

Осциллографы Keysight InfiniiVision 2000 серии X

Руководство
пользователя

Предупреждения

© Keysight Technologies, Inc. 2005-2018

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

75015-97077

Издание

Седьмой издание, Февраль 2018 г.

Напечатано в Малайзии

Опубликовано:

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

История изменений

75015-97009, Январь 2011 г.

75015-97021, Июнь 2011 г.

75015-97032, Март 2012 г.

75015-97043, Июль 2012 г.

75015-97054, Апрель 2013 г.

75015-97066, Август 2017 г.

75015-97077, Февраль 2018 г.

Гарантия

Приведенная в этом документе информация предоставляется на условиях «как есть» и может быть изменена без уведомления в следующих редакциях. В дальнейшем, в максимальных пределах, разрешенных применимыми правовыми нормами, компания 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, распространяющимися 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 (с).

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 серии 2000 X — ознакомительная информация

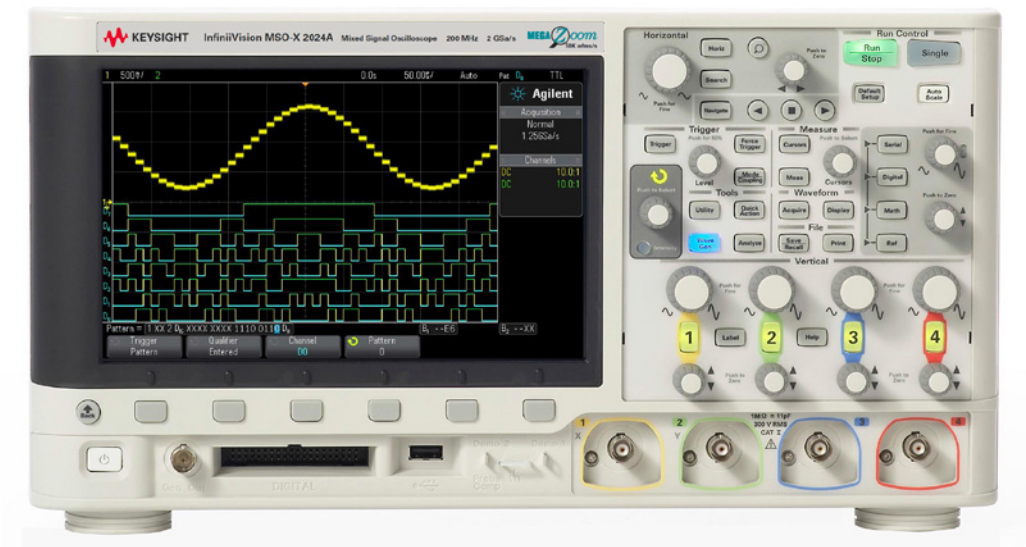


Таблица 1 Осциллографы 2000 серии X, значения ширины полосы пропускания

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

Осциллографы Keysight InfiniiVision 2000 серии X характеризуются следующими особенностями.

- Модели с шириной полосы пропускания 70 МГц, 100 МГц, 200 МГц.
- Двухканальные и четырехканальные модели цифровых запоминающих осциллографов (DSO).
- Модели осциллографов смешанных сигналов (MSO): 2+8 каналов и 4+8 каналов.
Осциллографы MSO удобны в применении для наладки устройств, в которых действуют аналоговые сигналы и строго коррелированные цифровые сигналы. Восемь цифровых каналов работают при частоте дискретизации 1 Гвыб/с с частотой переключения каналов 50 МГц.
- 8,5-дюймовый дисплей WVGA.
- Частота перемежающейся дискретизации 2 Гвыб/с; частота неперемежающейся дискретизации 1 Гвыб/с.
- 1 мегаточки памяти MegaZoom IV на один канал для обеспечения наивысшей скорости обновления сигнала.
- 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, I²C/SPI, и UART/RS232. Lister для отображения пакетов последовательного декодирования.
Нельзя использовать функции цифровых каналов и последовательного декодирования одновременно. Кнопка **[Serial] (Последовательн.)** имеет приоритет перед кнопкой **[Digital] (Цифров.)**. Последовательные запуски могут быть использованы, если включены цифровые каналы.
- Математические операции с осциллограммами: сложение, вычитание, умножение, быстрое преобразование Фурье (FFT), дифференцирование, интегрирование, извлечение квадратного корня, $Ax+B$, 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.
- Образцовые осциллограммы (2) для сравнения с другим каналом или для выполнения математических операций.
- Множество встроенных видов измерений.

- Встроенный лицензионный генератор сигналов специальной формы: сигналы синусоидальной, прямоугольной, пилообразной формы, импульсы, постоянное напряжение, шум.
- Порты USB для вывода данных на печать, для сохранения и совместного использования данных.
- Дополнительный модуль LAN/VGA для присоединения к локальной сети и к внешнему видеомонитору.
- Дополнительный модуль GPIB.
- Встроенная в осциллограф оперативная справочная система (Quick Help). Чтобы вызвать на экран эту справочную систему, достаточно нажать и удерживать любую клавишу. Подробные инструкции по применению оперативной справочной системы содержатся в разделе **“Доступ к встроенной краткой справке”** на странице 49.

За дополнительной информацией об осциллографах InfiniiVision обращайтесь на наш сайт: www.keysight.com/find/scope.

Содержание данного руководства

В этом руководстве описывается применение осциллографов InfiniiVision 2000 серии X.

При распаковке осциллографа и первом его применении см.:	• Глава 1, “Начало работы,” на стр. 25
При отображении сигналов и полученных данных см.:	• Глава 2, “Средства управления разверткой,” на стр. 51 • Глава 3, “Средства регулировки по вертикали,” на стр. 65 • Глава 4, “Математическая обработка осциллограмм,” на стр. 73 • Глава 5, “Опорные сигналы,” на стр. 103 • Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 107 • Глава 7, “Декодирование последовательных данных,” на стр. 125 • Глава 8, “Настройка экрана,” на стр. 131 • Глава 9, “Метки,” на стр. 137
При настройке запусков или режимов сбора данных см.:	• Глава 10, “Типы запуска,” на стр. 143 • Глава 11, “Режим запуска/связь,” на стр. 177 • Глава 12, “Управление сбором данных,” на стр. 185
Выполнение измерений и анализа данных:	• Глава 13, “Курсоры,” на стр. 203 • Глава 14, “Измерения,” на стр. 213 • Глава 15, “Тестирование по маске,” на стр. 239 • Глава 16, “Цифровой вольтметр,” на стр. 253
При использовании встроенного генератора сигналов см.:	• Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 257
При сохранении, восстановлении или печати см.:	• Глава 18, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 269 • Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 281
При использовании функций утилит или веб-интерфейса осциллографа см.:	• Глава 20, “Настройки утилит,” на стр. 287 • Глава 21, “Веб-интерфейс,” на стр. 309

Для справки см.:	• Глава 22, “Справочные материалы,” на стр. 325
При использовании запуска по лицензированной последовательной шине и функций декодирования см.:	• Глава 23, “Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование,” на стр. 345 • Глава 24, “Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование,” на стр. 363 • Глава 25, “Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование,” на стр. 383

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 серии 2000 X — ознакомительная информация / 4

Содержание данного руководства / 7

1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки / 25

Установка дополнительного модуля LAN/VGA или GPIB / 28

Наклон осциллографа для удобного просмотра / 28

Включение осциллографа / 29

Подключение пробников к осциллографу / 30



Предельное входное напряжение на аналоговом входе / 31



Не допускайте смещения корпуса осциллографа / 31

Входной сигнал / 31

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию / 32

Использование автомасштабирования / 32

Компенсация пассивных пробников / 34

Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов / 35

Накладки для лицевой панели на разных языках / 43

Изучение разъемов задней панели / 45

Изучение дисплея осциллографа / 48

Доступ к встроенной краткой справке / 49

2 Средства управления разверткой

Регулировка масштаба развертки (время/деление) / 52

Регулировка задержки по горизонтали (положения) / 53

Прокрутка и масштабирование отдельных или
остановленных данных / 54

Изменение временного режима развертки ("Нормальный",
"XY" или "Качение") / 55

Временной режим "XY" / 56

Отображение временной развертки с измененным
масштабом / 59

Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки
масштаба развертки / 61

Размещение точки отсчета времени (слева, по центру,
справа) / 61

Поиск событий / 62

Настройка поиска / 62

Навигация по временной развертке / 63

Навигация по времени / 63

Навигация по событиям поиска / 63

Навигация по сегментам / 64

3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или
математических функций) / 66

Настройка масштаба по вертикали / 67

Настройка положения по вертикали / 67

Указание связи каналов / 67

Указание ограничения полосы пропускания / 68

Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали / 69

Инвертирование сигнала / 69

Настройка параметров пробника аналогового канала / 69

Указание единиц измерения канала / 70

Указание коэффициента затухания пробника / 70

Указание искажения пробника / 71

4 Математическая обработка осциллограмм

Вывод на экран осциллограмм математических функций / 74

Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции / 75

Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции / 76

Единицы измерений для осциллограмм математических функций / 76

Математические операторы / 77

Сложение или вычитание / 77

Умножение или деление / 78

Математические преобразования / 79

Дифференцирование / 80

Интегрирование / 81

Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT) / 84

Квадратный корень / 92

$Ax + B$ / 92

Возведение в квадрат / 93

Абсолютное значение /	94
Логарифм /	94
Натуральный логарифм /	95
Экспонента /	95
Экспонента основания 10 /	95
Математические фильтры /	96
Фильтр высоких и низких частот /	96
Математическая визуализация /	97
Увеличение /	98
Отклонение измерения /	98
График синхронизации логической шины /	100
График состояния логической шины /	101

5 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала /	103
Отображение опорного сигнала /	104
Изменение масштаба и положения опорных сигналов /	105
Регулировка искажений опорного сигнала /	105
Отображение информации об опорном сигнале /	106
Восстановление файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя /	106

6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству /	107
 Кабель пробника цифровых каналов /	108
Получение сигналов по цифровым каналам /	111
Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба /	111

Интерпретация сигнала на цифровом дисплее /	112
Изменение размера отображения цифровых каналов /	113
Включение и выключение одного канала /	114
Включение и выключение всех цифровых каналов /	114
Включение и выключение групп каналов /	114
Изменение логического порога цифровых каналов /	114
Изменение положения цифрового канала /	115
Отображение цифровых каналов как шины /	116
Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника /	119
Входной импеданс /	120
Заземление пробника /	122
Оптимальные методы измерений /	124

7 Декодирование последовательных данных

Опции декодирования последовательных данных /	125
Lister /	126
Поиск данных в листере /	128

8 Настройка экрана

Регулировка яркости /	131
Установка и отмена послесвечения /	133
Очистка экрана /	134
Выбор типа масштабной сетки /	134
Регулировка яркости масштабной сетки /	135
Фиксация изображения на экране /	136

9 Метки

Включение и выключение меток / 137

Присвоение каналу заранее определенных меток / 138

Определение новой метки / 139

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла / 140

Восстановление заводских настроек библиотеки меток / 141

10 Типы запуска

Настройка уровня запуска / 145

Принудительный запуск / 146

Запуск по фронту / 146

Запуск по фронту за фронтом (Edge then Edge Trigger) / 148

Запуск по длительности импульса / 150

Запуск по шаблону / 153

Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины / 155

Запуск по условию ИЛИ / 156

Запуск по времени нарастания/спада / 157

Запуск по N-ному фронту серии / 159

Запуск по короткому пакету / 160

Запуск по настройке и удержанию / 162

Запуск по видеосигналам / 163

Запуск по определенной строке видеосигнала / 167

Запуск по всем синхроимпульсам / 168

Запуск по определенному полукадру видеосигнала / 169

Запуск по всем полукадрам видеосигнала / 170
Запуск по нечетным или четным полям / 171
Запуск по USB / 173
Запуск по сигналам последовательных данных / 175

11 Режим запуска/связь

Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" / 178
Выбор связи триггеров / 180
Включение и выключение подавления шума при запуске / 181
Включение и выключение ВЧ-заграждения / 182
Настройка задержки запуска / 182
Вход внешнего источника запуска / 183



Предельное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа / 183

12 Управление сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой) / 185
Общие сведения о дискретизации / 187
Теория дискретизации / 187
Наложение спектров / 187
Полоса пропускания осциллографа и частота дискретизации / 188
Время нарастания осциллографа / 190
Необходимая полоса пропускания осциллографа / 191
Объем памяти и частота дискретизации / 192
Выбор режима сбора данных / 192
Режим сбора данных "Нормальный" / 193

Режим сбора данных "Обнаружение пиков" /	193
Режим сбора данных "Усреднение" /	196
Режим сбора данных "Высокое разрешение" /	198
Сбор данных в сегментированную память /	199
Навигация между сегментами /	201
Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти /	201
Время подготовки сегментированной памяти /	201
Сохранение данных сегментированной памяти /	202

13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений /	204
Примеры курсорных измерений /	207

14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений /	214
Сводная таблица измерений /	216
Общий снимок /	218
Измерения напряжения /	219
Полная амплитуда /	220
Максимум /	220
Минимум /	220
Амплитуда /	220
Верхний уровень /	221
Основание /	222
Отклонение от установленного значения /	222
Отрицательный выброс /	223
Среднее значение /	224
DC RMS /	224
AC RMS /	225
Измерения времени /	227

Период /	227
Частота /	228
+ Длительность /	229
– Длительность /	229
Скорость передачи в битах /	229
Рабочий цикл /	230
Время нарастания /	230
Время спада /	230
Задержка /	230
Фаза /	232
X при мин Y /	233
X при макс Y /	233
Счетные измерения /	234
Счетчик пол. импульсов /	234
Счетчик отр. импульсов /	234
Счетчик переднего фронта /	235
Счетчик заднего фронта /	235
Пороги измерений /	235
Окно измерения и экран "Масштаб" /	238

15 Тестирование по маске

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска) /	239
Параметры настройки теста по маске /	242
Статистика по маске /	245
Изменение файла маски вручную /	246
Создание файла маски /	250
Как проводится тестирование по маске? /	252

16 Цифровой вольтметр

17 Генератор сигналов

Выбор типов и настроек сгенерированных сигналов / 257

Вывод синхронизирующих импульсов генератора / 260

Определение расчетной нагрузки на выходе / 261

Использование логических предустановок гические
предустановки генератора сигналов / 261

Добавление шума в вывод генератора сигнала / 262

Добавление модуляции к выходному сигналу
генератора / 263

Настройка амплитудной модуляции (AM) / 264

Настройка частотной модуляции (FM) / 265

Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK) / 266

Восстановление настроек генератора сигналов по
умолчанию / 267

18 Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)

Сохранение настроек, изображений экрана или
данных / 269

Сохранение файлов настройки / 271

Сохранение файлов изображений в формате BMP или
PNG / 271

Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или
BIN / 273

Управление длиной / 274

Сохранение файлов данных Lister / 275

Сохранение файлов опорных сигналов на
USB-накопитель / 275

Сохранение маски / 276

Навигация по местам сохранения / 276

Ввод имени файла / 277

Восстановление файлов настройки, маски или опорных сигналов / 278

Восстановление файлов настройки / 278

Восстановление файлов маски, / 279

Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя / 279

Восстановление настроек по умолчанию / 279

Выполнение безопасной очистки / 280

19 Печать (экранов)

Печать экрана осциллографа / 281

Настройка подключения сетевого принтера / 283

Установка значений параметров печати / 284

Установка значения параметра "Палитра" / 285

20 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода-вывода / 287

Настройка подключения осциллографа к сети LAN / 288

Установка соединения с сетью LAN / 289

Автономное (прямое) подключение к ПК / 290

Диспетчер файлов / 291

Настройка параметров осциллографа / 293

Расширение по центру или по нижнему уровню / 293

Отключение/включение прозрачных фонов / 294

Загрузка библиотеки меток по умолчанию / 294

Настройка экранной заставки / 294

Установка параметров настройки автомасштаба / 295

Настройка часов осциллографа / 296

Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели / 297

Выполнение обслуживания /	298
Пользовательская калибровка /	298
Выполнение самопроверки оборудования /	301
Выполнение самопроверки лицевой панели, /	302
Отображение сведений об осциллографе /	302
Отображение состояния пользовательской калибровки /	302
Уход за осциллографом /	302
Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания /	303
Контактные сведения Keysight /	303
Возврат устройства /	303
Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) /	304
Добавление пояснения /	305

21 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу /	310
Управление осциллографом с помощью Web-браузера /	311
Дистанционная передняя панель Real Scope /	312
Дистанционная передняя панель Simple /	313
Удаленная лицевая панель на основе браузера /	314
Дистанционное программирование через Web-интерфейс /	315
Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries /	316
Сохранение/восстановление /	317
Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса /	317
Восстановление файлов через веб-интерфейс /	318
Get Image /	319
Функции идентификации /	320

Средства измерения / 320

Установка пароля / 322

22 Справочные материалы

Технические характеристики / 325

Категория измерения / 325

Категория измерения осциллографа / 325

Определения категории измерения / 326

Максимальное входное напряжение / 326



Предельное входное напряжение на аналоговом входе / 326



Предельное напряжение на входе цифрового канала / 327

Внешние условия / 327

Пробники и приспособления / 328

Загрузка лицензий и модернизация осциллографа / 328

Лицензионные опции / 329

Другие опции / 330

Модернизация осциллографа до уровня MSO / 331

Обновления для ПО и микропрограмм / 331

Формат двоичных данных (.bin) / 331

Двоичные данные в MATLAB / 332

Формат заголовка двоичного файла / 333

Пример программы для чтения двоичных данных / 336

Примеры двоичных файлов / 336

Файлы CSV и ASCII XY / 339

Структура файлов CSV и ASCII XY / 340

Минимальное и максимальное значения в файлах
CSV / 340

Acknowledgements / 341

Product Markings and Regulatory Information / 343

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов CAN / 345

Запуск по CAN / 347

Последовательное декодирование CAN / 349

Интерпретация данных декодирования CAN / 350

Суммирующее устройство CAN / 351

Интерпретация данных CAN Lister / 353

Поиск данных CAN в таблице Lister / 354

Настройка осциллографа для сигналов LIN / 355

Запуск по LIN / 356

Последовательное декодирование LIN / 358

Интерпретация данных декодирования LIN / 360

Интерпретация данных LIN Lister / 361

Поиск данных LIN в таблице Lister / 362

24 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 363

Запуск по I2C / 364

Последовательное декодирование I2C / 368

Интерпретация данных декодирования I2C / 370

Интерпретация данных I2C Lister / 371

Поиск данных I2C в таблице Lister / 372

Настройка сигналов SPI / 373

Запуск по SPI / 377

- Последовательное декодирование SPI / 379
 - Интерпретация данных декодирования SPI / 380
 - Интерпретация данных SPI Lister / 381
 - Поиск данных SPI в таблице Lister / 382

25 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

- Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232 / 383
- Запуск UART/RS232 / 385
- Последовательное декодирование UART/RS232 / 387
 - Интерпретация данных декодирования UART/RS232 / 389
 - Суммирующее устройство UART/RS232 / 390
 - Интерпретация данных UART/RS232 в Lister / 391
 - Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister / 391

Предметный указатель

1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки /	25
Наклон осциллографа для удобного просмотра /	28
Включение осциллографа /	29
Подключение пробников к осциллографу /	30
Входной сигнал /	31
Восстановление настроек осциллографа по умолчанию /	32
Использование автомасштабирования /	32
Компенсация пассивных пробников /	34
Изучение находящихся на лицевой панели средств управления и разъемов /	35
Изучение разъемов задней панели /	45
Изучение дисплея осциллографа /	48
Доступ к встроенной краткой справке /	49

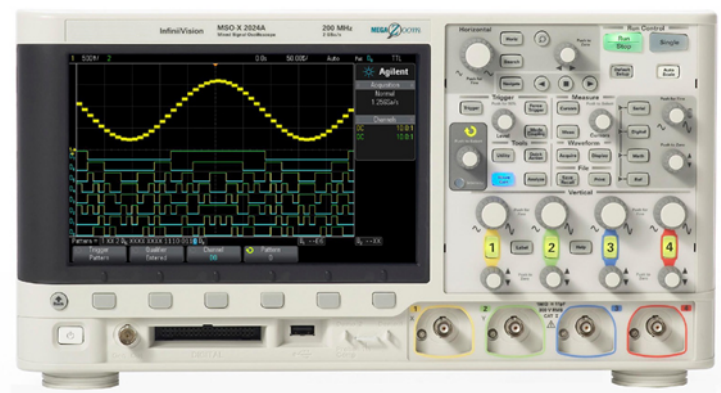
В этой главе описываются действия, предпринимаемые при первом использовании осциллографа.

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

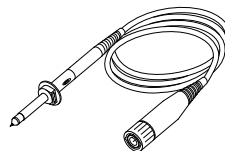
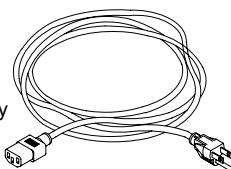
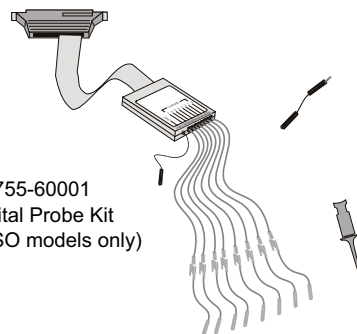
- Осциллограф InfiniiVision 2000 серии X.
- Кабель питания (характеристики кабеля зависят от страны производства).
- Пробники осциллографа:
 - два пробника для двухканальной модели;
 - четыре пробника для четырехканальной модели.
- Компакт-диск с документацией.



InfiniiVision 2000 X-Series oscilloscope



Documentation CD

N2841A probes
(Qty 2 or 4)Power cord
(Based on country
of origin)N2755-60001
Digital Probe Kit
(MSO models only)

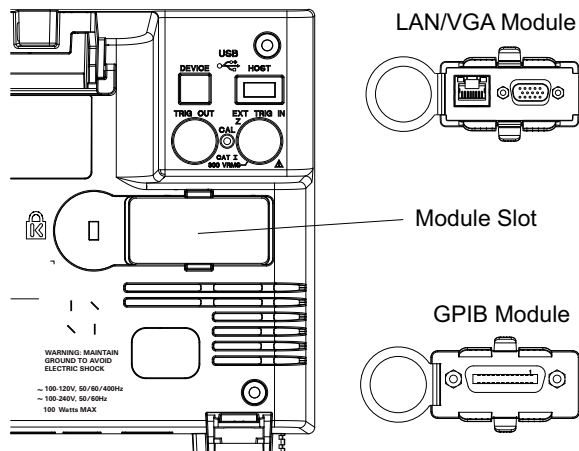
См. также • **“Пробники и приспособления”** на странице 328

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.

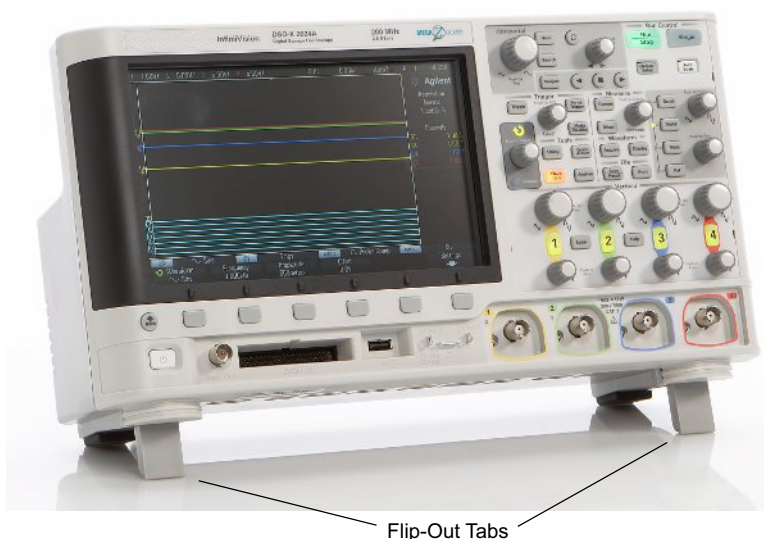


ЗАМЕЧАНИЕ

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 в отношении напряжения в сети, частот и электропитания:

- Напряжение в сети – 100-120 В (перем.), 50/60/400 Гц
- 100-240 В (перем.), 50/60 Гц
- 100 Вт – макс.

ВНИМАНИЕ

Этот прибор имеет автоматическое определение входного напряжения. Убедитесь, что напряжение питания находится в указанном диапазоне, а колебания напряжения не превышают 10 процентов от номинального напряжения питания.

Требования к системам вентиляции

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

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

Если осциллограф установлен на столе, необходимо обеспечить 50-миллиметровые зазоры по бокам устройства и 100 миллиметровые зазоры над и под устройством для надлежащей вентиляции.

Включение осциллографа

- 1 Подключите кабель питания к порту на задней панели осциллографа, затем подключите его к подходящему источнику напряжения переменного тока. Проложите кабель питания таким образом, чтобы исключить защемление кабеля ножками осциллографа.

Установите прибор так, чтобы отсоединяемый шнур питания был легко идентифицирован и легко доставлен оператором. Съемный шнур питания - это устройство для отсоединения прибора. Он отсоединяет сетевые цепи от электросети перед другими частями прибора. Переключатель на передней панели является только переключателем режима ожидания и не является переключателем LINE. Альтернативно, в качестве разъединительного устройства может использоваться внешний выключатель или автоматический выключатель (который легко идентифицируется и легко доступен оператору).

- 2 Осциллограф автоматически настраивает входное напряжение в сети в диапазоне от 100 до 240 В переменного тока. Предоставленный сетевой шнур соответствует требованиям страны-изготовителя.

ОСТОРОЖНО

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

- 3 Нажмите выключатель питания.

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

Подключение пробников к осциллографу

- 1 Подключите пробник к разъему канала BNC осциллографа.

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

ВНИМАНИЕ

 Предельное входное напряжение на аналоговом входе
135 среднеквадратических В

ВНИМАНИЕ

При измерении напряжений свыше 30 В используйте зонд 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.
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.

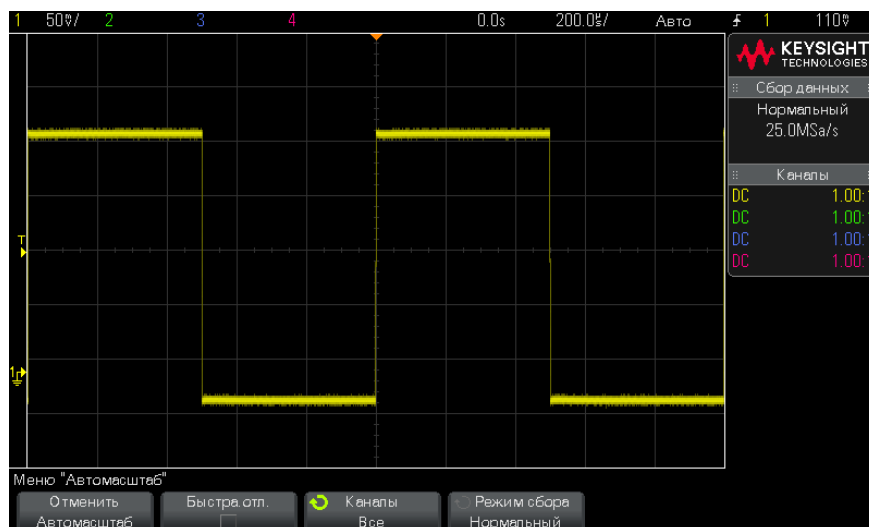
В меню "Сохранение/Восстановление" имеются опции полного восстановления заводских настроек (см. раздел **“Восстановление настроек по умолчанию”** на странице 279) или выполнения безопасной очистки (см. раздел **“Выполнение безопасной очистки”** на странице 280).

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 295.

Если сигнал отображается, но это не тот прямоугольный сигнал, который показан выше, то проведите процедуру, называемую **"Компенсация пассивных пробников"** на странице 34.

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
автомасштабиро
вания**

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 31).
- 2 Нажмите кнопку **[Default Setup] (Настройка по умолчанию)** для восстановления настроек осциллографа по умолчанию (см. **"Восстановление настроек осциллографа по умолчанию"** на странице 32).
- 3 Нажмите кнопку **[Auto Scale] (Автомасштаб)**, чтобы автоматически настроить осциллограф для сигнала компенсации пробника (см. **"Использование автомасштабирования"** на странице 32).
- 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.

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

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

1 Начало работы



1.	Выключатель питания	Чтобы включить питание, нажмите один раз; нажмите еще раз, чтобы отключить питание. См. “Включение осциллографа” на странице 29.
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)	Нажмите эту кнопку, чтобы ее подсветить. Подсветив ее, поверните ручку ввода, чтобы отрегулировать яркость отображаемого сигнала. Совсем как при работе с аналоговым осциллографом, управляя яркостью сигнала можно выделять отдельные его детали. Регулировка яркости цифрового сигнала невозможна. Подробности об использовании регулятора яркости для просмотра деталей сигнала см. в разделе “Регулировка яркости” на странице 131.

4.	Ручка ввода	Ручка ввода используется для выбора элементов меню и изменения значений. Функция ручки ввода меняется в зависимости от выбранных меню и программной кнопки. 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. 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.
5.	Клавиши Tools	Сюда относятся следующие клавиши: • 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. главу 19). Глава 20, “Настройки утилит,” на стр. 287. • Клавиша [Quick Action] – Эту клавишу нажимают, чтобы выбрать быстрое действие: измерение всего снимка экрана, печать, сохранение или вызов данных, фиксация отображения и т.д. (см. раздел 19.8). “Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)” на странице 304. • Клавиша [Analyze] – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям анализа, например, к тестированию на соответствие маске (см. главу 15 Глава 15, “Тестирование по маске,” на стр. 239), к установке уровня запуска, к установке измерительных порогов или к автоматической настройке запуска по видеосигналам. • Клавиша [Wave Gen] – Эту клавишу нажимают, чтобы обратиться к функциям генератора сигналов (см. главу 16). Глава 17, “Генератор сигналов,” на стр. 257.
6.	Средства управления запуском	С помощью этих элементов управления задаются параметры запуска осциллографа для сбора данных. См. Глава 10, “Типы запуска,” на стр. 143 и Глава 11, “Режим запуска/связь,” на стр. 177.

7.	Средства управления разверткой	К средствам управления разверткой относятся следующие: - 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 63. Подробнее см. Глава 2, "Средства управления разверткой," на стр. 51.
8.	Кнопки управления работой	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). Когда кнопка [Run/Stop] (Пуск/Стоп) светится красным светом, сбор данных остановлен. Для запуска сбора данных нажмите кнопку [Run/Stop] (Пуск/Стоп). 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. Дополнительные сведения см. в разделе "Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой)" на странице 185.

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 32).
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 32.

11.	Дополнительные средства управления сигналом	К дополнительным средствам управления сигналом относятся следующие: • Кнопка [Math] (Математика) — доступ к сигналам математических функций (сложение, вычитание, и т.д.). См. Глава 4, “Математическая обработка осциллограмм,” на стр. 73. • 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. 103. • Кнопка [Digital] (Цифров.) — кнопка включения или выключения цифровых каналов (слева загорится стрелка). 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. Если осциллограмма помещается поверх уже существующей, то значение индикатора с ее левого края изменяется с Dn (где n — это одинарный номер канала от 0 до 7) на D*. Знак “*” означает взаимное наложение двух каналов. Чтобы выбрать один из наложенных каналов, можно повернуть верхнюю ручку. Затем можно повернуть нижнюю ручку, чтобы расположить его, как и любой другой канал. Дополнительные сведения о цифровых каналах см. Глава 6, “Цифровые каналы,” на стр. 107. • 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. 125. Нельзя использовать функции цифровых каналов и последовательного декодирования одновременно. Кнопка [Serial] (Последовательн.) имеет приоритет перед кнопкой [Digital] (Цифров.). Последовательные запуски могут быть использованы, если включены цифровые каналы. • 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	К средствам управления измерением относятся следующие: • 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. 213.
13.	Кнопки сигналов	Кнопка [Acquire] (Захват) позволяет выбрать режимы отображения "Нормальный", "Обнаружение пиков", "Усреднение" или "Высокое разрешение" (см. раздел "Выбор режима сбора данных" на странице 192), а также использовать сегментированную память (см. раздел "Сбор данных в сегментированную память" на странице 199). Кнопка [Display] (Отображение) обеспечивает доступ к меню, в котором можно включить послесвечение (см. раздел "Установка и отмена послесвечения" на странице 133), сбросить изображение и отрегулировать яркость (координатной) сетки (см. раздел "Регулировка яркости масштабной сетки" на странице 135).
14.	Кнопки файлов	Нажмите кнопку [Save/Recall] (Сохранение/Вызов), чтобы сохранить или вывести на экран сигнал или настройки. См. Глава 18, "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 269. Нажатием кнопки [Print] (Печать) открывается меню "Настройка печати", с помощью которого отображаемые сигналы можно распечатать. См. Глава 19, "Печать (экранов)," на стр. 281.
15.	Кнопка [Help] (Справка)	Открывает меню "Справка", в котором можно просматривать темы справки и выбрать язык отображения. См. также "Доступ к встроенной краткой справке" на странице 49.

16.	Средства регулировки коэффициента отклонения	К средствам регулировки коэффициента отклонения относятся следующие: • 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. 137. Дополнительные сведения см. в разделе Глава 3, "Средства регулировки по вертикали," на стр. 65.
17.	Входы аналоговых каналов	Подключите к этим разъемам BNC пробники осциллографа или кабели BNC. Импеданс на входе аналогового канала осциллографа InfiniiVision 2000 серии X составляет 1 МΩ. Кроме того, в них не предусмотрено автоматического определения пробника, поэтому для обеспечения точности измерений следует должным образом настроить коэффициент затухания пробника. См. "Указание коэффициента затухания пробника" на странице 70.
18.	Контакты "Демо 2", "Заземление" и "Демо 1"	• 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 34. 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	Этот порт предназначен для подключения к осциллографу USB-накопителей или принтеров. 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/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 269. Для выполнения печати подключите совместимый USB-принтер. Дополнительные сведения о выполнении печати см. в Глава 19, “Печать (экранов),” на стр. 281. При наличии доступных обновлений порт USB можно использовать и для обновления системного ПО осциллографа. 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. 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 287. На задней панели прибора есть еще один основной порт USB.
20.	Входы цифровых каналов	Подключите кабель цифрового пробника к этому разъему (только для моделей MSO). См. Глава 6 , “Цифровые каналы,” на стр. 107.
21.	Выход генератора сигналов	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. 257.

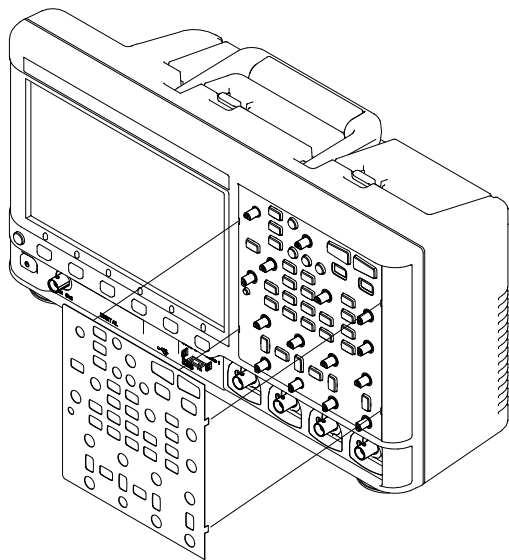
Накладки для лицевой панели на разных языках

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.

