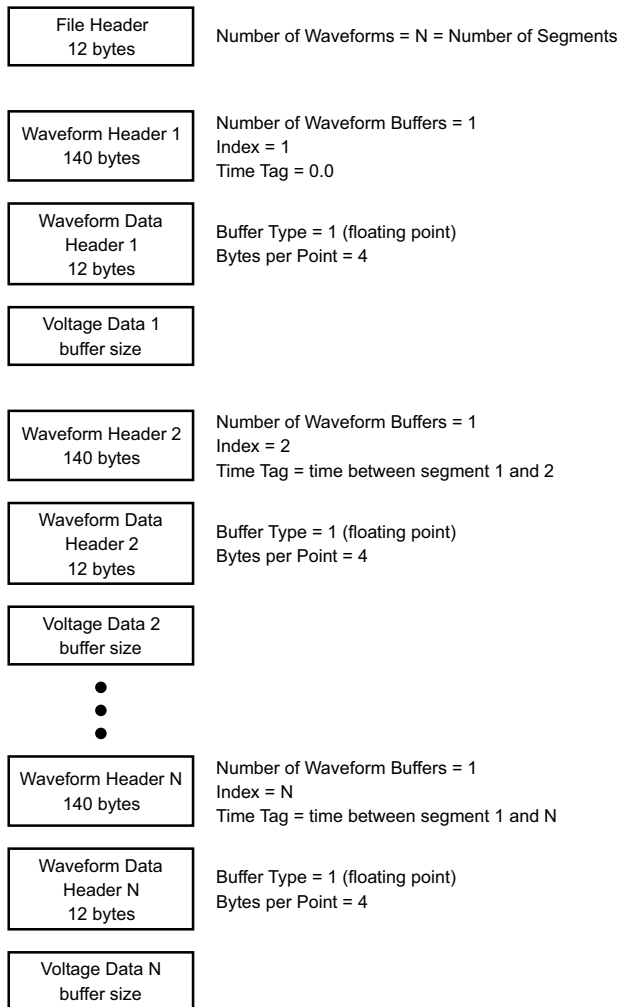
Сбор данных
всех модулей
логических
каналов за один
цикл

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.



Файлы CSV и ASCII XY

- "Структура файлов CSV и ASCII XY" на странице 367
- "Минимальное и максимальное значения в файлах CSV" на странице 367

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 GSa/s, 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.

$$100 \text{ мкс} \times 4 \text{ GSa/s} = 400\,000 \text{ проб.}$$

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 65536 точек. Коль скоро число полученных точек превышает 65536, 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

Таблица 6 Стороннее ПО

Программное обеспечение	Описание и информация об авторских правах	Лицензия ¹
ПО 7-zip	Copyright (C) 1999-2016, Игорь Павлов	GNU LGPL + ограничение unRAR
Библиотеки Boost Libraries	Copyright © 2008, Beman Dawes, Rene Rivera	Лицензия Boost (BSL-1.0)
Библиотека CUPS	Библиотеки CUPS и CUPS Imaging разработаны корпорацией Apple Inc. и лицензированы в соответствии с положениями Стандартной общественной лицензии GNU на библиотеки («LGPL») версии 2. Copyright 2007-2016, Agilent Technologies, Inc.	Стандартная общественная лицензия GNU на библиотеки («LGPL») версии 2.
Формат HDF5	Формат HDF5 разработан группой The HDF Group и Национальным центром прикладных программ для суперкомпьютеров при университете штата Иллинойс в Урбане и Шампейне. Copyright 2006-2016, The HDF Group. Copyright 1998-2006, Попечительский совет университета Иллинойс.	Лицензия BSD на приложения с открытым исходным кодом
Библиотека jQuery	Copyright 2012, jQuery Foundation и другие разработчики (http://jquery.com/)	Лицензия MIT
Библиотека libmspack	Copyright: © 2003-2013, Stuart Caie Для получения исходного кода можно обратиться в Keysight или к стороннему поставщику. Компания Keysight взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.	Стандартная общественная лицензия ограниченного применения или стандартная общественная лицензия на библиотеки версии 3.0 (LGPLv3)

Таблица 6 Стороннее ПО (продолжение)








Программное обеспечение	Описание и информация об авторских правах	Лицензия ¹
Библиотека libpng	Copyright (c) 1998-2002,2004,2006-2016, Glenn Randers-Pehrson (Версия 0.96 Copyright (c) 1996, 1997, Andreas Dilger) (Версия 0.88 Copyright (c) 1995, 1996, Guy Eric Schalnat, Group 42, Inc.)	Специальная лицензия libpng
Библиотека mDNSResponder	Библиотека mDNSResponder разработана корпорацией Apple Inc. и лицензированы в соответствии с положениями лицензии Apache License версии 2.0. Copyright (c) 1997-2016, Apple Inc. Все права защищены.	Лицензия Apache версии 2.0
ПО noVNC	Copyright (C) 2011, Joel Martin <github@martintribe.org> Для получения исходного кода можно обратиться в Keysight или к стороннему поставщику. Компания Keysight взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.	Общественная лицензия Mozilla (MPL)
ПО RealVNC	(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. Для получения исходного кода можно обратиться в Keysight или к стороннему поставщику. Компания Keysight взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.	Стандартная общественная лицензия GNU
Дополнение Tabber	Copyright (c) 2006, Patrick Fitzgerald	Лицензия MIT
Библиотека TCLAP	Copyright (c) 2003, Michael E. Smoot	Лицензия MIT

Таблица 6 Стороннее ПО (продолжение)

Программное обеспечение	Описание и информация об авторских правах	Лицензия ¹
time_ce	Copyright (C) 2002, Michael Ringgaard. Все права защищены.	Лицензия MIT
Загрузчик U-Boot	(C) Copyright 2000 - 2013, Wolfgang Denk, DENX Software Engineering, wd@denx.de. Для получения исходного кода можно обратиться в Keysight или к стороннему поставщику. Компания Keysight взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.	Стандартная общественная лицензия GNU (GPL или GPL в. 2)
Библиотека WCELIBCEX	Авторские права на файл принадлежат создателю файла. Авторские права на файлы, созданные для первой версии проекта WCELIBCEX принадлежат компании Taxus SI Ltd. ((c) 2006, Taxus SI Ltd., http://www.taxussi.com.pl). Дополнительную информацию см. в комментарии в заголовке исходных файлов.	Лицензия MIT
Служба websockify	Copyright 2010, Joel Martin (github.com/kanaka) Для получения исходного кода можно обратиться в Keysight или к стороннему поставщику. Компания Keysight взимает комиссионные в размере фактических затрат на предоставление первоисточника.	Стандартная общественная лицензия ограниченного применения или стандартная общественная лицензия на библиотеки версии 3.0 (LGPLv3)
Библиотека zlib	Copyright (C) 1995-2013, Jean-loup Gailly и Mark Adler	Лицензия zlib
¹ Текст данной лицензии находится на компакт-диске с документацией по осциллографам Keysight InfiniiVision.		

Маркировка продукта и нормативная информация

На осциллографах 2000/3000 серии X используются следующие символы.

Символ	Описание
	Внимание — риск поражения электрическим током
	Внимание — см. сопутствующую документацию
	Этот символ указывает на отдельный сбор электрического и электронного оборудования в соответствии с законом ЕС от 13 августа 2005 г. Все электрическое и электронное оборудование запрещается выбрасывать вместе с бытовыми отходами, а следует отправлять на утилизацию (справочная директива WEEE 2002/96/EC).
	Указывает период времени, в течение которого не ожидается утечка или разложение элементов с опасными или токсичными веществами во время нормального использования. Расчетный срок эксплуатации данного изделия составляет сорок лет.
	Знак RCM является зарегистрированным товарным знаком Управления по связи и средствам массовой информации Австралии.
	<p>Знак CE является зарегистрированным товарным знаком Европейского союза.</p> <p>ICES / NMB-001 Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB du Canada. Эта маркировка указывает, что продукт соответствует канадскому стандарту для оборудования, которое является источником помех (ICES-001).</p> <p>Это также символ продукта класса A промышленной научной и медицинской группы 1 (CISPR 11, статья 4).</p>
	Знак CSA является зарегистрированным товарным знаком Канадской ассоциации международных стандартов.
	<p>Знак сертификации Южной Кореи указывает код идентификатора маркировки, который имеет следующий формат:</p> <p>MSIP-REM-YYY-ZZZZZZZZZZZZZZ.</p>

**Соответствие
требованиям к
уровню шума
Германии**

Настоящим заявляем, что данный прибор соответствует требованиям по уровню шума Германии, Декларация для машин (Laermangabe nach der Maschinenlaermrerordnung-3.GSGV Deutschland).

Излучаемый акустический шум/Geraeuschemission	
LpA <70 дБ	LpA <70 дБ
Положение оператора	am Arbeitsplatz
Обычное положение	normaler Betrieb
согласно ISO 7779	nach DIN 45635 t.19

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов CAN / 373

Запуск по CAN / 375

Последовательное декодирование CAN / 377

Настройка осциллографа для сигналов LIN / 383

Запуск по LIN / 384

Последовательное декодирование LIN / 386

Для запуска CAN/LIN и последовательного декодирования требуется лицензия.

Настройка осциллографа для сигналов CAN

Для настройки осциллографа следует подать на его вход сигнал CAN и воспользоваться меню **Signals** для установки источника сигнала, порогового уровня напряжения, скорости передачи данных и точки выборки.

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов CAN, пользуйтесь функциональной клавишей **Signals**, которая появляется в меню **Serial Decode**.

- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.

- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный слот (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите тип запуска **CAN**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню CAN Signals.



- 6 Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем выберите канал для сигнала CAN.

Автоматически устанавливается метка для канала-источника CAN.

- 7 Нажмите функциональную клавишу **Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пороговый уровень напряжения сигнала CAN.

Этот пороговый уровень напряжения используется при декодировании; он же становится уровнем запуска, когда установлен тип запуска на выбранный слот декодирования последовательных данных.

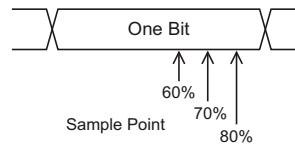
- 8 Нажмите функциональную клавишу **Baud**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать скорость передачи данных, которая согласуется с вашим сигналом шины CAN.

Скорость передачи данных CAN может быть установлена в предустановленном диапазоне от 10 кбит/с до 5 Мбит/с или задана пользователем в диапазоне от 10,0 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.

По умолчанию принята скорость передачи данных 125 кбит/с.

Если ни одна из этих предустановок не согласуется с вашим сигналом шины CAN, выберите вариант **User Defined**, затем нажмите функциональную клавишу **User Baud** и вращайте ручку Entry, чтобы ввести значение скорости передачи данных.

- 9 Нажмите функциональную клавишу **Sample Point**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку между фазовыми сегментами 1 и 2, где измеряется состояние шины. Тем самым задается точка в пределах бита, в которой регистрируется состояние бита.



10 Нажмите функциональную клавишу **Signal** и выберите тип и полярность сигнала CAN. При этом автоматически устанавливается метка для канала-источника.

- **CAN_H** – реальная дифференциальная шина CAN_H.
- **Differential (H-L)** – сигналы дифференциальной шины CAN подаются на аналоговый канал-источник с помощью дифференциального пробника. Подайте сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 1 (CAN_H) на положительный вывод пробника, а сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 0 (CAN_L) – на отрицательный вывод пробника.

Сигналы с доминирующим уровнем лог. 0

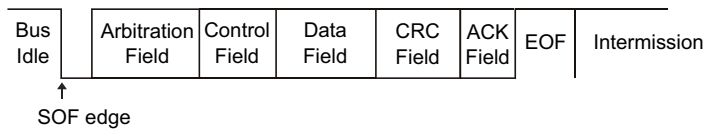
- **Rx** – сигнал Receive от приемопередатчика шины CAN.
- **Tx** – сигнал Transmit от приемопередатчика шины CAN.
- **CAN_L** – реальный сигнал CAN_L дифференциальной шины.
- **Differential (L-H)** – сигналы дифференциальной шины CAN подаются на аналоговый канал с помощью дифференциального пробника. Подайте сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 0 (CAN_L) на положительный вывод пробника, а сигнал CAN с доминирующим уровнем лог. 1 (CAN_H) – на отрицательный вывод пробника.

Запуск по CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала CAN, см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов CAN"** на странице 373.

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 **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.



- 3 Нажмите программную кнопку **Запуск:**, и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **SOF (начало пакета)** — запуск осциллографа происходит в начале пакета.
 - **ИД пакета Remote (RTR)** — запуск осциллографа происходит по пакетам Remote с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД пакета данных (~RTR)** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам Data, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД пакета Remote или Data** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам Remote или Data, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
 - **ИД пакета Data и данные** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам Data, 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 Overload 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 377.

Последовательное декодирование CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, см. раздел "[Настройка осциллографа для сигналов CAN](#)" на странице 373.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по CAN см. раздел "[Запуск по CAN](#)" на странице 375.

Настройка последовательного декодирования CAN

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "Последовательное декодирование".

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование



- 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)**.

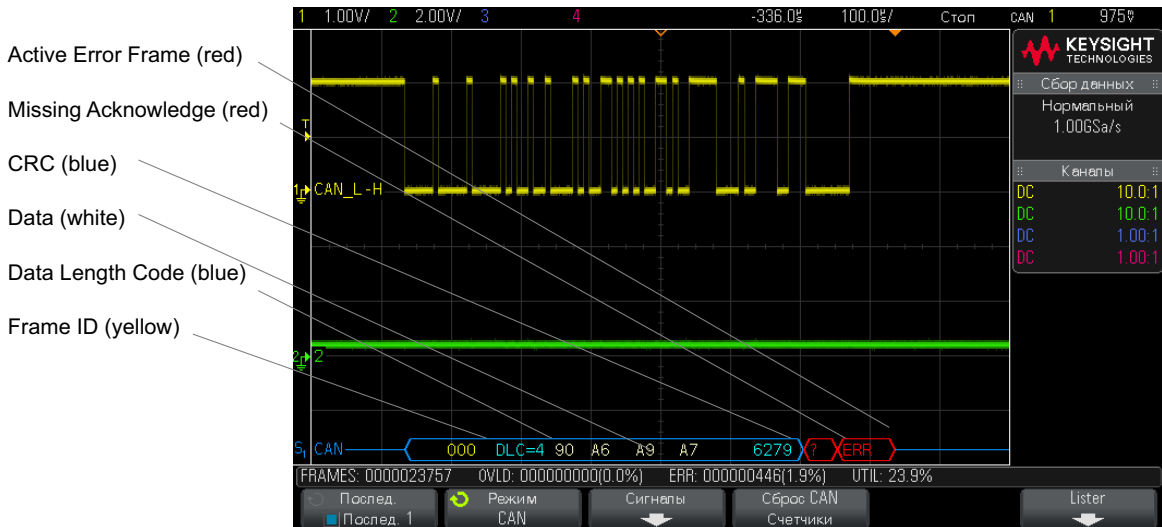
ЗАМЕЧАНИЕ

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 379
 - **"Суммирующее устройство CAN"** на странице 380
 - **"Интерпретация данных CAN Lister"** на странице 381
 - **"Поиск данных CAN в таблице Lister"** на странице 382

Интерпретация данных декодирования CAN



- ИД пакета отображается желтыми цифрами в шестнадцатеричном формате. Автоматически определяются пакеты в 11 или 29 бит.
- Пакет Remote (RMT) отображается зеленым.
- Код длины данных (DLC) отображается синим для пакетов Data и зеленым – для пакетов Remote.
- Байты данных для пакетов Data 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 кадра 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.
- Искаженные 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 **OVERFLOW**. 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 пакета Data или Remote 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.