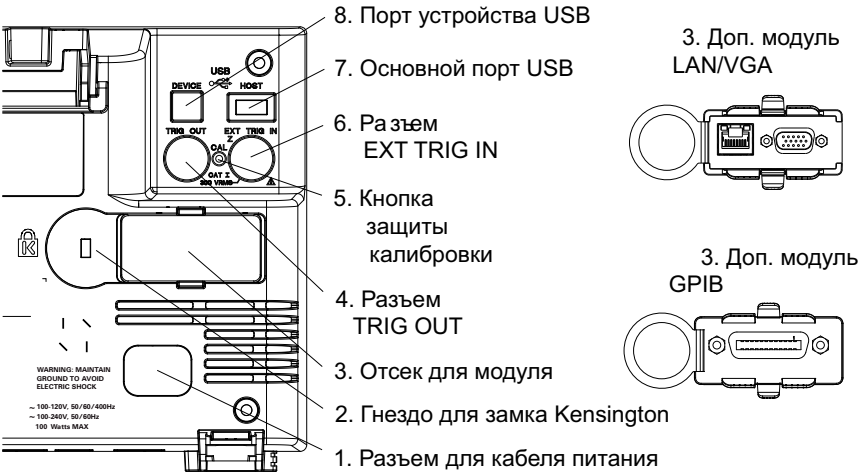
Накладки для лицевой панели можно заказать на веб-сайте www.keysight.com/find/parts по следующим номерам деталей:

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	В комплект данного осциллографа модули не входят. Дополнительно можно заказать и установить модуль DSOXLAN LAN/VGA. - Порт LAN — обеспечивает связь с осциллографом и использование функции удаленной лицевой панели посредством порта LAN. См. Глава 21, “Веб-интерфейс,” на стр. 309 и “Доступ к веб-интерфейсу” на странице 310. - Видеовыход VGA — обеспечивает возможность подключения внешнего монитора или проектора с целью получения более крупного изображения или изображения на удаленном от осциллографа средстве просмотра. Даже при подключенном внешнем дисплее встроенный дисплей осциллографа остается включенным. Разъем видеовыхода активен постоянно. Для получения устойчивого видеосигнала оптимального качества рекомендуется использовать экранированный видеокабель с ферритовыми сердечниками. Можно также дополнительно заказать и установить модуль DSOXGPIB GPIB.
4.	Разъем TRIG OUT	Разъем выходного сигнала запуска BNC. См. “Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели” на странице 297.
5.	Кнопка защиты калибровки	См. “Пользовательская калибровка” на странице 298.
6.	Разъем EXT TRIG IN	Внешний разъем входного сигнала запуска BNC. Пояснения см. в разделе “Вход внешнего источника запуска” на странице 183.
8.	Порт устройства USB	Этот порт предназначен для подключения осциллографа к хост-компьютеру. Через порт устройства USB можно запускать удаленные команды для управления осциллографом с хост-компьютера. См. “Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries” на странице 316.
7.	Порт USB	Этот порт работает так же, как порт USB на лицевой панели устройства. Порт USB используется для сохранения данных осциллографа и загрузки обновлений программного обеспечения. См. также раздел Порт USB (see страница 43).

Изучение дисплея осциллографа

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

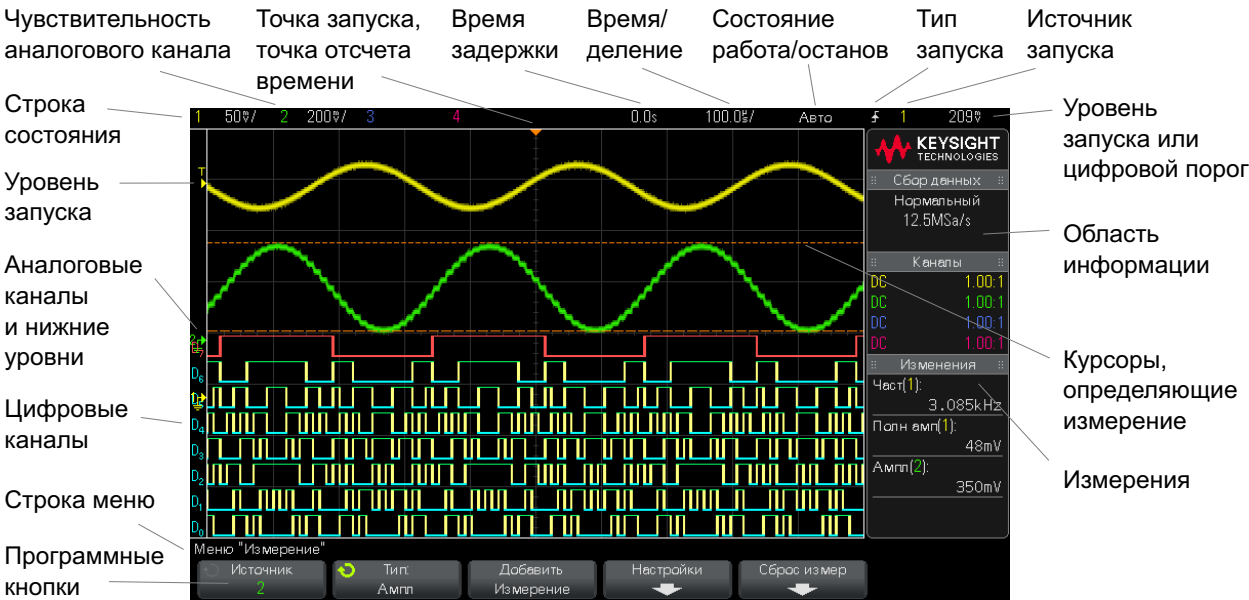


Рис. 1 Интерпретация показаний на дисплее осциллографа

Строка состояния	Верхняя строка дисплея содержит сведения о настройках по вертикали, горизонтали и настройках запуска.
Область отображения	Область отображения содержит полученные сигналы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и уровня заземления. Сведения о каждом аналоговом канале отображаются разным цветом. Для отображения деталей сигналов используется 256 уровней яркости. Дополнительные сведения о просмотре деталей сигнала см. в разделе “Регулировка яркости” на странице 131. Дополнительные сведения о режимах отображения см. в Глава 8, “Настройка экрана,” на стр. 131.

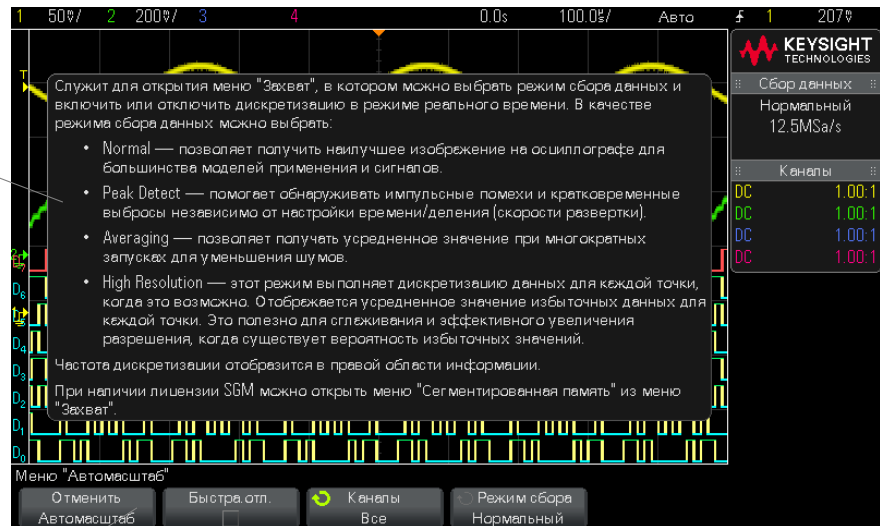
Область информации	Как правило, в области информации содержатся аналоговый канал, результаты сбора данных, автоматических измерений и использования курсоров.
Строка меню	Как правило, в этой строке содержится название и другие сведения о выбранном меню.
Метки программных кнопок	Эти метки описывают функции программных кнопок. Обычно с помощью программных кнопок настраиваются дополнительные параметры выбранного режима или меню. При нажатии кнопки  назад/вверх в верхней точке иерархии меню отключаются метки программных кнопок и отображаются дополнительные сведения о смещении канала и других параметрах конфигурации.

Доступ к встроенной краткой справке

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

1 Начало работы

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) /	52
Регулировка задержки по горизонтали (положения) /	53
Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных данных /	54
Изменение временного режима развертки ("Нормальный", "XY" или "Качение") /	55
Отображение временной развертки с измененным масштабом /	59
Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки /	61
Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа) /	61
Поиск событий /	62
Навигация по временной развертке /	63

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

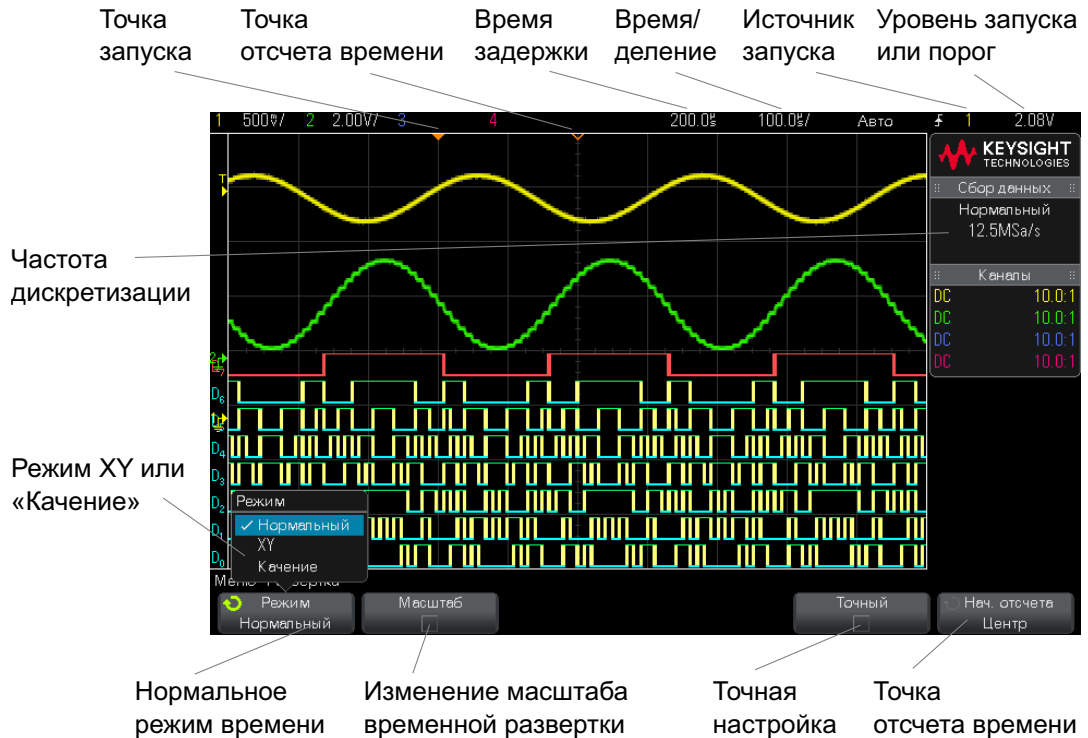


Рис. 2 Меню "Развертка"

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

Текущая частота дискретизации отображается над программными кнопками **Точный** и **Начало отсчета**.

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 54.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки масштаба развертки – иное. См. **“Отображение временной развертки с измененным масштабом”** на странице 59.

Регулировка задержки по горизонтали (положения)

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

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

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 равном 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 54.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки положения коэффициента развертки – иное. См. **“Отображение временной развертки с измененным масштабом”** на странице 59.

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", "ХУ" 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.

- **ХУ** – в режиме "ХУ" 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 "ХУ" можно использовать для сравнения соотношения частоты и фазы двух сигналов. При наличии преобразователей режим "ХУ" можно использовать для отображения зависимости деформации от смещения, потока от давления, напряжения от силы тока или частоты сигнала.

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

Для получения дополнительной информации об использовании режима "ХУ" для выполнения измерений обратитесь к разделу **"Временной режим "ХУ"** на странице 56.

- **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):

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

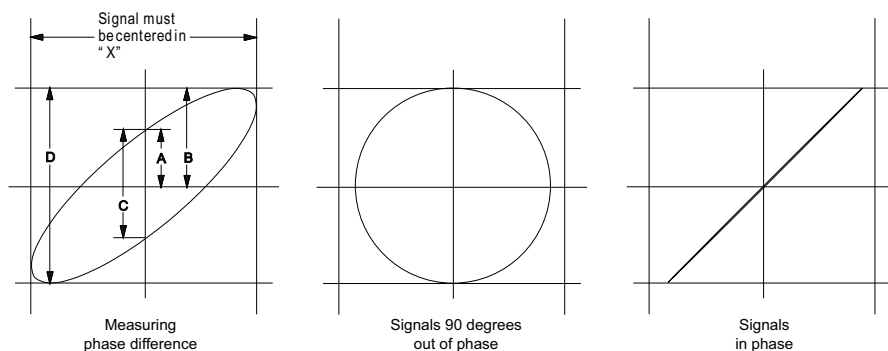


Рис. 3 Сигналы в режиме "XY", центрированные на экране

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 .

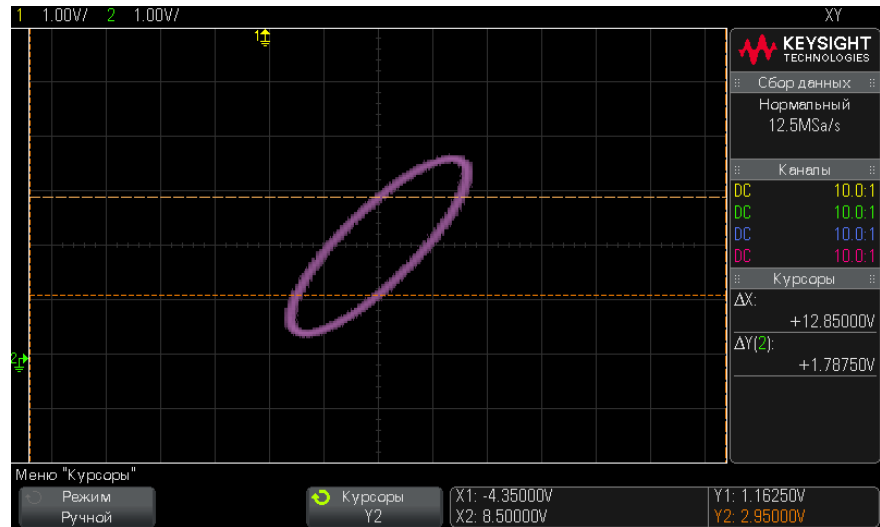


Рис. 4 Измерение угла сдвига фаз (автоматическое и с помощью курсоров)

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

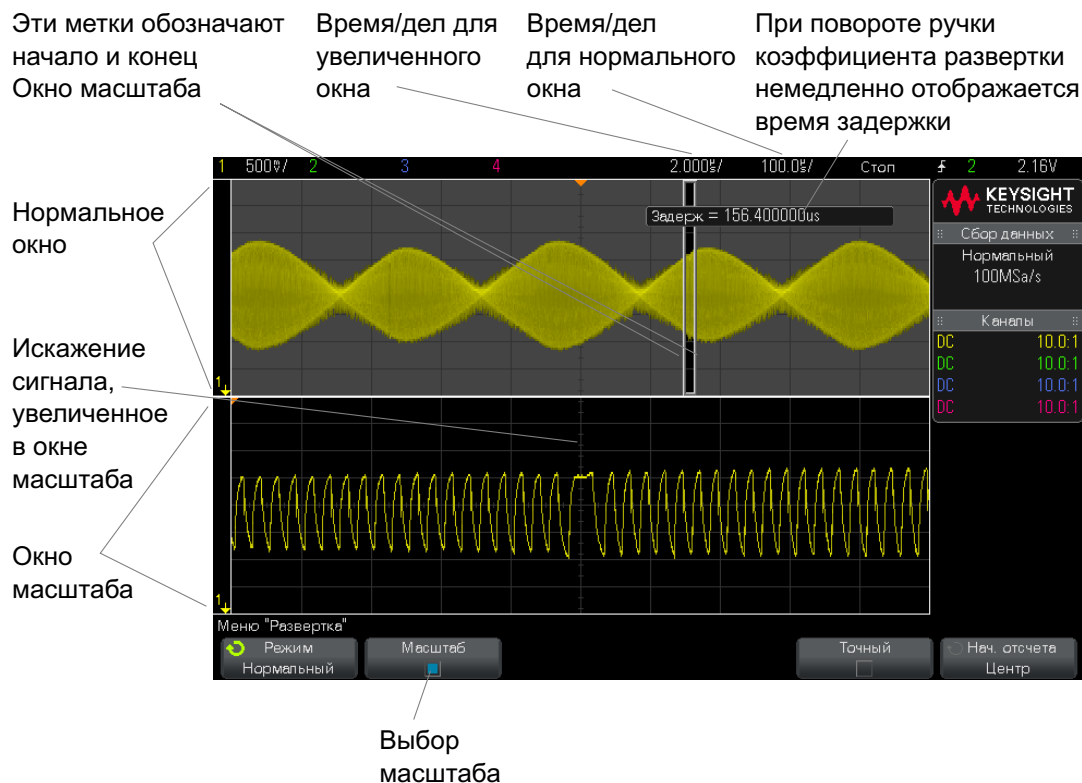
Масштаб (раньше называемый режимом задержки развертки) – это растянутая по горизонтали версия нормального экрана. При выборе режима "Масштаб" экран делится на две половины. В верхней части отображается нормальное окно времени/деления, а в нижней – окно времени/деления ускоренного масштабирования.

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 221 и **“Локализация события с целью измерения частоты”** на странице 228.

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 52.

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 53.

Поиск событий

Для поиска последовательных событий на аналоговых каналах можно воспользоваться кнопкой **[Search] (Поиск)**.

Настройка параметров поиска (см. раздел **“Настройка поиска”** на странице 62) выполняется аналогично настройке параметров запуска.

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 Настройка параметров поиска выполняется аналогично настройке параметров запуска.

- Для настройки поиска последовательности см. **Глава 10**, “Типы запуска,” на стр. 143 и раздел **“Поиск данных в листере”** на странице 128.

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 235.

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 63).
- События поиска (см. раздел **“Навигация по событиям поиска”** на странице 63).
- Сегменты – при включении сбора данных в сегментированную память (см. раздел **“Навигация по сегментам”** на странице 64).

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 62).

- 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.

Режим автоматического воспроизведения

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

3 Средства регулировки по вертикали

Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций) /	66
Настройка масштаба по вертикали /	67
Настройка положения по вертикали /	67
Указание связи каналов /	67
Указание ограничения полосы пропускания /	68
Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали /	69
Инвертирование сигнала /	69
Настройка параметров пробника аналогового канала /	69

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 69).

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 293.

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 293).

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.

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 180.

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.



Программная кнопка **Пробник Проверка** открывает доступ к процедуре компенсации пассивных пробников (например, пробников N2841A, N2842A, N2843A, N2862A/B, N2863A/B, N2889A, N2890A, 10073C, 10074C или 1165A).

- См. также
- **"Указание единиц измерения канала"** на странице 70
 - **"Указание коэффициента затухания пробника"** на странице 70
 - **"Указание искажения пробника"** на странице 71

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

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

Настройка коэффициента затухания пробника

- 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.

3 Средства регулировки по вертикали

4 Математическая обработка осциллограмм

Вывод на экран осциллограмм математических функций /	74
Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции /	75
Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции /	76
Единицы измерений для осциллограмм математических функций /	76
Математические операторы /	77
Математические преобразования /	79
Математические фильтры /	96
Математическая визуализация /	97

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 77
- “Математические преобразования” на странице 79
- “Математические фильтры” на странице 96
- “Математическая визуализация” на странице 97

- 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 76.

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 79) или использовать фильтр (см. **“Математические фильтры”** на странице 96) 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 мультимплексированные 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 мультимплексированные 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 76

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 89.
$\sqrt{}$ (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 (сложение, вычитание или умножение) в аналоговых входных каналах.

- "Сложение или вычитание" на странице 77
- "Умножение или деление" на странице 78

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.

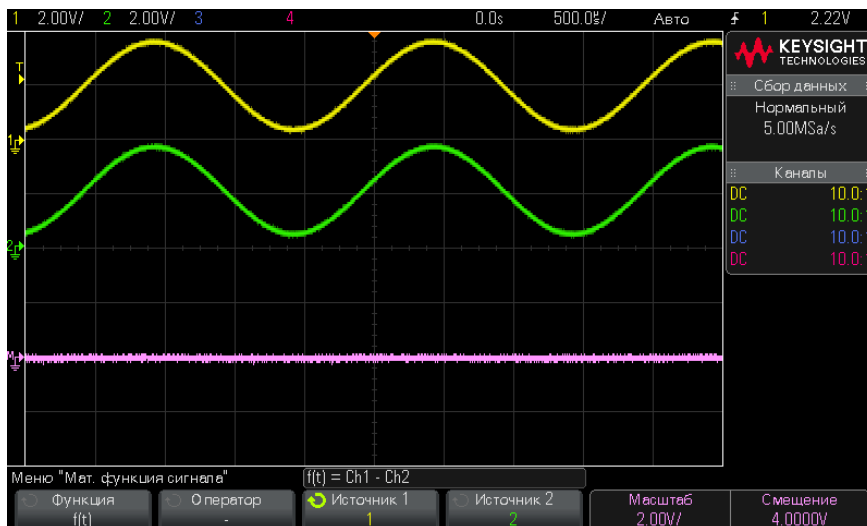


Рис. 5 Пример вычитания сигнала канала 2 из сигнала канала 1

- См. также
- “Единицы измерений для осциллограмм математических функций” на странице 76

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.

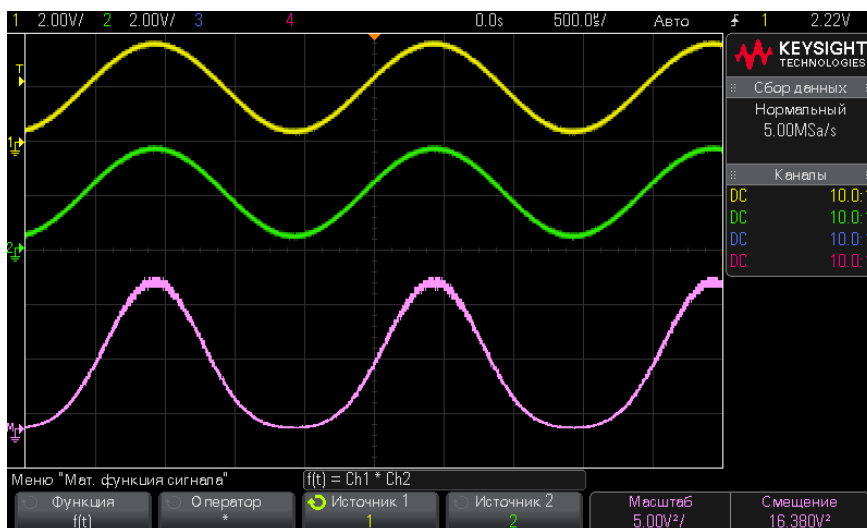


Рис. 6 Пример умножения сигнала Channel 1 на сигнал Channel 2

- См. также
- **“Единицы измерений для осциллограмм математических функций”** на странице 76

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 80
- **“Интегрирование”** на странице 81
- **“Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)”** на странице 84
- **“Квадратный корень”** на странице 92

Становятся доступными следующие дополнительные преобразования:

- **“Ax + B”** на странице 92
- **“Возведение в квадрат”** на странице 93

- “Абсолютное значение” на странице 94
- “Логарифм” на странице 94
- “Натуральный логарифм” на странице 95
- “Экспонента” на странице 95
- “Экспонента основания 10” на странице 95

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 192).

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.

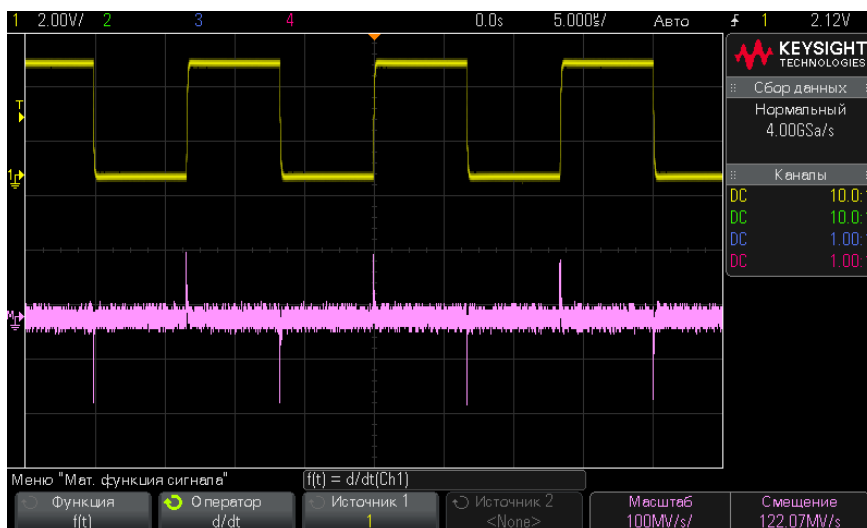


Рис. 7 Пример функции дифференцирования

- См. также
- “Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции” на странице 75
 - “Единицы измерений для осциллограмм математических функций” на странице 76

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 трапецеидальному алгоритму с использованием формулы:

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

В этом выражении:

- I – проинтегрированная осциллограмма
- Δt – временной интервал между точками
- y – точки данных каналов 1,2, 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.

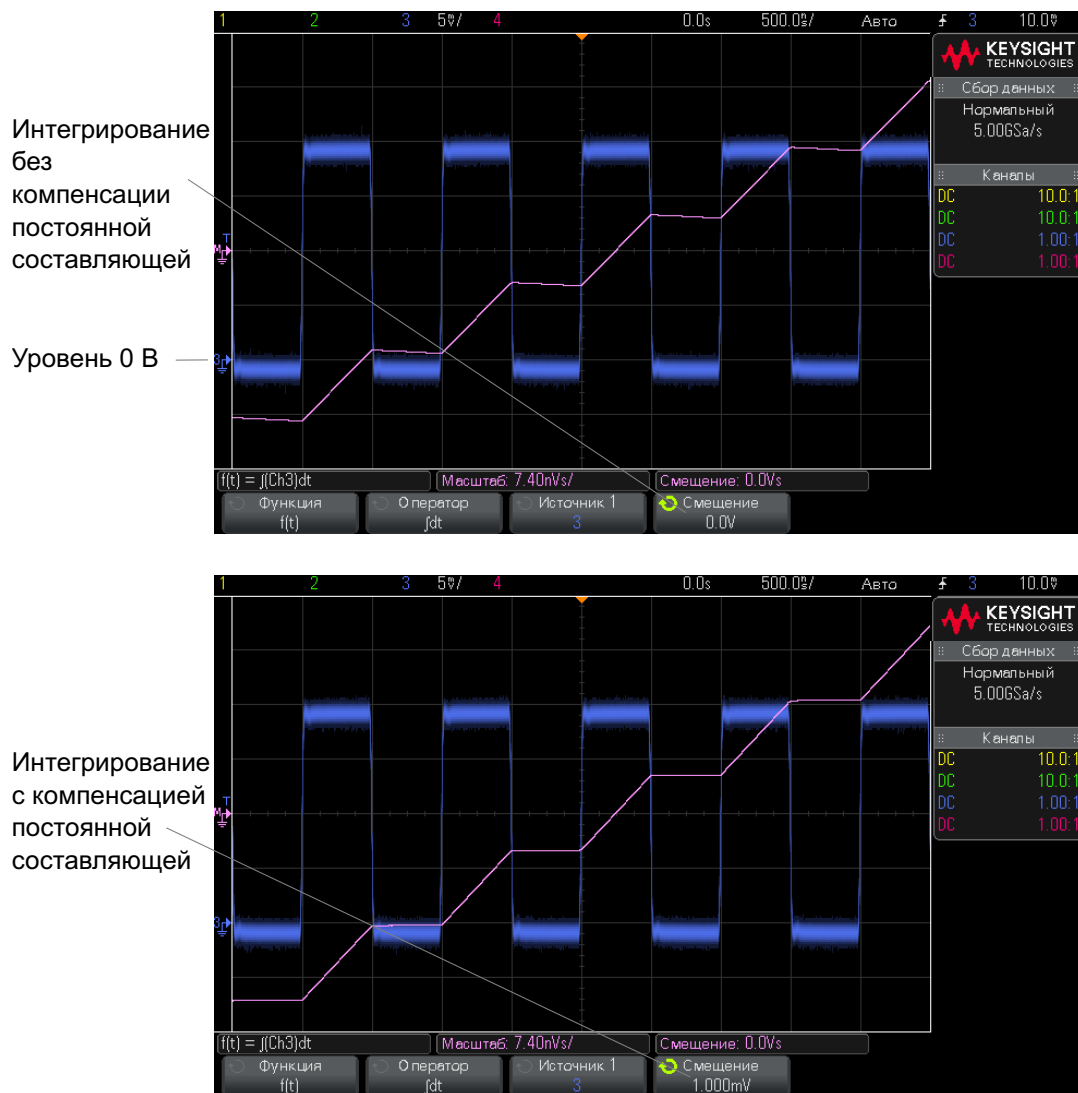


Рис. 8 Интегрирование и смещение сигнала

См. также
разделы 4.3 и
4.10.

- “Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции” на странице 75
- “Единицы измерений для осциллограмм математических функций” на странице 76

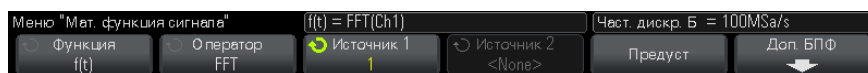
Измерения с применением быстрого преобразования Фурье (FFT)

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 75 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 76.
 - **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 76.
 - **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 пакеты 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 установки масштаба и смещения FFT, то при вращении ручки регулировки коэффициента развертки происходит автоматическое изменение частотного диапазона и центральной частоты, чтобы обеспечить оптимальное наблюдение полного спектра.

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

Нажатие функциональной клавиши FFT **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 75
- “Рекомендации по измерениям FFT” на странице 87
- “Единицы измерений FFT” на странице 89
- “Значение постоянной составляющей при вычислении FFT” на странице 89
- “Ложные частотные составляющие и наложение спектров” на странице 89
- “Просачивание спектральных составляющих” на странице 91
- “Единицы измерений для осциллограмм математических функций” на странице 76

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.

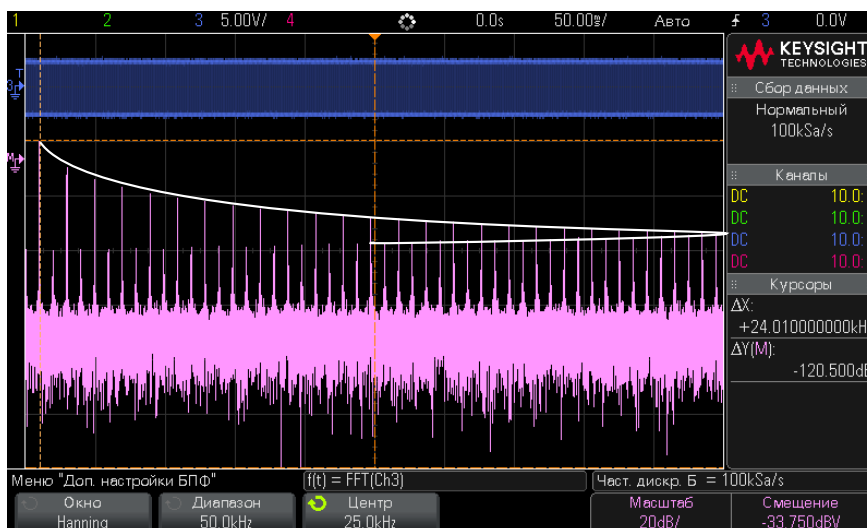


Рис. 9 Наложение спектров

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 ($\sqrt{}$) можно вычислить квадратный корень выбранного источника.

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

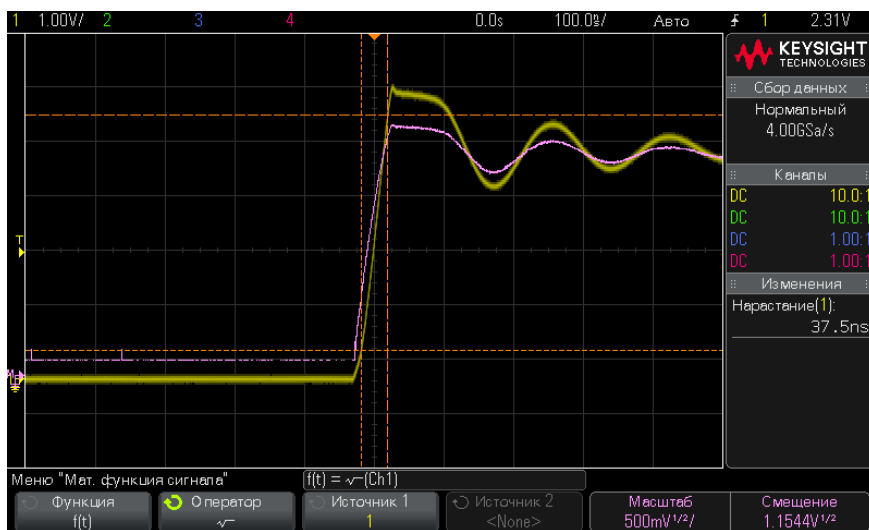


Рис. 10 Пример функции $\sqrt{}$ (квадратный корень)

- См. также
- **“Выполнение функции преобразования или применение фильтров к результату арифметической операции”** на странице 75
 - **“Единицы измерений для осциллограмм математических функций”** на странице 76

$Ax + B$

С помощью функции $Ax + B$ (доступна при наличии лицензии PLUS) можно применять коэффициент усиления и смещение к имеющемуся входному источнику.

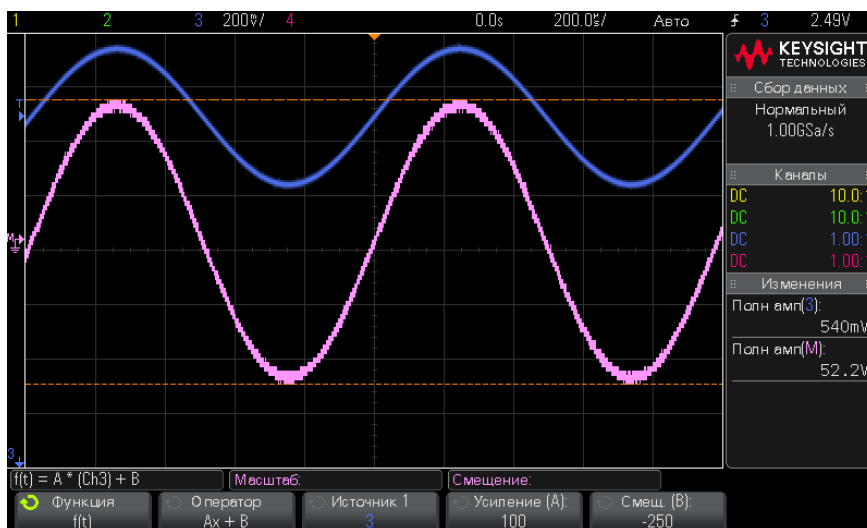


Рис. 11 Пример $Ax + B$

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 98

Возведение в квадрат

С помощью функции возведения в квадрат (доступна при наличии лицензии PLUS) 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 92

Абсолютное значение

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

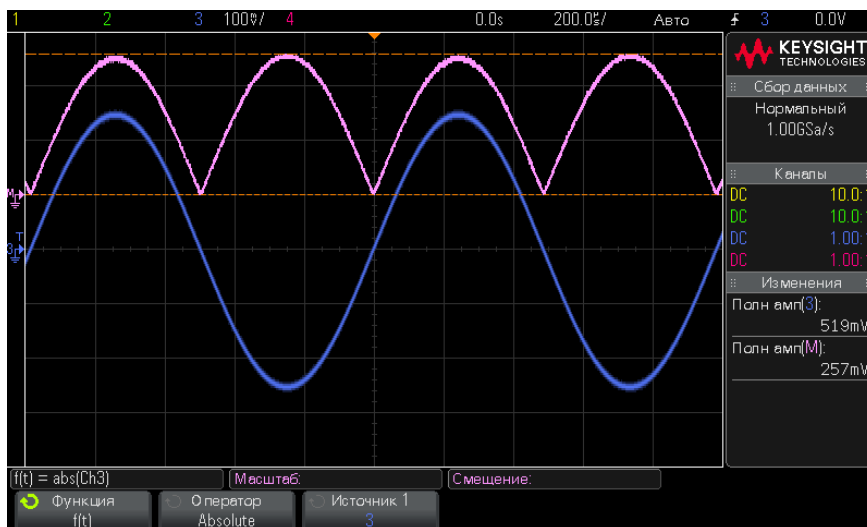


Рис. 12 Пример абсолютного значения

См. также • **“Возведение в квадрат”** на странице 93

Логарифм

С помощью функции логарифма (log) (доступна при наличии лицензии PLUS) 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 95

Натуральный логарифм

С помощью функции натурального логарифма ($\ln$) (доступна при наличии лицензии PLUS) 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 94

Экспонента

С помощью функции экспоненты (e^x) (доступна при наличии лицензии PLUS) можно выполнить преобразование входного источника.

См. также • **“Экспонента основания 10”** на странице 95

Экспонента основания 10

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

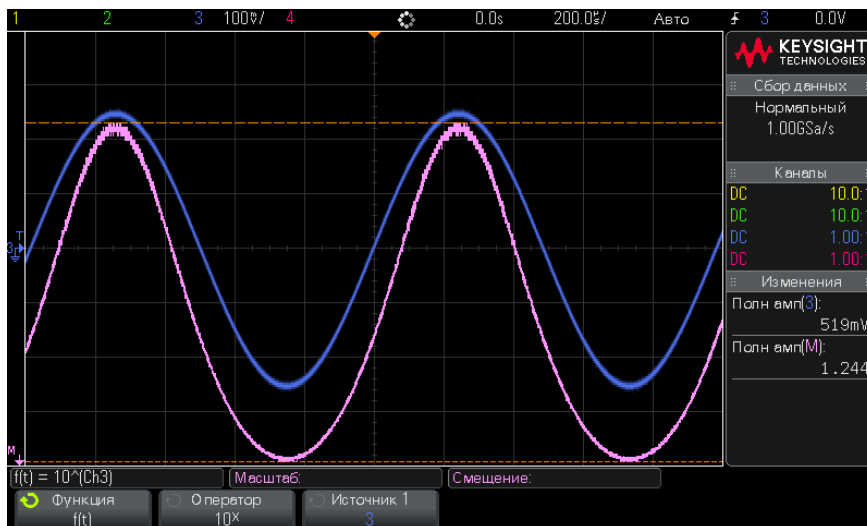


Рис. 14 Пример экспоненты основания 10

См. также • **“Экспонента”** на странице 95

Математические фильтры

С помощью лицензии PLUS 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 96

Фильтр высоких и низких частот

С помощью функций фильтра высоких и низких частот (доступна при наличии лицензии PLUS) 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 PLUS можно применять функции математической визуализации для просмотра полученных данных и значений измерений различными способами.

- **“Увеличение”** на странице 98
- **“Отклонение измерения”** на странице 98
- **“График синхронизации логической шины”** на странице 100
- **“График состояния логической шины”** на странице 101

Увеличение

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

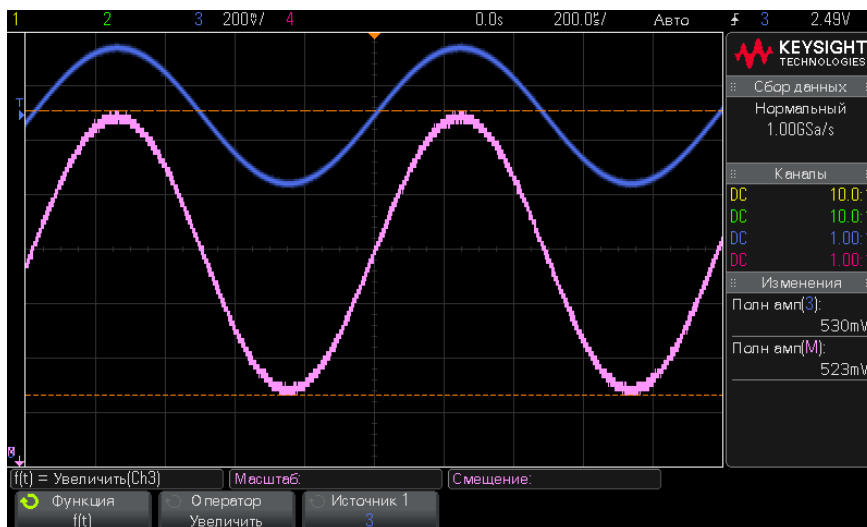


Рис. 16 Пример увеличения

См. также • **"Ax + B"** на странице 92

Отклонение измерения

С помощью функции отклонения измерения (доступна при наличии лицензии PLUS) 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.

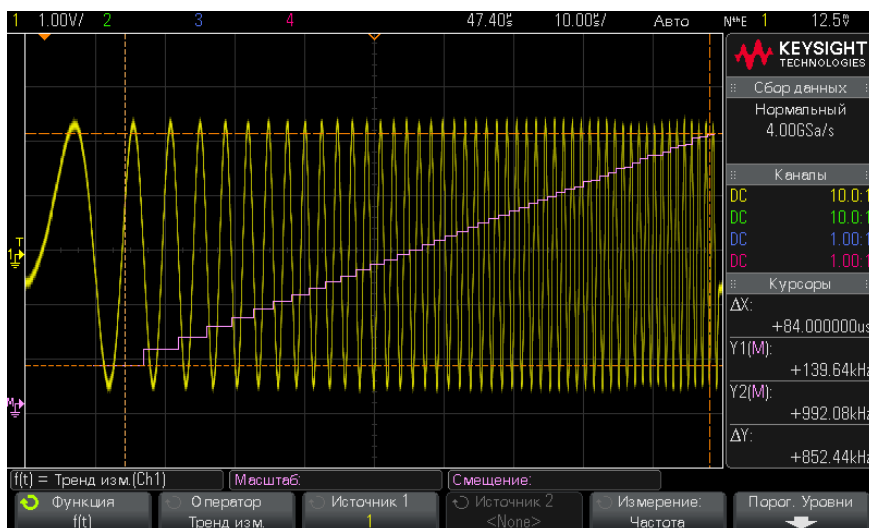


Рис. 17 Пример отклонения измерения

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 235.

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 PLUS) 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.

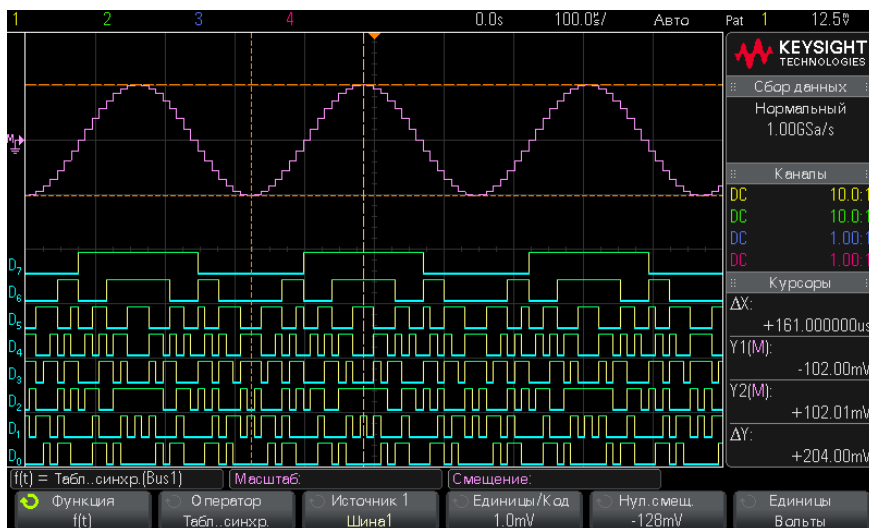


Рис. 18 Пример графика синхронизации логической шины

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 101

График состояния логической шины

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

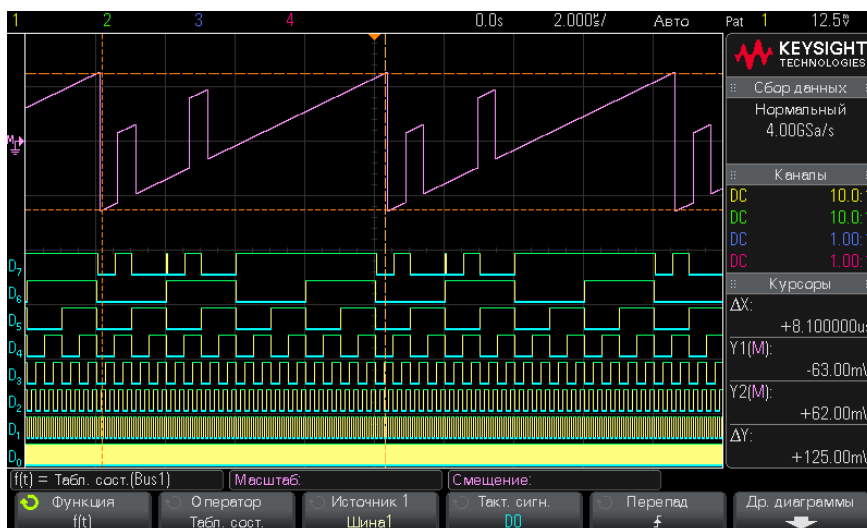


Рис. 19 Пример графика состояния логической шины

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

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 100

5 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала /	103
Отображение опорного сигнала /	104
Изменение масштаба и положения опорных сигналов /	105
Регулировка искажений опорного сигнала /	105
Отображение информации об опорном сигнале /	106
Восстановление файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя /	106

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 мультимплексированные 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.

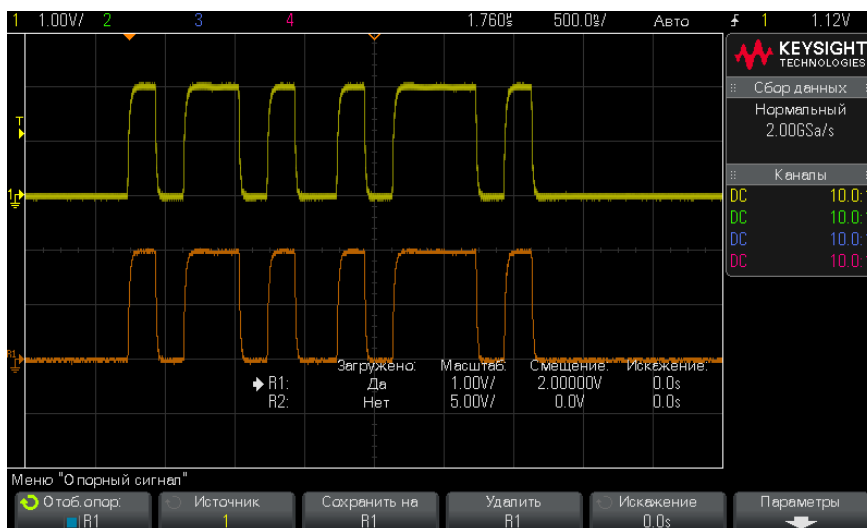
Удаление файла опорного сигнала

- 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/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 269).

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 106

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 104).
- 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 275.

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 279.

6 Цифровые каналы

Подключение цифровых пробников к тестируемому устройству /	107
Получение сигналов по цифровым каналам /	111
Отображение цифровых каналов с помощью функции автомасштаба /	111
Интерпретация сигнала на цифровом дисплее /	112
Включение и выключение всех цифровых каналов /	114
Включение и выключение групп каналов /	114
Включение и выключение одного канала /	114
Изменение размера отображения цифровых каналов /	113
Изменение положения цифрового канала /	115
Изменение логического порога цифровых каналов /	114
Отображение цифровых каналов как шины /	116
Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника /	119

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

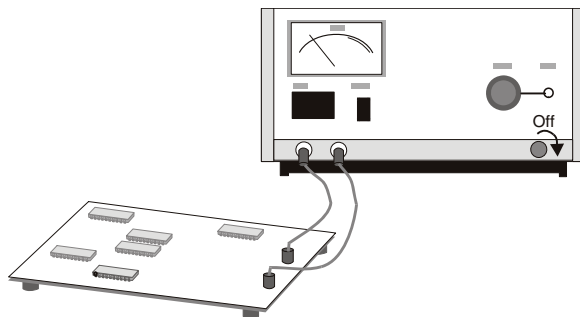
Цифровые каналы задействованы в моделях MSOX2000 серии X и DSOX2000 серии X, на которых установлена лицензия обновления DSOX2MSO.

Нельзя использовать функции цифровых каналов и последовательного декодирования одновременно. Кнопка **[Serial] (Последовательн.)** имеет приоритет перед кнопкой **[Digital] (Цифров.)**. Последовательные запуски могут быть использованы, если включены цифровые каналы.

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.



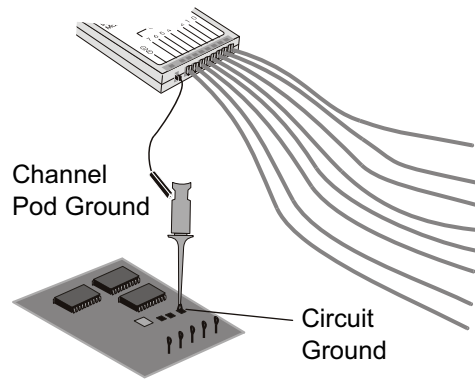
- 2 Подключите кабель цифрового пробника к разъему DIGITAL Dn – D0, находящемуся на передней панели осциллографа смешанных сигналов. Кабель цифрового пробника снабжен разъемом, и потому подключить его можно только одним способом. Отключать питание осциллографа не нужно.

ВНИМАНИЕ

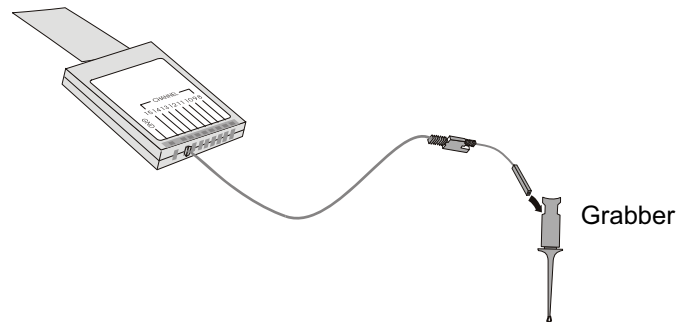
 Кабель пробника цифровых каналов

С осциллографом смешанного сигнала следует использовать только входящий в комплект поставки логический пробник и набор приспособлений Keysight (см. раздел **“Пробники и приспособления”** на странице 328).

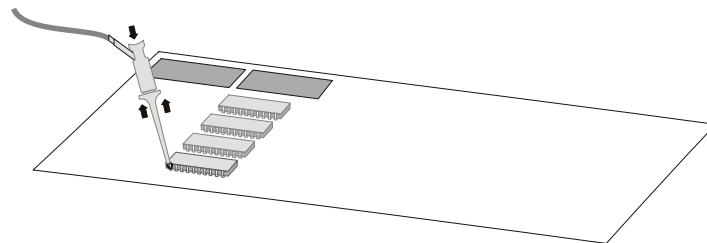
- 3 С помощью захвата пробников подключите кабель заземления к каждой группе (модулю) каналов. Наличие заземления повышает четкость поступающего на осциллограф сигнала, что обеспечивает точность измерений.



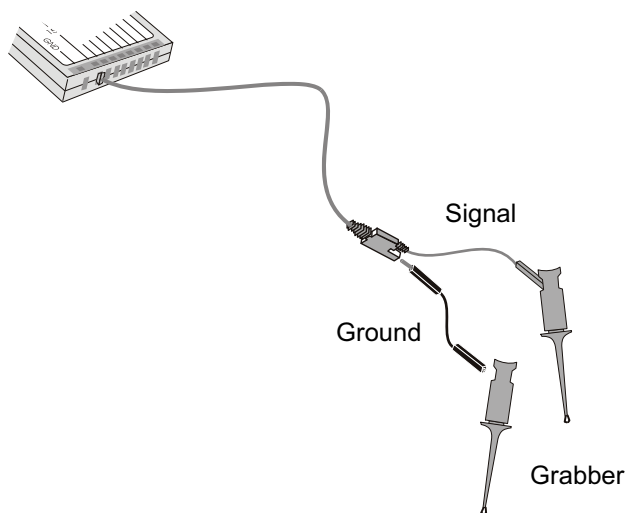
- 4 Подключите захват к одному из кабелей пробника. (Для ясности на рисунке отсутствуют кабели других пробников.)



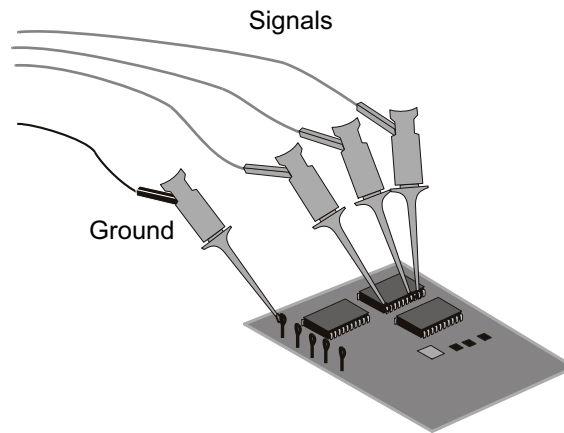
- 5 Подключите захват к узлу цепи, которую необходимо протестировать.



- 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.

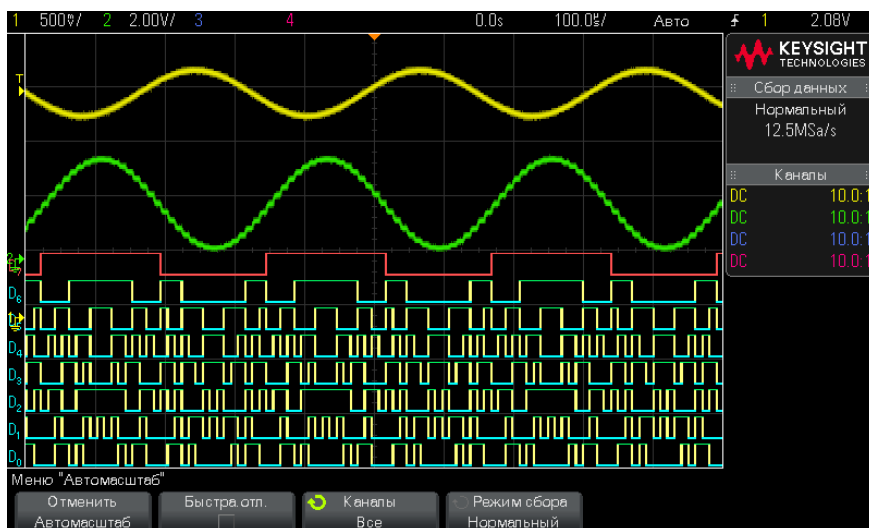


Рис. 20 Пример: Автомасштабирование цифровых каналов (только для моделей MSO)

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

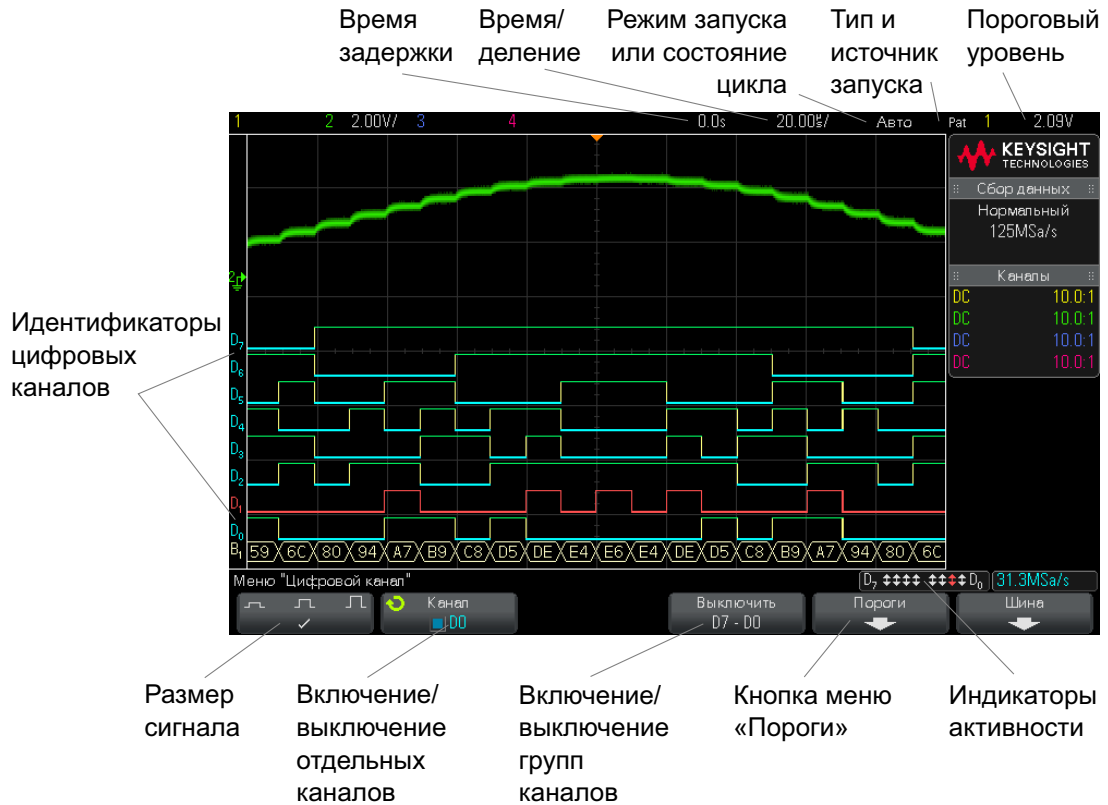
- Для отмены эффектов автомасштабирования перед нажатием любой другой кнопки нажмите программную кнопку **Отменить Автомасштаб**.

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 34.

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 **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 **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 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**.

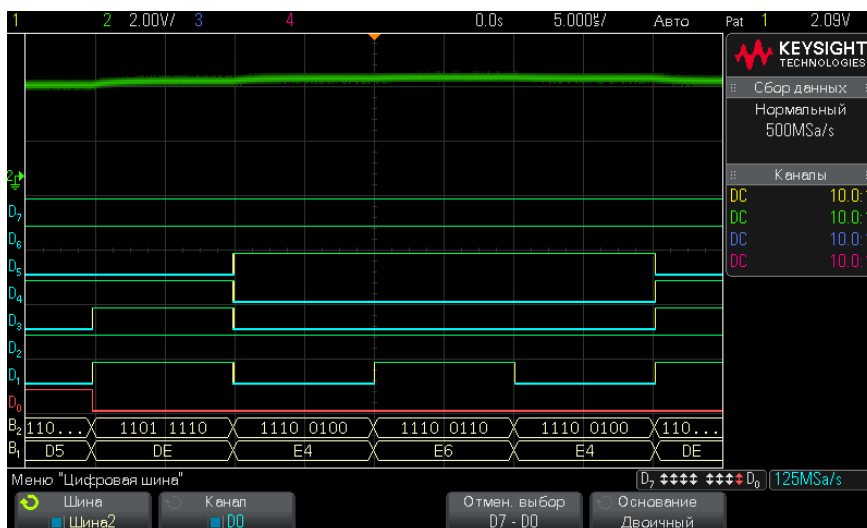
С помощью программной кнопки **Канал** и ручки ввода выбирайте отдельные каналы, чтобы включить их в шину. Выбор каналов можно осуществлять, поворачивая и нажимая ручку ввода или нажимая программную кнопку. Кроме того, чтобы добавить в каждую шину или исключить из нее группу из восьми каналов, можно нажать программную кнопку **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 117).

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.

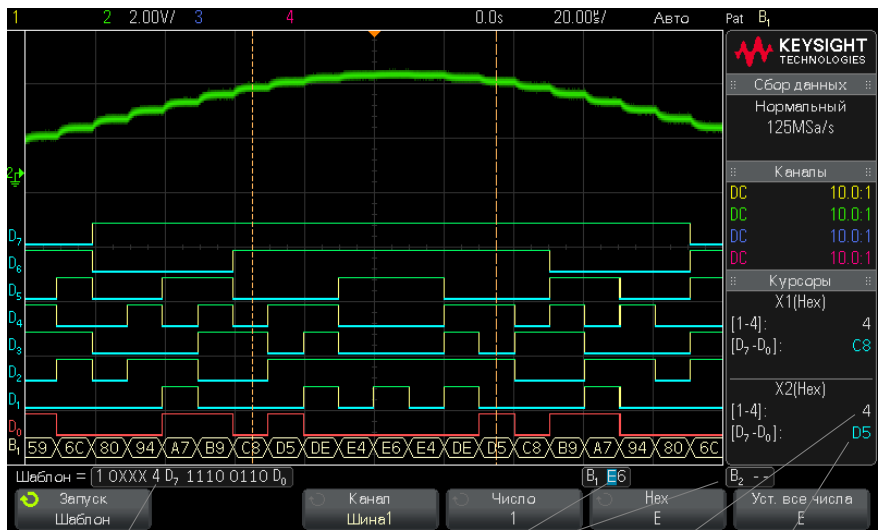


При нажатии кнопки **[Digital] (Цифров.)** с целью отобразить меню "Цифровой канал", на месте значений курсоров отображается цифровой индикатор активности, а в координатной сетке — значения шин в точках расположения курсоров.

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 153.

Четкость сигнала цифрового канала: импеданс и заземление пробника

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

Входной импеданс

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

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

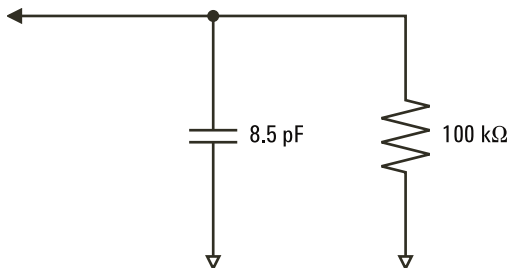


Рис. 21 Эквивалентная схема для постоянного тока и низкочастотного пробника

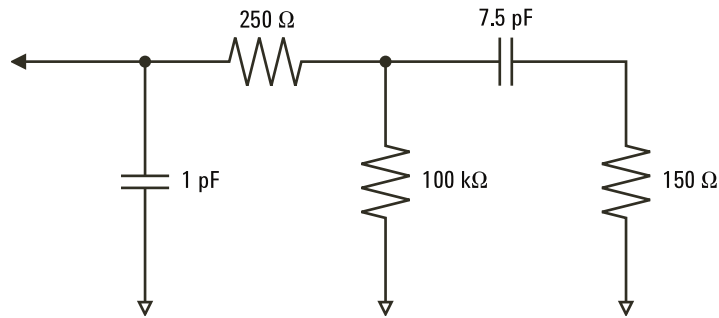


Рис. 22 Эквивалентная схема для высокочастотного пробника

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.

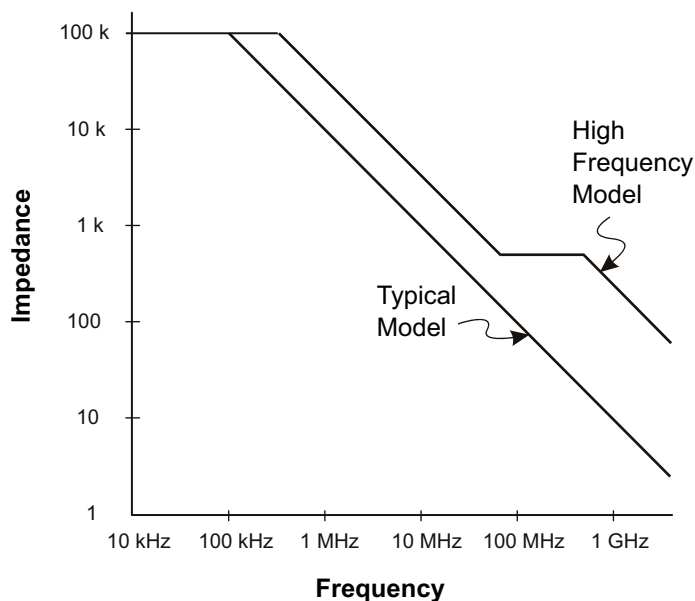


Рис. 23 Зависимость импеданса от частоты для схем цепи пробников обеих моделей

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.

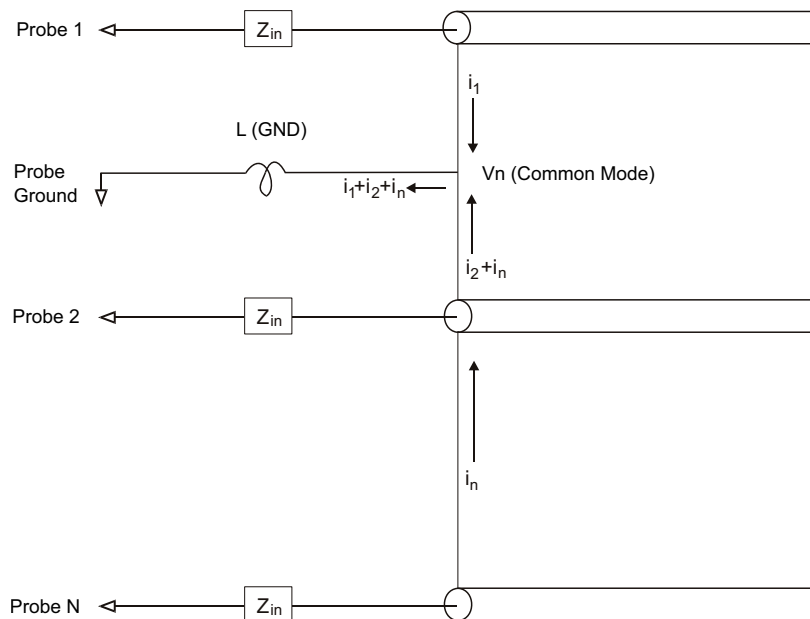


Рис. 24 Схема формирования синфазного входного напряжения

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 dt заставляет усомниться в достаточном резерве точности настройки измерения. Далее приведены рекомендации по успешному проведению измерений:

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

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

7 Декодирование последовательных данных

Опции декодирования последовательных данных / 125

Lister / 126

Поиск данных в листере / 128

Нельзя использовать функции цифровых каналов и последовательного декодирования одновременно. Кнопка **[Serial] (Последовательн.)** имеет приоритет перед кнопкой **[Digital] (Цифров.)**. Последовательные запуски могут быть использованы, если включены цифровые каналы.

Запуск по сигналам последовательн ых 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.

- Лицензия модернизации DSOX2AUTO обеспечивает способность декодирования сигналов последовательных шин CAN (Controller Area Network) и LIN (Local Interconnect Network). См. разделы:
 - “Последовательное декодирование CAN” на странице 349.
 - “Последовательное декодирование LIN” на странице 358.
- Лицензия DSOX2EMBD обеспечивает способность декодирования сигналов последовательных шин I2C (Inter-IC) и SPI (Serial Peripheral Interface). См. разделы:
 - “Последовательное декодирование I2C” на странице 368.
 - “Последовательное декодирование SPI” на странице 379.
- Лицензия DSOX2COMP обеспечивает способность декодирования многих протоколов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), включая RS232 (Recommended Standard 232). См. раздел “Последовательное декодирование UART/RS232” на странице 387.

Чтобы выяснить, установлены ли эти лицензии на вашем осциллографе, обращайтесь к разделу “Отображение сведений об осциллографе” на странице 302.

Чтобы заказать лицензии декодирования последовательных данных, зайдите на сайт www.keysight.com и найдите номер продукта (например, DSOX2AUTO) или обратитесь в ближайшее представительство компании Keysight Technologies (см. www.keysight.com/find/contactus).

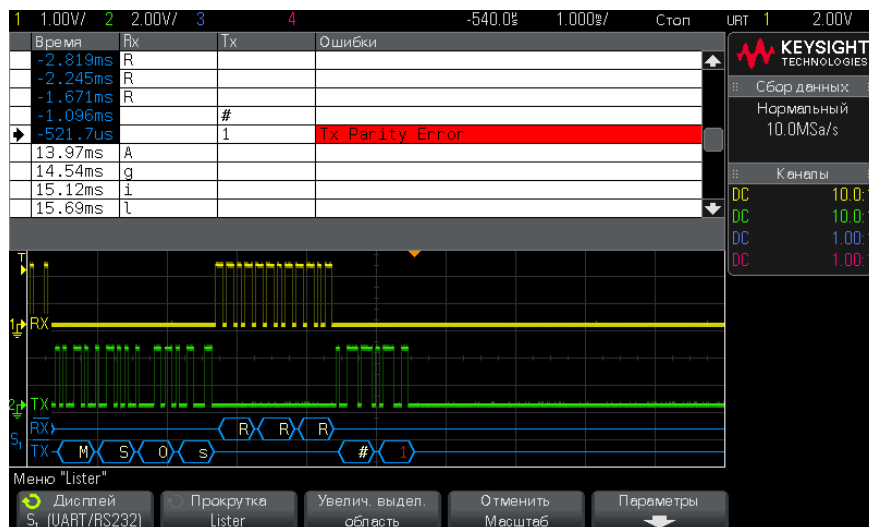
Lister

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**), на котором выполняется декодирование сигналов данной последовательной шины.