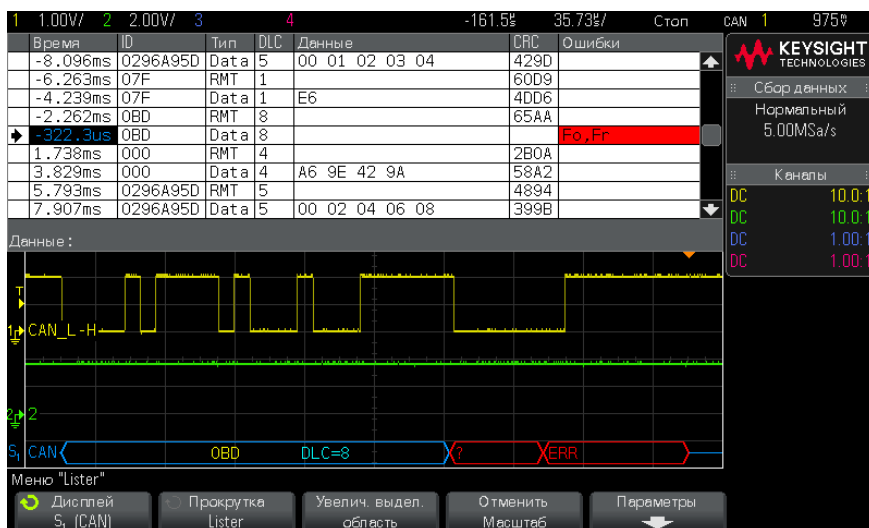
Счетчики

- Счетчик FRAMES предоставляет общее количество завершенных пакетов Remote, Data, Overload и активных ошибок.
- Счетчик OVL предоставляет общее количество завершенных пакетов Overload 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 (пакет Remote (RMT) или Data).
- 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 "Поиск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите
 - **ИД пакета Remote (RTR)** — поиск пакетов Remote с указанным идентификатором. Для ввода идентификатора нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД пакета Data (~RTR)** — поиск пакетов Data, совпадающих с указанным идентификатором. Для ввода идентификатора нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД пакета Remote или Data** — поиск пакетов Remote или Data, совпадающих с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку "Биты".
 - **ИД пакета Data и данные** — поиск пакетов Data, 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 Overload CAN.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе **"Поиск данных в листере"** на странице 135.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

Настройка осциллографа для сигналов LIN

Чтобы настроить осциллограф для сигналов LIN (Local Interconnect Network), следует подать на его вход сигнал LIN и задать источник сигнала, пороговый уровень напряжения, скорость передачи данных, точку выборки и другие параметры сигнала LIN.

Для настройки осциллографа на регистрацию сигналов LIN выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный слот (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите тип запуска **LIN**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню LIN Signals.



- 6 Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем выберите канал для сигнала LIN.

Автоматически устанавливается метка для канала-источника LIN.

- 7 Нажмите функциональную клавишу **Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы установить пороговый уровень напряжения на середину сигнала LIN.

Этот пороговый уровень напряжения используется при декодировании; он же становится уровнем запуска, когда установлен тип запуска на выбранный слот декодирования последовательных данных.


- 8 Нажмите функциональную клавишу **Baud Rate**, чтобы открыть меню LIN Baud Rate.

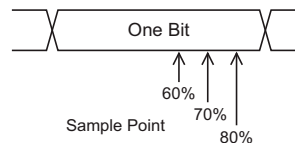
- 9 Нажмите функциональную клавишу **Baud**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать скорость передачи данных, которая согласуется с вашим сигналом шины LIN.

По умолчанию принято значение скорости передачи данных 19,2 кбит/с.

Если ни один из предустановленных вариантов выбора не согласуется с вашим сигналом шины LIN, выберите пункт **User Defined**, затем нажмите функциональную клавишу **User Baud** и вращайте ручку Entry, чтобы ввести значение скорости передачи данных.

Вы можете установить скорость передачи данных LIN от 2,4 кбит/с до 625 кбит/с с дискретностью 100 бит/с.

- 10 Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню LIN Signals.
- 11 Нажмите функциональную клавишу **Sample Point**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку выборки, в которой осциллограф считывает битовое значение.



- 12 Нажмите функциональную клавишу **Standard**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать стандарт LIN измеряемого вами сигнала (LIN 1.3 или LIN 2.0).

Для сигналов LIN 1.2 пользуйтесь установкой LIN 1.3. Установка LIN 1.3 предполагает, что сигнал соответствует таблице действительных значений, приведенной в разделе A.2 Спецификации LIN от 12 декабря 2002 г. Если ваш сигнал не соответствует этой таблице, пользуйтесь установкой LIN 2.0.

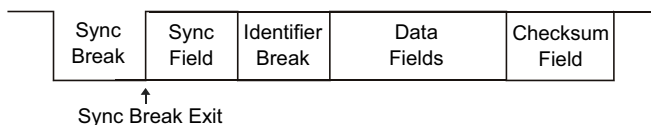
- 13 Нажмите функциональную клавишу **Sync Break** и выберите минимальное количество тактовых импульсов, которое определяет прерывание синхронизации вашего сигнала LIN.

Запуск по LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала LIN, см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов LIN"** на странице 383.

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 **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.

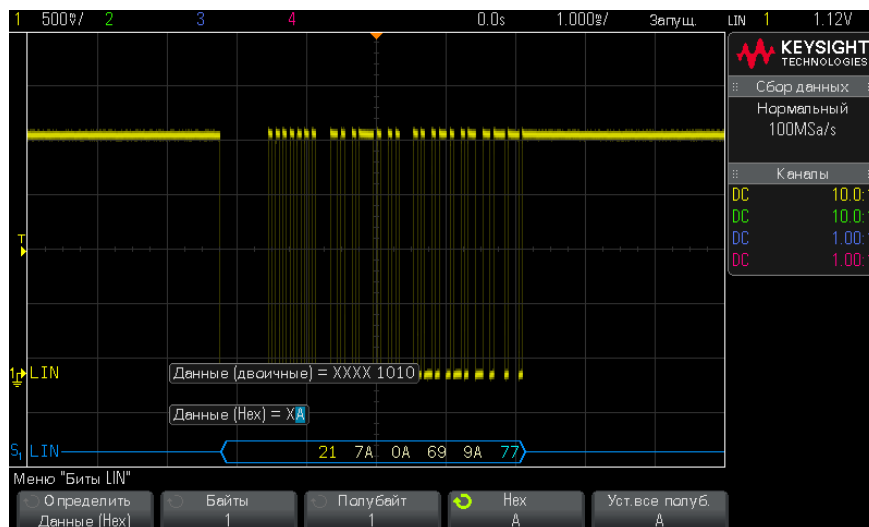


- 3 Нажмите программную кнопку **Запуск:**, и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Sync** (Sync Break) — запуск осциллографа происходит по переднему фронту на выходе Sync Break сигнала однопроводной шины LIN, который отмечает начало пакета сообщения.
 - **ID** (идентификатор пакета) — запуск осциллографа происходит при обнаружении пакета с идентификатором, совпадающим с выбранным значением. Используйте **ручку ввода**, чтобы выбрать значение идентификатора пакета.
 - **ID 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 **ID 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.

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

- 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 386.

Последовательное декодирование LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов LIN"** на странице 383.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по LIN см. раздел "**Запуск по LIN**" на странице 384.

Настройка последовательного декодирования LIN

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "Последовательное декодирование".



- 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 **Показ. четн.** не установлен.
 - b Если следует включить биты контроля четности в поле идентификатора, то убедитесь, что флажок под программной кнопкой **Показ. четн.** 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 388
 - "**Интерпретация данных LIN Lister**" на странице 389
 - "**Поиск данных LIN в таблице Lister**" на странице 390

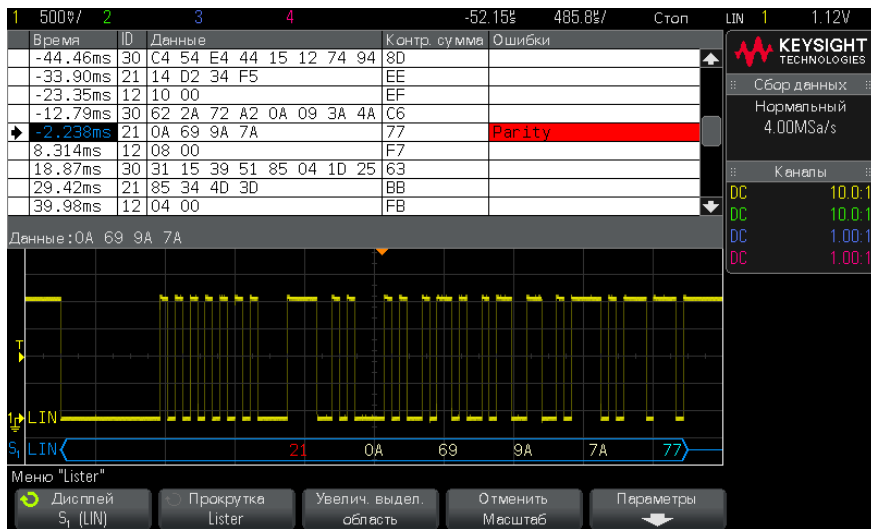
Интерпретация данных декодирования LIN



- 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 кадра 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:

- ID — ID пакета.
- Данные — байты данных (только для LIN 1.3).
- Контрольная сумма — (только для LIN 1.3).
- Данные и контрольная сумма — (только для LIN 1.3).

- 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 "Поиск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигнала LIN.
- 3** Нажмите кнопку **Поиск** и выберите
 - **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 в листере**" на странице 135.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

24 Запуск по FlexRay и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов FlexRay / 391

Запуск по FlexRay / 393

FlexRay Serial Decode / 396

Для запуска по FlexRay и последовательного декодирования требуется лицензия.

Настройка осциллографа для сигналов FlexRay

Для настройки осциллографа следует подать на его вход дифференциальный сигнал FlexRay с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Keysight N2792A), при этом необходимо указать источник сигнала, уровень порогового напряжения при запуске, скорость передачи данных и тип шины.

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов FlexRay, выполните следующие действия:

- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужную последовательную шину (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.

- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите режим **FlexRay**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню FlexRay Signals.



- 6 Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем выберите аналоговый канал для сигнала FlexRay.
- 7 Нажмите функциональную клавишу **Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пороговый уровень напряжения.

Необходимо установить пороговый уровень напряжения ниже неактивного уровня.

Пороговый уровень напряжения используется при декодировании, и когда для выбранной шины последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.
- 8 Нажмите функциональную клавишу **Baud** и выберите скорость передачи данных измеряемого сигнала FlexRay.
- 9 Нажмите функциональную клавишу **Bus** и выберите тип шины измеряемого сигнала FlexRay.

Необходимо правильно указать шину, так как эта настройка влияет на обнаружение ошибок CRC.

- 10 Нажмите функциональную клавишу **Auto Setup** для выполнения следующих действий:
 - установки для импеданса выбранного канала источника значения 50 Ом при использовании дифференциального активного пробника с сопротивлением 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 по FlexRay

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов FlexRay, см. раздел "[Настройка осциллографа для сигналов FlexRay](#)" на странице 391.

После настройки осциллографа на регистрацию сигналов FlexRay можно выполнить настройку запуска по пакетам (see [страница 393](#)), ошибкам (see [страница 394](#)) или событиям (see [страница 395](#)).

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о последовательном декодировании FlexRay см. в разделе "[FlexRay Serial Decode](#)" на странице 396.

Запуск по пакетам FlexRay

- 1 Нажмите функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательную шину (Serial 1 или Serial 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.



- 3 Нажмите функциональную клавишу **Trigger**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать **Frame**.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Frames**, чтобы открыть меню FlexRay Frame Trigger.



- 5 Нажмите функциональную клавишу **Frame ID** и с помощью ручки Entry выберите значение идентификатора пакета **All** или значение от 1 до 2047.
- 6 Нажмите функциональную клавишу **Frame Type** 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 функциональную клавишу **Cyc Ct Rep** и с помощью ручки Entry выберите коэффициент повторения счетчика циклов (**2, 4, 8, 16, 32, 64** или **All**).
- 8** Нажмите функциональную клавишу **Cyc Ct Bas** и с помощью ручки Entry выберите базовый коэффициент счетчика циклов от 0 до коэффициента **Cyc Ct Rep** минус 1.

Например, при базовом коэффициенте 1 и коэффициенте повторения 16 запуск осциллографа будет выполнен на циклах 1, 17, 33, 49, 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 Cycle Repetition установите значение All. Осциллограф выполнит запуск по любому циклу.

ЗАМЕЧАНИЕ

Так как определенные пакеты FlexRay могут отображаться редко, рекомендуется нажать клавишу **[Mode/Coupling]**, а затем нажать функциональную клавишу **Mode**, чтобы установить для режима запуска значение **Normal** вместо значения **Auto**. Данная операция предотвращает автозапуск осциллографа в режиме ожидания определенного пакета и комбинации циклов.

Запуск по ошибкам FlexRay

- 1** Нажмите функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2** В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательную шину (Serial 1 или Serial 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.
- 3** Нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем с помощью ручки Entry выберите **Error**.



- 4 Нажмите функциональную клавишу **Errors**, затем выберите тип ошибки:
 - **Все ошибки**
 - **Header CRC Error** – ошибка контроля циклическим избыточным кодом в заголовке.
 - **Frame CRC Error** – ошибка контроля циклическим избыточным кодом в пакете.

ЗАМЕЧАНИЕ

Так как ошибки FlexRay возникают редко, нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы установить для режима запуска значение **Normal** вместо значения **Auto**. 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 функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательную шину (Serial 1 или Serial 2), на которой будет выполняться декодирование сигналов FlexRay.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Trigger**; затем с помощью ручки Entry выберите **Event**.



- 4 Нажмите функциональную клавишу **Event**, затем выберите тип события:
 - **Активация**
 - **TSS** – последовательность начала передачи.
 - **BSS** – последовательность начала байта.
 - **FES/DTS** – последовательность конца пакета или динамического слежения.

5 Нажмите **Auto Setup for Event**.

При этом автоматически настраиваются параметры осциллографа (как показано на дисплее) для выбранного запуска события.

FlexRay Serial Decode

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов FlexRay, см. раздел "[Настройка осциллографа для сигналов FlexRay](#)" на странице 391.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по FlexRay см. раздел "[Запуск по FlexRay](#)" на странице 393.

Настройка последовательного декодирования FlexRay

1 Нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы вывести на экран меню Serial Decode.



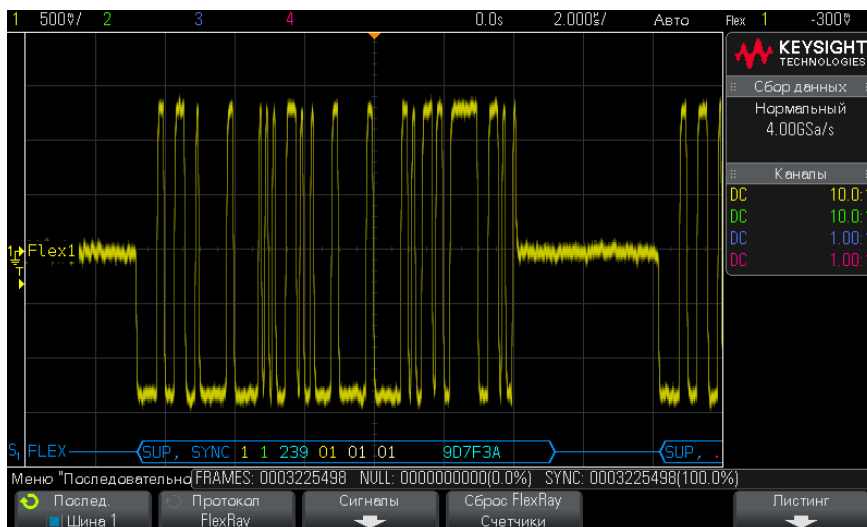
2 Если на экране не появится строка декодирования, нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы включить ее.

3 Если сбор данных остановлен, нажмите клавишу **[Run/Stop]**, чтобы зарегистрировать и декодировать данные.

Для облегчения просмотра декодированных данных вы можете пользоваться окном **Zoom** (с растяжкой осциллограммы по горизонтали).

- См. также
- "[Интерпретация декодирования FlexRay](#)" на странице 397
 - "[Сумматор FlexRay](#)" на странице 397
 - "[Интерпретация данных листера FlexRay](#)" на странице 398
 - "[Поиск данных FlexRay в листере](#)" на странице 399

Интерпретация декодирования FlexRay



- Тип пакета (NORM, SYNC, SUP, NULL – синий цвет).
- ID 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).

Сумматор FlexRay

Сумматор FlexRay состоит из счетчиков, которые позволяют напрямую измерять качество и эффективность работы шины. Сумматор отображается на экране, если для параметра FlexRay Decode установлено значение ON в меню Serial Decode.