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.

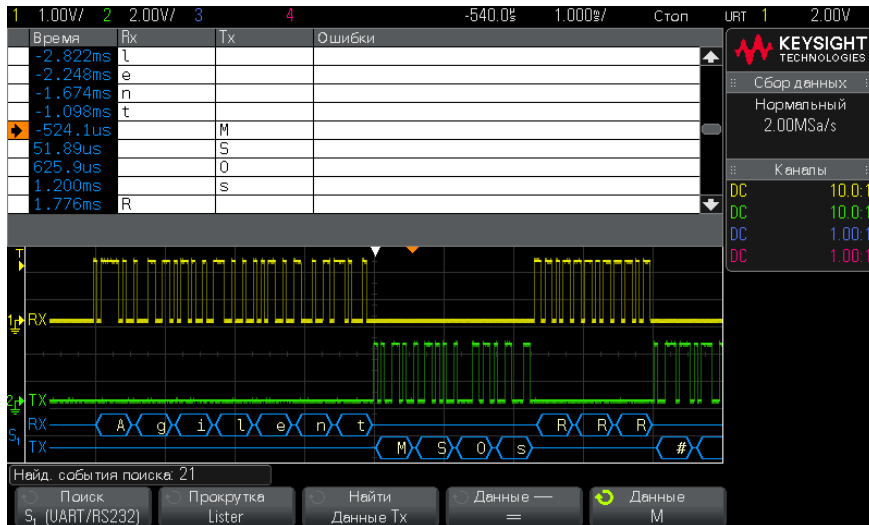
- 6 Нажмите программную кнопку **Увелич. выдел. область** (или кнопку ввода), чтобы центрировать изображение сигнала по времени, соответствующему выбранной строке таблицы Lister, и автоматически задать значение масштаба развертки.
- 7 Нажмите программную кнопку **Отменить Масштаб**, чтобы вернуться к 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. Обращайтесь к следующему описанию.

- “Поиск данных CAN в таблице Lister” на странице 354
- “Поиск данных I2C в таблице Lister” на странице 372
- “Поиск данных LIN в таблице Lister” на странице 362
- “Поиск данных SPI в таблице Lister” на странице 382
- “Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister” на странице 391

8 Настройка экрана

- Регулировка яркости / 131
- Установка и отмена послесвечения / 133
- Очистка экрана / 134
- Выбор типа масштабной сетки / 134
- Регулировка яркости масштабной сетки / 135
- Фиксация изображения на экране / 136

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%

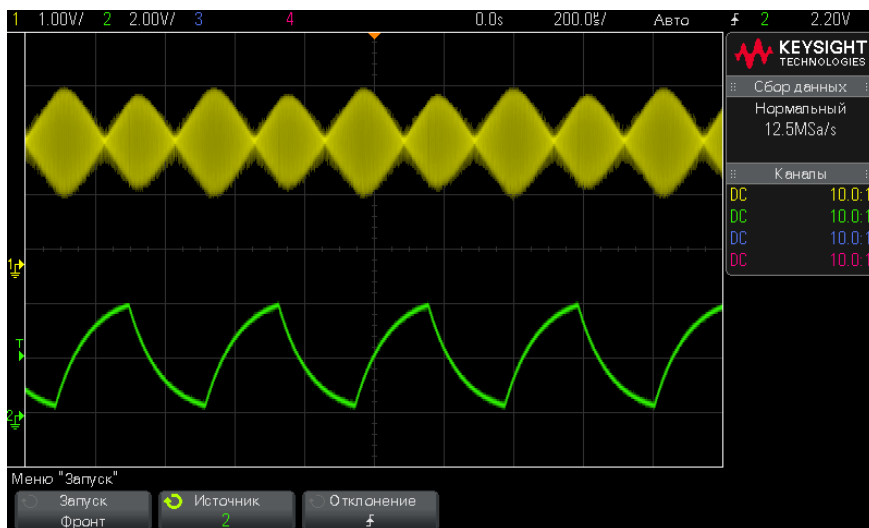


Рис. 26 Отображение амплитудной модуляции при яркости 40%

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 194.

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 304.

Выбор типа масштабной сетки

Когда **выбран** тип запуска Video (см. раздел 10.12 **“Запуск по видеосигналам”** на странице 163) 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, то** (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, то** 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 304.

- 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 / 137

Присвоение каналу заранее определенных меток / 138

Определение новой метки / 139

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла / 140

Восстановление заводских настроек библиотеки меток / 141

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.

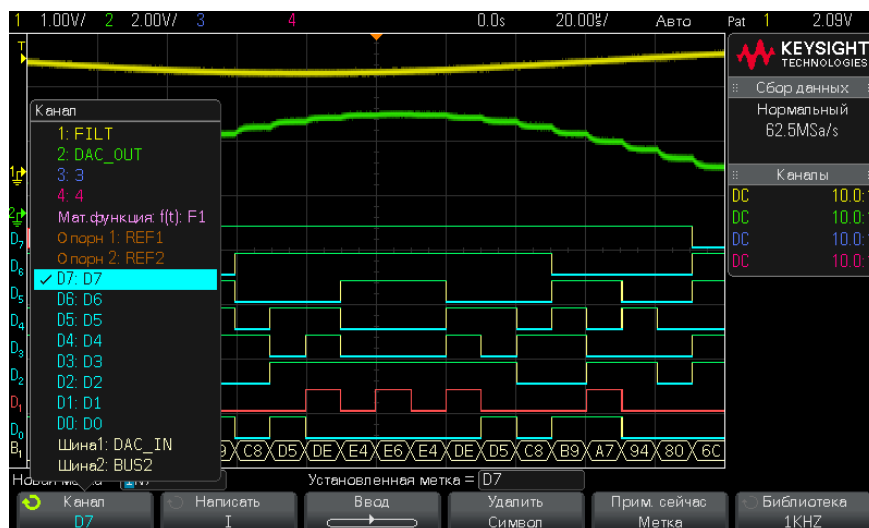
Пример отображения меток представлен на приведенном ниже рисунке.



- 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 /	145
Принудительный запуск /	146
Запуск по фронту /	146
Запуск по фронту за фронтом (Edge then Edge Trigger) /	148
Запуск по длительности импульса /	150
Запуск по шаблону /	153
Запуск по условию ИЛИ /	156
Запуск по времени нарастания/спада /	157
Запуск по N-ному фронту серии /	159
Запуск по короткому пакету /	160
Запуск по настройке и удержанию /	162
Запуск по видеосигналам /	163
Запуск по USB /	173
Запуск по сигналам последовательных данных /	175

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 источника запуска”** на странице 183).

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.

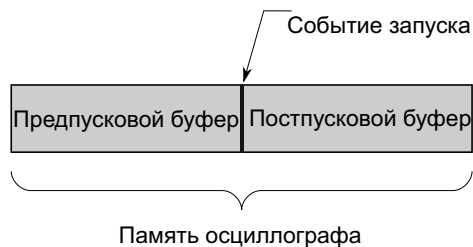
Вы можете пользоваться клавишей **[Mode/Coupling]** для установки опций, оказывающих влияние на все типы запуска (см. главу **Глава 11**, “Режим запуска/связь,” на стр. 177).

Вы можете сохранять в памяти установки параметров запуска вместе с параметрами конфигурации осциллографа (см. главу **Глава 18**, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 269).

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 53).



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 электропитания 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 (если применимо) 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 или шумовые сигналы.)

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 32.

ЗАМЕЧАНИЕ**Технология MegaZoom для простого запуска**

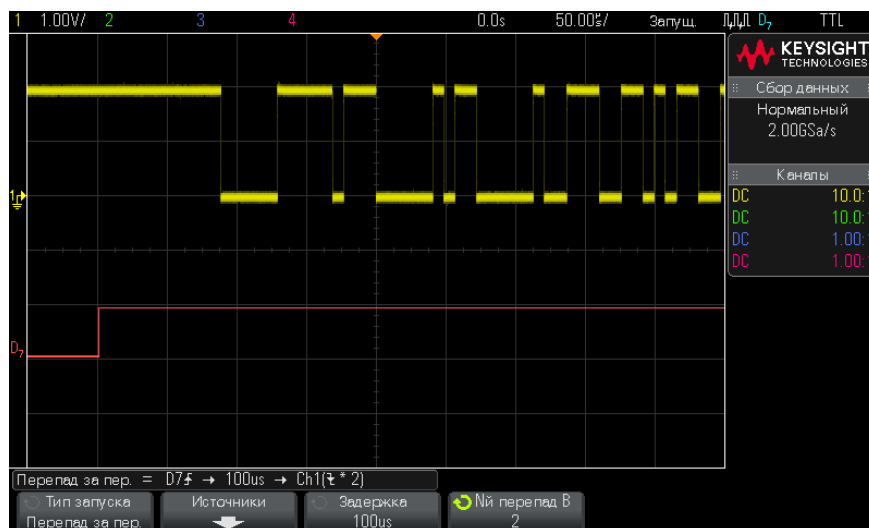
С помощью встроенной технологии MegaZoom можно автоматически масштабировать сигнал, после чего осциллограф временно прекратит регистрировать сигналы. Полученные данные можно увеличить и просмотреть с помощью ручек регулировки по вертикали и горизонтали. Это позволит легко найти стабильную точку запуска.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

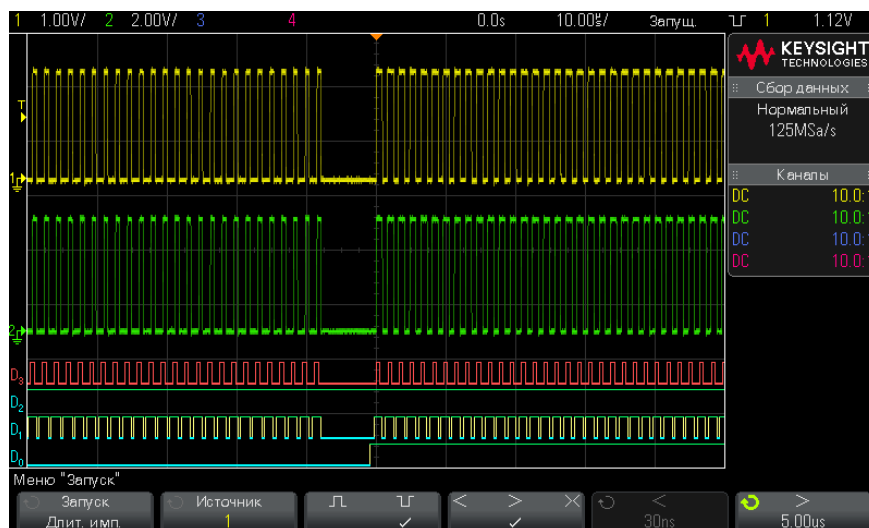
Вращая ручку Trigger Level, отрегулируйте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Нажмите клавишу **[Digital]** и выберите **Thresholds**, чтобы установить пороговый уровень для цифровых каналов. Значение уровня запуска или логического порога индицируется в правом верхнем углу экрана.

- 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 153).

- 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.



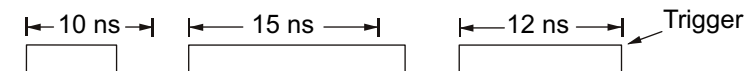
- Больше значения времени (>).

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
классификатора
в

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

Запуск по
длительности
импульса >
программная
кнопка для
установки
классификатора
в

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

Запуск по шаблону

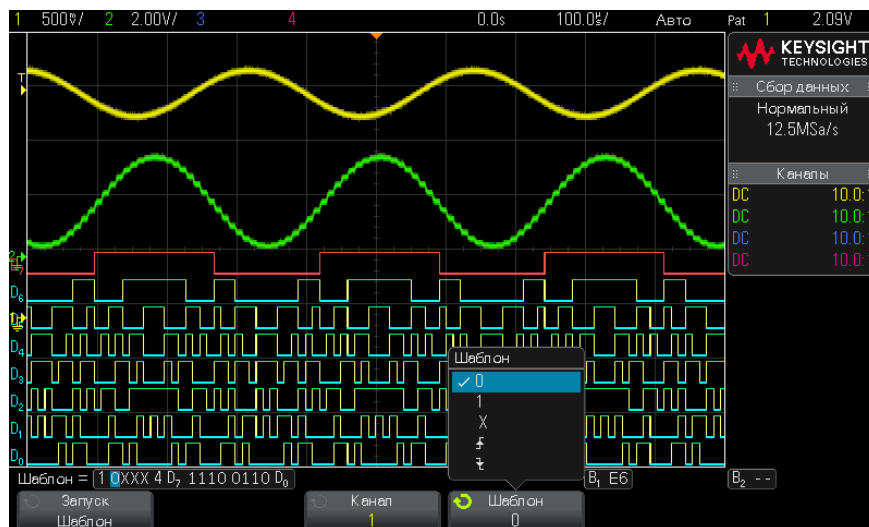
Запуск по шаблону определяет условие запуска, выполняя поиск указанного шаблона. Этот шаблон представляет собой комбинацию каналов с логическим операндом AND. Каждый канал может иметь значение 0 (низкое), 1 (высокое) или "безразличное состояние" (X). Для канала, включенного в шаблон, можно указать передний или задний фронт. Возможно также выполнение запуска согласно шестнадцатеричному значению шины, как описано в разделе **“Запуск по шестнадцатеричному шаблонному значению шины”** на странице 155.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] (Триггер)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Шаблон**.
- 3 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.

- 4 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 116. 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 118.

Запуск по условию ИЛИ

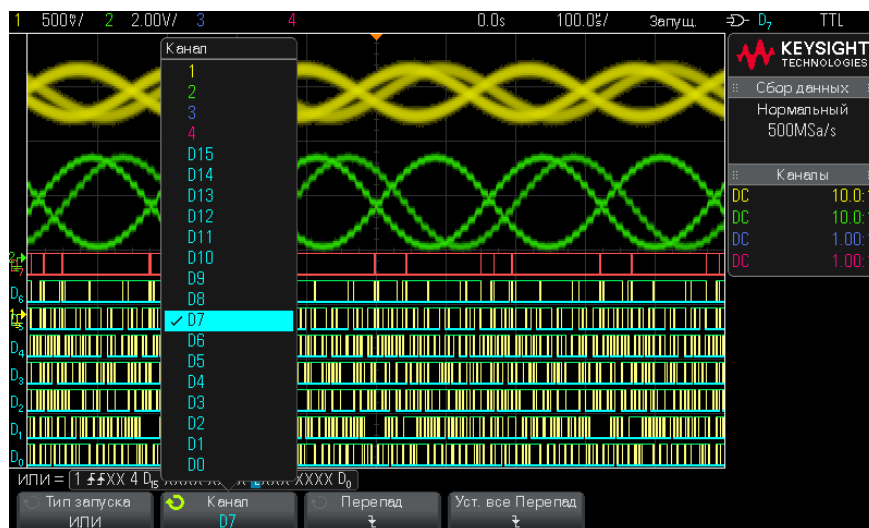
В режиме запуска по условию ИЛИ производится запуск при обнаружении одного (или нескольких) заданных фронтов сигнала в аналоговых или цифровых каналах.

- 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.

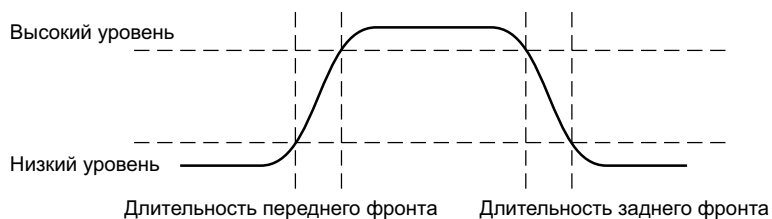
- 5 Для каждого выбранного вами канала нажмите функциональную клавишу **Slope** и выберите направление изменения фронта:  (положительный фронт),  (отрицательный фронт),  (любой фронт) или X (не имеет значения). Ваш выбор индицируется над функциональными клавишами.



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

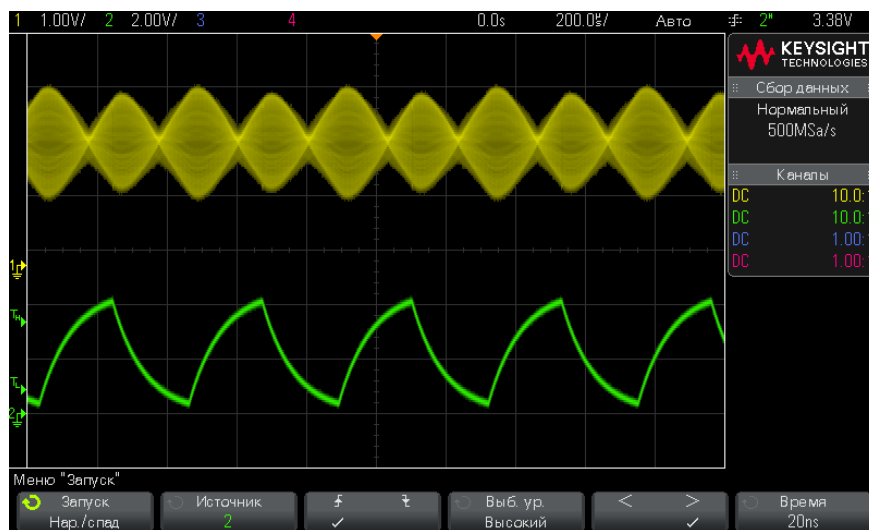
Запуск по времени нарастания/спада

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)**.

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



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

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

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

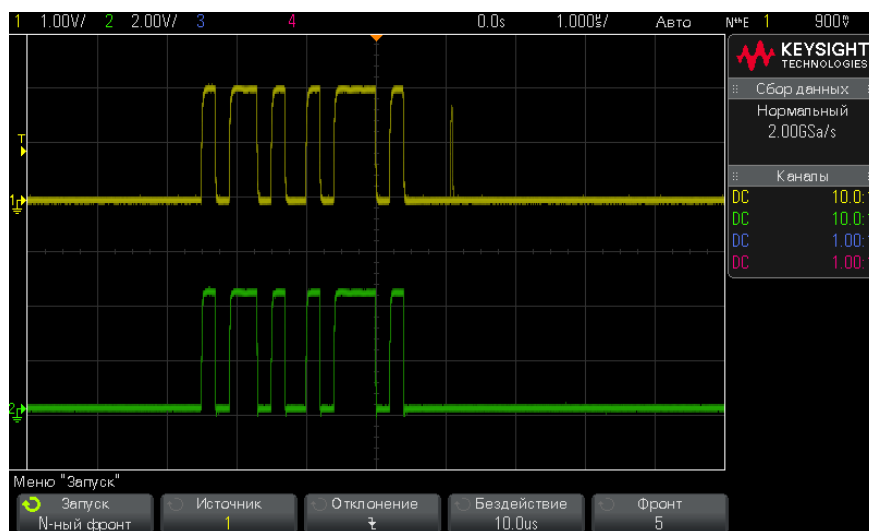
Запуск по N-ному фронту серии

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



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

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

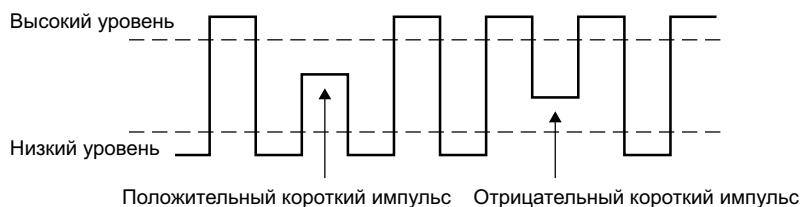


- 3 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Отклонение**, чтобы указать отклонение фронта.
- 5 Нажмите программную кнопку **Бездействие** и поверните ручку ввода, чтобы задать время бездействия.

- 6 Нажмите программную кнопку **Фронт**, а затем с помощью ручки ввода укажите номер фронта, по которому должен осуществляться запуск.

Запуск по короткому пакету

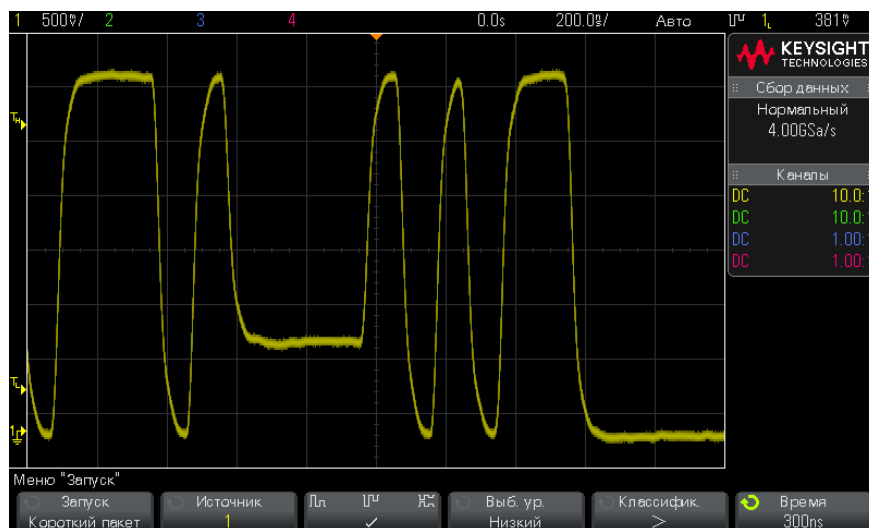
Запуск по короткому пакету используется для поиска импульсов, которые пересекают одно пороговое значение, но не пересекают другое.



- 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.

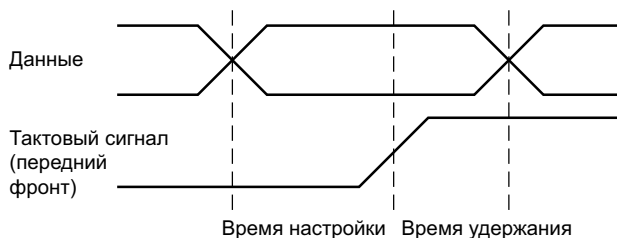
- 7 Нажмите программную кнопку **Классификатор** для переключения между значениями "больше", "меньше" и **Нет**.

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

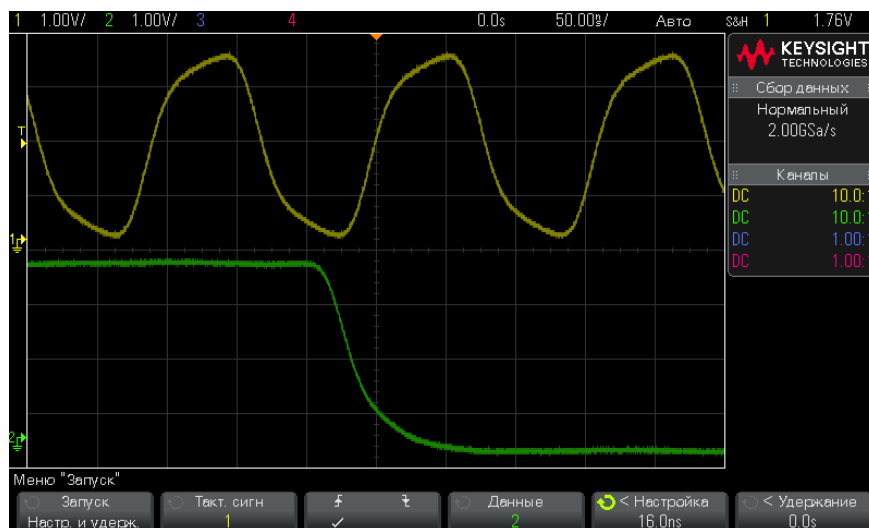
Запуск по настройке и удержанию используется для поиска нарушений настройки и удержания.



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

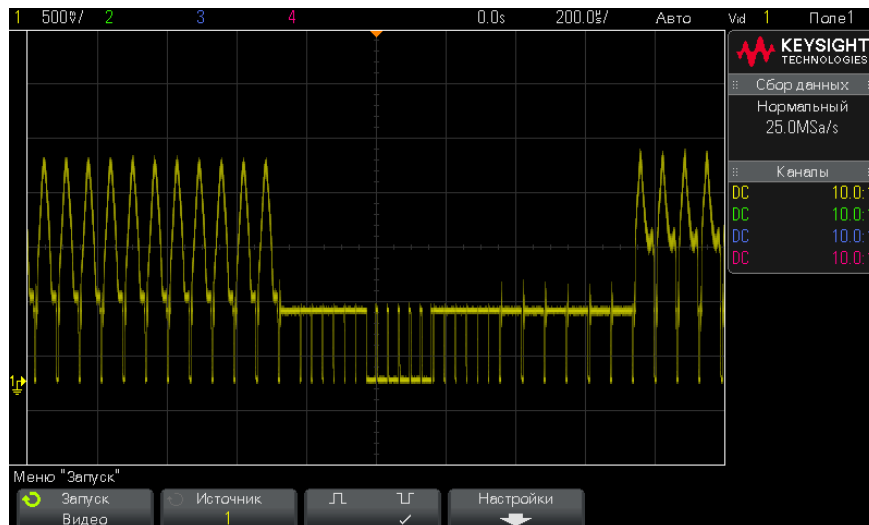
Запуск по видеосигналам можно использовать для регистрации сложных осциллограмм большинства стандартных аналоговых видеосигналов и видеосигналов высокой четкости. Схема запуска определяет вертикальный и горизонтальный интервал формы сигнала и обеспечивает запуск на основе выбранных вами настроек.

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 синхриимпульс. 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 ($\neg$) или отрицательной ($\neg$) полярности.
- 5 Нажмите функциональную клавишу **Settings**.



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

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

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

- 7 Нажмите функциональную клавишу **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..**
 - Режим запуска по видеосигналам устанавливается на **All Lines..**
 - Тип масштабной сетки экрана (**Grid**) устанавливается на **IRE** (когда выбран стандарт **NTSC**) или **mV** (см. **"Выбор типа масштабной сетки"** на странице 134).
 - Коэффициент развертки устанавливается на 10 мкс/дел. для стандартов NTSC/PAL/SECAM.

- Задержка устанавливается так, чтобы запуск происходил на первом делении слева по горизонтали.

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: 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

Примеры реализации видеозапуска

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

- “Запуск по определенной строке видеосигнала” на странице 167
- “Запуск по всем синхроимпульсам” на странице 168
- “Запуск по определенному полукадру видеосигнала” на странице 169
- “Запуск по всем полукадрам видеосигнала” на странице 170
- “Запуск по нечетным или четным полям” на странице 171

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**.

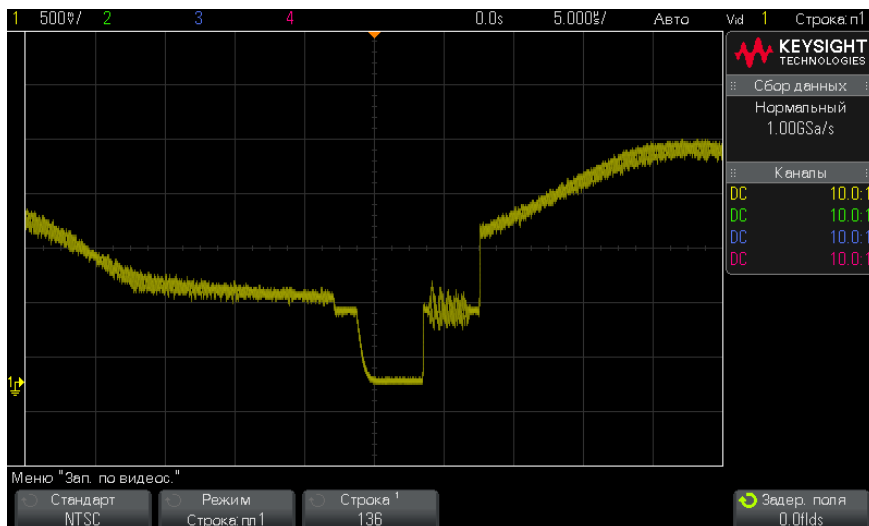


Рис. 27 Пример: запуск по строке 136

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..**

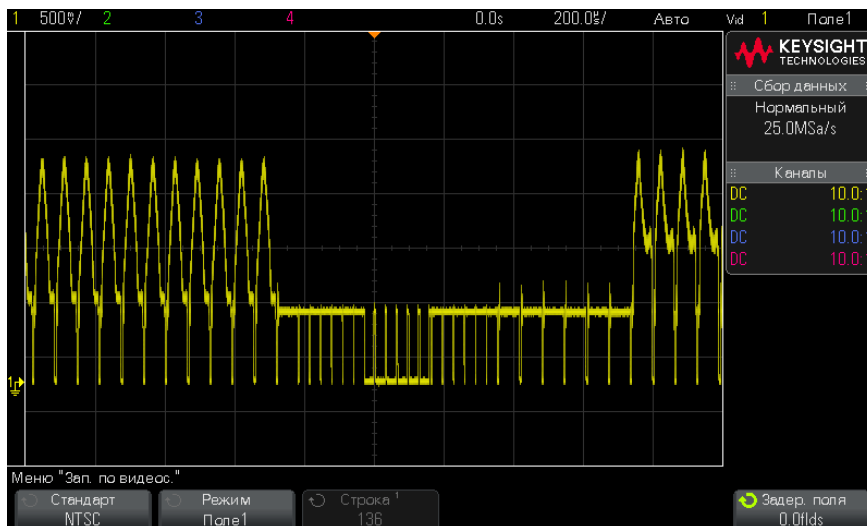


Рис. 29 Запуск по полукадру 1 (Field1)

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..**

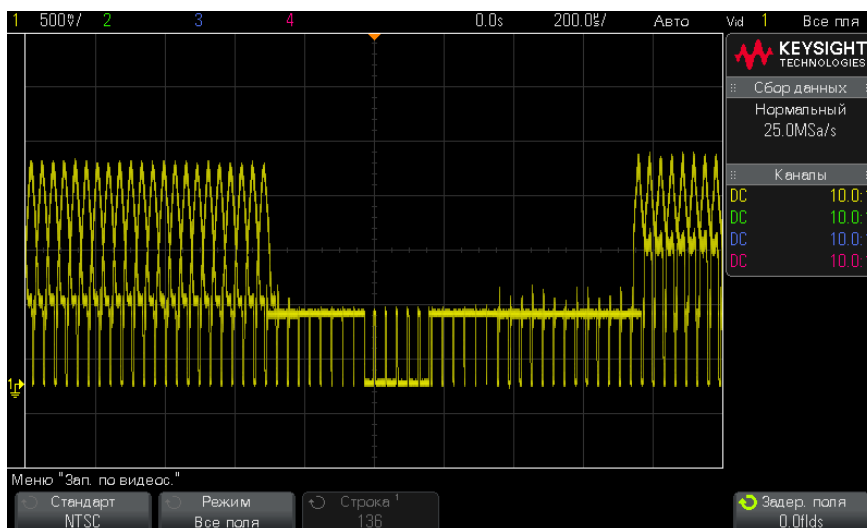


Рис. 30 Запуск по всем полукадрам (All Fields)

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 кадрковая 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.

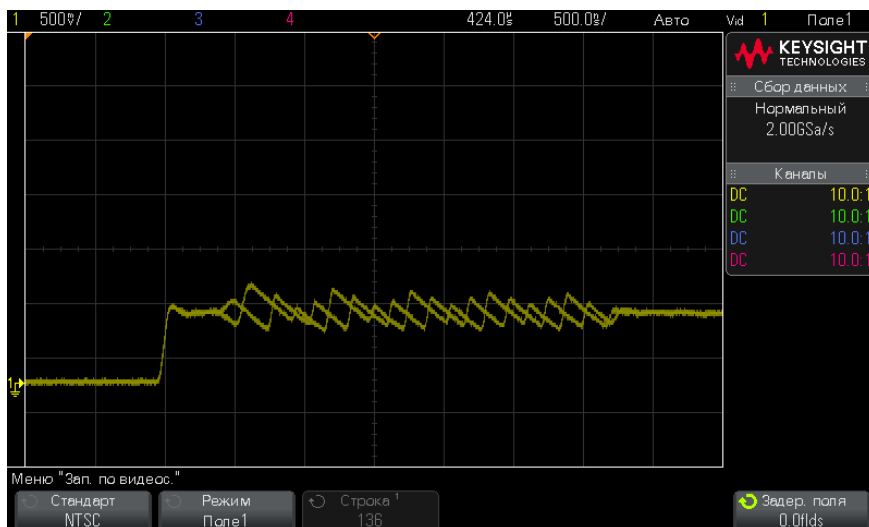


Рис. 31 Запуск по цветному полю 1 поочередно с цветным полем 3

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

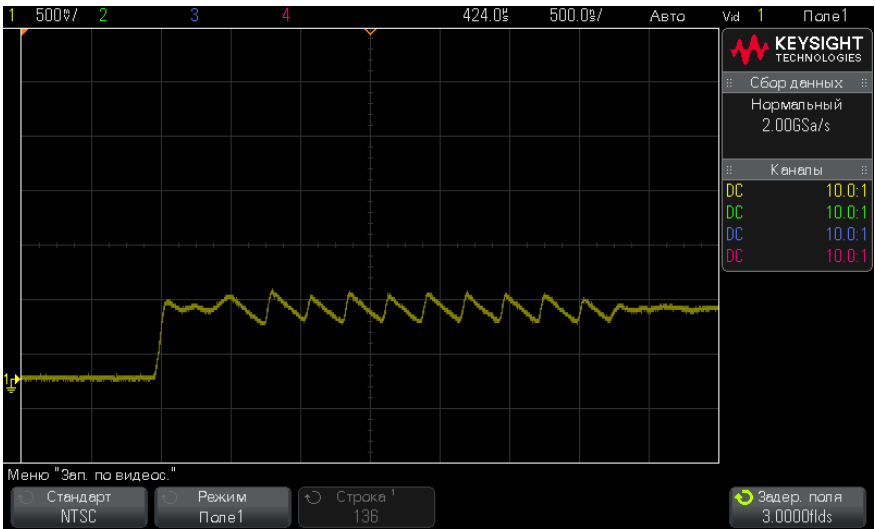
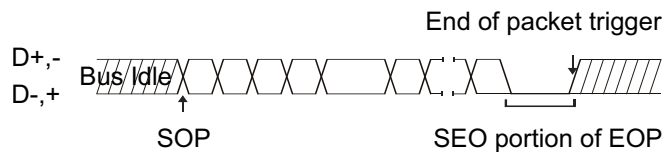


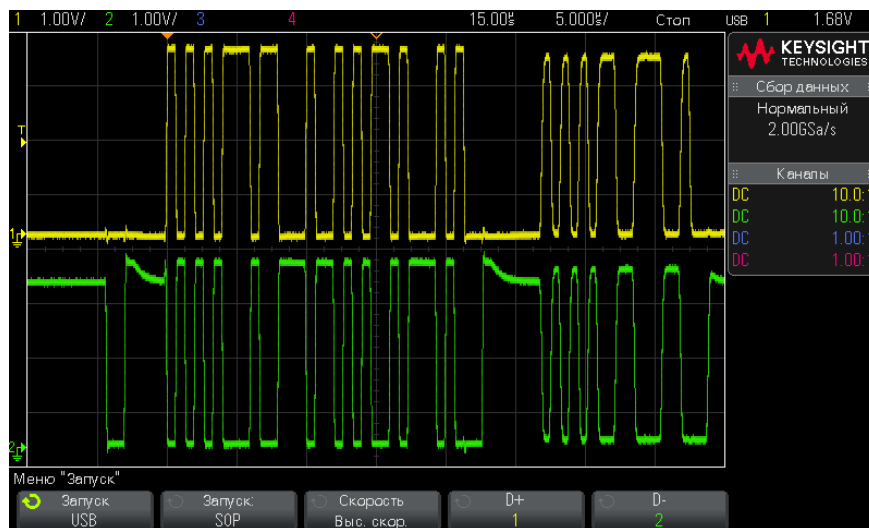
Рис. 32 Применение выдержки (Field Holdoff) для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим Field 1)

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 типы запуска по сигналам последовательных данных путем установки дополнительных лицензий (см. "**Опции декодирования последовательных данных**" на странице 125). Обращайтесь к следующим описаниям:

- "**Запуск по CAN**" на странице 347
- "**Запуск по I2C**" на странице 364

- "Запуск по LIN" на странице 356
- "Запуск по SPI" на странице 377
- "Запуск UART/RS232" на странице 385

11 Режим запуска/связь

Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный" / 178

Выбор связи триггеров / 180

Включение и выключение подавления шума при запуске / 181

Включение и выключение ВЧ-заграждения / 182

Настройка задержки запуска / 182

Вход внешнего источника запуска / 183

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 182), фильтра низких частот ("Выбор связи триггеров" на странице 180). См. также раздел "Включение и выключение подавления шума при запуске" на странице 181.
- 3 С целью сокращения уровня шумов на отображаемом сигнале обратитесь к разделу "Режим сбора данных "Усреднение"" на странице 196.

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 179 и "**Когда использовать режим запуска "Нормальный"**" на странице 179.

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 304.

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 прекратиться (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 — **Сноп**.

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 **Запуш.?** (это свидетельствует о том, что предпусковой буфер заполнен).

- См. также
- “**Принудительный запуск**” на странице 146
 - “**Настройка задержки запуска**” на странице 182
 - “**Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)**” на странице 61

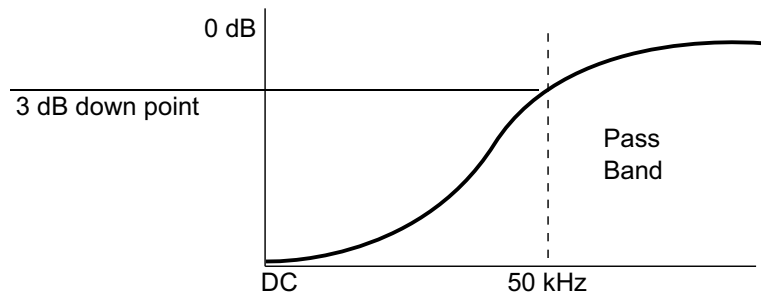
Выбор связи триггеров

- 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 67).

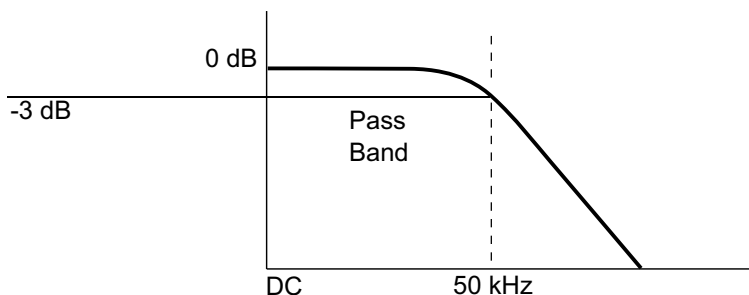
Включение и выключение подавления шума при запуске

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 АМ или FM, или от высокоскоростных системных тактовых сигналов.

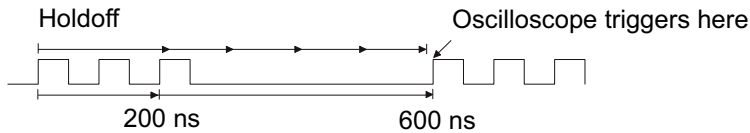
- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] (Режим/связь)**.
- 2 Включение и выключение этой функции осуществляется с помощью программной кнопки **ВЧ-загражд.** в меню "Режим запуска и связь".

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 источника запуска

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

ВНИМАНИЕ

⚠ Предельное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа
300 среднеквадратических В, 400 V_{pk}

1 МОм на входе: для устойчивых синусоидальных сигналов снизьте номинальные значения при 20 дБ/декада выше 57 кГц до минимального уровня 5 V_{pk}

Входной импеданс внешнего триггера составляет 1 М Ом. Это позволяет использовать для измерений общего назначения пассивные пробники. Более высокий импеданс минимизирует эффект нагрузки осциллографа на тестируемое устройство.

Настройка единиц для EXT TRIG IN и коэффициента затухания пробника:

- 1 Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] (Режим/связь)**, находящуюся в секции "Триггер" на лицевой панели.



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



- 3 Нажмите программную кнопку **Единицы** в меню "Внешний триггер" для выбора единиц:
 - **Вольты** – для пробника напряжения.
 - **Амперы** – для токового пробника.

В выбранных единицах будут отображаться результаты измерений, чувствительность канала и уровень запуска.

- 4 Нажмите программную кнопку **Пробник** и поверните ручку ввода, чтобы указать коэффициент затухания пробника.

Коэффициент затухания можно задать в диапазоне от 0,001:1 до 10000:1 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) / 185

Общие сведения о дискретизации / 187

Выбор режима сбора данных / 192

Сбор данных в сегментированную память / 199

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 133.

Сравнение
длины записи
данных при
однократном
цикле сбора и во
время работы
осциллографа

Максимальная длина записи данных при одиночном цикле сбора данных больше, чем во время работы осциллографа (или во время его остановки).

- **Однократный запуск** — При однократном цикле сбора данных обычно используется максимально возможный объем памяти, — по крайней мере в два раза превышающий объем памяти, используемый при сборе данных, выполняемом во время работы осциллографа, — кроме того, в памяти осциллографа сохраняется не менее чем в два раза больше шаблонов. При низких настройках времени/деления частота дискредитации при однократном сборе данных выше. Это объясняется увеличением объема доступной памяти.

- **Работа** — Во время работы устройства (в отличие от одиночного цикла сбора) память делится пополам. Благодаря этому система сбора данных может получать одну запись во время обработки предыдущей записи, в результате чего существенно повышается число форм сигналов, обрабатываемых осциллографом за одну секунду. Во время работы осциллографа благодаря высокой скорости обновления сигнала обеспечивается оптимальное отображение входного сигнала.

Для получения данных с максимально возможной длиной записи нажмите кнопку **[Single] (Однократный запуск)**.

Дополнительные сведения о настройках, оказывающих влияние на длину записи, см. в разделе **“Управление длиной”** на странице 274.

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.

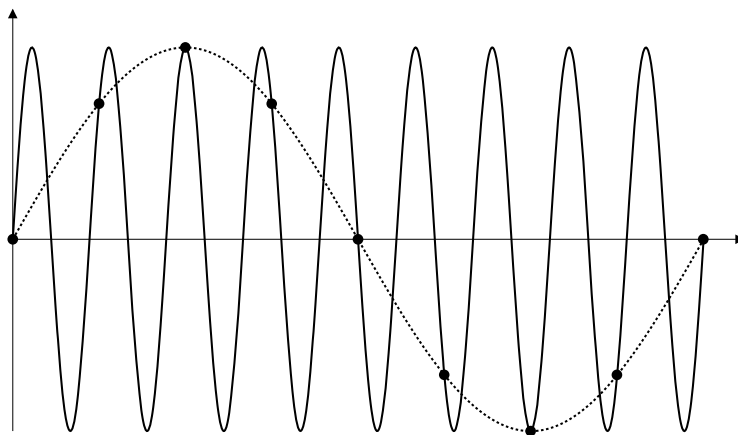


Рис. 33 Наложение спектров

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_{MAX} (в данном случае f_{BW}) и для нее необходима система с идеальной амплитудно-частотной характеристикой.

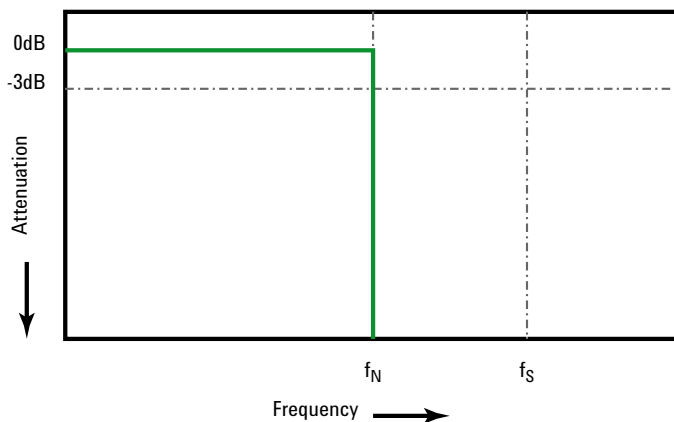
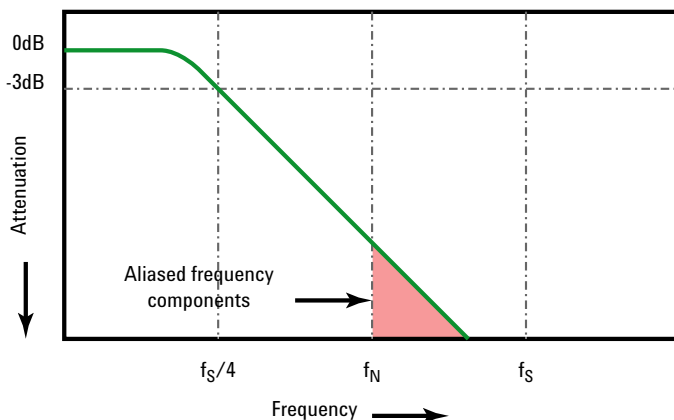


Рис. 34 Теоретическая амплитудно-частотная характеристика

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.

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%	$f_{BW} = 1,0 \times f_{knee}$
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 193.
- **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 193.
- **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 196.
- **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 198.

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"

В режиме "Обнаружение пиков", когда при низких настройках времени/деления обычно происходит прореживание, 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 2000 серии X, максимальная частота дискретизации которых составляет 2 GSa/s, отбор проб выполняется каждые 500 пикосекунд (период выборки).

- См. также
- **“Захват помех или коротких импульсов”** на странице 194
 - **“Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех”** на странице 195

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.

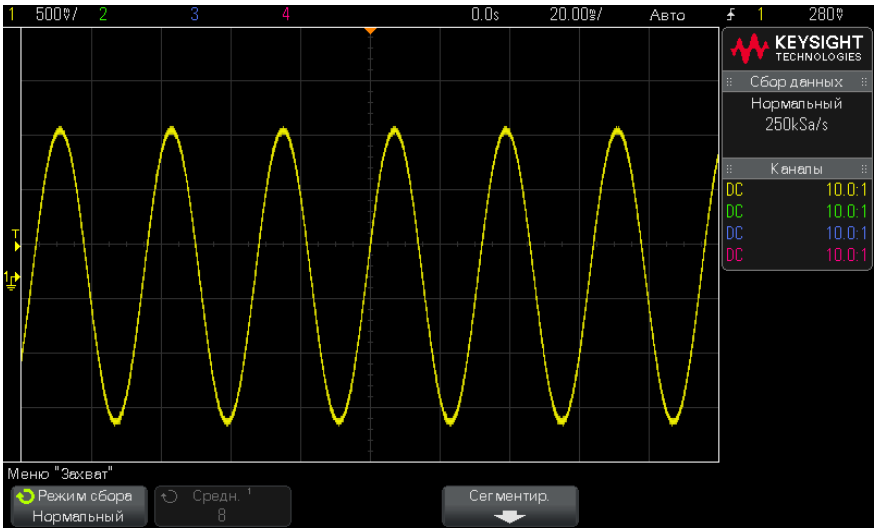


Рис. 36 Синусоида с импульсной помехой, нормальный режим

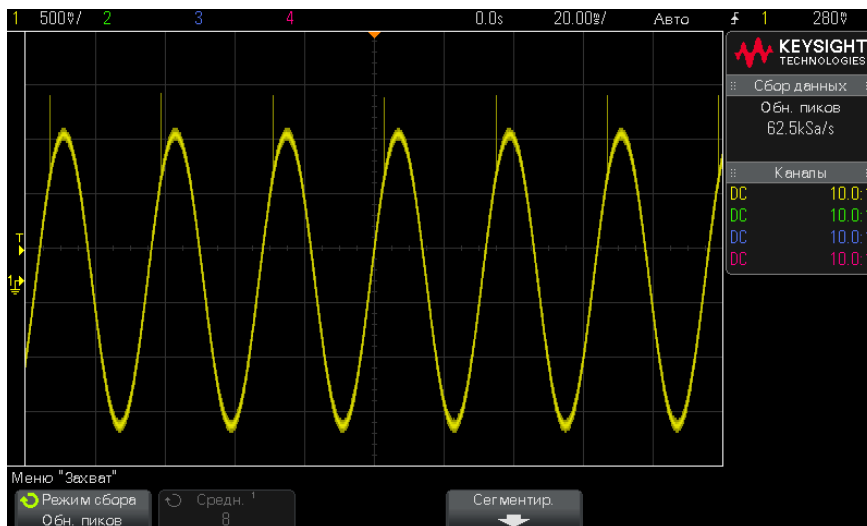


Рис. 37 Синусоида с импульсной помехой, режим обнаружения пиков

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**.

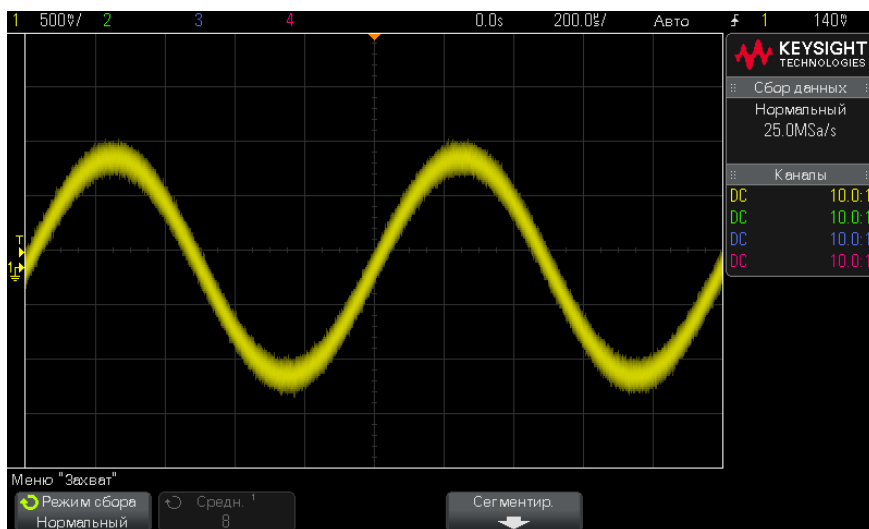


Рис. 38 Случайные шумы на отображаемом сигнале

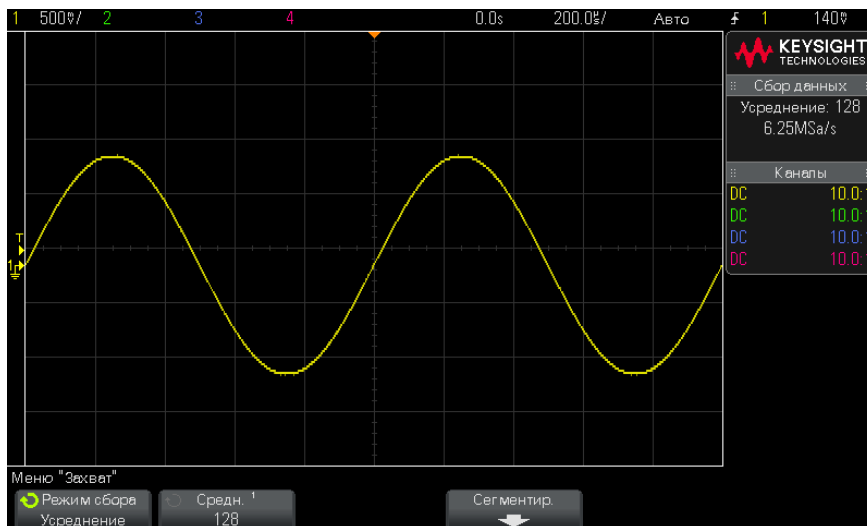


Рис. 39 Для сокращения уровня шумов использовано 128 усреднений

См. также • [Глава 11](#), "Режим запуска/связь," на стр. 177

Режим сбора данных "Высокое разрешение"

В режиме "Высокое разрешение", когда при низких настройках времени/деления обычно происходит прореживание, дополнительные выборки усредняются с целью 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 и отображаемой частоты дискретизации.

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 1 GSa/s)	Отображаемая частота дискретизации (макс. ч.д. при чередовании 2 GSa/s)	Биты разрешения
250 MSa/s < ч.д. ≤ 1 GSa/s	500 MSa/s < ч.д. ≤ 2 GSa/s	8
62.5 MSa/s < ч.д. ≤ 250 MSa/s	125 MSa/s < ч.д. ≤ 500 MSa/s	9
12.5 MSa/s < ч.д. ≤ 62,5 MSa/s	25 MSa/s < ч.д. ≤ 125 MSa/s	10
2.5 MSa/s < ч.д. ≤ 12,5 MSa/s	5 MSa/s < ч.д. ≤ 25 MSa/s	11
ч.д. ≤ 2,5 MSa/s	ч.д. ≤ 5 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 **"Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти"** на странице 201) позволяет отобразить постоянное послесвечение во всех полученных сегментах. Подробные сведения см. также в разделе **"Установка и отмена послесвечения"** на странице 133.

Сбор данных в
сегментированн
ую память

- 1 Задайте условия запуска (подробные сведения см. в разделе **Глава 10**, "Типы запуска," на стр. 143).
- 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.

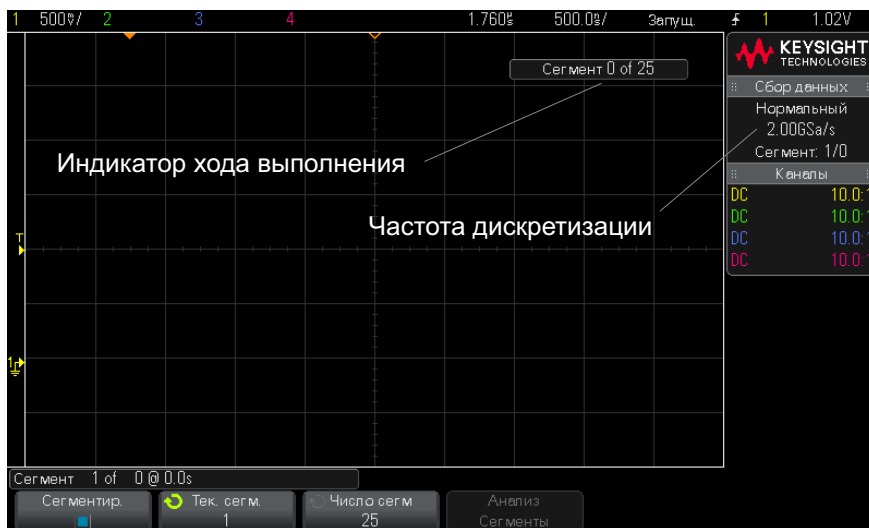
5 Нажмите программную кнопку **Число сегм** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать число сегментов, на которое следует разбить память осциллографа.

Память можно разбить минимум на 2 и максимум на 250 сегментов.

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 178.



См. также

- **"Навигация между сегментами"** на странице 201
- **"Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти"** на странице 201
- **"Время подготовки сегментированной памяти"** на странице 201
- **"Сохранение данных сегментированной памяти"** на странице 202

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 64.

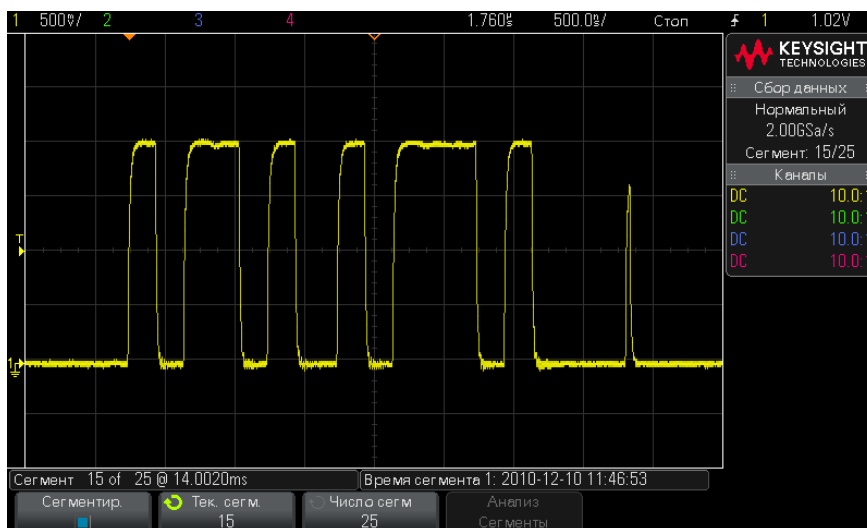
Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти

При сборе данных в сегментированную память можно также включить постоянное послесвечение (в меню "Дисплей") и нажать программную кнопку **Анализ сегментов** для отображения постоянного послесвечения. Программная кнопка **Анализ сегментов** отображается, когда сбор данных остановлен и включена функция сегментирования памяти.

Время подготовки сегментированной памяти

По заполнении каждого сегмента происходит подготовка осциллографа к следующему запуску, для чего требуется около 8 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 273.

13 Курсоры

Выполнение курсорных измерений / 204

Примеры курсорных измерений / 207

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 $X1$ и $X2$ (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 $X1$ и $X2$, 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.

- 7 Для регулировки выбранных курсоров вращайте ручку Cursors.

Примеры курсорных измерений

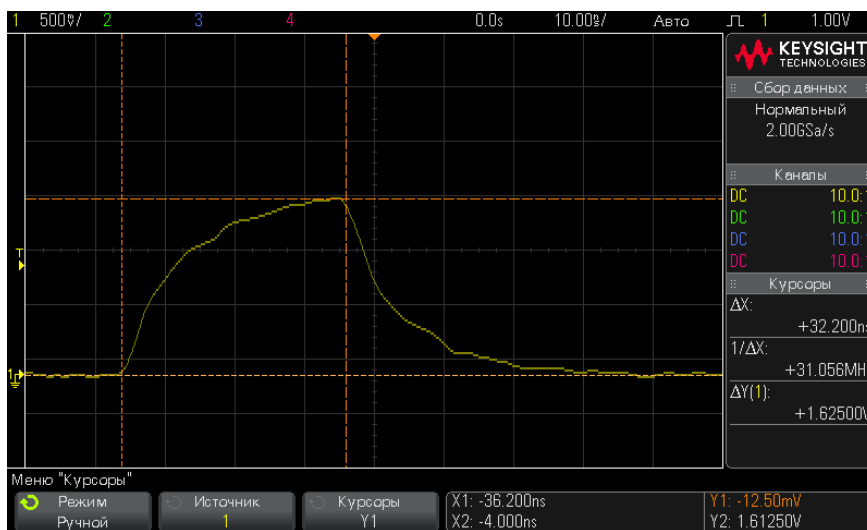


Рис. 40 Применение курсоров для измерения длительности импульса на произвольном уровне

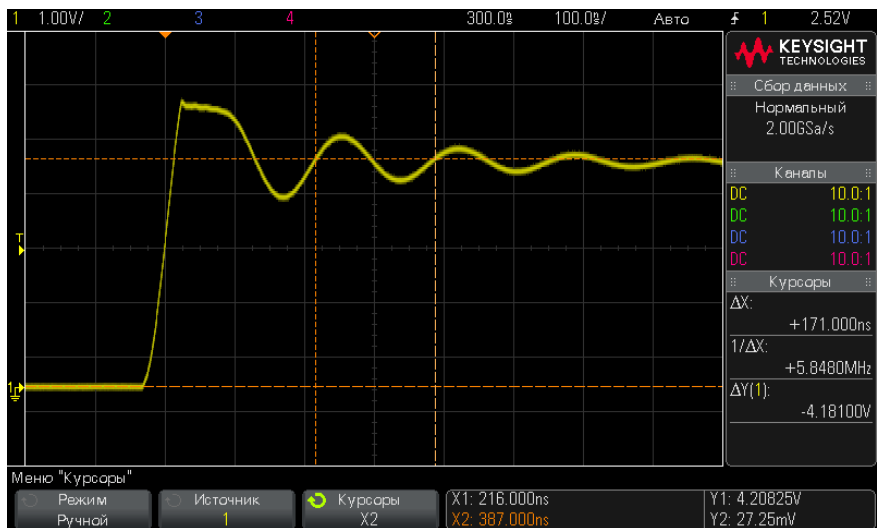


Рис. 41 Применение курсоров для измерения частоты "звона" после фронта импульса

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

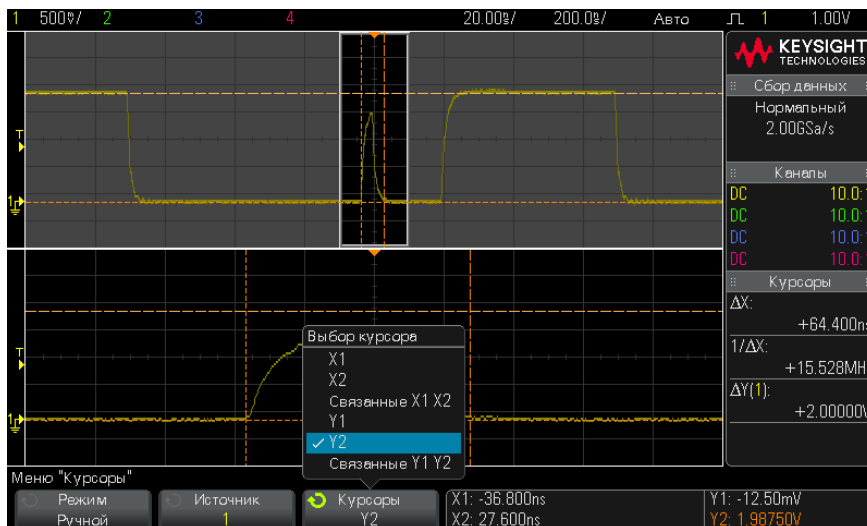


Рис. 42 Курсоры отслеживают окно растянутой развертки

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

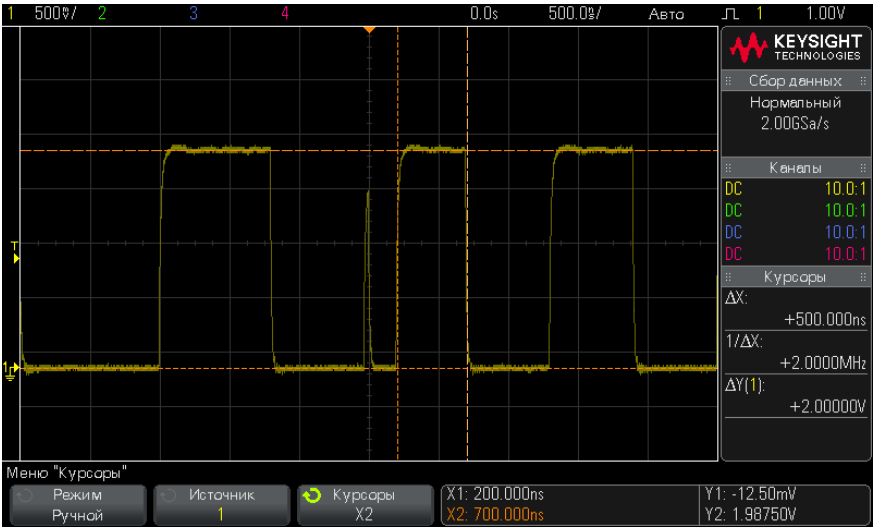


Рис. 43 Измерение длительности импульса с помощью курсоров

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

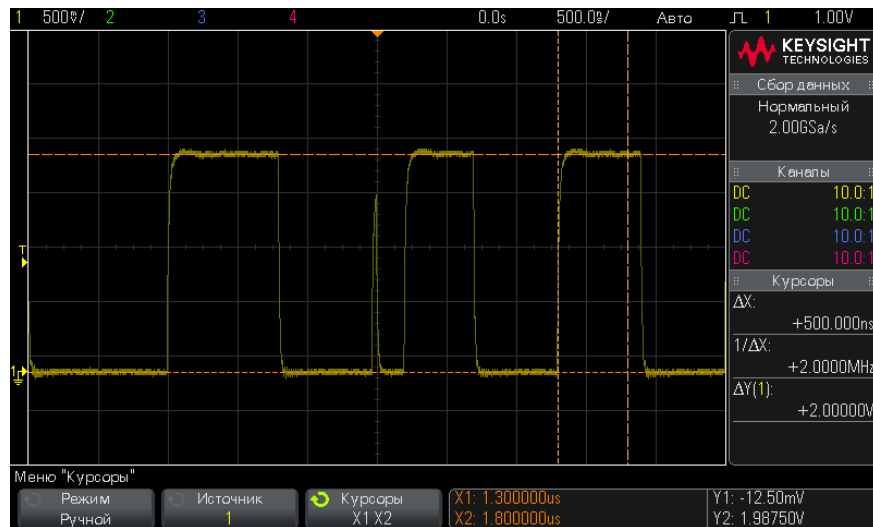


Рис. 44 Одновременное перемещение курсоров для проверки вариаций длительности импульсов

14 Измерения

Автоматическое выполнение измерений /	214
Сводная таблица измерений /	216
Измерения напряжения /	219
Измерения времени /	227
Счетные измерения /	234
Пороги измерений /	235
Окно измерения и экран "Масштаб" /	238

С помощью кнопки **[Meas] (Измерения)** можно 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 полученных данных

Кроме изменения параметров дисплея, после сбора данных можно также проводить все измерения и применять все математические функции. По мере прокрутки, масштабирования, включения и выключения каналов будет выполняться перерасчет измерений и математических функций. Увеличение и уменьшение масштаба сигнала с помощью ручки изменения коэффициента развертки и ручки изменения настроек вольт/деления по вертикали приводит к изменению разрешения дисплея. Воздействие на разрешение математических функций и измерений происходит вследствие того, что измерения и функции проводятся и применяются к отображаемым данным.

Автоматическое выполнение измерений

- 1 Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**, чтобы отобразить меню "Измерение".



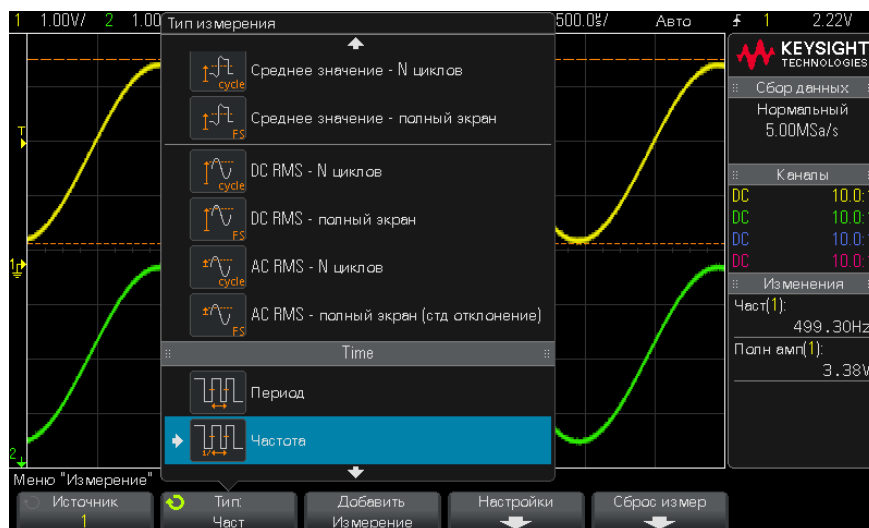
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал для запуска математической функции или измерение опорного сигнала.

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

ЗАМЕЧАНИЕ

Если необходимая для измерения часть сигнала отсутствует на экране или отображается недостаточно четко (приблизительно 4% от полной шкалы), то для результата отобразится сообщение "Границы отсутствуют", "Обрезано", "Слабый сигнал" (Недостаточно амплитуды), "значение <", "значение >", или иное подобное сообщение, означающее, 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 **“Сводная таблица измерений”** на странице 216.

- 4 Для настройки дополнительных параметров некоторых измерений станет доступной программная кнопка **Настройки**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Добавить Измерение** или нажмите ручку ввода, чтобы отобразить выбранное измерение.
- 6 Чтобы выключить измерения, снова нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**.
Измерения с экрана стираются.
- 7 Чтобы остановить выполнение одного или нескольких измерений, нажмите программную кнопку **Сброс измер** и выберите измерение для удаления или нажмите кнопку **Удалить все**.



После удаления всех измерений при повторном нажатии кнопки **[Meas] (Измерения)** измерениями по умолчанию будут "Частота" и "Полная амплитуда".

Сводная таблица измерений

В приведенной далее таблице перечислены измерения, автоматически проводимые осциллографом. Для сигналов аналоговых каналов возможно выполнение всех измерений. Для сигналов математических функций, за исключением БПФ, возможно проведение всех измерений, кроме измерения "Счетчик". Как показано в таблице, для сигналов математической функции БПФ и цифровых каналов возможно выполнение ограниченного набора измерений.