24 Запуск по FlexRay и последовательное декодирование



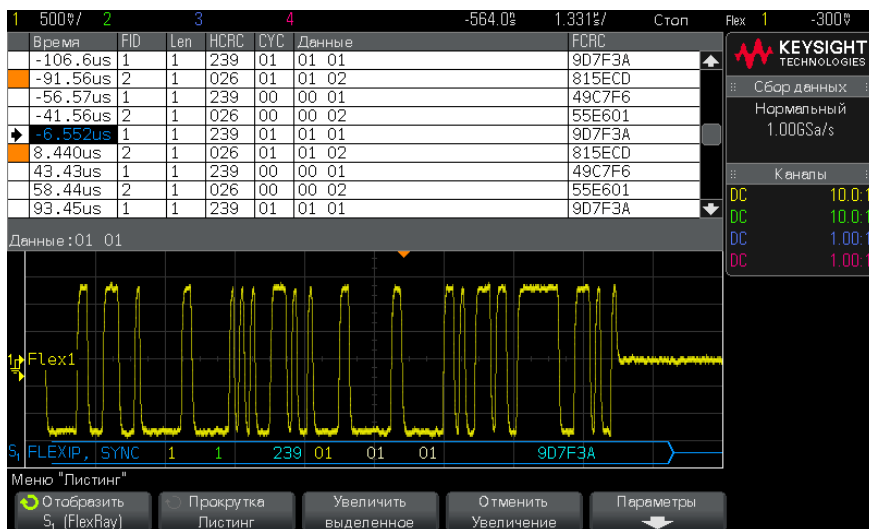
- На счетчике FRAMES в режиме реального времени отображается количество всех принятых пакетов.
- На счетчике NULL отображается количество и процент нулевых пакетов.
- На счетчике SYNC отображается количество и процент пакетов синхронизации.

Сумматор работает, считает пакеты и рассчитывает процентное отношение, даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **OVERFLOW**.

При нажатии функциональной клавиши **Reset FlexRay Counters** значения счетчиков обнуляются.

Интерпретация данных листера FlexRay



Кроме стандартного столбца Time листер FlexRay содержит следующие столбцы.

- FID – идентификатор пакета.
- Len – длина полезной нагрузки.

- HCRC – CRC заголовка.
- CYC – номер цикла.
- Данные.
- FCRC – CRC пакета.
- Пакеты с ошибками выделяются красным.

Поиск данных FlexRay в листере

Функция поиска у осциллографа позволяет вам отыскивать (и маркировать) определенные типы данных FlexRay в листере. Вы можете пользоваться клавишей **[Navigate]** и элементами управления для перемещения по маркированным строкам.

- 1 Нажмите клавишу **[Search]**, когда выбран режим декодирования последовательных данных FlexRay.
- 2 В меню Search нажмите функциональную клавишу **Search** затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательную шину (Serial 1 или Serial 2), на которой декодируются сигналы FlexRay.
- 3 Нажмите клавишу **Search for** в меню Search и выберите один из следующих вариантов.
 - **Frame ID** – поиск пакетов с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите функциональную клавишу Frame ID.
 - **Номер цикла (+ ID пакета)** – поиск пакетов с указанным номером цикла и идентификатором. Для выбора идентификатора нажмите функциональную клавишу Frame ID. Для выбора номера нажмите функциональную клавишу Cycle #.
 - **Data (+ Frame ID + Cycle number)** – поиск пакетов с указанными данными, номером цикла и идентификатором пакета. Для выбора идентификатора нажмите функциональную клавишу **Frame ID**. Для выбора номера нажмите функциональную клавишу **Cycle #**. Нажмите функциональную клавишу **Data**, чтобы открыть меню, в котором можно ввести значение данных.
 - **Header CRC Error** – ошибка контроля циклическим избыточным кодом в заголовках.
 - **Frame CRC Error** – ошибка контроля циклическим избыточным кодом в пакетах.
 - **Errors** – нахождение всех ошибок.

24 Запуск по FlexRay и последовательное декодирование

За дополнительной информацией о поиске данных обращайтесь к разделу "**Поиск данных в листере**" на странице 135.

За дополнительной информацией о применении клавиши **[Navigate]** и элементов управления обращайтесь к разделу "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

25 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 401

Запуск по I2C / 403

Последовательное декодирование I2C / 406

Настройка сигналов SPI / 411

Запуск по SPI / 415

Последовательное декодирование SPI / 417

Для запуска I2C/SPI и последовательного декодирования требуется лицензия.

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, используйте программную кнопку **Сигналы**, отображающуюся в меню "Последовательное декодирование".

- 1 Нажмите кнопку **[Label] (Метка)**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн..** С помощью ручки ввода выберите нужный слот (Послед. 1 или Послед. 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 "Сигналы I²C".



- 6 Для сигналов SCL (линия синхронизации) и SDA (последовательные данные):
 - a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
 - b Нажмите программную кнопку **SCL** или **SDA** 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.

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

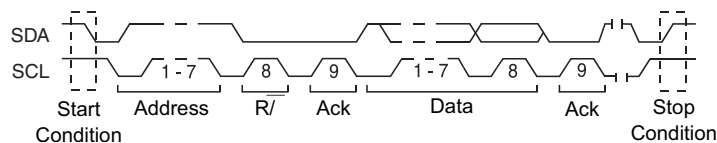
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел **"Настройка для сигналов I2C"** на странице 401.

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 **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигналов I²C.

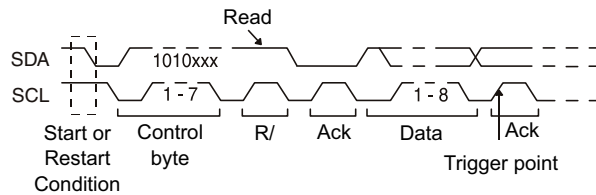


- 4 Нажмите программную кнопку **Запуск:**, и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Условие начала** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных SDA от старших к младшим при интенсивном цикле синхронизации SCL. В целях запуска (включая запуск по пакетам) перезапуск рассматривается как условие начала.
 - **Условие останова** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных (SDA) от младших к старшим при интенсивном цикле синхронизации (SCL).

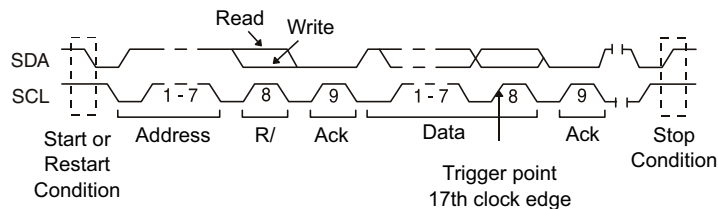


- **Отсутствие подтверждения** — запуск осциллографа выполняется при старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.

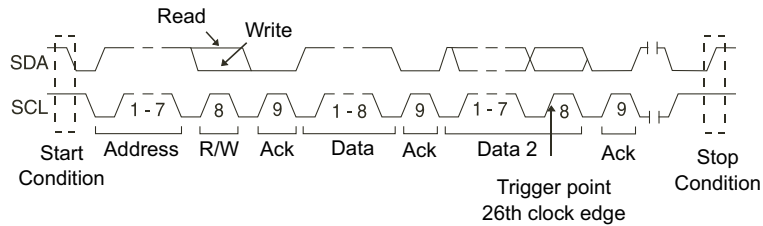
- **Адрес без подтв** — осциллограф запускается, когда подтверждение выбранного поля адреса оказывается ложным. Бит чтения/записи игнорируется.
- **Перезапуск** — осциллограф запускается, когда перед условием останова возникает еще одно условие начала.
- **Считывание данных EEPROM** — триггер выполняет 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.



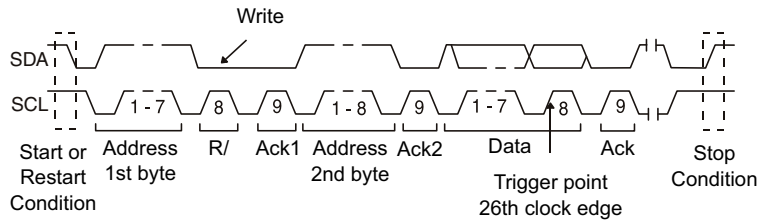
- **Пакет (начало: адр7: счит: подтв: данные: подтв: данные2) или Пакет (начало: адр7: зап: подтв: данные: подтв: данные2)** — запуск осциллографа выполняется в 7-битном режиме адресации по пакету чтения или записи на 26-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. В целях запуска перезапуск 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 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), \neq (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 406.

Последовательное декодирование I2C

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел "[Настройка для сигналов I2C](#)" на странице 401.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по I2C см. раздел "**Запуск по I2C**" на странице 403.

Настройка последовательного декодирования I2C

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "Последовательное декодирование".



- 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 408
 - "**Интерпретация данных I2C Lister**" на странице 409
 - "**Поиск данных I2C в таблице Lister**" на странице 410

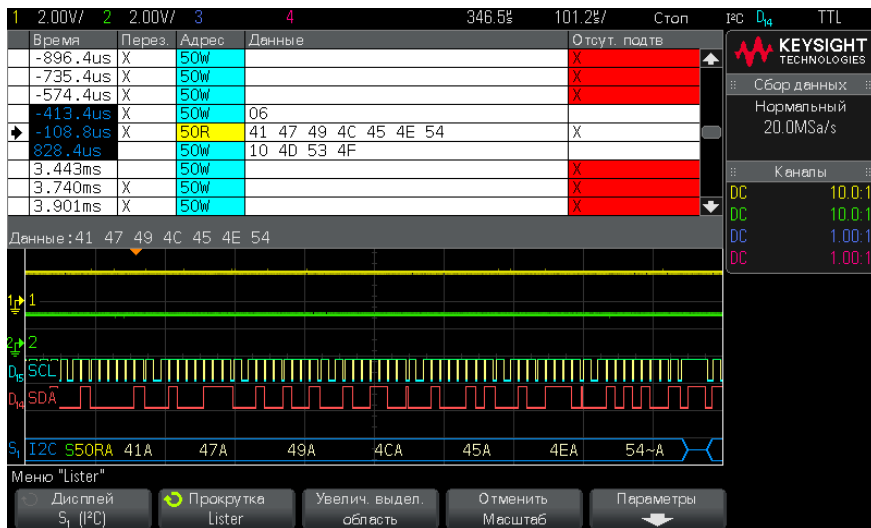
Интерпретация данных декодирования I2C



- 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 Ack (низкое), "~A" означает No Ack (высокое).
 - Если места внутри границ кадра 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.

- Искаженные 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 выделяют 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 "Поиск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором выполняется декодирование сигнала I2C.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите
 - **Отсутствие подтверждения** — поиск старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.
 - **Адрес без подтв** — 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 1010xxx 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 в листере"** на странице 135.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

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 "Последовательное декодирование".

- 1 Нажмите кнопку **[Label] (Метка)**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Последовательн..** С помощью ручки ввода выберите нужный слот (Послед. 1 или Послед. 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 "Сигналы SPI".



- 6 Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал**, чтобы открыть меню "Тактовый сигнал SPI".




В меню "Тактовый сигнал 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 "Отклонение" () , чтобы выбрать передний фронт 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 "Выход ведущего, вход ведомого SPI" выполните следующие действия.

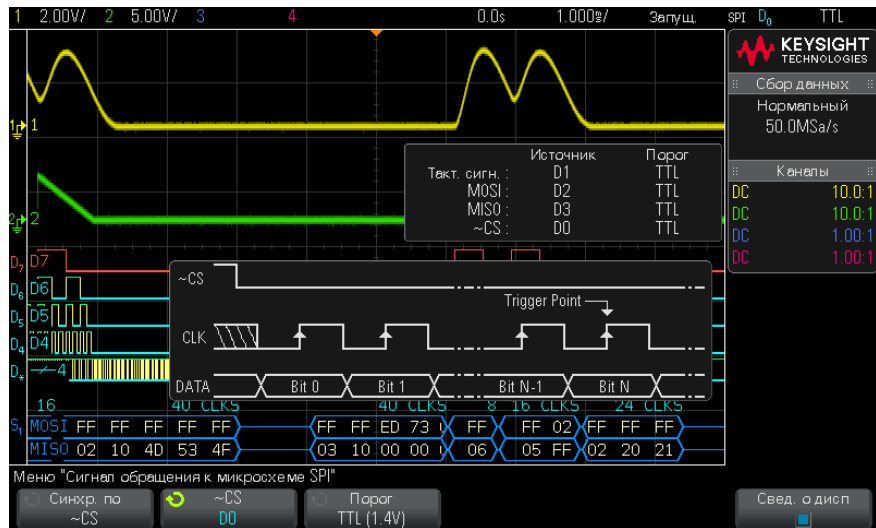
- a Нажмите программную кнопку **Данные MISO** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный ко второй линии последовательных данных SPI. (Если выбранный канал отключен, включите его.)

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.

- a 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** 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 параметра "Тайм-аут" 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.

- b** 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 411.

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 64 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 "Запуск" нажмите программную кнопку **Запуск**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов SPI.



- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню "Настройка запуска SPI".



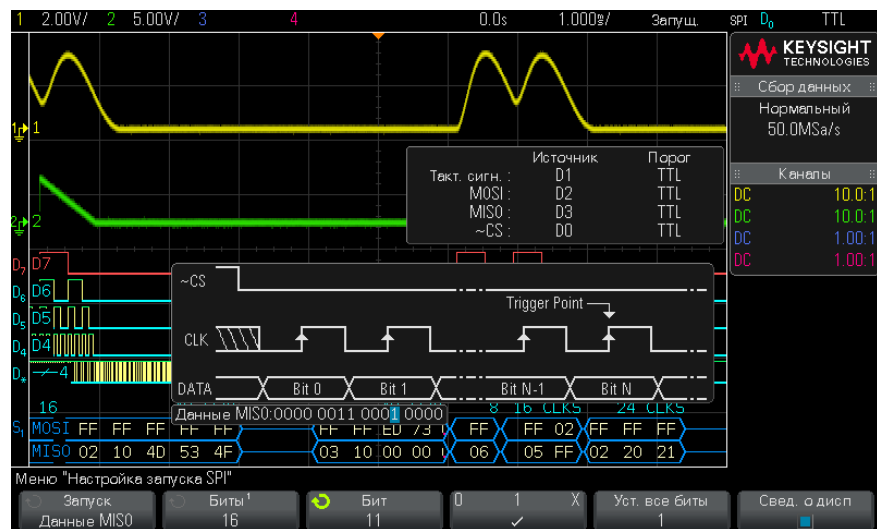
- 4 Нажмите программную кнопку **Запуск**, затем с помощью ручки ввода выберите условия запуска:

- **Данные выхода ведущего, входа ведомого (MOSI)** — для запуска по сигналу данных MOSI.
 - **Данные входа ведущего, выхода ведомого (MISO)** — для запуска по сигналу данных MISO.
- 5 Нажмите программную кнопку **Биты№** и с помощью ручки ввода задайте число бит, (**Биты№**) 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.

- 6 Для каждого бита в строке данных MOSI/MISO.
- Нажмите программную кнопку **Бит**, затем с помощью ручки ввода выберите местоположение бита.

Во время вращения ручки ввода бит будет выделен в строке данных, отображающейся в области формы сигнала.
 - Нажмите программную кнопку **0 1 X**, чтобы установить для бита, выбранного с помощью программной кнопки **Бит**, значение **0** (низкое), **1** (высокое) или **X** (безразличное состояние).



С помощью программной кнопки **Установить все биты** можно установить для всех битов в строке данных значение, выбранное с помощью программной кнопки **0 1 X**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о декодировании SPI см. в разделе "[Последовательное декодирование SPI](#)" на странице 417.

Последовательное декодирование SPI

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов SPI, см. раздел "[Настройка сигналов SPI](#)" на странице 411.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по SPI см. раздел "[Запуск по SPI](#)" на странице 415.

Настройка последовательного декодирования SPI

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "Последовательное декодирование".



- 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)**.