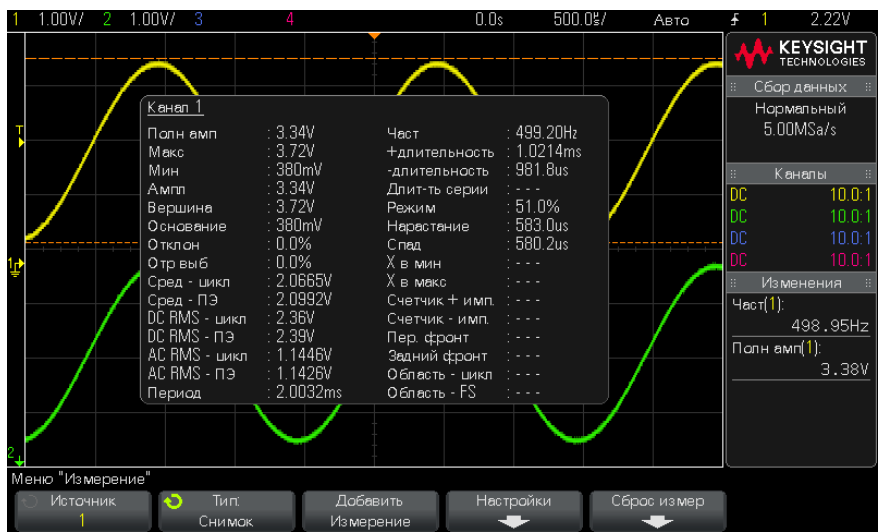
Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Общий снимок" на странице 218			
"Амплитуда" на странице 220			
"Среднее значение" на странице 224	Да, "Полный экран"		
"Основание" на странице 222			
"Скорость передачи в битах" на странице 229		Да	
"Задержка" на странице 230			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите кнопку Настройки .
"Рабочий цикл" на странице 230		Да	

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Время спада" на странице 230			
"Частота" на странице 228		Да	
"Максимум" на странице 220	Да		
"Минимум" на странице 220	Да		
"Счетчик переднего фронта" на странице 235			
"Счетчик заднего фронта" на странице 235			
"Счетчик пол. импульсов" на странице 234			
"Счетчик отр. импульсов" на странице 234			
"Отклонение от установленного значения" на странице 222			
"Полная амплитуда" на странице 220	Да		
"Период" на странице 227		Да	
"Фаза" на странице 232			Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите кнопку Настройки .

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Допустимо для цифровых каналов	Примечания
"Отрицательный выброс" на странице 223			
"Время нарастания" на странице 230			
"DC RMS" на странице 224			
"AC RMS" на странице 225			
"Верхний уровень" на странице 221			
"+ Длительность" на странице 229		Да	
"– Длительность" на странице 229		Да	
"X при макс Y" на странице 233	Да		Результат измерения выражается в герцах.
"X при мин Y" на странице 233	Да		Результат измерения выражается в герцах.
* Для выполнения других измерений сигнала БПФ воспользуйтесь курсорами.			

Общий снимок

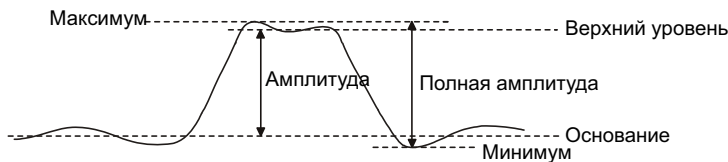
При измерении типа "Общий снимок" отображается всплывающее окно со снимком всех измерений отдельного сигнала.



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 304.

Измерения напряжения

На следующем рисунке показаны точки измерения напряжения.



В качестве единиц измерения сигнала каждого входного канала можно с помощью программной кнопки **Единицы пробника** установить вольты или амперы. См. **"Указание единиц измерения канала"** на странице 70.

Описание единиц измерения сигналов математических функций см. в разделе **“Единицы измерений для осциллограмм математических функций”** на странице 76.

- **“Полная амплитуда”** на странице 220
- **“Максимум”** на странице 220
- **“Минимум”** на странице 220
- **“Амплитуда”** на странице 220
- **“Верхний уровень”** на странице 221
- **“Основание”** на странице 222
- **“Отклонение от установленного значения”** на странице 222
- **“Отрицательный выброс”** на странице 223
- **“Среднее значение”** на странице 224
- **“DC RMS”** на странице 224
- **“AC RMS”** на странице 225

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 221

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 238.



Рис. 45 Локализация области для измерения верхнего уровня

Основание

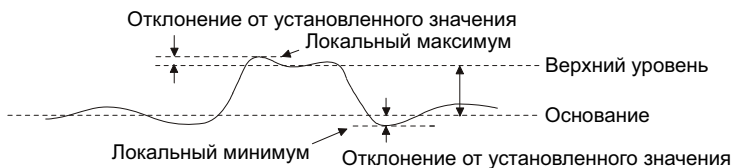
Основание сигнала – это режим (наиболее общее значение) нижней части сигнала. Если этот режим точно не определен, основание соответствует минимуму. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

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).

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

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



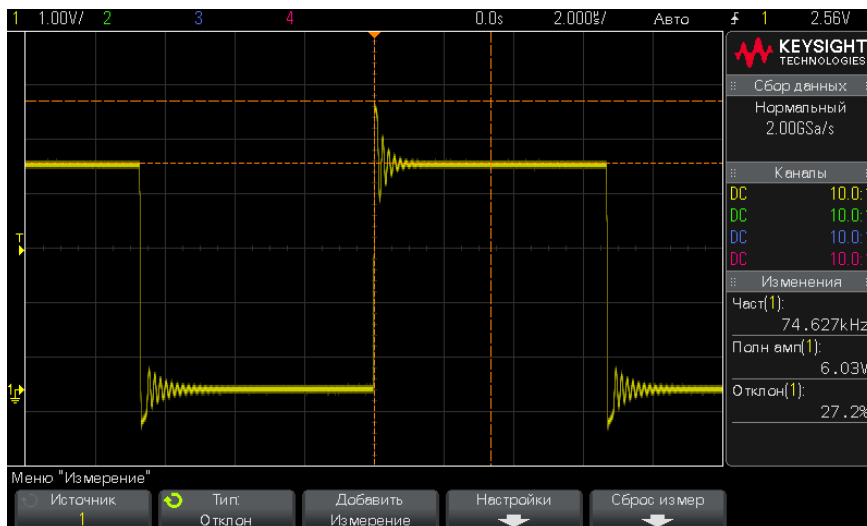


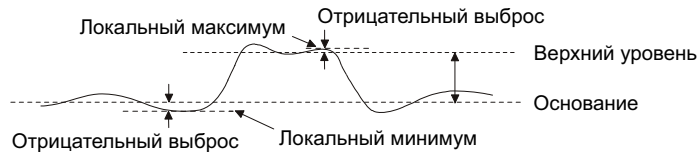
Рис. 46 Автоматическое измерение отклонения от установленного значения

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.

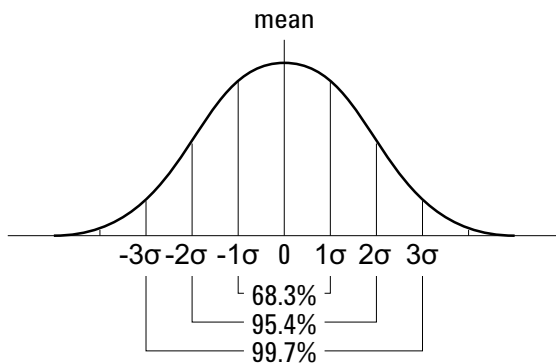
Интервал измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

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 сигм ($\pm 1\sigma$) 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:

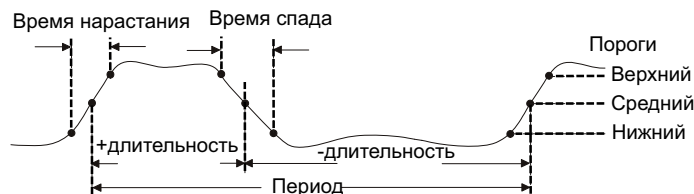
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

где:

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

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 235.

- **“Период”** на странице 227
- **“Частота”** на странице 228
- **“+ Длительность”** на странице 229
- **“– Длительность”** на странице 229
- **“Скорость передачи в битах”** на странице 229
- **“Рабочий цикл”** на странице 230
- **“Время нарастания”** на странице 230
- **“Время спада”** на странице 230
- **“Задержка”** на странице 230
- **“Фаза”** на странице 232
- **“X при мин Y”** на странице 233
- **“X при макс Y”** на странице 233

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 228

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 238.

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

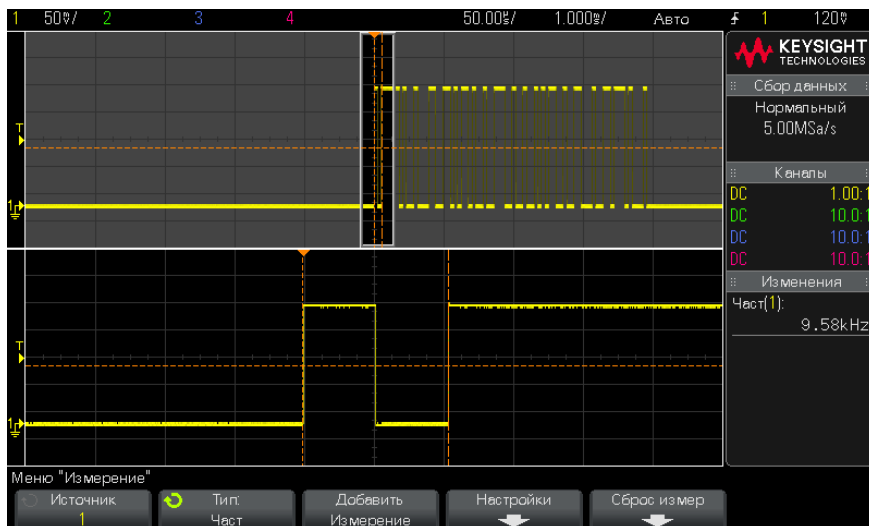


Рис. 47 Локализация события с целью измерения частоты

+ 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.

Скорость передачи в битах

Функция измерения скорости передачи в битах измеряет все положительные и отрицательные длительности импульса сигнала, берет минимальное найденное значение длительности любого типа и инвертирует его для получения значения в герцах.

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

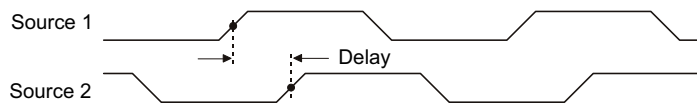
Время нарастания сигнала – это интервал между переходом нижнего и верхнего порогов переднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой передний фронт сигнала полностью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

Задержка измеряет разницу во времени от выбранного края источника 1 и выбранного края на источнике 2, ближайшем к опорной точке отсчета времени в средних пороговых точках на волновых формах. Отрицательные значения задержки указывают на то, что выбранный фронт источника 1 возник после выбранного фронта источника 2.

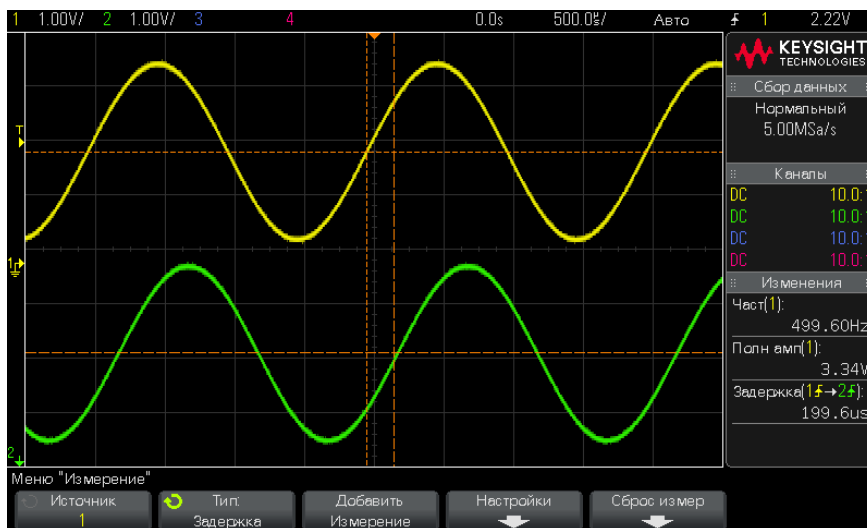


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**, чтобы отобразить меню "Измерение".
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Задержка**.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

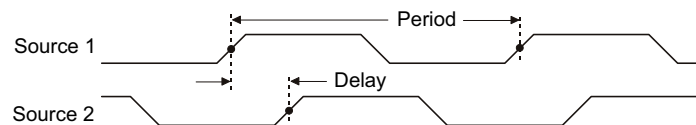
На приведенном далее рисунке показано измерение задержки между передним фронтом канала 1 и передним фронтом канала 2.



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.

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

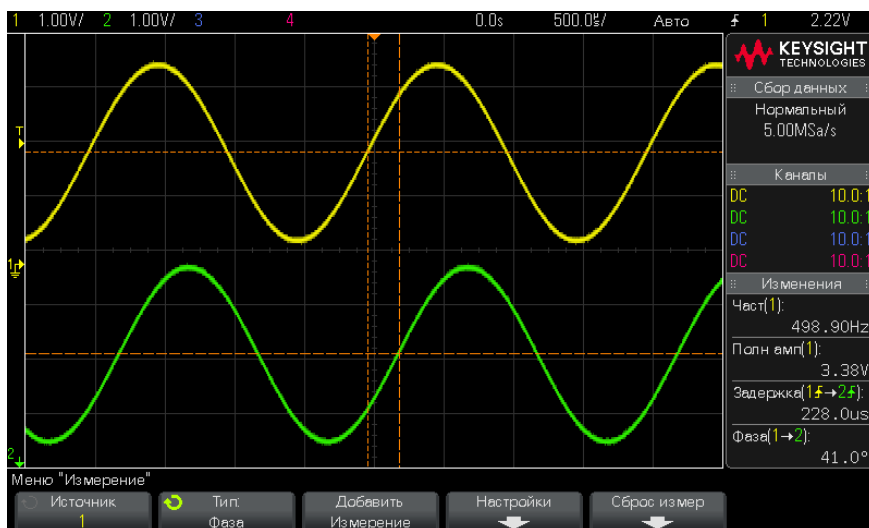


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] (Измерения)**, чтобы отобразить меню "Измерение".
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Задержка**.
- 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 233

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**.

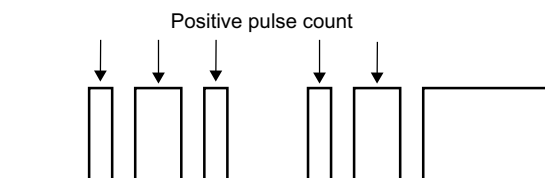
Для измерения **Максимум** в качестве единиц измерения используются дБ, а для измерения **X при макс Y** – герцы для БПФ.

Счетные измерения

- “Счетчик пол. импульсов” на странице 234
- “Счетчик отр. импульсов” на странице 234
- “Счетчик переднего фронта” на странице 235
- “Счетчик заднего фронта” на странице 235

Счетчик пол. импульсов

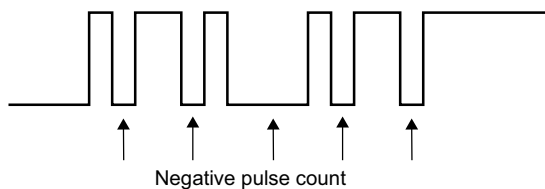
В режиме **Счетчик пол. импульсов** измеряется число импульсов выбранного источника сигнала.



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.

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**.

- 2 Программная кнопка **Источник** позволяет выбрать аналоговый канал или математический сигнал как источник, для которого необходимо изменить пороги измерения.

Каждому аналоговому каналу и математическому сигналу можно присвоить уникальные значения порогов.



- 3 Программная кнопка **Тип** позволяет задать пороги измерения в % (процент от значений верхнего и нижнего уровня) или в виде **Абсолютный** (абсолютное значение).
 - Пороги в процентах могут составлять от 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.

- 4** Чтобы задать нижнее значение порога измерения, нажмите программную кнопку **Нижний** и поверните ручку ввода.

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

Если порог **Тип** имеет значение в %, нижнему порогу можно присвоить значение от 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".

15 Тестирование по маске

Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска) / 239

Параметры настройки теста по маске / 242

Статистика по маске / 245

Изменение файла маски вручную / 246

Создание файла маски / 250

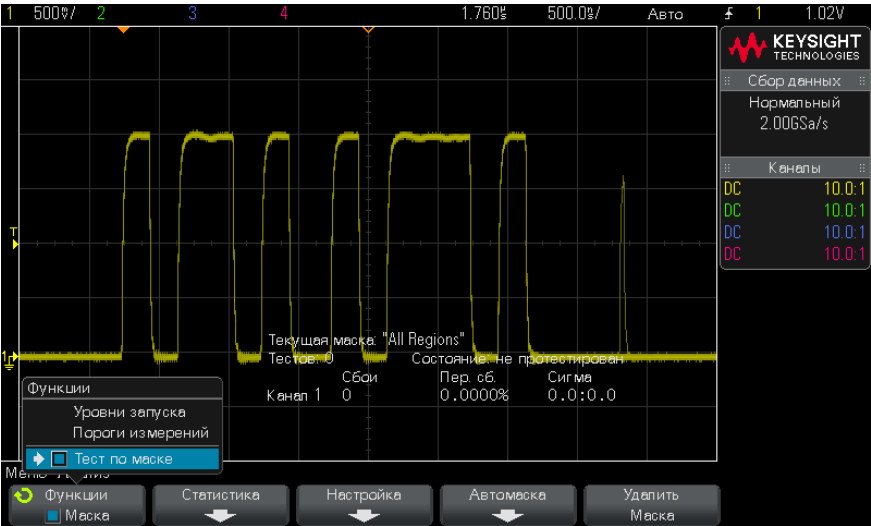
Тестирование по маске позволяет проверить соответствие сигнала определенному набору параметров. Маска определяет область дисплея осциллографа, в которой должен оставаться сигнал, чтобы соответствовать выбранным параметрам. Соответствие маске проверяется по точкам на всем дисплее. Тест по маске выполняется на отображаемых аналоговых каналах и не выполняется на каналах, которые не отображаются.

Для проведения теста по маске закажите модуль LMT при приобретении осциллографа или автономный модуль DSOX2MASK – после его приобретения.

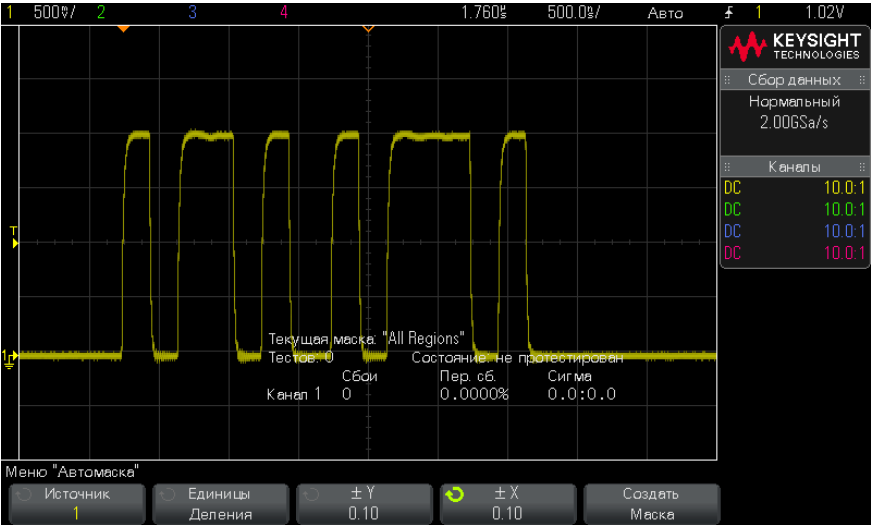
Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска)

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

- 1 Настройте осциллограф на отображение золотого сигнала.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] (Анализ)**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции** и выберите элемент **Тест по маске**.
- 4 Чтобы начать тест по маске, снова нажмите кнопку **Функции**.



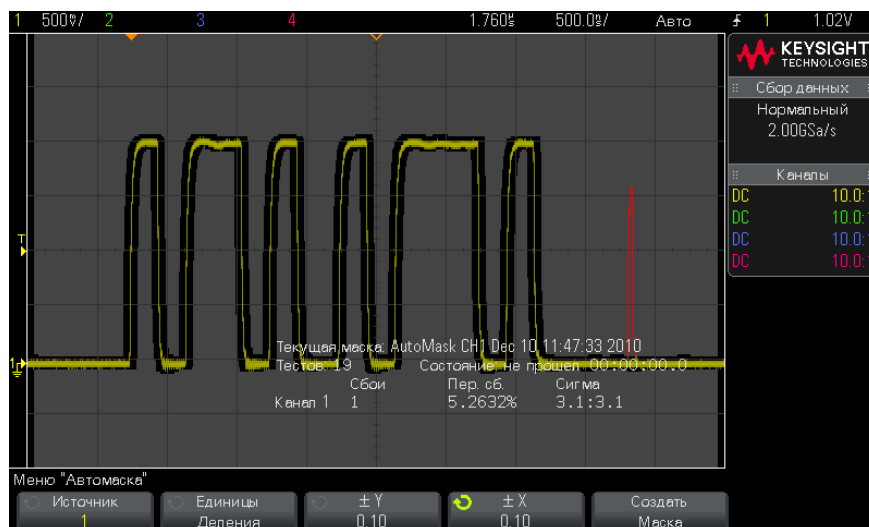
- 5 Нажмите кнопку **Автомаска**.
- 6 Нажмите кнопку **Источник** в меню "Автомаска" и убедитесь, что выбран нужный аналоговый канал.



- 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 (Back) 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 133) 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".

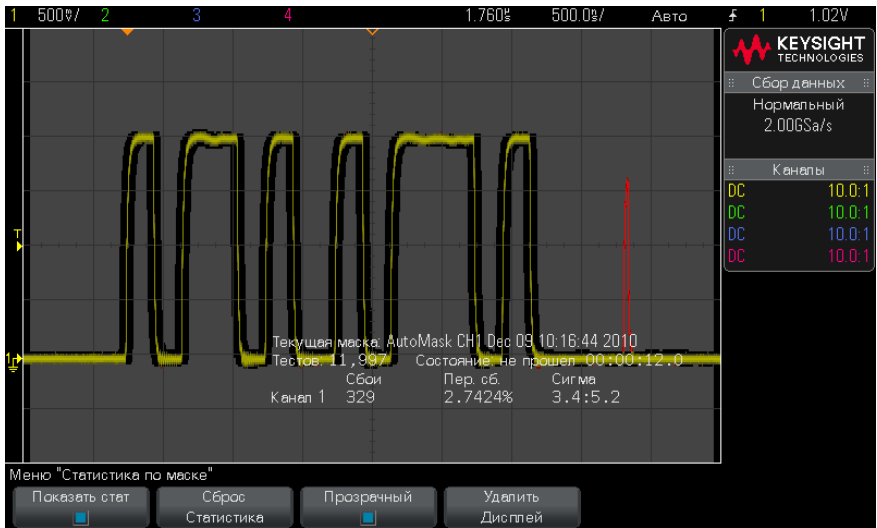
Запуск до	С помощью программной кнопки "Запуск до" можно указать условие прекращения тестирования. • Всегда — осциллограф работает непрерывно. Тем не менее, в случае возникновения ошибки выполняется действие, заданное с помощью программной кнопки При ошибке. • Минимальное число тестов — выберите этот 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.
-------------------------	--

При ошибке	Параметр При ошибке позволяет указать действия, которые выполняются, если форма входного сигнала не соответствует маске. Этот параметр замещает параметр Запуск до. • 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 (*.bmr 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 281.) • 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". 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. 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 297.
Блок. источника	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. При выключении параметра "Блокировка источника" маска не перерисовывается при изменении настроек развертки или отклонения.

Источник	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 Маску . Функция программной кнопки "Источник" в меню "Настройка маски" аналогична функции этой кнопки в меню "Автомаска".
Проверить все	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.

Статистика по маске

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



Показать стат	При включении параметра Показать стат отобразятся следующие сведения: • 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). Для каждого аналогового канала отображаются следующие сведения: • 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	Обратите внимание, что в следующих ситуациях статистика также обнуляется: • функция "Тест по маске" включена после выключения; • нажата программная кнопка "Сброс маски"; • создана автомаска. Кроме того, счетчик времени обнуляется при каждом запуске осциллографа после остановки сбора данных.
Прозрачный	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.
Сброс экрана	Удаление полученных данных с дисплея осциллографа.

Изменение файла маски вручную

Файл маски, созданный с помощью функции "Автомаска", можно изменять вручную.

- 1 Выполните шаги 1-7, описанные в разделе **"Создание маски "золотого" сигнала (Автомаска)"** на странице 239. 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

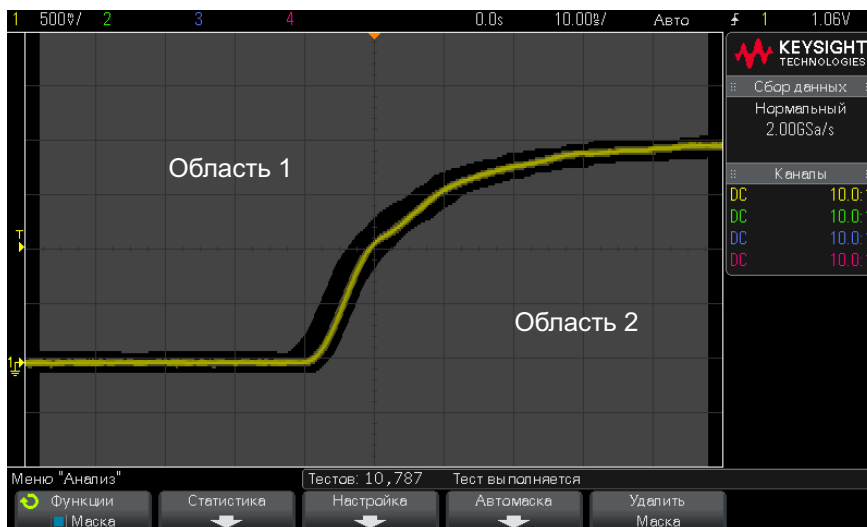
Идентификатор файла данной маски – это MASK_FILE_548XX.

Заголовок маски

Заголовок маски представляет собой строку символов ASCII. Пример: autoMask CH1
ОСТ 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 особые 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.

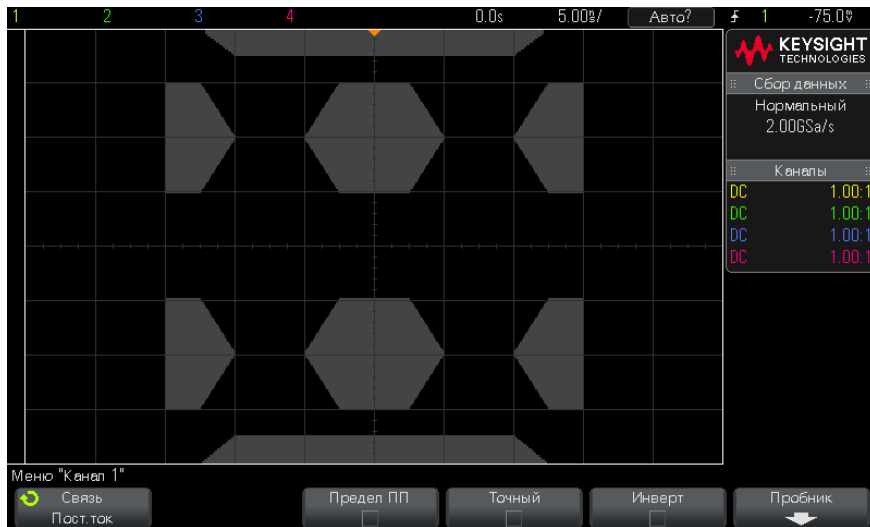
В этот раздел можно ввести любую допустимую команду дистанционного программирования.

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

```

ЗАМЕЧАНИЕ

Если в области маски имеется более 1000 вершин, будут обрабатываться только первые 1000 вершин.

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.

Для выполнения анализа с помощью цифрового вольтметра закажите его во время приобретения осциллографа или закажите DSOXDVM как автономный модуль после приобретения осциллографа.

Экран цифрового вольтметра состоит из семи частей для снятия показаний, схожий с экраном цифрового вольтметра. На нем отображается выбранный режим, а также единицы измерения. Единицы измерения выбираются с помощью программной кнопки **Единицы измерения** в меню канала "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 типов и настроек сгенерированных сигналов / 257
- Вывод синхронизирующих импульсов генератора / 260
- Определение расчетной нагрузки на выходе / 261
- Использование логических предустановок гические предустановки генератора сигналов / 261
- Добавление шума в вывод генератора сигнала / 262
- Добавление модуляции к выходному сигналу генератора / 263
- Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию / 267

В осциллограф встроен генератор сигналов. Он активируется с помощью модуля WGN или обновления DSOX2WAVEGEN. С помощью генератора сигналов можно легко создавать входные сигналы при проверке цепи с помощью осциллографа.

Как и настройки осциллографа, настройки генератора сигналов можно сохранить и восстановить. См. **Глава 18**, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 269.

Выбор типов и настроек сгенерированных сигналов

- 1 Чтобы открыть меню "Генератор сигналов" и включить/выключить выход генератора сигналов на разъеме Gen Out BNC лицевой панели, нажмите кнопку **[Wave Gen] (Генер.сигналов)**.

Если выход генератора сигналов включен, кнопка **[Wave Gen] (Генер.сигналов)** подсвечивается. Если выход генератора сигналов выключен, кнопка **[Wave Gen] (Генер.сигналов)** не горит.

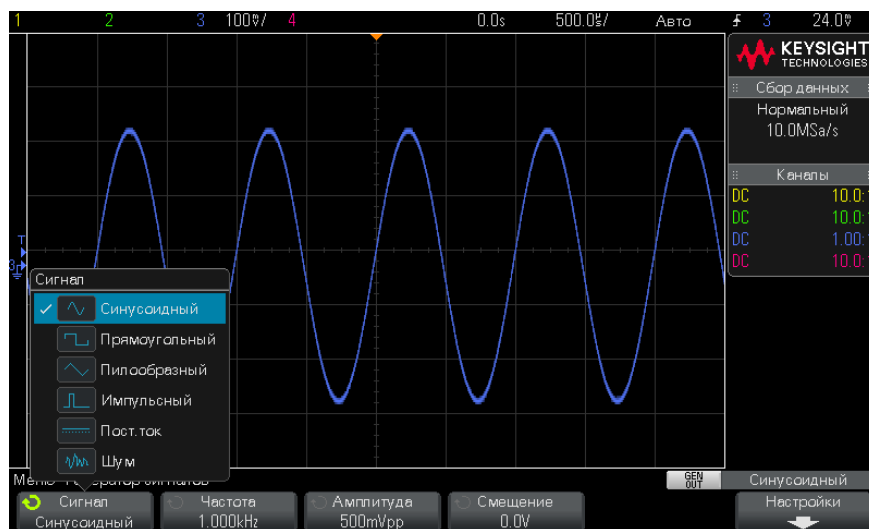
При первом включении осциллографа выход генератора сигналов всегда отключен.

Выход генератора сигналов автоматически отключается, если на разъем Gen Out BNC подается чрезмерное напряжение.

ВНИМАНИЕ

Для защиты от перегрузки требуется схема защиты от перегрузки около 10 мс. Если вы мгновенно применяете напряжение выше ~ 40 В, вы, вероятно, повредите схему генератора сигналов, прежде чем цепь защиты сможет ответить.

- В меню "Генератор сигналов" нажмите программную кнопку **Сигнал** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать тип сигнала.



- В зависимости от выбранного типа сигнала настройте характеристики сигнала с помощью имеющихся программных кнопок и ручки ввода.

Тип сигнала	Характеристики
Синусоидальный	Для настройки параметров синусоидального сигнала используйте программные кнопки Частота/Точная настройка частоты/Периодичность/Точная настройка периода, Амплитуда/Высокий уровень и Смещение/Низкий уровень. Частоту можно задать в диапазоне от 100 МГц до 20 МГц.
Прямоугольный	Для настройки параметров сигнала с прямоугольной формой волны используйте программные кнопки Частота/Точная настройка частоты/Периодичность/Точная настройка периода, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Рабочий цикл. Частоту можно задать в диапазоне от 100 МГц до 10 МГц. Рабочий цикл можно задать в диапазоне от 20% до 80%.
Пилообразный	Для настройки параметров сигнала с пилообразной формой волны используйте программные кнопки Частота/Точная настройка частоты/Периодичность/Точная настройка периода, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Симметрия. Частоту можно задать в диапазоне от 100 МГц до 100 кГц. Симметрия представляет собой количество подъемов формы пилообразного сигнала на цикл. Ее можно задать в диапазоне от 0% до 100%.
Импульсный	Для настройки параметров импульса используйте программные кнопки Частота/Точная настройка частоты/Периодичность/Точная настройка периода, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Длительность/Точная настройка длительности. Частоту можно задать в диапазоне от 100 МГц до 10 МГц. Длительность импульса можно задать в диапазоне от 20 нс до периода минус 20 нс.
Постоянный ток	Для настройки уровня постоянного тока используйте программную кнопку Смещение.
Шум	Для настройки параметров сигнала шума используйте программные кнопки Амплитуда/Высокий уровень и Смещение/Низкий уровень.

Для всех типов сигналов выходную амплитуду парного импульса (при $50\ \Omega$) можно задать в диапазоне от 10 мВ до 2,5 В (или от 20 мВ до 5 В при нагрузке разомкнутой цепи).

Нажав программную кнопку, с помощью которой устанавливаются параметры сигнала, можно открыть меню и выбрать тип настройки. Например, можно ввести как значения амплитуды и смещения, так и значения высокого уровня и низкого уровня. Можно также ввести значения частоты или значения периода. Нажимайте программную кнопку, пока не будет выбран подходящий тип настройки. Чтобы задать значение, поверните ручку ввода.

Обратите внимание, что для частоты, периода и длительности можно выполнить как грубую, так и точную настройку. Для быстрого переключения между режимами грубой и точной настройки используйте ручку ввода.

Если нажать программную кнопку **Настройки**, то появится меню "Настройки генератора сигналов", в котором можно задать настройки, связанные с генератором сигналов.



См.:

- **"Вывод синхронизирующих импульсов генератора"** на странице 260
- **"Определение расчетной нагрузки на выходе"** на странице 261
- **"Использование логических предустановок гические предустановки генератора сигналов"** на странице 261
- **"Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию"** на странице 267

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 и Noise	Положительный импульс TTL, который возникает, когда уровень сигнала поднимется выше нуля (или значения смещения).
DC	-
Noise	-

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 146), 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 297). 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 264.
 - **Частотная модуляция (FM)** – изменение частоты изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. раздел **“Настройка частотной модуляции (FM)”** на странице 265.
 - **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 266.

Настройка амплитудной модуляции (АМ)

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

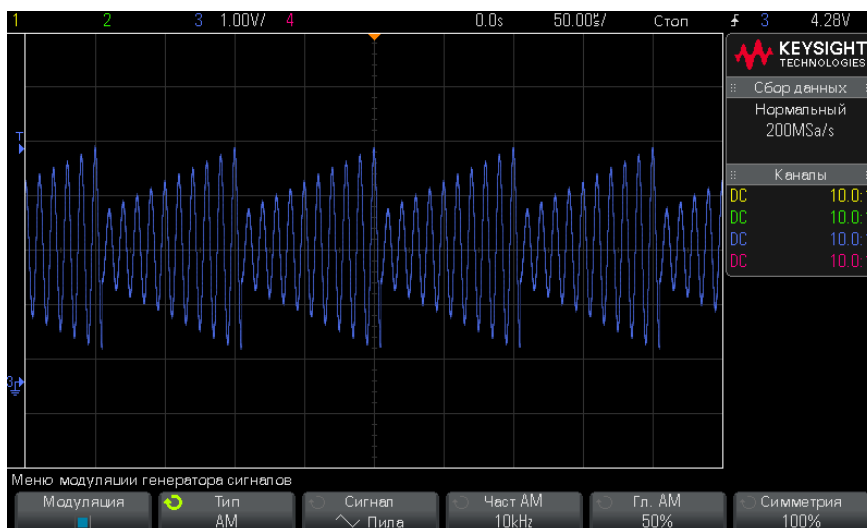
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Амплитудная модуляция (АМ)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.
 - **Синусоидальный**
 - **Прямоугольный**
 - **Пилообразный**
 - **Синусоидальный 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 АМ** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Гл. АМ** и, повернув ручку ввода, укажите величину амплитудной модуляции.

Глубина модуляции АМ» обозначает ту часть динамического диапазона, которая используется при модуляции. Например, значение глубины 80% вызывает изменение амплитуды выходного сигнала с 10 до 90% ($90\% - 10\% = 80\%$) начальной амплитуды, так как сама амплитуда модулирующего сигнала меняется от минимального до максимального своего значения.

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



Настройка частотной модуляции (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.

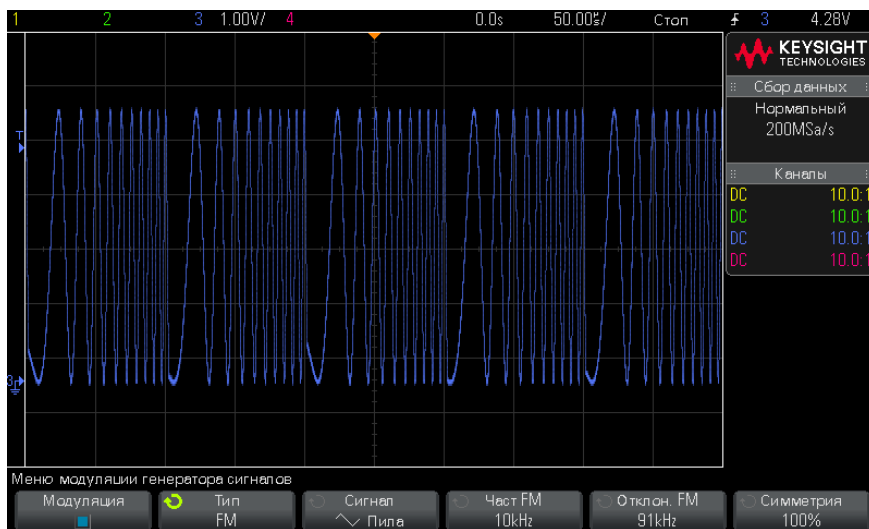
- 3 Нажмите программную кнопку **Част FM** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4 Нажмите программную кнопку **Отклон. FM** и, повернув ручку ввода, укажите значение отклонения частоты от несущей частоты изначального сигнала.

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)**.

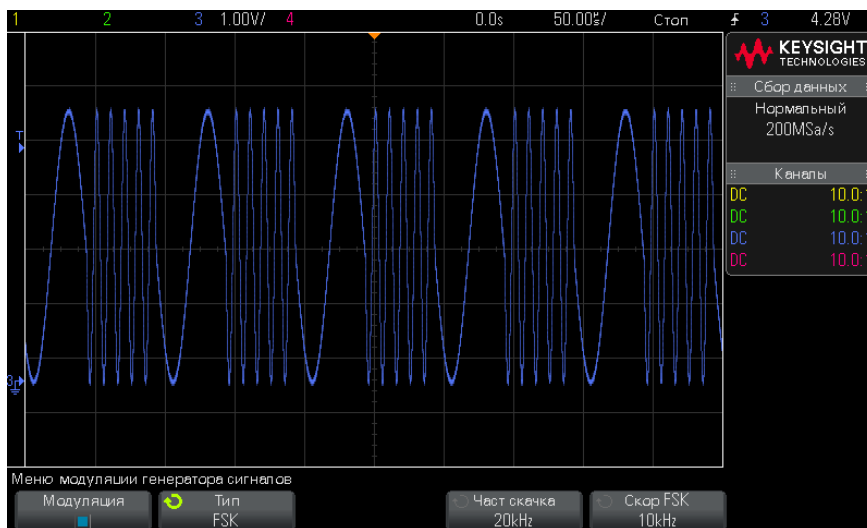
- 2 Нажмите программную кнопку **Част скачка** и, повернув ручку ввода, укажите «частоту скачка».

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/восстановление (настройки, экраны, данные)

Сохранение настроек, изображений экрана или данных / 269
Восстановление файлов настройки, маски или опорных сигналов / 278
Восстановление настроек по умолчанию / 279
Выполнение безопасной очистки / 280

Настройки осциллографа, опорные сигналы и файлы маски можно сохранить во внутренней памяти устройства или на USB-накопителе для последующего восстановления. Можно также восстановить заводские настройки по умолчанию.

Сохранять изображения экранов осциллографа на USB-накопителе можно в формате BMP или PNG.

Собранные данные сигналов можно сохранять на USB-накопителе в файле со значениями, разделенными запятыми (CSV), а также в форматах ASCII XY и двоичном (BIN).

Также имеется команда безопасной очистки всей энергонезависимой внутренней памяти осциллографа.

Сохранение настроек, изображений экрана или данных

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов)**.
- 2 В меню "Сохранение/Вызов" нажмите кнопку **Сохранить**.

- 3 В меню "Сохранение осциллограммы и настройки" нажмите кнопку **Format** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать тип файла, который нужно сохранить.
 - **Настройка (*.scp)** — строчная развертка, чувствительность по вертикали, режим запуска, уровень запуска, измерения, курсоры и настройки математических функций, определяющие параметры выполнения конкретного измерения. См. "Сохранение файлов настройки" на странице 271.
 - **8-битное растровое изображение (*.bmp)** — полное изображение экрана в растровом формате с упрощенной (8-битной) цветовой схемой. См. "Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG" на странице 271.
 - **24-битное растровое изображение (*.bmp)** — полное изображение экрана в растровом формате с 24-битной цветовой схемой. См. "Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG" на странице 271.
 - **24-битное изображение (*.png)** — полное изображение экрана в формате PNG с 24-битной цветовой схемой, с использованием обратимого сжатия. Размер файлов значительно меньше по сравнению с форматом BMP. См. "Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG" на странице 271.
 - **Данные CSV (*.csv)** — сохранение сигналов всех отображаемых каналов и математических функций в файле со значениями, разделенными запятыми. Этот формат подходит для анализа электронных таблиц. См. "Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN" на странице 273.
 - **Данные ASCII XY (*.csv)** — сохранение сигналов каждого отображаемого канала в отдельном файле со значениями, разделенными запятыми. Этот формат также подходит для электронных таблиц. См. "Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN" на странице 273.
 - **Данные опорных сигналов (*.h5)** — сохранение данных сигнала в формате, который можно восстановить в одном из файлов, где хранятся опорные сигналы осциллографа. См. "Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель" на странице 275.
 - **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.

- **Двоичные данные (*.bin)** — двоичный файл с заголовком и данными в виде пар "время-напряжение". Этот файл значительно меньше файла данных ASCII XY. См. **"Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN"** на странице 273.
- **Lister data (*.csv)** — это файл формата CSV, содержащий строчную информацию последовательного декодирования с запятыми, разделяющими столбцы. См. **"Сохранение файлов данных Lister"** на странице 275.
- **Маска (*.msk)** — создание файла маски в закрытом формате Keysight, распознаваемом осциллографом Keysight InfiniiVision. В файле данных маски содержатся некоторые, но не все данные настройки осциллографа. Для сохранения всех данных настройки, включая файл данных маски, выберите формат "Настройка (*.scr)". См. **"Сохранение маски"** на странице 276.

Для сохранения настроек, изображений экрана или данных можно настроить кнопку **[Quick Action] (Быстрое действие)** (Быстрое действие). См. **"Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)"** на странице 304.

Сохранение файлов настройки

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

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов) > "Сохранение" > "Формат"**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Настройка (*.scr)**.
- 2 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода перейдите к сохраненному файлу. См. **"Навигация по местам сохранения"** на странице 276.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**.

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

Файлы настройки имеют расширение SCP. Эти расширения отображаются при использовании меню "Диспетчер файлов" (см. раздел **"Диспетчер файлов"** на странице 291), 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 276.

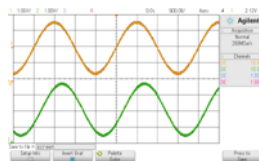
3 Нажмите программную кнопку **Настройки**.

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 319.

См. также • **“Добавление пояснения”** на странице 305

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 276.
- 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”** на странице 274.
- **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 202).

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

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

См. также • **“Формат двоичных данных (.bin)”** на странице 331

• **“Файлы CSV и ASCII XY”** на странице 339

• **“Минимальное и максимальное значения в файлах CSV”** на странице 340

Управление длиной

Параметр **Длина** доступен при сохранении данных в файлах формата CSV, ASCII XY или BIN. Он определяет число точек данных, выводимых в сохраняемый файл. Сохраняются только отображаемые точки данных.

Максимальное число точек данных зависит от следующих моментов:

- Выполнение сбора данных. Если цикл сбора остановлен, данные поступают из необработанной записи полученных данных. Если цикл сбора выполняется, данные поступают из записи измерения меньшего размера.
- Останов осциллографа с помощью кнопок **[Stop] (Cron)** или **[Single] (Однократный запуск)**. Во время циклов сбора память разделяется для повышения скорости обновления сигнала. При одиночном цикле сбора используется полный объем памяти.
- Включение только одного канала из пары. (Каналы 1 и 2 представляют одну пару, каналы 3 и 4 – другую.) Память осциллографа делится между каналами пары.
- Включение опорных сигналов. Для отображения опорных сигналов требуется память осциллографа.
- Включение цифровых каналов. Для отображения цифровых каналов требуется память осциллографа.
- Включение функции сегментированной памяти. Память осциллографа разделяется по числу сегментов.
- Настройка времени/деления развертки (скорость развертки). При настройках более высокой скорости на экране отображается меньше точек данных.
- При сохранении данных в файл формата CSV предельное число точек составляет 50000.

При необходимости функция контроля длины выполняет прореживание данных по схеме "1 из n". Например, если для параметра **Длина** задано значение 1000 и отображается сигнал длиной 5000 точек, четыре из каждых пяти точек будут удалены для записи в файл 1000 точек данных.

Скорость сохранения данных сигналов зависит от выбранного формата:

Формат файла данных	Скорость сохранения
BIN	самая высокая
ASCII XY	средняя
CSV	самая низкая

- См. также
- **"Формат двоичных данных (.bin)"** на странице 331
 - **"Файлы CSV и ASCII XY"** на странице 339
 - **"Минимальное и максимальное значения в файлах CSV"** на странице 340

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 276.
- 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 276.
- 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 \Keysight Flash 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 276.
- 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 271.

См. также • **Глава 15**, “Тестирование по маске,” на стр. 239

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 277.

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.

Восстановление файлов настройки, маски или опорных сигналов

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] (Сохранение/Вызов)**.
- 2 В меню "Сохранение/Вызов" нажмите кнопку **Восстановить**.
- 3 В меню "Восстановление" нажмите кнопку **Восстановить:**, затем с помощью ручки ввода выберите тип файла, который требуется восстановить:
 - **Настройка (*.scp)** — См. "**Восстановление файлов настройки**" на странице 278.
 - **Mask (*.msk)** — См. "**Восстановление файлов маски**," на странице 279.
 - **Reference Waveform data (*.h5)** — См. "**Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя**" на странице 279.

Файлы настройки или маски также можно восстановить, загрузив их с помощью диспетчера файлов. См. "**Диспетчер файлов**" на странице 291.

Можно также настроить кнопку **[Quick Action] (Быстрое действие)** для восстановления файлов настройки, маски и опорных сигналов. См. "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 304.

Восстановление файлов настройки

Файлы настройки можно восстановить из одной из 10 внутренних папок каталога \ Keysight Flash 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 276.
- 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 \ Keysight Flash 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 276.
- 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 276.
- 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 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 32.

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 (NISPOМ).

Необходимо подтвердить безопасную очистку. По завершении безопасной очистки осциллограф будет перезагружен.

19 Печать (экранов)

Печать экрана осциллографа / 281

Настройка подключения сетевого принтера / 283

Установка значений параметров печати / 284

Установка значения параметра "Палитра" / 285

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.

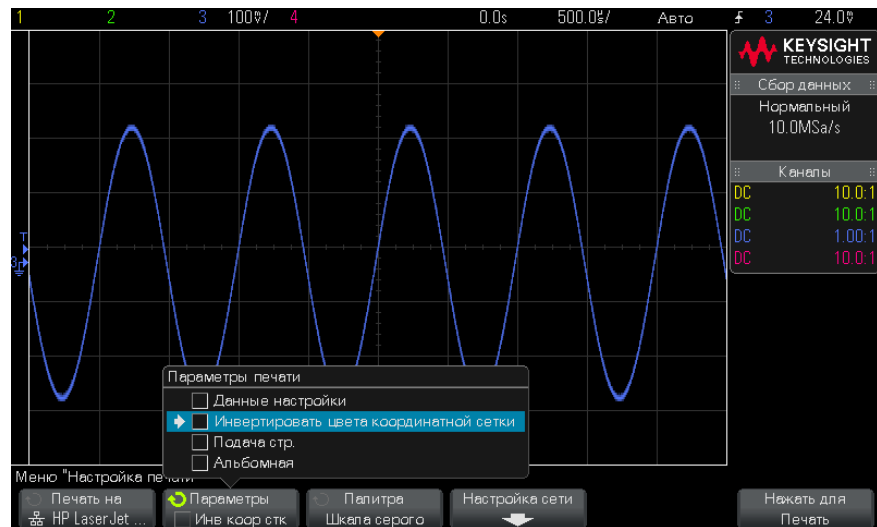
Обновленный список принтеров, совместимых с осциллографами InfiniiVision, доступен на веб-сайте www.keysight.com/find/InfiniiVision-printers.

- Настройте подключение сетевого принтера. См. "**Настройка подключения сетевого принтера**" на странице 283.

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 284.

- 5 Нажмите программную кнопку **Палитра** для выбора палитры. См. **“Установка значения параметра “Палитра””** на странице 285.
- 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 304.

См. также • **“Добавление пояснения”** на странице 305

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.

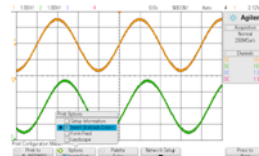
Установка значений параметров печати

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 /	287
Настройка подключения осциллографа к сети LAN /	288
Диспетчер файлов /	291
Настройка параметров осциллографа /	293
Настройка часов осциллографа /	296
Настройка источника для разъема TRIG OUT на задней панели /	297
Выполнение обслуживания /	298
Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) /	304
Добавление пояснения /	305

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 288.
- **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. 309 (когда осциллограф подключен к сети LAN).
 - "**Дистанционное программирование через Web-интерфейс**" на странице 315
 - *Руководство программиста* осциллографа.
 - "**Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries**" на странице 316

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 289). Можно настроить и прямое соединение LAN между осциллографом и ПК (см. раздел "**Автономное (прямое) подключение к ПК**" на странице 290).

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. 309.

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 322.

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 (*.cab), файлы метки и т.д. Кроме того, с подключенного USB-накопителя можно удалять файлы.

ЗАМЕЧАНИЕ

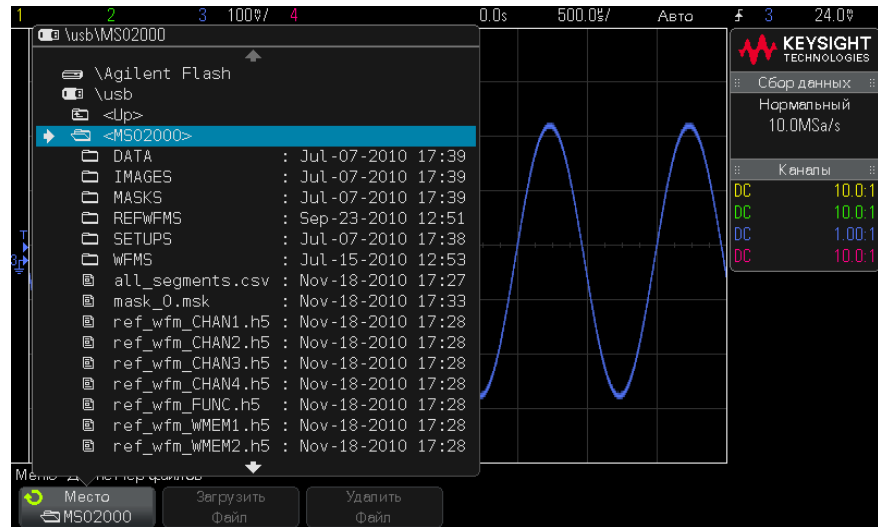
Порт USB на лицевой панели и порт USB на задней панели, обозначенный как "HOST" (ХОСТ) – это последовательные USB разъемы типа A. Именно к этим разъемам можно подключать USB-накопители и принтеры.

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 "\Keysight Flash", 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/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 269

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 293
- **"Отключение/включение прозрачных фонов"** на странице 294
- **"Загрузка библиотеки меток по умолчанию"** на странице 294
- **"Настройка экранной заставки"** на странице 294
- **"Установка параметров настройки автомасштаба"** на странице 295

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 141.

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 кнопку **[Utility] (Утилиты) > Параметры > Задняя панель.**

Если программная клавиша **Задняя панель** не отображается, это означает, что ни проверка маски, ни генератор формы сигнала не лицензированы, а триггеры осциллографа отправляются по умолчанию TRIG OUT.

2 В меню "Задняя панель" выберите **Выход зап.**, а затем с помощью ручки ввода выберите нужный пункт в списке

- **Запуски** — при каждом запуске осциллографа на разъеме TRIG OUT возникает 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 Ω . См. **Глава 10**, "Типы запуска," на стр. 143.
- **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. 239.
- **Синхроимпульс генератора сигналов** — Все функции вывода сигналов (кроме постоянного тока и шума) связаны с одним из сигналов синхронизации.
 - Для сигналов синусоид, пилообразных сигналов и импульсов сигналом синхронизации является прямоугольная волна с рабочим циклом 50%.
 - Для сигналов с прямоугольной формой сигналом синхронизации является прямоугольная волна, рабочий цикл которой совпадает с главным выходом.

Сигналом синхронизации генератора будет TTL с высоким значением, если на выходе сигнал положительный относительно нуля вольт (или значения смещения постоянной составляющей). Сигналом синхронизации будет TTL с низким значением, если на выходе сигнал отрицательный относительно нуля вольт (или значения смещения постоянной составляющей).

См. [Глава 17](#), “Генератор сигналов,” на стр. 257.

Кроме того, разъем TRIG OUT проводит сигнал пользовательской калибровки. См. [“Пользовательская калибровка”](#) на странице 298.

Выполнение обслуживания

В меню "Обслуживание" (**[Utility] (Утилиты) > Обслуживание**) доступно выполнение следующих задач по обслуживанию:



- [“Пользовательская калибровка”](#) на странице 298
- [“Выполнение самопроверки оборудования”](#) на странице 301
- [“Выполнение самопроверки лицевой панели,”](#) на странице 302
- [“Отображение сведений об осциллографе”](#) на странице 302
- [“Отображение состояния пользовательской калибровки”](#) на странице 302

Дополнительные сведения, связанные с техническим обслуживанием и уходом за осциллографом, см. в разделе

- [“Уход за осциллографом”](#) на странице 302
- [“Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания”](#) на странице 303
- [“Контактные сведения Keysight”](#) на странице 303
- [“Возврат устройства”](#) на странице 303

Пользовательская калибровка

Пользовательскую калибровку следует выполнять:

- раз в 2 года или после 4000 часов эксплуатации;
- при отклонении температуры окружающей среды больше, чем на 10° С от температуры калибровки;
- при необходимости свести к минимуму погрешность измерений.

Необходимость выполнения более частой пользовательской калибровки определяется интенсивностью эксплуатации осциллографа, условиями окружающей среды, а также опытом работы с другими приборами.

При пользовательской калибровке выполняется процедура внутренней самонастройки для оптимизации сигнального тракта осциллографа. Эта процедура использует генерируемые осциллографом внутренние сигналы для оптимизации схем, влияющих на чувствительность каналов, смещение и параметры запуска.

Выполнение пользовательской калибровки аннулирует действие Сертификата калибровки. Если 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.

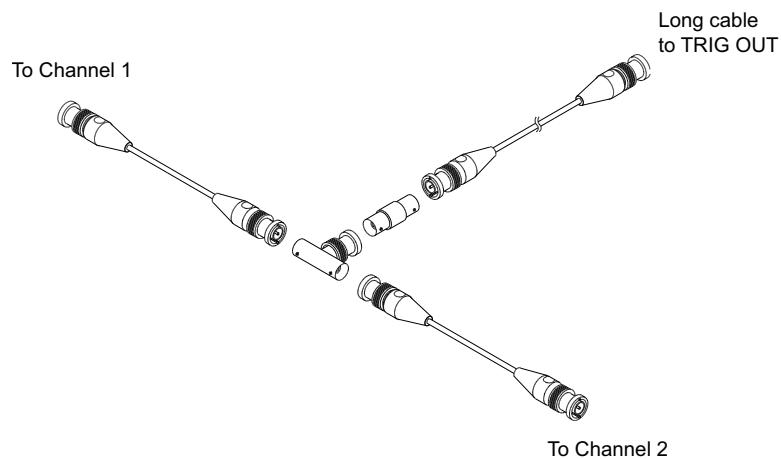


Рис. 48 Соединение кабелей для пользовательской калибровки двухканального осциллографа

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.

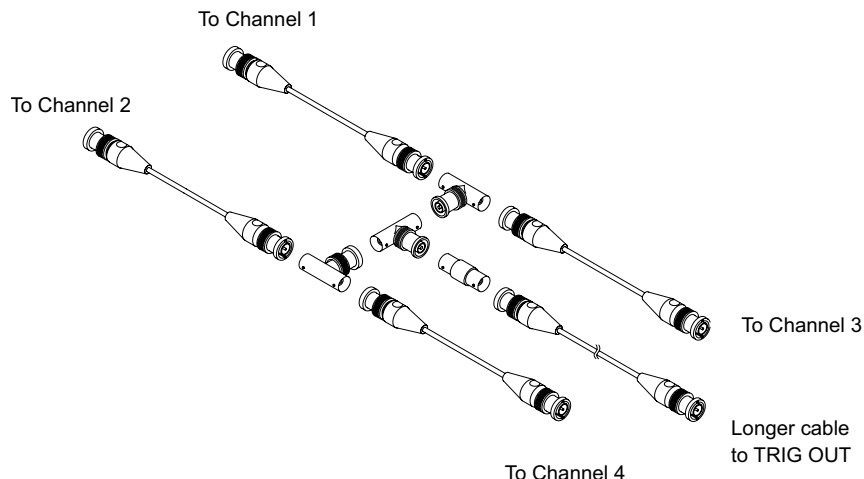


Рис. 49 Соединение кабелей для пользовательской калибровки четырехканального осциллографа

- 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 надлежащей работы осциллографа.

Выполнение самопроверки лицевой панели,

Нажав кнопку **[Utility] (Утилиты) > "Обслуживание" > "Самопроверка лицевой панели"**, можно выполнить проверку функционирования кнопок и ручек лицевой панели, а также экрана осциллографа.

Следуйте инструкциям на экране.

Отображение сведений об осциллографе

Нажмите кнопку **[Help] > 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 модернизация осциллографа"** на странице 328.

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.

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. 213.
 - **Быстрая печать** — печать текущего изображения на экране. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры печати. См. [Глава 19](#), "Печать (экранов)," на стр. 281.
 - **Быстрое сохранение** — сохранение текущего изображения, данных формы сигнала или настройки. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры сохранения. См. [Глава 18](#), "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 269.
 - **Быстрое восстановление** — восстановление настройки, маски или опорного сигнала. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры восстановления. См. [Глава 18](#), "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 269.
 - **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 136.
 - **Режим быстрого запуска** — переключение режимов запуска "Авто" и "Нормальный". См. ["Выбор режима запуска: "Авто" или "Нормальный"'"](#) на странице 178.

- **Быстрый сброс экрана** — сброс изображения на экране. См. **“Очистка экрана”** на странице 134.

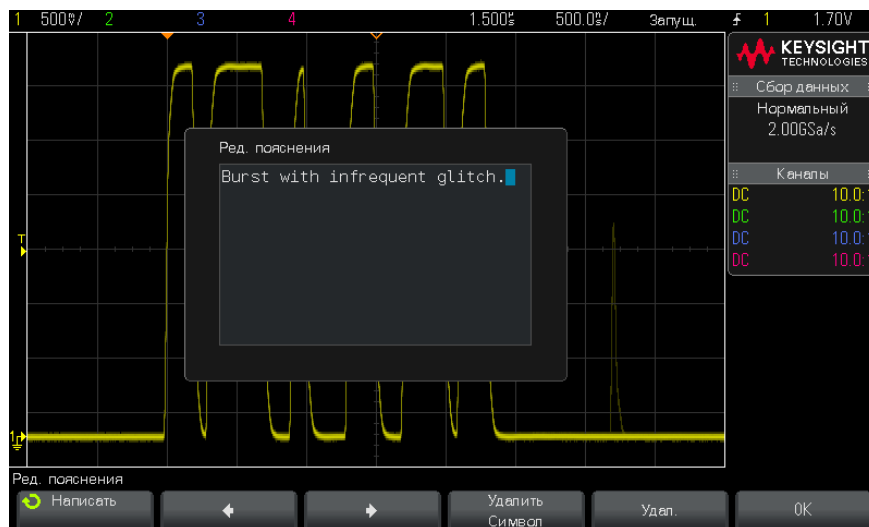
Настроив кнопку **[Quick Action] (Быстрое действие)**, достаточно просто нажать ее, чтобы выполнить выбранное действие.

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":

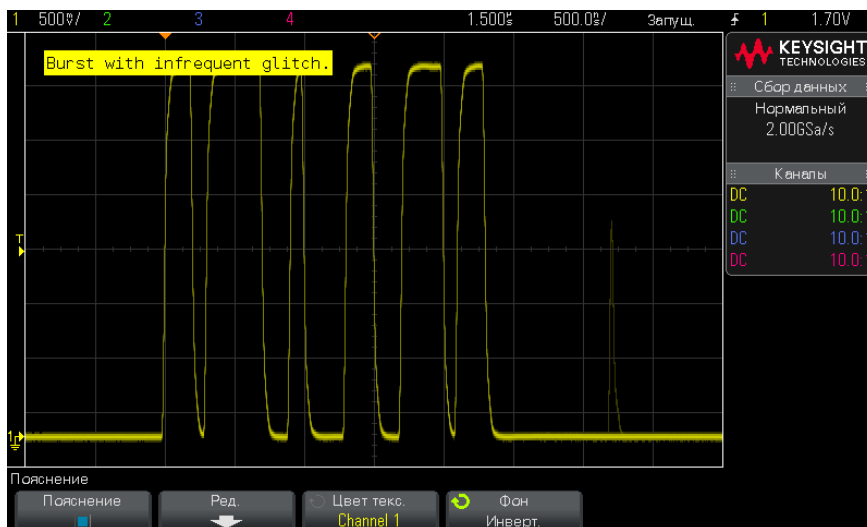


- Используйте программные кнопки **Написать**, ,  и **Удалить символ** для ввода текста аннотации:
 - **Написать**- нажмите эту программную кнопку и поверните ручку ввода, чтобы выбрать символ в текущей позиции.