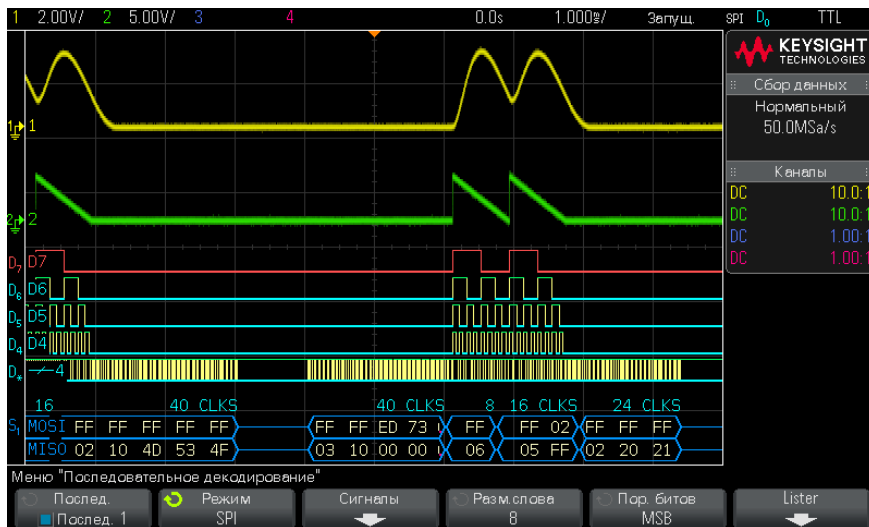
ЗАМЕЧАНИЕ

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 418
 - **"Интерпретация данных SPI Lister"** на странице 419
 - **"Поиск данных SPI в таблице Lister"** на странице 420

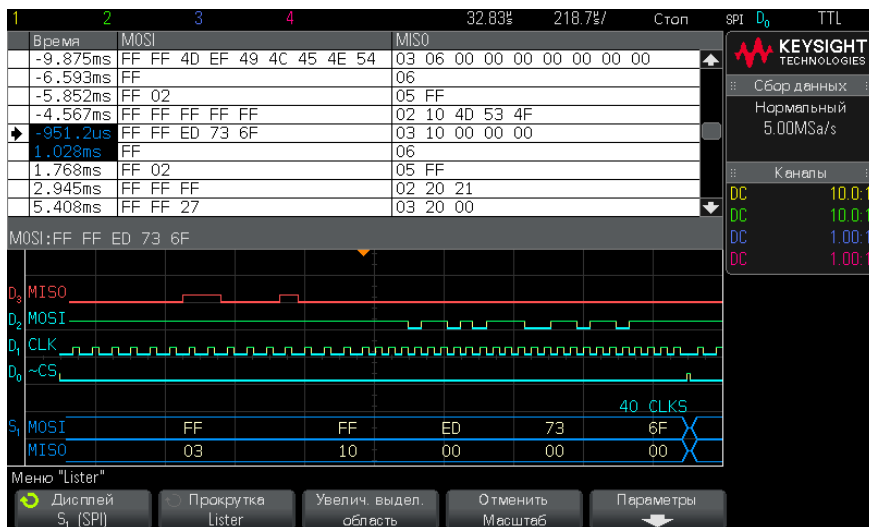
Интерпретация данных декодирования SPI



- 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 кадра 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.

Интерпретация данных SPI Lister



Кроме стандартного столбца "Время", меню "LIN Lister" также содержит следующие столбцы.

- Данные — байты данных (MOSI и MISO).

Искривленные 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 "Поиск" нажмите программную кнопку **Поиск**, затем с помощью ручки ввода выберите последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов SPI.
- 3 Нажмите кнопку **Поиск** и выберите
 - **"Данные выхода ведущего"** или **"Данные входа ведомого (MOSI)"** — для поиска данных MOSI
 - **"Данные входа ведущего"** или **"Данные выхода ведомого (MISO)"** — для поиска данных MISO.
- 4 Нажмите программную кнопку **Биты**, чтобы открыть меню "Поиск битов SPI".
- 5 В меню "Поиск 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 в листере"** на странице 135.

Для получения дополнительной информации об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** см. **"Навигация по временной развертке"** на странице 66.

26 Запуск и декодирование последовательных данных I2S

Настройка осциллографа для сигналов I2S / 421

Запуск по сигналам I2S / 425

Декодирование последовательных данных I2S / 427

Для запуска I2S и последовательного декодирования требуется лицензия.

ЗАМЕЧАНИЕ

Одновременно можно декодировать сигналы только одной последовательной шины I2S.

Настройка осциллографа для сигналов I2S

Настройка осциллографа для сигналов I²S (Inter-IC Sound или Integrated Interchip Sound) включает в себя присоединение осциллографа к линиям последовательной синхронизации, выбора слова и последовательных данных с последующей установкой пороговых уровней напряжения.

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов I2S, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.

- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный слот (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите тип запуска **I2S**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню I²S Signals.




- 6 Для сигналов SCLK (последовательная синхронизация), WS (выбор слова) и SDATA (последовательные данные):
 - a Присоедините канал осциллографа к источнику сигнала в объекте испытаний.
 - b Нажмите функциональную клавишу **SCLK**, **WS** или **SDATA**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для сигнала.
 - c Нажмите соответствующую функциональную клавишу **Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пороговый уровень напряжения сигнала.

Установите на середину сигналов пороговые уровни для сигналов SCLK, WS и SDATA.

Этот пороговый уровень напряжения используется при декодировании; он же становится уровнем запуска, когда установлен тип запуска на выбранный слот декодирования последовательных данных.

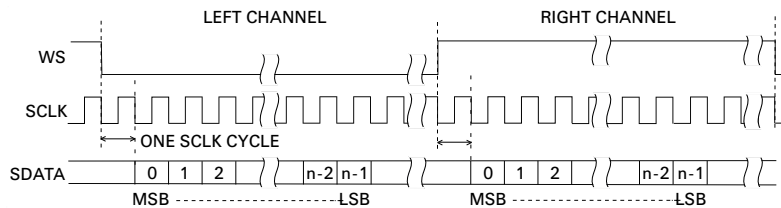
Автоматически устанавливаются метки SCLK, WS и SDATA для каналов-источников.

- 7 Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Serial Decode.
- 8 Нажмите функциональную клавишу **Bus Config**, чтобы открыть меню I²S Bus Configuration и вывести на экран временную диаграмму, отображающую сигналы WS, SCLK и SDATA для заданной в данный момент конфигурации шины.

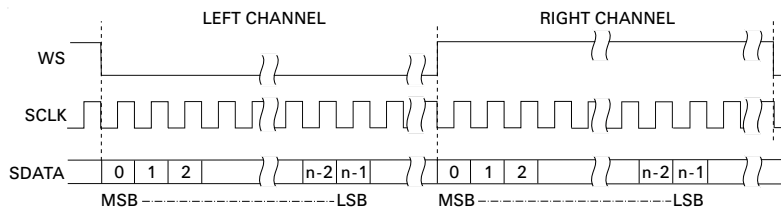


- 9 Нажмите функциональную клавишу **Word Size**. Вращайте ручку Entry, чтобы привести в соответствие размер слова передатчика у объекта испытаний (от 4 до 32 битов).
- 10 Нажмите функциональную клавишу **Receiver**. Вращайте ручку Entry, чтобы привести в соответствие размер слова приемника у объекта испытаний (от 4 до 32 битов).
- 11 Нажмите функциональную клавишу **Alignment**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать желаемое выравнивание сигнала данных (SDATA). Отображаемая на экране временная диаграмма изменяется в соответствии с вашим выбором.

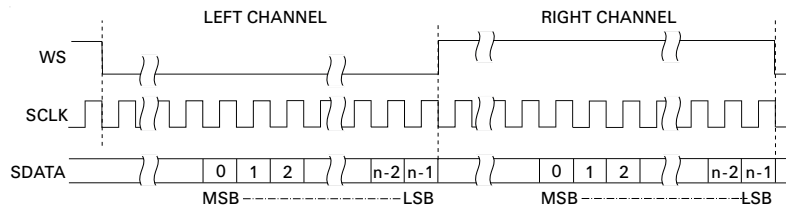
Standard Alignment – первым посылается старший двоичный разряд данных (MSB), последним посылается младший двоичный разряд (LSB). MSB появляется в линии данных SDATA через один период тактовой частоты после перепада уровня WS.



Left-Justified – передача данных (сначала MSB) начинается при перепаде уровня WS (без однобитовой задержки, как в формате Standard).

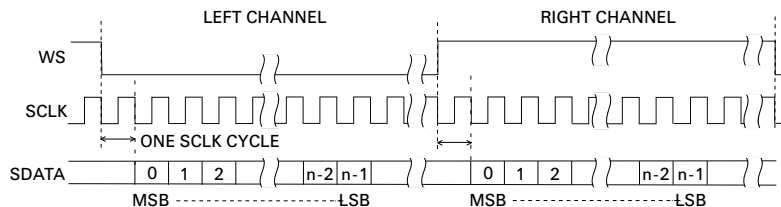


Right-Justified – передача данных (сначала MSB) выравнивается справа по перепаду уровня WS.

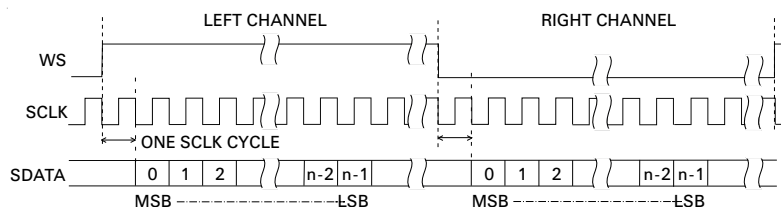


12 Нажмите функциональную клавишу **WS Low**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал (левый или правый), данные которого должны индексироваться уровнем лог. 0 "WS Low". Отображаемая на экране временная диаграмма изменяется в соответствии с вашим выбором.

WS Low = Left Channel – уровню лог. 0 WS=low соответствуют данные левого канала, уровню лог. 1 "WS=high" соответствуют данные правого канала. По умолчанию принята установка WS Low=Left.



WS Low = Right Channel – данные правого канала соответствуют уровню лог. 0 "WS=low", данные левого канала соответствуют уровню лог. 1 "WS=high".



13 Нажмите функциональную клавишу **SCLK Slope**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать фронт сигнала SCLK (положительный или отрицательный), по которому синхронизируются данные в объекте испытаний. Отображаемая на экране временная диаграмма изменяется в соответствии с вашим выбором.

Запуск по сигналам I2S

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов I²S, действуйте, как описано выше в разделе "**Настройка осциллографа для сигналов I2S**" на странице 421.

После того, как осциллограф будет настроен на регистрацию сигналов I²S, можно будет реализовать запуск по значению данных.

- 1 Нажмите функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируются сигналы I2S.



- 3 Нажмите функциональную клавишу **Trigger Setup**, чтобы открыть меню I²S Trigger Setup.

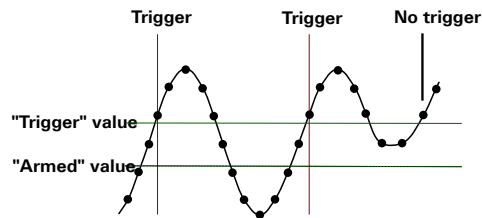


- 4 Нажмите функциональную клавишу **Audio**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать запуск по событиям левого канала (**Left**), правого канала (**Right**) или по событиям, которые возникают в любом (**Either**) канале.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Trigger** и выберите классификатор.
 - **Equal** – запуск по определенному слову данных звукового канала, когда оно равно заданному слову.
 - **Not equal** – запуск по любому слову, которое отличается от заданного слова.
 - **Less than** – запуск по слову данных канала, которое оказывается меньше заданного значения.
 - **Greater than** – запуск по слову данных канала, которое оказывается больше заданного значения.
 - **In Range** – введите верхнее и нижнее значение, чтобы определить интервал для запуска.

- **Out of Range** – введите верхнее и нижнее значение, чтобы определить интервал, в котором не должен производиться запуск.
- **Increasing value** – запуск происходит, когда значение данных увеличивается со временем и достигается или превышает заданное значение. Установите параметр **Trigger >=** на значение данных, которое должно достигаться. Установите параметр **Armed <=** на значение, до которого должно снижаться значение данных, прежде чем будет заново активизирована (подготовлена к запуску) схема запуска. Эти установки выполняются в текущем меню, когда значением **Base** является **Decimal**, или в субменю Bits, когда значением **Base** является **Binary**. Элемент управления **Armed** подавляет запуск, обусловленный шумом.

Это условие запуска можно пояснить, если рассматривать цифровые данные, передаваемые по шине I2S с точки зрения аналоговых сигналов. На следующем рисунке показан график, отображающий выборки данных, передаваемых по шине I2S для одного канала. В этом примере осциллограф запускается в двух указанных точках, поскольку там имеется два момента, при которых сигнал увеличивается от значения "Armed" (или более низкого) до заданного значения "Trigger" (или более высокого).

Если выбрать значение "Armed" равным или превышающим значение "Trigger", то значение "Trigger" будет автоматически увеличено так, чтобы оно в любом случае превышало значение "Armed".



- **Decreasing value** – аналогично предыдущему описанию с той разницей, что запуск производится по уменьшающемуся значению слова данных. В этом случае значением "Armed" должно быть значение, до которого должно повыситься значение данных, чтобы обеспечивалась повторная активизация схемы запуска.
- 6 Нажмите функциональную клавишу **Base** и выберите основание системы счисления для ввода значений данных.

- **Binary (2's complement).**

Когда выбран вариант Binary, появляется функциональная клавиша **Bits**. Эта клавиша открывает меню I2S Bits для ввода значений данных.

Когда классификатор запуска требует указания пары значений (например, в случаях In Range, Out of Range, Increasing value или Decreasing value), первая функциональная клавиша в меню I2S Bits позволяет вам выбрать значение пары.

В меню I2S Bits нажмите функциональную клавишу **Bit** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать каждый бит, затем пользуйтесь функциональной клавишей **0 1 X**, чтобы установить значение каждого бита на 0, 1 или X (не имеет значения). Вы можете воспользоваться функциональной клавишей **Set all Bits**, чтобы установить все биты на значение, выбранное на функциональной клавише **0 1 X**.

- **Signed decimal.**

Когда выбран вариант Decimal, функциональные клавиши справа позволяют вам вводить десятичные значения с помощью ручки Entry. Это могут быть функциональные клавиши **Data**, **<**, **>** или **Threshold** в зависимости от выбранного классификатора запуска.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не приводит к стабильному запуску, то возможно, осциллограф находится в режиме автоматического запуска при достаточно медленных сигналах I2S. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы отобразить декодирование последовательных данных I2S, обращайтесь к разделу "[Декодирование последовательных данных I2S](#)" на странице 427.

Декодирование последовательных данных I2S

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов I2S, действуйте, как описано в разделе "[Настройка осциллографа для сигналов I2S](#)" на странице 421.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы настроить осциллограф на запуск по сигналам I2S, обращайтесь к разделу "[Запуск по сигналам I2S](#)" на странице 425.

Чтобы настроить осциллограф на декодирование последовательных данных I2S:

- 1 Нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы вывести на экран меню Serial Decode.



- 2 Нажмите функциональную клавишу **Base**, чтобы выбрать основание системы счисления для отображения декодированных данных.
- 3 Если на экране не появится строка декодирования, нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы включить ее.
- 4 Если сбор данных остановлен, нажмите клавишу **[Run/Stop]**, чтобы зарегистрировать и декодировать данные.

ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не приводит к стабильному запуску, то возможно, осциллограф находится в режиме автоматического запуска при достаточно медленных сигналах I2S. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для облегчения просмотра полученных данных вы можете пользоваться окном **Zoom** (с растяжкой осциллограммы по горизонтали).

- См. также
- "[Интерпретация декодированных данных I2S](#)" на странице 429
 - "[Интерпретация данных листера I2S](#)" на странице 430
 - "[Поиск данных I2S в листере](#)" на странице 431

Интерпретация декодированных данных I2S



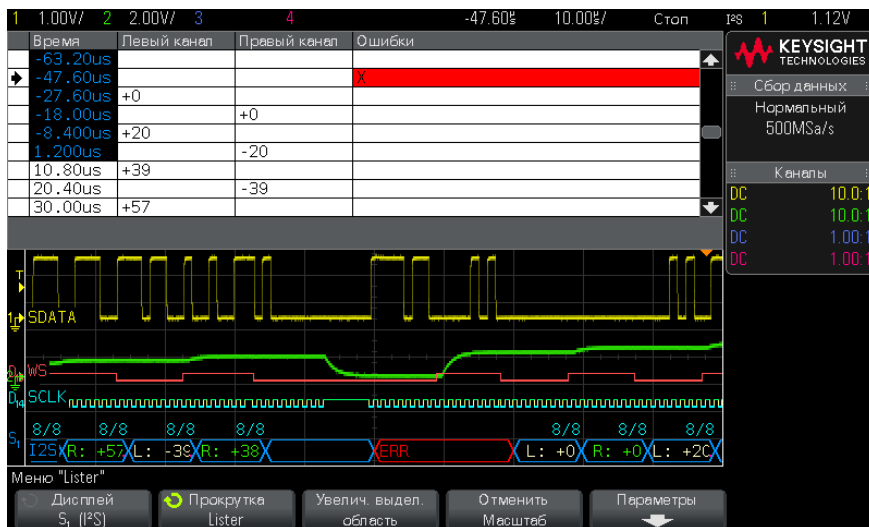
- Прямоугольные осциллограммы отображают активную шину (внутри пакета или кадра).
- Синими линиями среднего уровня отображается бездействующая шина.
- В декодированных данных:
 - Данные правого канала отображаются зеленым цветом с символами "R".
 - Данные левого канала отображаются белым цветом с символами "L".
 - Декодированный текст обрезается в конце соответствующего кадра при недостатке места в пределах границ кадра.
- Розовые вертикальные полосы указывают на необходимость растяжки масштаба по горизонтали (и повторного запуска сбора данных), чтобы увидеть декодирование.
- Красные точки в строке декодирования указывают на наличие данных, которые выходят за пределы экрана. Для просмотра данных можно воспользоваться прокруткой или изменением масштаба по горизонтали.
- Розовым цветом отображаются недостоверные шинные значения (с недостаточным количеством выборок или сомнительные).

- Красным цветом отображаются неизвестные шинные значения (неопределенные или ошибочные).

ЗАМЕЧАНИЕ

Когда размер слова приемника превышает размер слова передатчика, декодер заполняет младшие двоичные разряды нулями, и декодированное значение не соответствует значению запуска.

Интерпретация данных листера I2S



В дополнение к стандартному столбцу Time листер I2S содержит следующие столбцы:

- Left Channel – отображаются данные левого канала.
- Right Channel – отображаются данные правого канала.
- Errors (ошибки) – выделяются красным цветом и маркируются символом "X".

Розовым цветом выделяются недостоверные данные. В этом случае следует уменьшить коэффициент развертки (время/дел.) и повторить измерение.

Поиск данных I2S в листере

Функция поиска у осциллографа позволяет вам отыскивать (и маркировать) определенные типы данных I2S в листере. Вы можете пользоваться клавишей **[Navigate]** и элементами управления для перемещения по маркированным строкам.

- 1** Нажмите клавишу **[Search]**, когда выбран режим декодирования последовательных данных I2S.
- 2** В меню Search нажмите функциональную клавишу **Search**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируются сигналы I2S.
- 3** В меню Search нажмите функциональную клавишу **Search**, затем выберите один из следующих вариантов.
 - **= (Equal)** – нахождение определенного слова данных звукового канала, когда оно равно заданному слову.
 - **!= (Not Equal)** – нахождение любого слова, отличающегося от заданного слова.
 - **< (Less than)** – нахождение слова данных канала, которое оказывается меньше заданного значения.
 - **> (Greater than)** – нахождение слова данных канала, которое превышает заданное значение.
 - **>< (In Range)** – введите верхнее и нижнее значение, чтобы задать интервал поиска.
 - **<> (Out of Range)** – введите верхнее и нижнее значение, чтобы задать интервал вне поиска.
 - **Errors** – нахождение всех ошибок.

За дополнительной информацией о поиске данных обращайтесь к разделу "**Поиск данных в листере**" на странице 135.

За дополнительной информацией о применении клавиши **[Navigate]** и элементов управления обращайтесь к разделу "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

27 Запуск и декодирование последовательных данных MIL-STD-1553/ARINC 429

Настройка осциллографа для сигналов MIL-STD-1553 / 433

Запуск по сигналам MIL-STD-1553 / 435

Декодирование последовательных данных MIL-STD-1553 / 436

Настройка сигналов ARINC 429 / 441

Запуск по сигналам ARINC 429 / 443

Декодирование последовательных данных ARINC 429 / 445

Для запуска по MIL-STD-1553/ARINC 429 и последовательного декодирования требуется лицензия.

Решение для 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 осциллографа для сигналов MIL-STD-1553

Для настройки осциллографа следует подать на его вход последовательный сигнал MIL-STD-1553 с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Keysight N2791A), при этом необходимо указать источник сигнала, а также верхний и нижний пороговые уровни напряжения запуска.

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов MIL-STD-1553, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный слот (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode** и выберите режим декодирования **MIL-STD-1553**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню MIL-STD-1553 Signals.



- 6 Нажмите функциональную клавишу **Source**, чтобы выбрать канал, подключенный к линии сигнала MIL-STD-1553.
Автоматически устанавливается метка для канала-источника MIL-STD-1553.
- 7 Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Serial Decode.
- 8 Нажмите функциональную клавишу **Auto Setup** 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 V/div;
 - 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 **Auto Setup**, нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы вернуться в меню MIL-STD-1553 Signals. Затем выполните следующие действия.
 - Нажмите функциональную клавишу **High Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать верхний уровень порогового напряжения сигнала.

- Нажмите функциональную клавишу **Low Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нижний уровень порогового напряжения сигнала.

Уровни порогового напряжения используются при декодировании, и когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

Запуск по сигналам MIL-STD-1553

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов MIL-STD-1553, действуйте, как описано выше в разделе "[Настройка осциллографа для сигналов MIL-STD-1553](#)" на странице 433.

Настройка запуска по сигналам MIL-STD-1553

- 1 Нажмите функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируются сигналы MIL-STD-1553.



- 3 Нажмите функциональную клавишу **Trigger** и вращайте ручку Entry, чтобы выбрать условие запуска.
 - **Data Word Start** – запуск выполняется по началу слова данных (в конце действительного импульса Data Sync).
 - **Data Word Stop** – запуск выполняется по концу слова данных.
 - **Command/Status Word Start** – запуск выполняется по началу слова команды/состояния (в конце действительного импульса C/S Sync).
 - **Command/Status Word Stop** – запуск выполняется по концу слова команды/состояния.
 - **Remote Terminal Address** – запуск выполняется, если RTA слова команды/состояния совпадает с указанным значением.

При выборе этого параметра становится доступной функциональная клавиша **RTA**, с помощью которой можно выбрать шестнадцатеричное значение Remote Terminal Address, по которому будет осуществляться запуск. При выборе 0xXX (безразличное состояние) запуск осциллографа произойдет по любому RTA.

- **Remote Terminal Address + 11 Bits** – запуск выполняется, если RTA и остальные 11 бит отвечают заданным критериям.

При выборе этого параметра становятся доступны следующие функциональные клавиши.

- С помощью функциональной клавиши **RTA** можно выбрать шестнадцатеричное значение Remote Terminal Address.
- С помощью функциональной клавиши **Bit Time** можно выбрать положение времени бита.
- С помощью функциональной клавиши **0 1 X** можно установить для параметра положения времени бита значения 1, 0 или X (безразличное состояние).
- **Parity Error** – запуск выполняется, если (нечетный) бит контроля четности является неправильным для данных в слове.
- **Sync Error** – запуск выполняется, если найден недопустимый импульс Sync.
- **Manchester Error** – запуск выполняется при обнаружении ошибки кодирования Manchester.

ЗАМЕЧАНИЕ

Сведения о декодировании MIL-STD-1553 см. в разделе "[Декодирование последовательных данных MIL-STD-1553](#)" на странице 436.

Декодирование последовательных данных MIL-STD-1553

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов MIL-STD-1553, действуйте, как описано в раздел "[Настройка осциллографа для сигналов MIL-STD-1553](#)" на странице 433.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы настроить осциллограф на запуск по сигналам MIL-STD-1553, обращайтесь к разделу "[Запуск по сигналам MIL-STD-1553](#)" на странице 435.

Чтобы настроить осциллограф на декодирование последовательных данных MIL-STD-1553:

- 1 Нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы вывести на экран меню Serial Decode.



- 2 С помощью функциональной клавиши **Base** 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 листере.

- 3 Если на экране не появится строка декодирования, нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы включить ее.
- 4 Если сбор данных остановлен, нажмите клавишу **[Run/Stop]**, чтобы зарегистрировать и декодировать данные.

Для облегчения просмотра декодированных данных вы можете пользоваться окном **Zoom** (с растяжкой осциллограммы по горизонтали).

- См. также
- ["Интерпретация декодированных данных MIL-STD-1553"](#) на странице 437
 - ["Интерпретация данных листера MIL-STD-1553"](#) на странице 439
 - ["Поиск данных MIL-STD-1553 в листере"](#) на странице 440

Интерпретация декодированных данных MIL-STD-1553

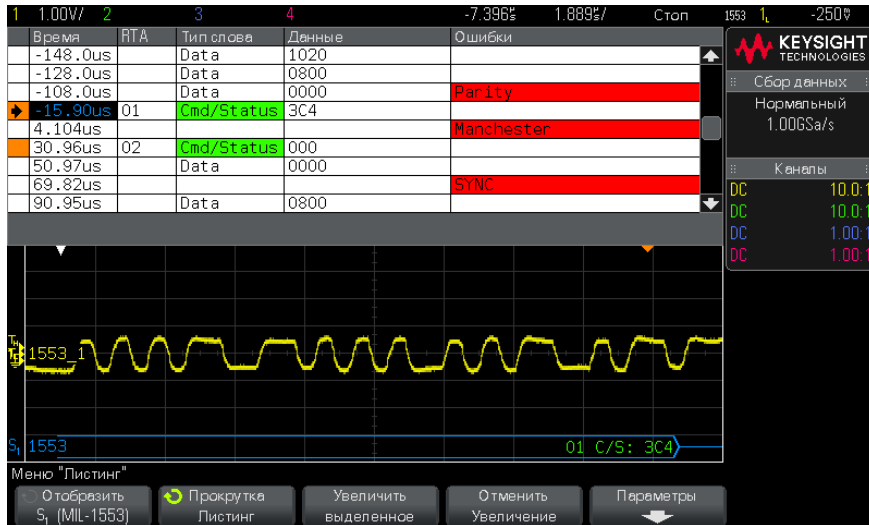
Для отображения результатов декодирования последовательных данных включите декодирование последовательных данных и нажмите клавишу **[Run]** или **[Single]**.



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 кодирования Manchester обозначаются словом "MANCH" в синих угловых скобках (синий вместо красного, поскольку слово начиналось с допустимого импульса Sync).

Интерпретация данных листера MIL-STD-1553



В дополнение к стандартному столбцу Time листер MIL-STD-1553 содержит следующие столбцы.

- RTA – отображается значение Remote Terminal Address для слов команды/состояния, для слов данных обозначение отсутствует.
- Word Type – "Cmd/Status" для слов команды/состояния, "Data" для слов данных. Цвет фона слов команды/состояния – зеленый, совпадающий с цветом текста декодирования.
- Data – 11 бит после RTA для слов команды/состояния или 16 бит слова данных.
- Errors – соответствующая ошибка "Sync", "Parity" или "Manchester". Для обозначения ошибки используется красный цвет фона.

Розовым цветом выделяются недостоверные данные. В этом случае следует уменьшить коэффициент развертки (время/дел.) и повторить измерение.

Поиск данных MIL-STD-1553 в листере

Функция поиска у осциллографа позволяет вам отыскивать (и маркировать) определенные типы данных MIL-STD-1553 в листере. Вы можете пользоваться клавишей **[Navigate]** и элементами управления для перемещения по маркированным строкам.

- 1** Нажмите клавишу **[Search]**, когда выбран режим декодирования последовательных данных MIL-STD-1553.
- 2** В меню Search нажмите функциональную клавишу **Search**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируется сигнал MIL-STD-1553.
- 3** Нажмите функциональную клавишу **Search**, затем выберите один из следующих вариантов.
 - **Data Word Start** – нахождение начала слова данных (в конце действительного импульса Data Sync).
 - **Command/Status Word Start** – нахождение начала слова команды/состояния (в конце действительного импульса C/S Sync).
 - **Remote Terminal Address** – нахождение слова команды/состояния, значение RTA которого совпадает с указанным значением. Значение указывается в шестнадцатеричном формате.

При выборе этого параметра становится доступной функциональная клавиша **RTA**, с помощью которой можно выбрать шестнадцатеричное значение Remote Terminal Address, по которому будет осуществляться поиск.

- **Remote Terminal Address + 11 Bits** – нахождение RTA и остальных 11 битов, которые отвечают заданным критериям.

При выборе этого параметра становятся доступны следующие функциональные клавиши.

- С помощью функциональной клавиши **RTA** можно выбрать шестнадцатеричное значение Remote Terminal Address.
- С помощью функциональной клавиши **Bit Time** можно выбрать положение времени бита.
- С помощью функциональной клавиши **0 1 X** можно установить для параметра положения времени бита значения 1, 0 или X (безразличное состояние).
- **Parity Error** – нахождение (нечетных) бит контроля четности, которые являются неправильными для данных в слове.

- **Sync Error** – нахождение недопустимых импульсов Sync.
- **Manchester Error** – нахождение ошибок кодирования Manchester.

За дополнительной информацией о поиске данных обращайтесь к разделу "**Поиск данных в листере**" на странице 135.

За дополнительной информацией о применении клавиши **[Navigate]** и элементов управления обращайтесь к разделу "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

Настройка сигналов ARINC 429

При настройке сначала необходимо подключить осциллограф к сигналу ARINC 429 с помощью активного дифференциального пробника (рекомендуется Keysight 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 слот (Последовательн. 1 или Последовательн. 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 Нажмите программную кнопку **Скорость** и укажите скорость передачи сигнала ARINC 429.
 - **Высокая:** 100 Кбит/с.
 - **Низкая:** 12,5 Кбит/с.
 - **Задано пользователем** – выбрав это значение, нажмите программную кнопку **Пользовательская скорость** и поверните ручку ввода, чтобы указать нужную скорость.
- 9 Нажмите программную кнопку  «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: шестнадц.
 - 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 сигналам ARINC 429

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов ARINC 429, действуйте, как описано выше в разделе "**Настройка сигналов ARINC 429**" на странице 441.

После того, как осциллограф будет настроен на регистрацию сигналов ARINC 429, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите функциональную клавишу **[Trigger]**.
- 2 В меню Trigger нажмите функциональную клавишу **Trigger**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируются сигналы ARINC 429.



- 3 Нажмите функциональную клавишу **Trigger**; затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать условие запуска.
 - **Word Start** – запуск по началу слова.
 - **Word Stop** – запуск по концу слова.
 - **Label** – запуск по указанному значению метки.
 - **Label + Bits** – запуск по метке и другим полям слова в соответствии с указаниями.
 - **Label Range** – запуск по следующей метке в мин./макс. диапазоне.
 - **Parity Error** – запуск по словам с ошибкой контроля четности.
 - **Word Error** – запуск по ошибке кодирования внутри слова.
 - **Gap Error** – запуск по ошибке пропуска между словами.
 - **Word or Gap Error** – запуск по ошибке слова или по ошибке пропуска.
 - **All Errors** – запуск по любой из перечисленных выше ошибок.

- **All Bits (Eye)** – запуск по любому биту, который вследствие этого образует глазковую диаграмму.
 - **All 0 Bits** – запуск по любому биту с нулевым значением.
 - **All 1 Bits** – запуск по любому биту со значением единицы.
- 4** При выборе условия **Label** или **Label + Bits** с помощью функциональной клавиши **Label** укажите значение метки.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.

- 5** При выборе условия **Label + Bits** с помощью функциональной клавиши и подменю **Bits** укажите значения битов:



С помощью функциональной клавиши **Define** выберите SDI, Data или SSM. Значения SDI или SSM могут быть недоступны в зависимости от выбранного формата слова в меню Serial Decode.

С помощью функциональной клавиши **Bit** выберите бит, который требуется изменить.

С помощью функциональной клавиши **0 1 X** задайте значение бита.

С помощью функциональной клавиши **Set all Bits** установите для всех битов значение 0, 1 или X.

- 6** При выборе условия **Label Range** с помощью функциональных клавиш **Label Min** и **Label Max** укажите конечные значения диапазонов.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать режим **Zoom**.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы отобразить декодирование последовательных данных ARINC 429, обращайтесь к разделу "**Декодирование последовательных данных ARINC 429**" на странице 445.

Декодирование последовательных данных ARINC 429

Чтобы настроить осциллограф на регистрацию сигналов ARINC 429, действуйте, как описано выше в разделе "**Настройка сигналов ARINC 429**" на странице 441.

ЗАМЕЧАНИЕ

Чтобы настроить осциллограф на запуск по сигналам ARINC 429, обращайтесь к разделу "**Запуск по сигналам ARINC 429**" на странице 443.

Чтобы настроить осциллограф на декодирование последовательных данных ARINC 429, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы вывести на экран меню Serial Decode.



- 2 С помощью функциональной клавиши **Settings** войдите в submenu, в котором с помощью функциональной клавиши **Base** выберите шестнадцатеричный или двоичный формат представления декодированных данных.

Этот базовый параметр используется для отображения *данных* как в строке декодирования, так и в листере.

Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате; значения SSM и SDI всегда отображаются в двоичном формате.

- 3 Нажмите функциональную клавишу **Word Format** и укажите формат декодирования слов:
 - **Label/SDI/Data/SSM:**
 - Label – 8 бит.
 - SDI – 2 бита.
 - Data – 19 бит.
 - SSM – 2 бита.
 - **Label/Data/SSM:**
 - Label – 8 бит.
 - Data – 21 бит.

- SSM – 2 бита.
 - **Label/Data:**
 - Label – 8 бит.
 - Data – 23 бит.
- 4** Если на экране не появится строка декодирования, нажмите клавишу **[Serial]**, чтобы включить ее.
- 5** Если сбор данных остановлен, нажмите клавишу **[Run/Stop]**, чтобы зарегистрировать и декодировать данные.

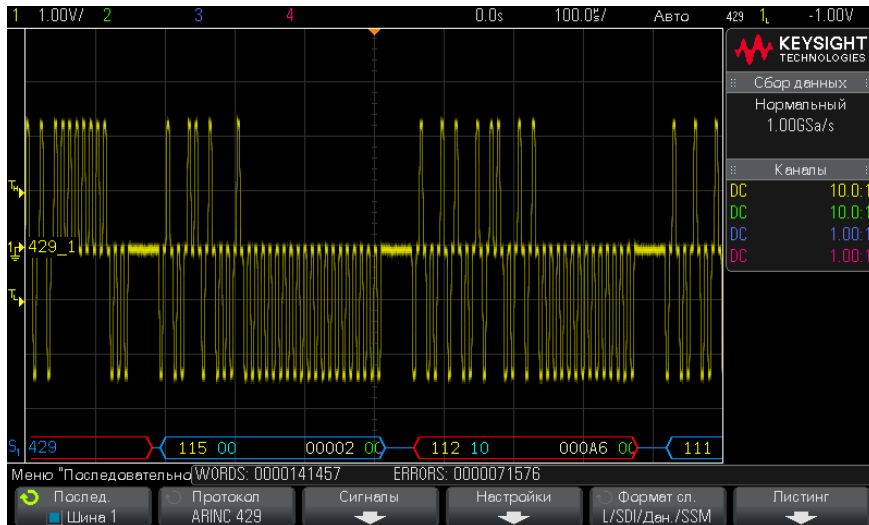
ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не приводит к стабильному запуску, то возможно, осциллограф находится в режиме автоматического запуска при достаточно медленных сигналах ARINC 429. Нажмите клавишу **[Mode/Coupling]**, затем нажмите функциональную клавишу **Mode**, чтобы переключить режим запуска с **Auto** на **Normal**.

Для облегчения просмотра декодированных данных вы можете пользоваться окном **Zoom** (с растяжкой осциллограммы по горизонтали).

- См. также
- ["Интерпретация декодированных данных ARINC 429"](#) на странице 447
 - ["Сумматор ARINC 429"](#) на странице 448
 - ["Интерпретация данных листера ARINC 429"](#) на странице 449
 - ["Поиск данных ARINC 429 в листере"](#) на странице 449

Интерпретация декодированных данных ARINC 429



В зависимости от выбранного формата декодирования слов результаты декодирования ARINC 429 отображаются в следующих цветах.

- Формат декодирования Label/SDI/Data/SSM:
 - Label (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.
 - SDI (синий) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
 - Data (белый, красный при ошибке контроля четности) (19 бит) – отображается в выбранном базовом значении.
 - SSM (зеленый) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
- Формат декодирования Label/Data/SSM:
 - Label (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.
 - Data (белый, красный при ошибке контроля четности) (21 бит) – отображается в выбранном базовом значении.
 - SSM (зеленый) (2 бита) – отображается в двоичном формате.
- Формат декодирования Label/Data:
 - Label (желтый) (8 бит) – отображается в восьмеричном формате.

- Data (белый, красный при ошибке контроля четности) (23 бит) – отображается в выбранном базовом значении.

Биты значения Label отображаются в том же порядке, в каком они были получены. Поля битов Data, SSM и SDI отображаются в порядке получения, но биты внутри этих полей отображаются в обратном получению порядке. Другими словами, поля битов, кроме Label, отображаются в формате слова ARINC 429, но биты в этих полях отображаются в порядке, обратном порядку передачи.

Сумматор ARINC 429

Сумматор ARINC 429 измеряет общее число слов и ошибок ARINC 429.



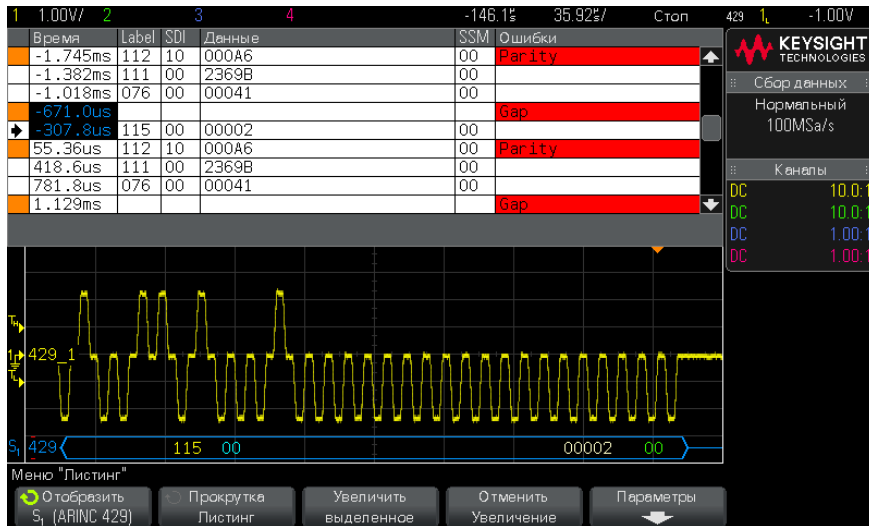
Сумматор работает постоянно (считая слова и ошибки), и его показания отображаются, пока выполняется декодирование данных ARINC 429. Сумматор выполняет расчеты, даже если осциллограф остановлен (сбора данных не ведется).

Нажатие клавиши **[Run/Stop]** на сумматор не влияет.

При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **OVERFLOW**.

Чтобы обнулить значения счетчиков, достаточно нажать функциональную клавишу **Reset ARINC 429 Counters** в меню **Settings**.

Интерпретация данных листера ARINC 429



В дополнение к стандартному столбцу Time листер ARINC 429 содержит следующие столбцы.

- Label – значение 5-битной метки в восьмеричном формате.
- SDI – значения битов (включенных в формат декодирования слов).
- Data – значения данных в двоичном или шестнадцатеричном формате, в зависимости от базовых настроек.
- SSM – значения битов (включенных в формат декодирования слов).
- Errors – выделяются красным. Параметр Errors может иметь значения Parity, Word или Gap.

Розовым цветом выделяются недостоверные данные. В этом случае следует уменьшить коэффициент развертки (время/дел.) и повторить измерение.

Поиск данных ARINC 429 в листере

Функция поиска у осциллографа позволяет вам отыскивать (и маркировать) определенные типы данных ARINC 429 в листере. Вы можете пользоваться клавишей **[Navigate]** и элементами управления для перемещения по маркированным строкам.

- 1 Нажмите клавишу **[Search]**, когда выбран режим декодирования последовательных данных ARINC 429.
- 2 В меню Search нажмите функциональную клавишу **Search**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать последовательный слот (Serial 1 или Serial 2), в котором декодируется сигнал ARINC 429.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Search**, затем выберите один из следующих вариантов.
 - **Label** – поиск по указанному значению метки.
Значения меток всегда отображаются в восьмеричном формате.
 - **Label + Bits** – поиск по метке и другим полям слова в соответствии с указаниями.
 - **Parity Error** – поиск по словам с ошибкой контроля четности.
 - **Word Error** – поиск по ошибке кодирования внутри слова.
 - **Gap Error** – поиск по ошибке пропуска между словами.
 - **Word or Gap Error** – поиск по ошибке слова или по ошибке пропуска.
 - **All Errors** – поиск по любой из перечисленных выше ошибок.

За дополнительной информацией о поиске данных обращайтесь к разделу "**Поиск данных в листере**" на странице 135.

За дополнительной информацией о применении клавиши **[Navigate]** и элементов управления обращайтесь к разделу "**Навигация по временной развертке**" на странице 66.

28 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232 / 451

Запуск UART/RS232 / 453

Последовательное декодирование UART/RS232 / 455

Для запуска по UART/RS232 и последовательного декодирования требуется лицензия.

Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232

Настройка осциллографа на регистрацию сигналов UART/RS232


- 1 Нажмите клавишу **[Label]**, чтобы включить метки каналов.
- 2 Нажмите клавишу **[Serial]**.
- 3 Нажмите функциональную клавишу **Serial**. Вращайте ручку Entry, чтобы выбрать нужный слот (Serial 1 или Serial 2), и еще раз нажмите эту функциональную клавишу, чтобы задействовать декодирование.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Mode**, затем выберите тип запуска **UART/RS232**.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню UART/RS232 Signals.



- 6 Для обоих сигналов Rx и Tx:
- Присоедините канал осциллографа к источнику сигнала в объекте испытаний.
 - Нажмите функциональную клавишу **Rx** или **Tx**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать канал для сигнала.
 - Нажмите соответствующую функциональную клавишу **Threshold**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать пороговый уровень напряжения сигнала.

Этот пороговый уровень напряжения используется при декодировании; он же становится уровнем запуска, когда установлен тип запуска на выбранный слот декодирования последовательных данных.

Автоматически устанавливаются метки RX и TX для каналов-источников.

- Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Serial Decode.
- Нажмите функциональную клавишу **Bus Config**, чтобы открыть меню UART/RS232 Bus Configuration.



Установите следующие параметры.

- #Bits** – установите количество битов в словах UART/RS232 для согласования с вашим объектом испытаний (можно выбрать в пределах 5 ÷ 9 битов).
- Parity** – выберите способ контроля четности (odd, even или none) на основе вашего объекта испытаний.
- Baud** – нажмите функциональную клавишу **Baud Rate**, затем функциональную клавишу **Baud** и выберите скорость передачи данных, которая согласуется с сигналом в объекте испытаний. Если в списке отсутствует нужное значение скорости передачи данных, то выберите вариант **User Defined** на функциональной клавише Baud, затем выберите нужное значение скорости передачи данных с помощью функциональной клавиши **User Baud**.

Вы можете установить скорость передачи данных UART от 1,2 кбит/с до 8,0000 Мбит/с с шагом 100 бит/с.

- d Polarity** – выберите уровень сигнала в паузе (idle low или idle high) для согласования с состоянием вашего объекта испытаний в паузе. Для RS232 выберите idle low (низкий уровень в паузе).
- e Bit Order** – выберите порядок следования битов в сигнале с вашего объекта испытаний: должен ли следовать за стартовым битом бит старшего разряда (MSB), или же бит младшего разряда (LSB). Для RS232 выберите LSB.

ЗАМЕЧАНИЕ

На экране декодирования последовательных данных старший бит всегда отображается слева независимо от установки параметра Bit Order.

Запуск UART/RS232

Сведения о настройке осциллографа для получения сигналов UART/RS-232 см. в разделе "[Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232](#)" на странице 451.

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 **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1 или Послед. 2), на котором будет выполняться декодирование сигналов UART/RS232.



- 3** Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню "Настройка запуска UART/RS232".



- 4 С помощью программной кнопки **Основание** выберите "Hex" или "ASCII" в качестве базового значения, отображаемого на программной кнопке "Данные" в меню "Настройка запуска UART/RS232".

Обратите внимание, что настройка этой программной кнопки не влияет на выбранное основание дисплея декодирования.

- 5 Нажмите программную кнопку **Запуск** 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 "Настройка шины".
- 6 Если вы выбрали 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 Необязательно: 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 455.

Последовательное декодирование UART/RS232

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов UART/RS232 см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232"** на странице 451.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по UART/RS232 см. раздел **"Запуск UART/RS232"** на странице 453.

Настройка последовательного декодирования UART/RS232

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "Последовательное декодирование".



- 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 "Настройка шины" следует выбрать не менее 7 битов. Если выбран формат ASCII и данные превышают 0x7F, то они отображаются в шестнадцатеричном формате.
 - Когда в меню "Настройка шины" для параметра **Биты№** 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 457

- "Суммирующее устройство UART/RS232" на странице 458
- "Интерпретация данных UART/RS232 в Lister" на странице 459
- "Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister" на странице 459

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 кадра 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 "Вкл." в меню "Последовательное декодирование".

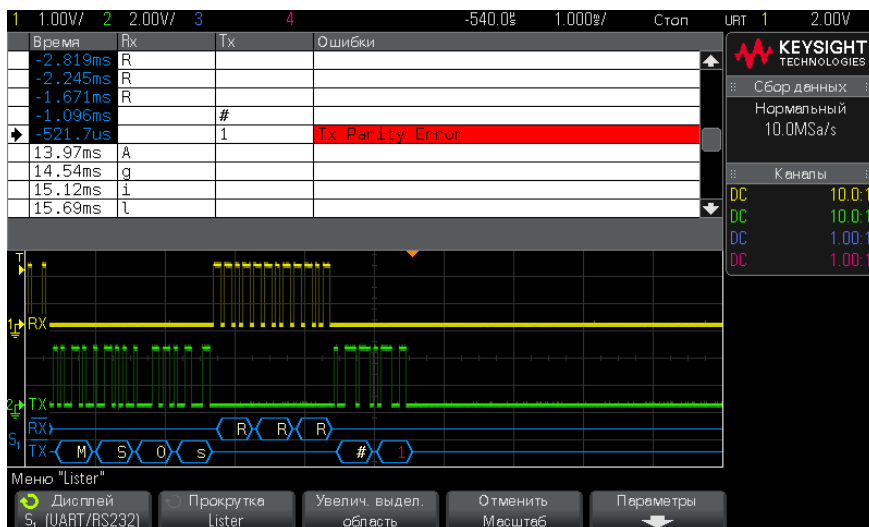


Суммирующее устройство работает (считает пакеты и вычисляет процент пакетов с ошибками), даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

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 **OVERFLOW**.

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 "Поиск" 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 "Поиск" и выберите один из следующих вариантов.
 - **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 "Настройка шины".
 - **Любая ошибка Rx или Tx** — осуществляется поиск любых ошибок.

Дополнительные сведения о поиске данных см. в разделе **"Поиск данных в листере"** на странице 135.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе **"Навигация по временной развертке"** на странице 66.

Предметный указатель

Символы

, слова/ошибки ARINC 429, [448](#)

Цифры

1*2, математическая функция, [84](#)

1/2, математическая функция, [84](#)

A

AC RMS - измерение "Полный экран", [239](#)

AC RMS - измерение N-циклов, [239](#)

AM (амплитудная модуляция), выходной сигнал генератора, [290](#)

AM, термин «глубина», [291](#)

ARINC 429, сумматор, [448](#)

Auto Setup, FFT, [92](#)

AutoIP, [317](#), [318](#)

B

Browser Web Control, [339](#), [340](#), [341](#)

C

Center, FFT, [91](#)

D

D*, [42](#), [122](#)

DC RMS - измерение "N-циклы", [239](#)

DC RMS - измерение "Полный экран", [238](#)

DHCP, [317](#), [318](#)

DVM (цифровой вольтметр, [273](#)

E

Edge then Edge, [154](#)

F

f(t), [81](#)

FM (частотная модуляция), выходной сигнал генератора, [291](#)

FSK (манипуляция сдвигом частоты), выходной сигнал генератора, [293](#)

G

g(t), [81](#)

I

IP-адрес, [317](#), [337](#)

IP-адрес DNS, [317](#)

IP-адрес шлюза, [317](#)

M

MegaZoom IV, [5](#)

mem4M, [357](#)

MSO, [5](#)

Multicast DNS, [317](#)

S

SCL, запуск по I2C, [402](#)

SCLK, запуск по I2S, [422](#)

SDA, [401](#)

SDA, запуск по I2C, [402](#)

SGM, [210](#)

Span, FFT, [90](#)

U

usb, [321](#)

USB, извлечение устройства, [45](#)

USB, нумерация запоминающих устройств, [321](#)

USB, тип запуска, [183](#)

USB, устройство CD, [321](#)

usb2, [321](#)

USB-накопитель, [45](#)

USB-принтер, [309](#)

W

Window, FFT, [91](#)

X

X при макс. Y сигнала БПФ, [231](#)

X при мин. Y сигнала БПФ, [231](#)

Z

Z-гашение, [60](#)

A

Авто? индикатор запуска, [189](#)

Автомасштаб, отмена, [35](#)

автомасштаб, цифровые каналы, [117](#)

автомасштабирование

отображаемых каналов, [324](#)

автоматическая настройка, [117](#)

автоматические измерения, [225](#), [228](#)

автоматическое приращение, [304](#)

автономное подключение, [318](#)

авторское право, [2](#)

адрес GPIB, [316](#)

активная последовательная шина, **379, 388, 408, 418, 429, 457**
 амплитудная модуляция (AM), выходной сигнал генератора, **290**
 Анализ сегментов, **210, 212, 256**
 Аналоговые фильтры, настройка, **90**
 аналоговый канал, затухание пробника, **76**
 аналоговый канал, настройка, **69**
 аттенюаторы, **77**

Б

бездействующая последовательная шина, **429**
 безопасная очистка, **308**
 белый шум, добавление в вывод генератора сигнала, **288**
 Бесконечное послесвечение, **139**
 библиотека, метки, **145**
 Библиотечные программы Keysight IO Libraries, **342**
 Быстрая остановка изображения, **333**
 быстрая отладка автомасштаба, **323**
 Быстрая печать, **332**
 Быстрое восстановление, **332**
 Быстрое измерение всех данных, **332**
 Быстрое сохранение, **332**
 Быстрый сброс экрана, **333**

В

в меню "Запуск по SPI" выполните следующие действия, **416**
 веб-интерфейс, **337**
 веб-интерфейс, доступ, **338**
 веб-страница "Средства измерения", **346**
 верньер, канал, **74**
 версии микропрограмм, **347**
 версия ПО, **330**
 вертикальное расширение, **71**
 видеовыход VGA, **49**

видеозапуск Generic, **175**
 визуализация, математическая, **104**
 включение, **31**
 включение канала, **44**
 внешнее запоминающее устройство, **45**
 внешний запуск, **193**
 внешний запуск, входной импеданс, **194**
 внешний запуск, единицы пробника, **194**
 внешний запуск, затухание пробника, **194**
 возврат устройства для проведения обслуживания, **331**
 Вольт эффективного значения напряжения (V RMS), единицы измерения шкалы FFT по вертикали, **92**
 восстановление, **332**
 восстановление файлов маски, **306**
 восстановление файлов настройки, **305**
 восстановление файлов через веб-интерфейс, **344**
 восстановление, Быстрое восстановление, **332**
 временная развертка, **57**
 время задержки (подготовки), **212**
 время нарастания осциллографа, **201**
 время нарастания, осциллограф, **201**
 время нарастания, сигнал, **201**
 время подготовки, **212**
 время сохранения данных, **301**
 время сохранения, данные, **301**
 время, подготовка, **212**
 встроенная справка, **51**
 входной импеданс 1 М Ом, **73**
 входной импеданс 50 Ом, **73**
 входной импеданс, вход аналогового канала, **72**
 входы аналоговых каналов, **44**
 входы цифровых каналов, **45**
 ВЧ-заграждение, **192**
 выбор значений, **39**

выбор цифровых каналов, **121**
 выбор, значения, **39**
 Выбрано, **320**
 вывод кардинального синусоидального сигнала генератора, **280**
 выключатель питания, **32, 38**
 высокочувствительный токовый пробник N2820A, **231**
 выход генератора сигналов синусоид, **279**
 выход, запуск, **325**
 выходной сигнал запуска, **325**
 выходной сигнал запуска, тест по маске, **262, 325**

Г

гарантия, **2, 331**
 гарантийные технические характеристики, **351**
 гауссова амплитудно-частотная характеристика, **199**
 гашение, **60**
 генератор импульсных сигналов, **280**
 генератор с импульсами гауссовской формы, **281**
 генератор сигналов, **277**
 генератор сигналов пилообразной формы, **279**
 генератор сигналов постоянного тока, **280**
 генератор сигналов с прямоугольной формой волны, **279**
 генератор сигналов с экспоненциальным нарастанием, **280**
 генератор сигналов с экспоненциальным спадом, **280**
 генератор сигналов шума, **280**
 генератор сигналов, произвольные сигналы, **282**
 Генератор сигналов, Тип сигнала, **277**
 генератора сигналов логические пре, **288**

головка пробника, 77
 график синхронизации логической шины, 106
 график состояния логической шины, 107

Д

данные однократного запуска, 40
 двоичные данные (.bin), 359
 двоичные данные MATLAB, 360
 двоичные данные в MATLAB, 360
 двоичные данные, пример программы для чтения, 363
 декодирование ARINC 429, скорость передачи сигнала, 442
 декодирование ARINC 429, тип сигнала, 442
 декодирование ARINC 429, формат слова, 445
 декодирование CAN, каналы-источники, 374
 декодирование последовательных данных ARINC 429, 445
 декодирование последовательных данных FlexRay, 396
 декодирование последовательных данных I2S, 427
 декодирование последовательных данных MIL-STD-1553, 436
 деление, математическая функция, 84
 Децибел, единицы измерения шкалы FFT по вертикали, 92
 дискретизация, общие сведения, 197
 диспетчер файлов, 319
 Дисплей, детали сигнала, 137
 дисплей, интерпретация, 50
 дисплей, метки программных кнопок, 51
 дисплей, область, 50
 дисплей, строка состояния, 50
 Дистанционная передняя панель, 341
 Дистанционное программирование, Web-интерфейс, 340

Дистанционное программирование, библиотеки Keysight IO Libraries, 342

Длительность - измерение, 244
 Длительность + измерение, 244
 добавление лицензии на цифровые каналы, 358
 дустановки, генератор сигналов, 288

Е

единицы измерения по вертикали, FFT, 92
 Единицы измерения шкалы FFT по вертикали, 92
 единицы измерения, математический, 82
 единицы измерения, пробник, 75
 единицы измерений курсора phase X, 218
 единицы измерений курсора ratio X, 218
 единицы измерений курсора ratio Y, 218
 единицы пробника, 75
 единицы, математические функции, 82
 единицы, пробник внешнего запуска, 194

З

заводские настройки по умолчанию, 307
 заграждение от высокочастотного шума, 192
 заграждение от низкочастотного шума, 190
 Загрузить из, 303
 загрузка новой микропрограммы, 338
 загрузка файла, 319
 задержка, 192
 задержка развертки, 61
 запись измерения, 300
 запуск RS232, 453
 запуск UART, 453

запуск по CAN, 375
 запуск по FlexRay, 393
 запуск по I2C, 403
 запуск по LIN, 384
 запуск по N-ному фронту серии, 166
 Запуск по SPI, 415
 Запуск по видеосигналам, 170
 запуск по видеосигналу, настройка Generic, 175
 запуск по времени нарастания/спада, 164
 запуск по длительности импульса, 156
 запуск по импульсной помехе, 156
 запуск по короткому пакету, 167
 запуск по любому фронту, 154
 запуск по настройке и удержанию, 169
 запуск по отклонению, 152
 запуск по пакету, I2C, 404
 запуск по сигналам ARINC 429, 443
 запуск по сигналам I2S, 425
 запуск по сигналам MIL-STD-1553, 435
 Запуск по условию ИЛИ, 163
 запуск по фронту, 152
 запуск по чередованию фронтов, 154
 запуск по шаблону, 159
 запуск по шестнадцатеричному значению шины, 162
 запуск сбора данных, 40
 запуск, внешний, 193
 запуск, задержка, 192
 запуск, источник, 152
 запуск, общие сведения, 150
 запуск, определение, 150
 запуск, принудительный, 152
 запуск, режим/связь, 187
 запуски, сигнал TRIG OUT, 325
 Запуш. индикатор запуска, 189
 Запуш.? индикатор запуска, 189
 заранее определенные метки, 144
 заставка, экран, 322
 затухание пробника, 76
 затухание пробника, внешний запуск, 194
 затухание, пробник, 76

затухание, пробник, внешний запуск, 194
захват, 115, 116
захват помех, 204
захват серий импульсов, 210
Значение постоянной составляющей при вычислении FFT, 95
значения, выбор, 39

И

измерение "X при макс Y", 248
измерение "X при мин Y", 248
измерение "стд отклонение", 239
Измерение (-) длительности, 244
Измерение (+) длительности, 244
Измерение амплитуды, 234
Измерение в режиме "Рабочий цикл", 244
Измерение в режиме "Счетчик", 243
измерение верхнего уровня, 235
Измерение времени нарастания, 245
Измерение времени спада, 245
Измерение выброса на заднем фронте, 230
Измерение выброса на переднем фронте, 230
Измерение задержки, 229
измерение задержки, 245
измерение количества отрицательных импульсов, 249
измерение количества положительных импульсов, 249
Измерение коэффициента, 241
Измерение максимума, 234
Измерение минимума, 234
Измерение основания, 236
Измерение отклонения от установленного значения, 236
Измерение отрицательного выброса, 237
Измерение периода, 242
Измерение полной амплитуды, 234
Измерение фазы, 230, 246
Измерение частоты, 242
измерение, Быстрое измерение всех данных, 332
измерение, выброс на заднем фронте, 230
измерение, выброс на переднем фронте, 230
измерение, напряжение, 233
измерение, фаза, 230
Измерения, 90
измерения, 228
Измерения FFT, 95
измерения времени, 241
измерения двухканальных данных (пробник N2820A), 231
Измерения длительности серии, 244
измерения напряжения, 233
Измерения с общим снимком, 232
измерения с помощью приложения для измерения мощности, 231
измерения счетчика заднего фронта, 250
измерения счетчика переднего фронта, 250
измерения, автоматические, 225
измерения, время, 241
измерения, задержка, 229
изображение сигнала, контрольная точка, 321
импеданс, цифровые пробники, 125
Импульсы синхронизации, Генератор сигналов, 287
имя файла, новое, 304
имя хоста, 337
имя хост-системы, 317
инвертирование сигнала, 74
инвертировать цвета координатной сетки, 298
индикатор активности, 119
индикатор времени задержки, 64
индикатор запуска, Авто?, 189
индикатор запуска, Запущ., 189
индикатор запуска, Запущ.?, 189
индикатор точки отсчета, 64
интерполяция, параметр произвольного сигнала, 283
интерфейс GPIB, удаленное управление, 315
интерфейс LAN, удаленное управление, 315
Интерфейс автоопределения пробника, 72
интерфейс автоопределения пробника, 44
интерфейс пользователя и краткая справка на английском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на испанском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на итальянском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на корейском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на немецком языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на португальском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на русском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на традиционном китайском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на упрощенном китайском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на французском языке, 52
интерфейс пользователя и краткая справка на японском языке, 52
искажение, аналоговый канал, 76
источник питания, 48

К

Калибровка, 326
калибровка пробника, 77
канал, аналоговый, 69
канал, верньер, 74
канал, единицы пробника, 75

канал, инвертирование, 74
 канал, искажение, 76
 канал, кнопки
 включения/выключения, 44
 канал, ограничение полосы
 пропускания, 73
 канал, положение, 71
 канал, связь, 71
 канал, чувствительность по
 вертикали, 71
 кардиотонический сигнал
 генератора, 281
 категория измерения,
 определения, 352
 категория перенапряжения, 354
 квадратный корень, 98
 клавиатура, USB, 146, 304, 312,
 323, 334
 клавиша Analyze, 39
 клавиша Quick Action, 39
 клавиша Utility, 39
 клавиша Wave Gen, 39
 Клавиши Tools, 39
 классификатор, длительность
 импульса, 158
 кнопка "Digital", 42
 Кнопка "Math", 42
 Кнопка "Ref", 42
 Кнопка "Автомасштаб", 41
 кнопка "Быстрое действие", 332
 кнопка "Генер.сигналов", 45
 кнопка "Горизонт.", 40, 53, 58, 206
 кнопка "Захват", 43
 кнопка "Измерения", 43
 кнопка "Курсоры", 43
 кнопка "Метка", 44
 кнопка "Назад/вверх", 38
 кнопка "Настр.по умолчанию", 41
 кнопка "Опорн.), 109
 кнопка "Отображение", 43
 кнопка "Печать", 43
 кнопка "Поиск", 40
 кнопка "Последовательн.", 42
 кнопка "Режим/связь", запуск, 187
 кнопка "Сохранение/Вызов", 43
 кнопка "Справка", 43
 кнопка "Яркость", 39
 Кнопка «Измерения», 225

Кнопка [Single] (Однократный
 запуск), 196
 кнопка Horiz, 61
 кнопка защиты калибровки, 47, 49
 кнопка масштаба, 40
 кнопка масштаба по
 горизонтали, 40
 кнопка навигации по
 горизонтали, 40
 кнопка поиска по горизонтали, 40
 кнопки (клавиши), лицевая
 панель, 37
 кнопки навигации, 40
 Кнопки сигналов, 43
 Кнопки управления работой, 40
 Кнопки файлов, 43
 кнопки, лицевая панель, 37
 компенсация пассивных
 пробников, 36, 44
 Компенсация постоянной
 составляющей при
 интегрировании, 88
 компенсация пробника, 44
 контакт "Демо 1", 44
 контакт "Демо 2", 44
 Контакт заземления, 44
 контрольная точка, изображение
 сигнала, 321
 конфигурация по умолчанию, 34
 Координатная сетка, 140
 Короткие импульсы, 242
 Краткая справка, 51
 курсорные измерения, 215, 218
 курсоры, manual, 216
 курсоры, двоичные, 217
 курсоры, единицы измерений, 218
 курсоры, слежение сигнала, 217
 курсоры, шестнадцатеричные, 217

Л

линия синхронизации, запуск по
 I2C, 402
 лицевая панель, накладка на
 определенном языке, 45
 лицевая панель, удаленная, на
 основе браузера,, 340
 лицензии, 355, 358
 лицензия ADVMATH, 356

лицензия AERO, 356
 лицензия AUDIO, 356
 лицензия COMP, 356
 лицензия D3000AERA, 355
 лицензия D3000AUTA, 355
 лицензия D3000GENA, 356
 лицензия D3000PWRA, 356
 лицензия DVM, 356
 лицензия EDK, 356
 лицензия EMBD, 357
 лицензия FLEX, 357
 лицензия MASK, 357
 лицензия MSO, 357
 лицензия PWR, 357
 лицензия SGM, 357
 лицензия UART/RS232, 356
 лицензия VID, 357
 лицензия WAVEGEN, 358
 логический порог, 120
 Ложные низкочастотные
 сигналы, 95
 локализованная накладка для
 лицевой панели, 45

М

максимальная частота
 дискретизации, 202
 максимальная частота
 сигнала, 197
 максимальное входное
 напряжение, 353
 манипуляция сдвигом частоты
 (FSK), выходной сигнал
 генератора, 293
 маркировка, продукт, 370
 маска подсети, 317
 маска, сигнал TRIG OUT, 325
 масштабирование и прокрутка, 54
 математическая
 визуализация, 104
 математическая функция $Ax + B$, 98
 математическая функция
 абсолютного значения, 100
 математическая функция
 возведения в квадрат, 99
 математическая функция
 вычитания, 83

- математическая функция графика синхронизации логической шины, **106**
 математическая функция графика состояния логической шины, **107**
 математическая функция деления, **84**
 математическая функция дифференцирования, **86**
 математическая функция дифференцирования d/dt , **86**
 Математическая функция интегрирования, **87**
 математическая функция логарифма, **100**
 математическая функция натурального логарифма, **101**
 математическая функция отклонения измерения, **105**
 математическая функция сложения, **83**
 математическая функция увеличения, **104**
 математическая функция умножения, **84**
 математическая функция фильтра высоких частот, **103**
 математическая функция фильтра низких частот, **103**
 математическая функция фильтра, высоких и низких частот, **103**
 математическая функция экспоненты, **101**
 математическая функция экспоненты основания 10, **102**
 Математическая функция, интегрирование, **87**
 математические операторы, **83**
 математические преобразования, **85**
 математические фильтры, **102**
 Математические функции, **90**
 математические функции, вычитание, **83**
 математические функции, дифференцирование, **86**
 математические функции, единицы, **82**
 математические функции, масштаб, **82**
 математические функции, сложение, **83**
 математические функции, смещение, **82**
 математические, преобразования или использование фильтров арифметических действий, **81**
 математический, единицы измерения, **82**
 математический, использование осциллограмм математических функций, **80**
 мгновенное значение перепада сигнала, **86**
 меню цифрового канала, **120**
 меры безопасности, **33**
 меры предосторожности при транспортировке, **331**
 места сохранения, навигация, **303**
 Место, **303, 320**
 метки, **143**
 метки каналов, **143**
 метки программных кнопок, **51**
 метки, автоматическое приращение, **146**
 метки, настройки библиотеки по умолчанию, **147**
 модернизация до уровня MSO, **358**
 модернизация осциллографа, **358**
 модули для модернизации, **355**
 модуляция, выходной сигнал генератора, **289**
 модуль AUTO, **356**
 модуль GPIB, **30, 49**
 модуль LAN/VGA, **30, 49**
 мплитудно-частотная характеристика, **198**
 мультиплексированная ручка масштаба, **42**
 мультиплексированная ручка положения, **42**
- Н**
- навигация по временной развертке, **66**
 Нажать для перехода, **303, 320**
 накладка, локализованная, **45**
 наклейки для лицевой панели на испанском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на итальянском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на корейском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на немецком языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на польском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на португальском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на русском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на тайском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на традиционном китайском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на упрощенном китайском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на французском языке, **47**
 наклейки для лицевой панели на японском языке, **47**
 наклон для просмотра, **30**
 наложение спектров, **197**
 Наложение спектров, FFT, **95**
 напряжение в сети, **31**
 Настройка автомасштаба, **323**
 настройка по умолчанию, **34, 307**
 настройка, автоматическая, **117**
 настройка, по умолчанию, **34**
 настройки генератора сигналов по умолчанию, восстановление, **294**
 настройки запуска по SPI, **416**
 настройки интерфейса ввода-вывода, **315**
 настройки по умолчанию, генератор сигналов, **294**
 настройки, восстановление, **305**
 неактивная последовательная шина, **379, 388, 408, 418, 457**
 Нелинейные искажения, **90**
 необработанная запись полученных данных, **300**

- необходимая полоса пропускания осциллографа, **201**
- необходимая полоса пропускания, осциллограф, **201**
- неопределенное состояние, **217**
- неполная дискретизация сигналов, **197**
- новая метка, **145**
- номер модели, **330, 337**
- нормальный режим, **203**
- нормальный режим сбора данных, **203**
- нормативная информация, **370**
- НЧ-заграждение, **190**
- О**
- Об осциллографе, **330**
- область информации, **51**
- обновление ПО и микропрограммы, **358**
- обновления для микропрограммы, **358**
- обновления для ПО, **358**
- общий снимок, быстрое действие, **332**
- объем памяти и частота дискретизации, **202**
- обычный режим, **202**
- ограничение полосы пропускания, **73**
- одиночный цикл сбора данных, **189**
- однократное события, **196**
- Окна цифровой фильтрации FFT, **91**
- Окно Блэкмана-Харриса, **91**
- окно измерения с экраном масштаба, **253**
- Окно команд SCPI, **341**
- Окно с плоской вершиной, **91**
- Окно Хеннинга, **91**
- операторы, математические, **83**
- опорные сигналы, **109**
- определения измерений, **228**
- основные порты USB, **45**
- останов сбора данных, **40**
- остановка изображения, **333**
- остановка изображения, Быстрая остановка изображения, **333**
- отклонение измерения RMS - AC, **105**
- отклонение измерения времени нарастания, **106**
- отклонение измерения времени спада, **106**
- отклонение измерения длительности отрицательного импульса, **105**
- отклонение измерения длительности положительного импульса, **105**
- отклонение измерения коэффициента, **105**
- отклонение измерения периода, **105**
- отклонение измерения рабочего цикла, **106**
- отклонение измерения частоты, **105**
- отклонение среднего измерения, **105**
- отклонение, модуляция FM, **292**
- отклонения частоты, модуляция FM, **292**
- Отмена послесвечения, **140**
- отображение нескольких циклов сбора данных, **196**
- отсек для модуля, **49**
- отслеживающие курсоры, **217**
- очистка, **331**
- очистка, безопасная, **308**
- П**
- палитра, **299**
- память осциллографа, сохранение, **300**
- память сбора данных, **150**
- память, сегментированная, **210**
- параметры конфигурации сети, **338**
- параметры печати, **312**
- параметры, печать, **312**
- пароль (сеть), сброс, **350**
- пароль (сеть), установка, **348**
- пассивные пробники, компенсация, **36**
- Перекрестные помехи, **90**
- печать, **332**
- печать экрана, **309**
- печать, альбомная, **313**
- печать, Быстрая печать, **332**
- плоская амплитудно-частотная характеристика, **200**
- Площадь - измерение "N-циклы", **251**
- Площадь - измерение "Полный экран", **251**
- повреждение при транспортировке, **27**
- повреждение, транспортировка, **27**
- подавление шума, **191**
- подключение к ПК, **318**
- подключение к сети LAN, **317**
- подключение пробников, цифровых, **113**
- подключение сетевого принтера, **311**
- подключение, к ПК, **318**
- положение по вертикали, **71**
- положение цифрового канала, **121**
- положение, аналоговый, **71**
- полоса пропускания, **330**
- полоса пропускания осциллографа, **198**
- полоса пропускания, осциллограф, **198**
- получение, **195**
- полярность импульса, **157**
- Пользовательская калибровка, **326**
- порог CMOS, **121**
- порог ECL, **121**
- порог TTL, **121**
- порог, измерения аналоговых каналов, **251**
- порог, устанавливаемый пользователем, **121**
- порог, цифровые каналы, **120**
- пороги измерений, **251**
- порт LAN, **49**
- порт USB, **49, 309**
- порт устройства USB, **49**

порт устройства USB, удаленное управление, **315**
 последовательная синхронизация, запуск по I2S, **422**
 последовательное декодирование CAN, **377**
 последовательное декодирование I2C, **406**
 последовательное декодирование LIN, **386**
 последовательное декодирование SPI, **417**
 последовательное декодирование UART/RS232, **455**
 последовательные данные, **401**
 последовательные данные, запуск по I2C, **402**
 Послесвечение экрана, **139**
 Послесвечение, отмена, **140**
 послесвечение, постоянное, **196**
 пост-обработка, **226**
 постоянное послесвечение, **196, 204**
 постпусковые данные, **55**
 пояснение, добавление, **333**
 Предел ПП?, **274**
 предпусковые данные, **55**
 Предупреждения, **2**
 преобразования, математические, **85**
 примеры файлов двоичных данных, **363**
 принтер, USB, **45, 309**
 принтеры USB, поддерживаемые, **309**
 принудительный запуск, **152**
 приспособления, **27, 354**
 пробник, интерфейс автоопределения пробника, **44**
 пробник, калибровка, **77**
 пробники, **354**
 пробники, пассивные, компенсация, **36**
 пробники, подключение к осциллографу, **32**
 пробники, цифровые, **113**
 проверка с помощью "золотого сигнала", **257**

программная кнопка "Адреса", **318**
 программная кнопка "Изменить", **318**
 программная кнопка "Импед", **72**
 программная кнопка "Имя хоста", **318**
 программная кнопка "Настройка", **317, 318**
 программная кнопка "Настройки LAN", **317, 318**
 программная кнопка "Установить все числа", **162**
 программная кнопка "Число", **162**
 программная кнопка "Шестнадцатеричный", **162**
 программное обеспечение осциллографа InfiniiView N8900A, **297**
 программные кнопки, **8, 38**
 Прозрачные фоны, **322**
 произвольные сигналы, копирование из других источников, **286**
 произвольные сигналы, редактирование, **282**
 произвольные сигналы, редактирование существующих, **284**
 произвольные сигналы, создание новых, **283**
 произвольный сигнал генератора, **279**
 прокрутка и масштабирование, **54**
 прокрутка файлов, **319**
 прореживание проб, **202**
 прореживание, для записи измерения, **367**
 прореживание, для экрана, **367**
 Просачивание спектральных составляющих FFT, **97**
 Просачивание спектральных составляющих, FFT, **97**
 просмотр, наклон прибора, **30**
 прямое подключение, **318**
 Прямоугольное окно, **91**
 прямоугольные волны, **199**

Р

размер, **119**
 Разрешение FFT, **94**
 разъем EXT TRIG IN, **49**
 разъем TRIG OUT, **49, 325**
 разъем кабеля питания, **48**
 разъемы задней панели, **47**
 разъемы, задняя панель, **47**
 раскрыть сведения, **71**
 расчетная нагрузка на выходе генератора сигналов, **287**
 расчетная нагрузка на выходе, генератор сигналов, **287**
 расширение по, **321**
 расширение по нижнему уровню, **321**
 расширение по центру, **322**
 Регулировка яркости, **137**
 Регулируемое послесвечение, **139**
 регулятор положения по горизонтали, **40**
 режим "XY", **57, 58**
 режим альбомной ориентации, **313**
 Режим быстрого запуска, **333**
 режим высокого разрешения, **202, 209**
 режим запуска "Авто", **188**
 режим запуска "Нормальный", **188**
 режим запуска, "Авто" или "Нормальный", **188**
 режим запуска, Режим быстрого запуска, **333**
 режим качества, **57**
 режим обнаружения пиков, **202, 204**
 режим отображения шины, **122**
 режим сбора данных, **202**
 режим сбора данных методом усреднения, **202, 206, 207**
 режим сбора данных, высокое разрешение, **209**
 режим сбора данных, нормальный, **203**
 режим сбора данных, обнаружение пиков, **204**
 режим сбора данных, усреднение, **206, 207**

- режим сбора, сохранить во время автомасштабирования, **324**
- режим цифровой шины, **122**
- режимы сбора данных, **195**
- Рекомендации по измерениям FFT, **93**
- Руководство для программиста, **343**
- ручка "Курсоры", **43**
- Ручка ввода, **39**
- ручка ввода, нажатие для выбора, **39**
- ручка выбора, **121**
- ручка задержки, **55**
- ручка положения, **121**
- ручка положения коэффициента развертки, **55**
- ручки масштаба коэффициента отклонения, **44**
- ручки положения по вертикали, **44**
- ручки, лицевая панель, **37**
- С**
- с помощью программной кнопки "Длина", **300**
- самопроверка лицевой панели, **330**
- самопроверка оборудования, **329**
- самопроверка, лицевая панель, **330**
- самопроверка, оборудование, **329**
- сбор данных, **207**
- сброс сетевого пароля, **350**
- сброс экрана, **206**
- сброс экрана, Быстрый сброс экрана, **333**
- сведения о версии микропрограммы, **338**
- связующая строка VISA, **337**
- связь канала по переменному току, **72**
- связь канала по постоянному току, **72**
- связь триггеров, **190**
- связь, канал, **71**
- связь, триггер, **190**
- сегментированная память, **210**
- сегментированная память, время подготовки, **212**
- сегментированная память, сохранение сегментов,, **300**
- сегментированная память, статистические данные, **212**
- серия, захват серий импульсов, **210**
- серийный номер, **330, 337**
- сеть, подключение, **317**
- сигма, минимум, **261**
- сигнал EXT TRIG IN как входной сигнал по оси Z, **60**
- сигнал, отслеживание с помощью курсоров, **217**
- сигнал, печать, **309**
- сигнал, сохранение/экспорт, **295**
- Сигнал, яркость, **137**
- сигналы постоянного тока, проверка, **189**
- сигналы с высоким уровнем шума, **187**
- синхроимпульс генератора сигналов, сигнал TRIG OUT, **325**
- Синхронизирующие импульсы генератора, **287**
- система Dynamic DNS, **317**
- скорости фронтов, **201**
- случайные шумы, **187**
- снимок экрана через веб-интерфейс, **345**
- состояние калибровки, **347**
- состояние, пользовательская калибровка, **330**
- сохранение, **332**
- сохранение данных, **295**
- сохранение файла, **319**
- сохранение файлов настройки, **298**
- сохранение файлов с помощью веб-интерфейса, **343**
- сохранение, Быстрое сохранение, **332**
- сохранение/восстановление с помощью веб-интерфейса, **343**
- Сохранить в, **303**
- сохранить сегмент:, **300**
- спецификация, **351**
- список библиотеки по умолчанию, **147**
- список меток, **147**
- список меток, загрузка из текстового файла, **146**
- справка, встроенная, **51**
- Среднее значение - измерение "N-циклы", **238**
- Среднее значение - измерение "Полный экран", **238**
- Средства регулировки коэффициента отклонения, **44**
- Средства управления запуском, **39**
- средства управления и разъемы на лицевой панели, **37**
- Средства управления измерением, **43**
- средства управления последовательным декодированием, **42**
- Средства управления разверткой, **40**
- средства управления разверткой, **57**
- средства управления цифровым каналом, **42**
- средства управления, лицевая панель, **37**
- статистика по измерению, **254**
- статистика, измерение, **254**
- статистика, использование сегментированной памяти, **212**
- статистика, тест по маске, **263**
- статистика, увеличение, **255**
- степень загрязнения, **354**
- степень загрязнения, определения, **354**
- строка меню, **51**
- строка состояния, **50**
- сумматор ARINC 429, **448**
- Сумматор FlexRay, **397**
- сумматор, FlexRay, **397**
- суммирующее устройство CAN, **380**
- суммирующее устройство UART, **458**
- суммирующее устройство, CAN, **380**

суммирующее устройство,
UART/rs232, 458
счетчик пакетов CAN, 380
Счетчик пакетов FlexRay, 397
счетчик пакетов UART/RS232, 458
счетчик слов/ошибок ARINC
429, 448
счетчик, пакет CAN, 380
счетчик, пакет FlexRay, 397
счетчик, пакет UART/RS232, 458
считывание данных EEPROM,
запуск по I2C, 404

Т

таблица Lister, 133
таблица событий, 133
теория дискретизации, 197
теория дискретизации
Найквиста, 197
теория, дискретизация, 197
тест по маске, выходной сигнал
запуска, 262, 325
тест, маска, 257
тестирование по маске, 257
технические характеристики, 351
тип запуска, ARINC 429, 443
тип запуска, CAN, 375
тип запуска, FlexRay, 393
тип запуска, I2C, 403
тип запуска, I2S, 425
тип запуска, LIN, 384
тип запуска, MIL-STD-1553, 435
тип запуска, N-ный фронт
серии, 166
тип запуска, RS232, 453
тип запуска, SPI, 415
тип запуска, UART, 453
тип запуска, USB, 183
Тип запуска, Видеосигнал, 170
тип запуска, время
нарастания/спада, 164
тип запуска, длительность
импульса, 156
Тип запуска, ИЛИ, 163
тип запуска, импульсная
помеха, 156
тип запуска, короткий пакет, 167

тип запуска, настройка и
удержание, 169
тип запуска, отклонение, 152
тип запуска, фронт, 152
тип запуска, шаблон, 159
тип запуска, шестнадцатеричное
значение шины, 162
Тип масштабной сетки, 140
Тип сигнала, Генератор
сигналов, 277
типы запуска, 149
Типы запуска, Edge then Edge, 154
точная настройка масштаба
развертки, 63
точная настройка, масштаб
развертки, 63
требования к системам
вентиляции, 31
требования к уровню шума
Германии, 372
требования к электропитанию, 31
требования относительно частоты,
источник питания, 31

У

увеличение статистики, 255
удаление файла, 319
Удаленная лицевая панель на
основе браузера, 340
удаленное управление, 315
удалить символ, 304
умножение, математическая
функция, 84
управление длиной данных, 300
управление настройкой
времени/деления по
горизонтали, 40
управление скоростью
развертки, 40
управление, удаленное, 315
уровень заземления, 70
уровень запуска, 151
уровень, запуск, 151
условие адреса без
подтверждения, запуск по
I2C, 404
условие начала, I2C, 403
условие останова, I2C, 403

условие отсутствия
подтверждения, запуск по
I2C, 403
условие перезапуска, запуск по
I2C, 404
установка модуля GPIB, 30
установка модуля LAN/VGA, 30
установленные лицензии, 330
установленные модули, 347
установленный модуль, 330
утилиты, 315

Ф

фактическая частота
дискретизации, 202
файл в формате ASCII, 296
файл в формате BIN, 297
файл в формате BMP, 296
файл в формате CSV, 296
файл в формате PNG, 296
файл, сохранение, восстановление,
загрузка, 319
файлы CSV, минимальное и
максимальное значения, 367
файлы маски, восстановление, 306
файлы настройки, сохранение, 298
файлы обновления, 347
файлы обновления
микропрограмм, 347
фильтры, математические, 102
флэш-диск, 45
флэш-память, 45
формат файла, ASCII, 296
формат файла, BIN, 297
формат файла, BMP, 296
формат файла, CSV, 296
формат файла, PNG, 296
функции идентификации,
веб-интерфейс, 346
функции обслуживания, 326
функции, математические, 79

Х

характеристики, 351

Ц

цифровой вольтметр (DVM), 273
 цифровой дисплей,
 интерпретация, 118
 цифровые каналы, 120
 цифровые каналы,
 автомасштаб, 117
 цифровые каналы, ввод в
 действие, 358
 цифровые каналы, измерение
 пробником, 125
 цифровые каналы, логический
 порог, 120
 цифровые каналы, размер, 119
 цифровые пробники, 113, 125
 цифровые пробники,
 импеданс, 125

Ч

частота дискретизации, 4
 частота дискретизации и объем
 памяти, 202
 частота дискретизации
 осциллографа, 200
 частота дискретизации,
 осциллограф, 198, 200
 частота дискретизации,
 отображаемая текущая
 частота, 54
 Частота Найквиста, 96
 частота скачка, модуляция FSK, 293
 частота, Найквист, 197
 частотная модуляция (FM),
 выходной сигнал
 генератора, 291
 часы, 324
 чувствительность по
 вертикали, 44, 71

Ш

шаблон, лицевая панель, 45
 шум, высокочастотный, 192
 шум, добавление в вывод
 генератора сигнала, 288
 шум, низкочастотный, 190

Э

экран масштаба, окно измерения
 с, 253
 Экран, послесвечение, 139
 экранная заставка, 322
 экспорт сигнала, 295
 Энергия импульса, 87
 энергонезависимой памяти,
 безопасная очистка, 308
 энергопотребление, 31

Я

язык графического интерфейса
 пользователя, 52
 язык интерфейса пользователя, 52
 Язык краткой справки, 52
 язык, интерфейс пользователя и
 краткая справка, 52
 Яркость координатной сетки, 141
 Яркость масштабной сетки, 141
 яркость сигналов, 39