 -  – нажмите эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего 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 **ОК** 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 271
 - “Печать экрана осциллографа” на странице 281

21 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу /	310
Управление осциллографом с помощью Web-браузера /	311
Сохранение/восстановление /	317
Get Image /	319
Функции идентификации /	320
Средства измерения /	320
Установка пароля /	322

Если на осциллографе Keysight InfiniiVision серии X установлен дополнительный модуль DSOXLAN LAN/VGA, то с помощью веб-браузера, работающего с приложениями Java™, можно получить доступ к встроенному веб-серверу осциллографа. Благодаря веб-интерфейсу осциллографа можно выполнять следующие действия:

- Просмотр сведений об осциллографе, как то: номер модели, серийный номер, имя хоста, IP-адрес и связующая строка VISA (адрес).
- Управление осциллографом с помощью удаленной лицевой панели.
- Отправка команд SCPI (стандартных команд для программируемых средств измерения) для удаленного программирования посредством окна "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.

- Просмотр списка установленных модулей, просмотр версий микропрограмм, установка файлов обновления микропрограммы и просмотр состояния калибровки (на странице средств измерения).
- Просмотр и изменение сетевых настроек осциллографа.

В веб-интерфейсе осциллографа InfiniiVision серии X имеется справочная информация по каждой его странице.

Для связи с осциллографом и управления им рекомендуется веб-браузер Microsoft Internet Explorer. Стабильная работа других веб-браузеров с данным осциллографом не гарантируется. Веб-браузер должен поддерживать подключаемый модуль Java от компании Sun Microsystems™.

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 289) или установите прямое соединение (см. **“Автономное (прямое) подключение к ПК”** на странице 290).

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.

Welcome Page

Browser Web Control

Save/Recall

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Print Page

Help with this Page

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Oscilloscope

Support | Products | Keysight Site

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.

© Keysight Technologies, Inc. 2006-2014

LXI



Управление осциллографом с помощью Web-браузера

Страница Web-интерфейса Browser Web Control обеспечивает доступ к следующим экранам:

- Дистанционная передняя панель Real Scope (см. **“Дистанционная передняя панель Real Scope”** на странице 312).
- Дистанционная передняя панель Simple (см. **“Дистанционная передняя панель Simple”** на странице 313).
- удаленная лицевая панель на основе браузера (см. раздел **“Удаленная лицевая панель на основе браузера”** на странице 314).

Осциллографы Keysight InfiniiVision 2000 серии X Руководство пользователя

311

- Апплет-окно команд SCPI для дистанционного программирования (см. [“Дистанционное программирование через Web-интерфейс”](#) на странице 315).

ЗАМЕЧАНИЕ

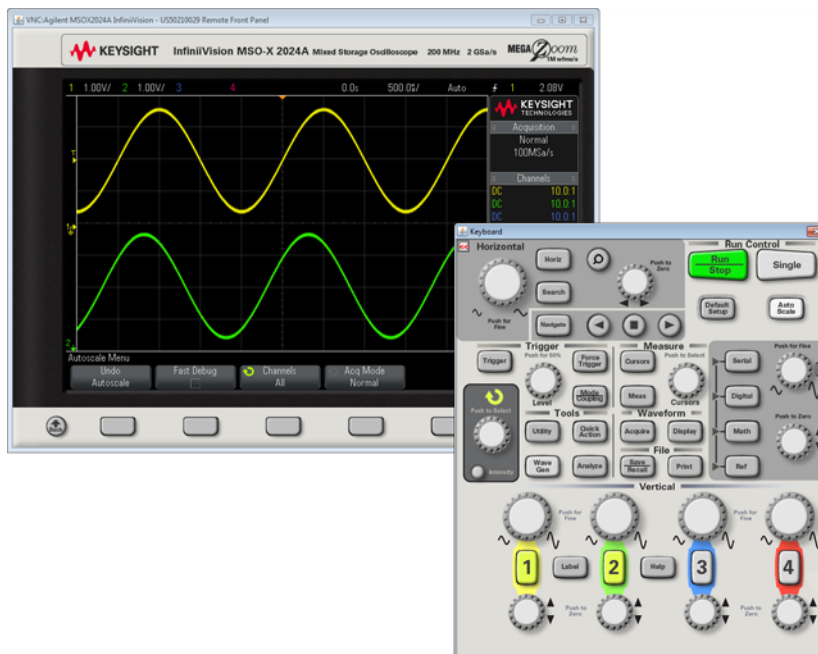
Если на вашем компьютере не установлен программный модуль Java, то на экране появится предложение установить программный модуль Sun Microsystems Java. Этот программный модуль должен быть установлен для управления из окна дистанционной передней панели.

Окно команд SCPI полезно для проверки команд или интерактивного ввода нескольких команд. При составлении программ для автоматического управления осциллографом вы можете пользоваться пакетом библиотечных программ Keysight IO Libraries из такой среды программирования, как Microsoft Visual Studio (см. [“Дистанционное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries”](#) на странице 316).

Дистанционная передняя панель Real Scope

Для управления осциллографом с помощью дистанционной передней панели (Remote Front Panel) Web-интерфейса действуйте следующим образом:

- 1 Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел [“Доступ к веб-интерфейсу”](#) на странице 310).
- 2 Когда на экране появится Web-страница осциллографа, выберите пункт **Browser Web Control**, затем выберите пункт **Real Scope Remote Front Panel..** Через несколько секунд на экране появляется окно дистанционной передней панели (Remote Front Panel).
- 3 Для управления осциллографом пользуйтесь экранными клавишами и ручками, как на обычной передней панели. Чтобы повернуть ручку, ухватите ее мышью за ободок.

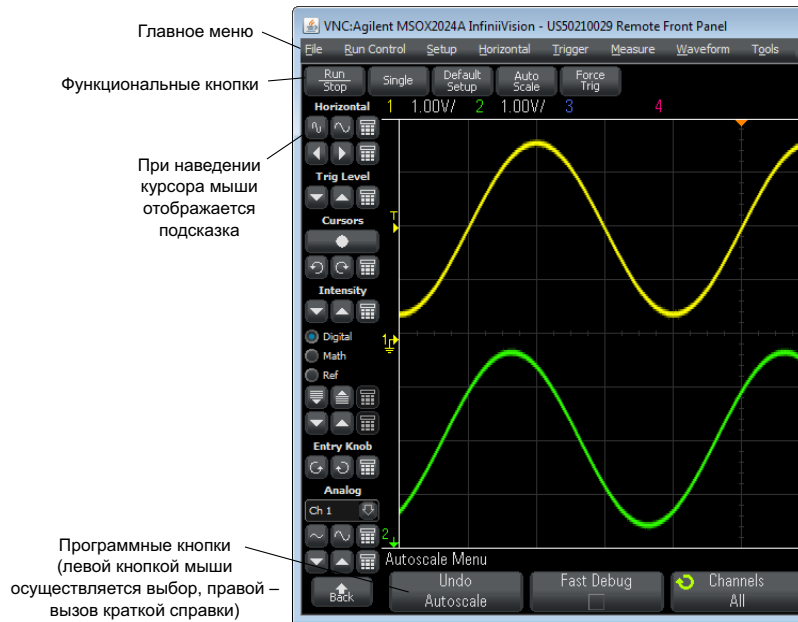


Дистанционная передняя панель Simple

Для управления осциллографом с помощью дистанционной передней панели Simple действуйте следующим образом:

- 1 Обратитесь к Web-интерфейсу осциллографа (см. раздел **“Доступ к веб-интерфейсу”** на странице 310).
- 2 Когда на экране появится Web-страница осциллографа, выберите пункт **Browser Web Control**, затем выберите пункт **Simple Remote Front Panel**. Через несколько секунд на экране появляется окно дистанционной передней панели (Remote Front Panel).
- 3 Для управления осциллографом пользуйтесь главным меню и функциональными клавишами. Чтобы вызвать оперативную справку (Quick Help), нажмите правую кнопку мыши на функциональной клавише.

21 Веб-интерфейс



Разрешение монитора и прокрутка изображения

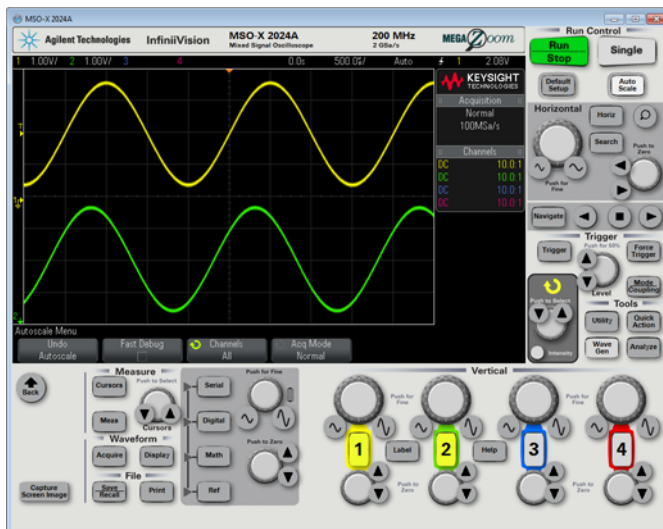
Когда монитор удаленного компьютера имеет разрешение 800 x 600 или более низкое, то приходится пользоваться полосами прокрутки экрана, чтобы иметь полный доступ к дистанционной передней панели. Чтобы получить на экране полное изображение дистанционной передней панели без полос прокрутки, монитор удаленного компьютера должен обладать разрешением выше 800 x 600.

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 310).
2. Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала элемент **Browser Web Control** (Управление с помощью браузера), а затем **Browser-Based 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.

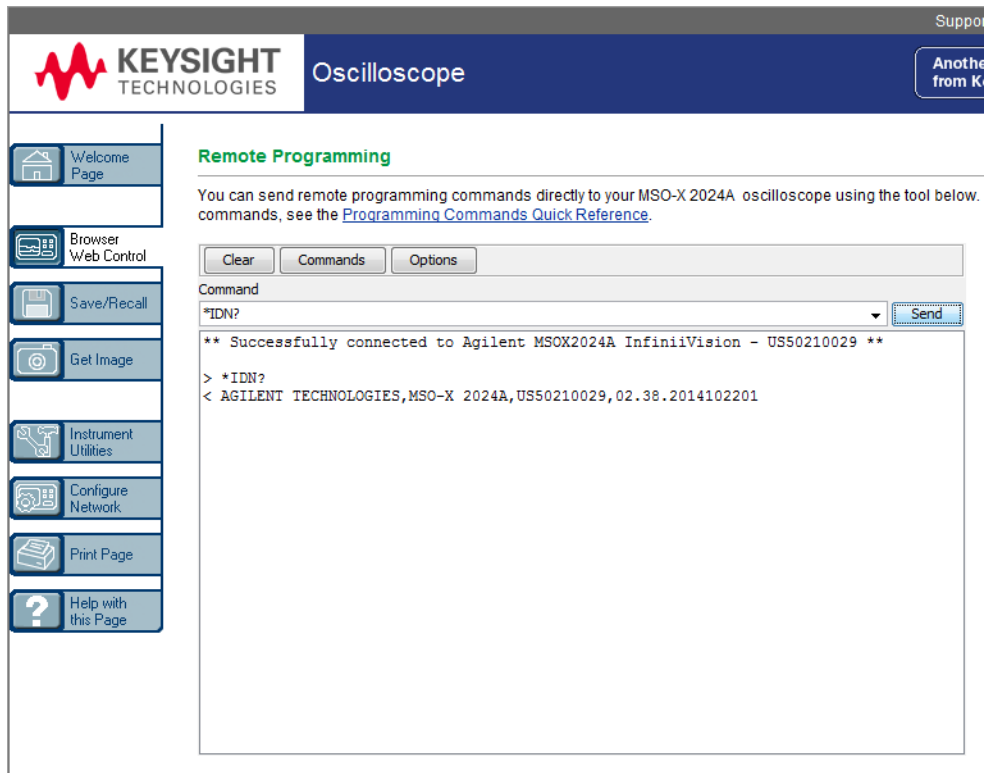


Дистанционное программирование через Web-интерфейс

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 310).
- 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

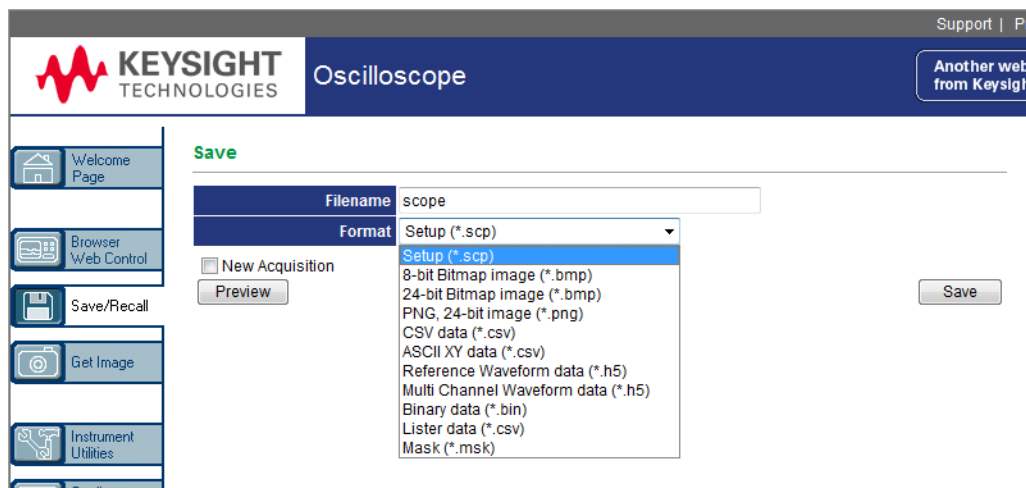
С помощью веб-интерфейса осциллографа можно сохранять на ПК файлы настройки, изображения экрана, файлы данных сигналов или файлы маски (см. раздел **“Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса”** на странице 317).

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 318).

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 310).
- 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".

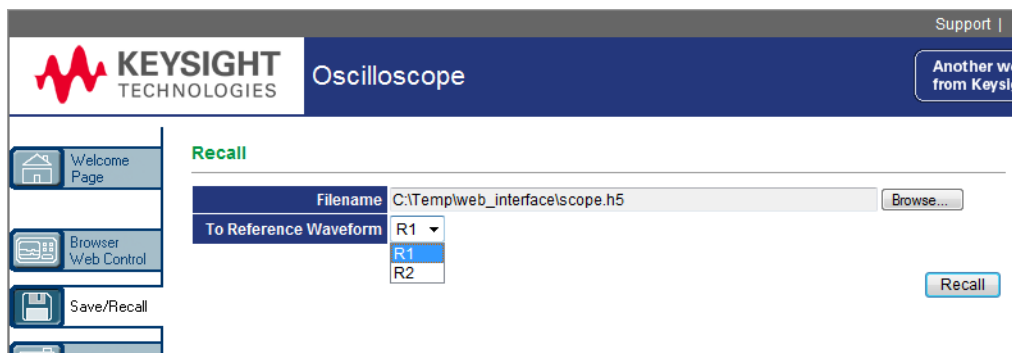
- e В диалоговом окне "Сохранить как" перейдите к папке, в которую нужно сохранить данный файл, и нажмите кнопку **Save**.

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 310).
- 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.

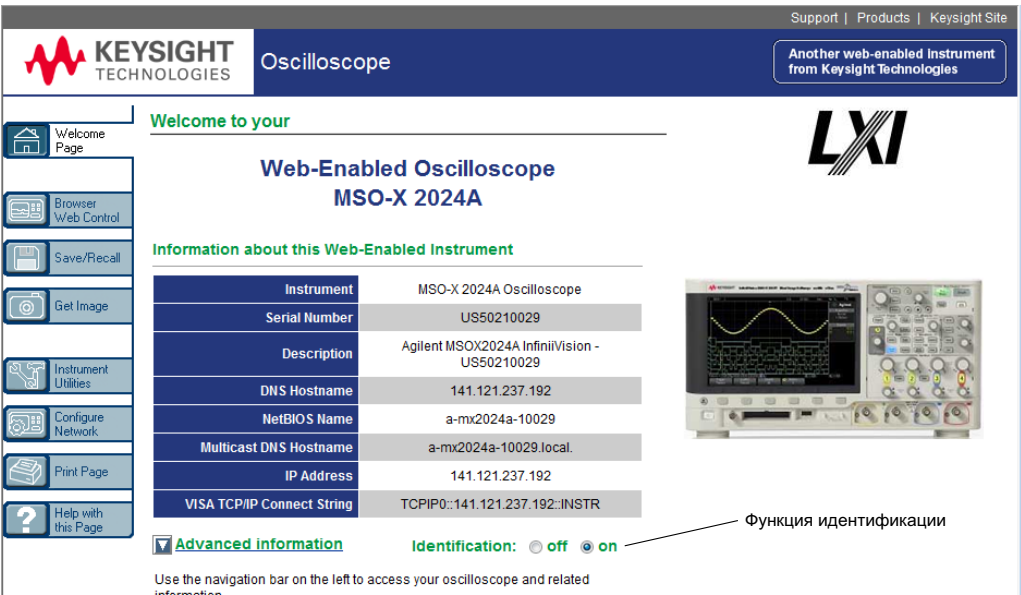
- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел **“Доступ к веб-интерфейсу”** на странице 310).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, в левой части стартовой страницы выберите вкладку **Get Image**. Через несколько секунд появится изображение экрана осциллографа.
- 3 Щелкните изображение 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 310).
- 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**.



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

Welcome Page

Browser Web Control

Save/Recall

Get Image

Instrument Utilities

Configure Network

Print Page

Help with this Page

Instrument Utilities

Installed Options

Installed Options

Firmware Version

Calibration Status

Installed Options

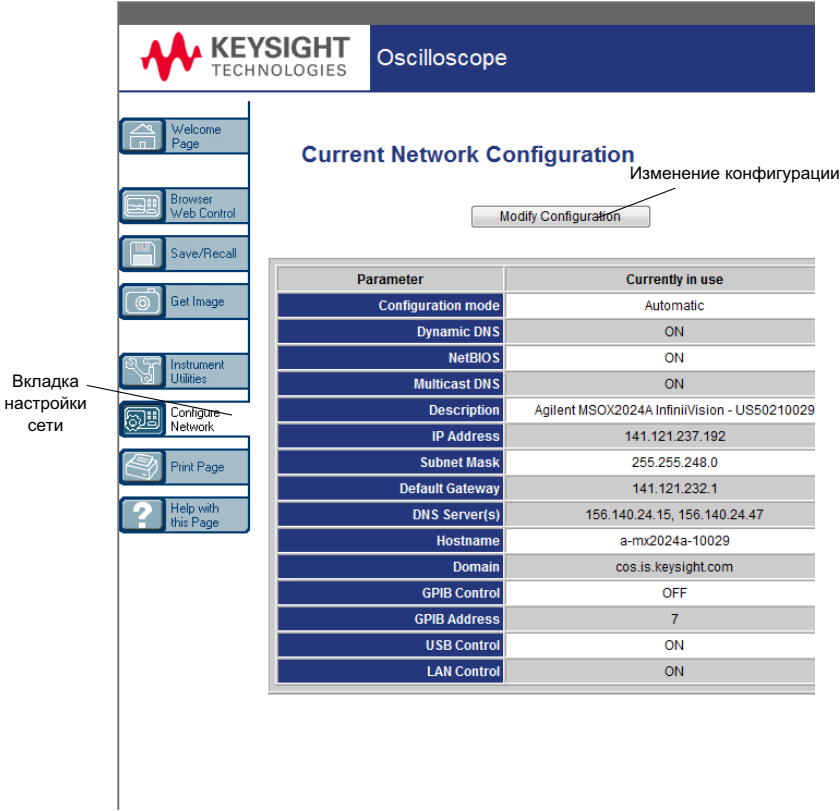
License	Description	Installed
MSO	MSO	Yes
MEMUP	Acq Memory Max	Yes
EMBD	Embedded serial decode and trigger	Yes
AUTO	Automotive serial decode and trigger	Yes
COMP	UART/RS232 serial decode and trigger	Yes
SGM	Segmented Memory	Yes
MASK	Mask limit testing	Yes
BW20	200MHz Bandwidth	Yes
BW10	100MHz Bandwidth	No
EDK	Education kit license	Yes
WAVEGEN	WaveGen license	Yes
DVM	Digital Voltmeter	Yes
ASV	ASV	Yes
SCPIPS	Infiniium 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 310).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, на стартовой странице выберите вкладку "Configure Network".
- 3 Нажмите кнопку **Modify Configuration**.



4 Введите подходящий пароль и нажмите кнопку **Apply Changes**.

Support | Product



Oscilloscope

Another web-page from Keysight Technologies

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	☐ OFF ☒ ON
IP Settings to use in non automatic mode:		
IP Address	141.121.237.192	141.121.237.192
Subnet Mask	255.255.248.0	255.255.248.0
Default Gateway	141.121.232.1	141.121.232.1
Name service settings:		
Hostname	a-mx2024a-10029	a-mx2024a-10029 * <i>Requires reboot to take effect.</i>
DNS Server	156.140.24.15	156.140.24.15
Multicast DNS	ON	☐ OFF ☒ ON
Other settings:		
Description	Agilent MSOX2024A InfiniiVision - US50210029	Agilent MSOX2024A InfiniiVision - I *
Password		Keysight
GPIO Address	7	7

*Set to blank for factory default value

Введите
пароль

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**.

324

Осциллографы Keysight InfiniiVision 2000 серии X Руководство пользователя

22 Справочные материалы

Технические характеристики /	325
Категория измерения /	325
Внешние условия /	327
Пробники и приспособления /	328
Загрузка лицензий и модернизация осциллографа /	328
Обновления для ПО и микропрограмм /	331
Формат двоичных данных (.bin) /	331
Файлы CSV и ASCII XY /	339
Acknowledgements /	341

Технические характеристики

Обновленные технические характеристики осциллографов 2000 серии X см. в справочном листке по адресу www.keysight.com/find/2000X-Series

Категория измерения

- **"Категория измерения осциллографа"** на странице 325
- **"Определения категории измерения"** на странице 326
- **"Максимальное входное напряжение"** на странице 326

Категория измерения осциллографа

Осциллографы InfiniiVision не предназначены для использования в измерениях категории II, III или IV.

ОСТОРОЖНО

Используйте этот прибор только для измерений в пределах своей определенной категории измерения (не рассчитанных на CAT II, III, IV). Не допускается переходные перенапряжения.

Определения категории измерения

Категория измерения «Без оценки для CAT II, III, IV» предназначена для измерений, выполняемых в цепях, не связанных напрямую с MAINS. 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 среднеквадратических В

ВНИМАНИЕ

При измерении напряжений свыше 30 В используйте зонд 10:1.

ВНИМАНИЕ

Предельное напряжение на входе цифрового канала
±40 пиковых В

Внешние условия

Окружающая среда	Использовать только внутри помещения.
Температура окружающей среды	рабочая: от 5 °C до +55 °C, нерабочая: от –40 °C до +71 °C
Влажность	рабочая: относительная, до 80% при температуре +40 °C и ниже, до 45% при температуре до +50 °C; нерабочая: относительная, до 95% при температуре до +40 °C. до 45% при температуре до +50 °C;
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	Степень загрязнения 1. Отсутствие загрязнения или наличие только случайных сухих, непроводящих загрязнений. На работу прибора такие загрязнения не влияют. Пример: Чистая комната или офисное помещение с контролируемой атмосферой. Степень загрязнения 2. Как правило, возникновение только случайных сухих, непроводящих загрязнений. Изредка может возникать временная проводимость, вызываемая конденсацией загрязнений. Пример: Обычная среда внутри помещения. Степень загрязнения 3. Возникновение проводящих или сухих непроводящих загрязнений, становящихся проводимыми из-за ожидаемой конденсации. Пример: Закрытая внешняя среда.
---------------------------------	--

Пробники и приспособления

Список пробников и приспособлений, совместимых с осциллографами 2000 серии X см. в спецификации на веб-странице по адресу:

www.keysight.com/find/2000X-Series

Поскольку разъем BNC осциллографов 2000 серии X не оснащен кольцом, предназначенным для определения пробника, коэффициент затухания пробника следует задать вручную. См. **“Настройка параметров пробника аналогового канала”** на странице 69.

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 модернизация осциллографа

- **“Лицензионные опции”** на странице 329

- “Другие опции” на странице 330
- “Модернизация осциллографа до уровня MSO” на странице 331

Лицензионные опции

Многие из перечисленных ниже лицензионных опций можно легко установить без возврата осциллографа в сервисный центр. Не все опции могут быть установлены на всех моделях. За подробностями обращайтесь к бюллетеню технических данных.

Таблица 4 Лицензионные опции

Опция	Описание	Номер модели после приобретения осциллографа
AUTO	Запуск и декодирование сигналов последовательных шин автомобильной электроники (CAN, LIN).	Заказать DSOX2AUTO.
COMP	Запуск и декодирование сигналов последовательных шин компьютеров (RS232/422/485/UART).. Обеспечивает возможности запуска и декодирования многих протоколов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), в том числе RS232 (рекомендованный стандарт 232).	Заказать DSOX2COMP.
DVM	Цифр. вольтметр Обеспечивает измерение напряжения с точностью до 3 знаков и частоты с точностью до 5 знаков с помощью любого аналогового канала.	Теперь стандарт.
EDK	Учебный комплект Обеспечивает тренировочные сигналы на выводах Демо осциллографа и лабораторное руководство для учебных целей.	Теперь стандарт.
EMBD	Встроенный последовательный запуск и анализ (I2C, SPI).	Заказать DSOX2EMBD.
MASK	Опция испытаний на соответствие маске Позволяет создавать маску и испытывать сигналы на предмет соответствия их маске.	Заказать DSOX2MASK.

Таблица 4 Лицензионные опции (продолжение)

Опция	Описание	Номер модели после приобретения осциллографа
mem4M	Модернизация памяти. Демонстрирует полную глубину памяти (4 Мвыб для перемежающихся выборок).	Заказать DS0X2PLUS (включая предыдущий DS0X2MEMUP).
MSO	Опция осциллографа смешанных сигналов (MSO) Обеспечивает модернизацию DSO до уровня MSO. Добавляет 8 цифровых каналов. При этом не требуется устанавливать дополнительное оборудование.	Заказать DS0X2MSO. С лицензией MSO поставляется комплект кабеля цифрового пробника.
PLUS	2000 X-Series Улучшения Предоставляет дополнительные математические функции, триггеры, измерения, память, сегментированную память и частоту обновления сигнала.	Заказать DS0X2PLUS.
RML	Регистрации удаленных команд	Теперь стандарт.
SGM	Сегментированная память. Позволяет регистрировать нерегулярные и пакетные сигналы за счет устранения регистрации периодов отсутствия активности сигнала.	Заказать DS0X2PLUS (включая предыдущий DS0X2SGM).
WAVEGEN	Генератор сигналов	Заказать DS0X2WAVEGEN.

Другие опции

Таблица 5 Опция калибровки

Опция	Заказ
A6J	Калибровка согласно стандарту ANSI Z540

Модернизация осциллографа до уровня MSO

Для активизации цифровых каналов осциллографа, который не был первоначально заказан в качестве осциллографа смешанных сигналов (MSO), можно установить соответствующую лицензию. Осциллограф смешанных сигналов имеет аналоговые каналы плюс 8 коррелированных по времени цифровых каналов.

За информацией по модернизации вашего осциллографа путем лицензирования обращайтесь в местное представительство компании Keysight Technologies или по адресу: www.keysight.com/find/2000X-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/2000X-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 291). Можно также воспользоваться страницей инструментов веб-интерфейса осциллографа (см. раздел **“Средства измерения”** на странице 320).

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 333).

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/2000X-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: • 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 равное четырем означает, что в записи сигнала каждая его точка усреднена как минимум четыре раза. По умолчанию это значение – 0.
Диапазон отображения X	А 32-битное плавающее число, означающее длительность отображаемого сигнала по оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность прохождения сигнала по экрану. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало отображения X	64-битное двойное число, являющееся значением оси X с левого края экрана. Для сигналов временных интервалов это время начала отображения. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Приращение X	64-битное двойное число, означающее временной интервал между точками данных на оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность интервала между точками. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало X	64-битное двойное число, являющееся значением первой точки в записи данных по оси X. Для сигналов временных интервалов это время отображения первой точки. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Единицы X	32-битное целое, определяющее единицы измерения значений полученных данных по оси X. • 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: • 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.

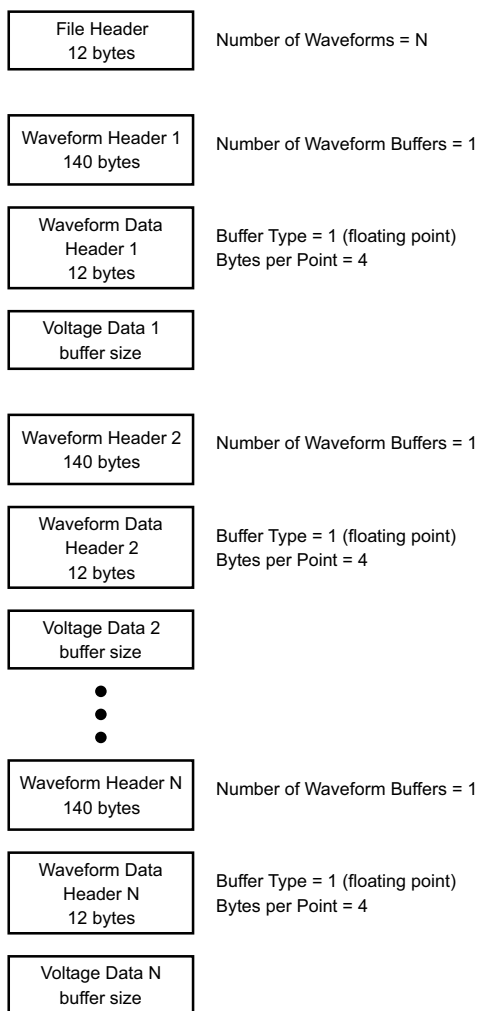
Размер буфера	32-битное целое, означающее размер буфера, необходимый для удержания точек данных.
---------------	--

Пример программы для чтения двоичных данных

Программу для чтения двоичных данных можно найти, набрав в веб-браузере адрес www.keysight.com/find/2000X-Series-examples и выбрав элемент "Пример программы для чтения двоичных данных".

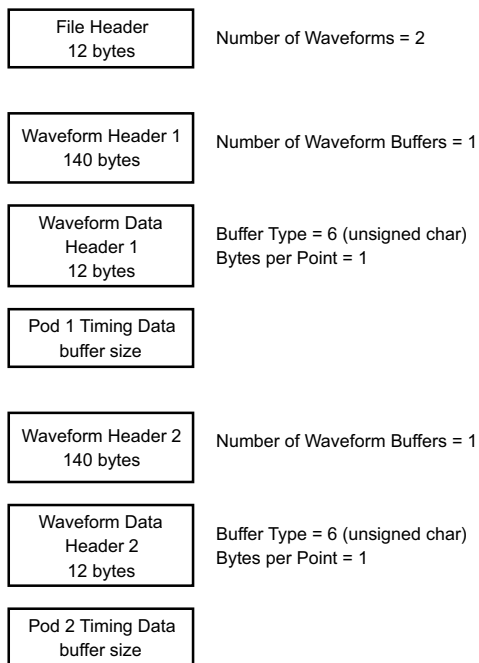
Примеры двоичных файлов

Сбор данных нескольких аналоговых каналов за один цикл	На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл одного цикла сбора с данными нескольких каналов.
--	--



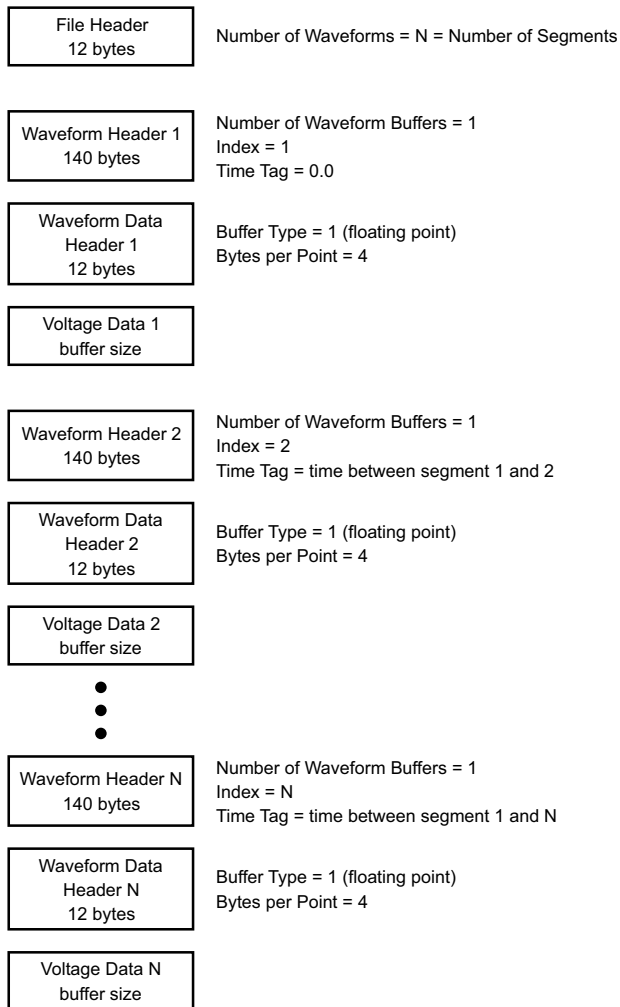
Сбор данных
всех модулей
логических
каналов за один
цикл

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 340
- “Минимальное и максимальное значения в файлах CSV” на странице 340

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.

Acknowledgements

Таблица 6 Third Party Software

Software	Description and Copyright	License ¹
7-zip	Copyright (C) 1999-2016 Igor Pavlov.	GNU LGPL + unRAR restriction
Boost Libraries	Copyright © 2008 Beman Dawes, Rene Rivera	Boost Software License (BSL-1.0)
CUPS	The CUPS and CUPS Imaging libraries are developed by Apple Inc. and licensed under the GNU Library General Public License ("LGPL"), Version 2. Copyright 2007-2016 by Apple Inc.	GNU Library General Public License ("LGPL"), Version 2
HDF5	HDF5 was developed by The HDF Group and by the National Center for Supercomputing Applications at the University of Illinois at Urbana-Champaign. Copyright 2006-2016 by The HDF Group. Copyright 1998-2006 by the Board of Trustees of the University of Illinois.	BSD-style open source
jQuery	Copyright 2012 jQuery Foundation and other contributors http://jquery.com/	MIT License
libmspack	Copyright: © 2003-2013 Stuart Caie Source code can be obtained from the third party or by contacting Keysight. Keysight will charge for the cost of physically performing the source distribution.	Lesser or Library General Public License version 3.0 (LGPLv3)
libpng	Copyright (c) 1998-2002,2004,2006-2016 Glenn Randers-Pehrson (Version 0.96 Copyright (c) 1996, 1997 Andreas Dilger) (Version 0.88 Copyright (c) 1995, 1996 Guy Eric Schalnat, Group 42, Inc.)	libpng specific
mDNSResponder	The mDNSResponder library is developed by Apple Inc. and licensed under the Apache License, Version 2.0. Copyright (c) 1997-2016 Apple Inc. All rights reserved.	Apache License, Version 2.0

Таблица 6 Third Party Software (продолжение)

Software	Description and Copyright	License ¹
noVNC	Copyright (C) 2011 Joel Martin <github@martintribe.org> Source code can be obtained from the third party or by contacting Keysight. Keysight will charge for the cost of physically performing the source distribution.	Mozilla Public License - MPL
RealVNC	Copyright (C) 2002-2005 RealVNC Ltd. All Rights Reserved. This is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version. This software is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details. Source code can be obtained from the third party or by contacting Keysight. Keysight will charge for the cost of physically performing the source distribution.	GNU General Public License
Tabber	Copyright (c) 2006 Patrick Fitzgerald	MIT License
TCLAP	Copyright (c) 2003 Michael E. Smoot	MIT License
time_ce	Copyright (C) 2002 Michael Ringgaard. All rights reserved.	MIT License
U-Boot	(C) Copyright 2000 - 2013 Wolfgang Denk, DENX Software Engineering, wd@denx.de. Source code can be obtained from the third party or by contacting Keysight. Keysight will charge for the cost of physically performing the source distribution.	GNU General Public License (GPL or GPLv2)
WCELIBCEX	File copyright is held by a file author. Files created for the first version of the WCELIBCEX project are copyrighted by (c) 2006 Taxus SI Ltd., http://www.taxussi.com.pl See comment in header of source files for more details.	MIT License
websocketify	Copyright 2010 Joel Martin (github.com/kanaka) Source code can be obtained from the third party or by contacting Keysight. Keysight will charge for the cost of physically performing the source distribution.	Lesser or Library General Public License version 3.0 (LGPLv3)
zlib	Copyright (C) 1995-2013 Jean-loup Gailly and Mark Adler	zlib license

Таблица 6 Third Party Software (продолжение)

Software	Description and Copyright	License ¹
¹ These licenses are located on the Keysight InfiniiVision oscilloscopes manuals CD-ROM.		

Product Markings and Regulatory Information

These symbols are used on the 2000/3000 X-Series oscilloscopes.

Symbol	Description
	Caution, risk of electric shock
	Caution, refer to accompanying documentation
	This symbol indicates separate collection for electrical and electronic equipment mandated under EU law as of August 13, 2005. All electric and electronic equipment are required to be separated from normal waste for disposal (Reference WEEE Directive 2002/96/EC).
	Indicates the time period during which no hazardous or toxic substance elements are expected to leak or deteriorate during normal use. Forty years is the expected useful life of the product.
	The RCM mark is a registered trademark of the Australian Communications and Media Authority.
	The CE mark is a registered trademark of the European Community. ICES / NMB-001 Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB du Canada. This is a marking to indicate product compliance with the Industry Canadian Interference-Causing Equipment Standard (ICES-001). This is also a symbol of an Industrial Scientific and Medical Group 1 Class A product (CISPR 11, Clause 4).
	The CSA mark is a registered trademark of the CSA International.

Symbol	Description
 KCC-REM-ATI- 1ADS0X3000A	South Korean Certification (KC) mark; includes the marking's identifier code which follows this format: MSIP-REM-YYY-ZZZZZZZZZZZZZZ.

Compliance with German Noise Requirements This is to declare that this instrument is in conformance with the German Regulation on Noise Declaration for Machines (Laermangabe nach der Maschinenlaermrrordnung -3.GSGV Deutschland).

Acoustic Noise Emission/Geraeuschemission	
LpA <70 dB Operator position Normal position per ISO 7779	LpA <70 dB am Arbeitsplatz normaler Betrieb nach DIN 45635 t.19

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов CAN / 345

Запуск по CAN / 347

Последовательное декодирование CAN / 349

Настройка осциллографа для сигналов LIN / 355

Запуск по LIN / 356

Последовательное декодирование LIN / 358

Для запуска по CAN/LIN и последовательного декодирования требуется модуль AMS или обновление DSOX2AUTO.

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 **Mode**, затем выберите тип запуска **CAN**.

- 4 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню CAN Signals.



- 5 Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем выберите канал для сигнала CAN.

Автоматически устанавливается метка для канала-источника CAN.

- 6 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.

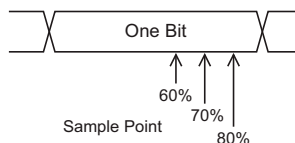
- 7 Нажмите функциональную клавишу **Baud**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать скорость передачи данных, которая согласуется с вашим сигналом шины CAN.

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.

- 8 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.



9 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

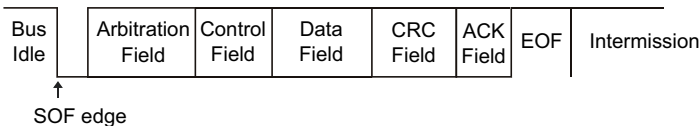
- **Rx** – сигнал Receive от приемопередатчика шины CAN.
- **Tx** – сигнал Transmit от приемопередатчика шины CAN.
- **CAN_L** – реальный сигнал CAN_L дифференциальной шины.
- **Differential (L-H)** – сигналы дифференциальной шины CAN подаются на аналоговый канал с помощью дифференциального пробника. 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 345.

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), 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 349.

Последовательное декодирование CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов CAN"** на странице 345.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по CAN см. раздел **"Запуск по CAN"** на странице 347.

Настройка последовательного декодирования CAN

- 1 Нажмите кнопку **[Serial] (Последовательн.)**, чтобы отобразить меню "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)**.

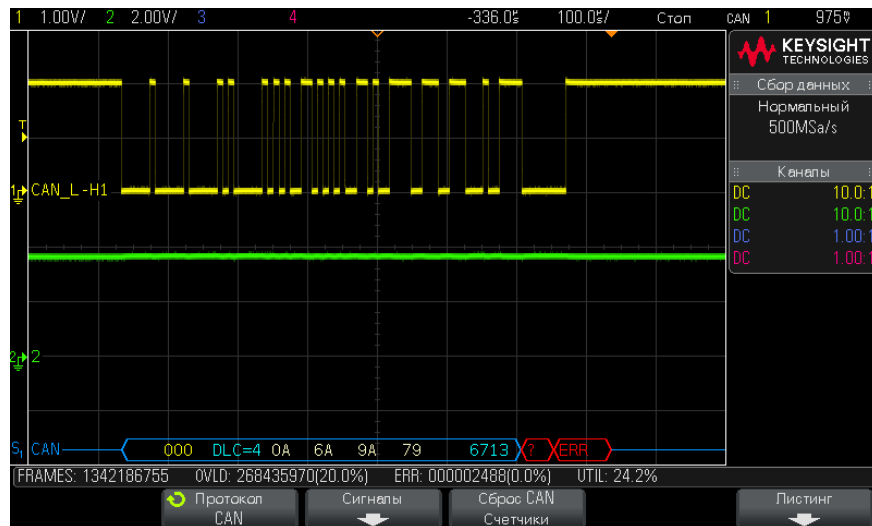
ЗАМЕЧАНИЕ

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 350
 - “Суммирующее устройство CAN” на странице 351
 - “Интерпретация данных CAN Lister” на странице 353
 - “Поиск данных CAN в таблице Lister” на странице 354

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.
- Искривленные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным с пометкой "?".
- Помеченные пакеты с ошибками отображаются красным с пометкой "ERR".

Суммирующее устройство CAN

Суммирующее устройство CAN обеспечивает возможность измерения качества и эффективности работы шины. Суммирующее устройство CAN измеряет общее количество пакетов CAN, количество помеченных пакетов с ошибками, количество пакетов перегрузки, а также загруженность шины.

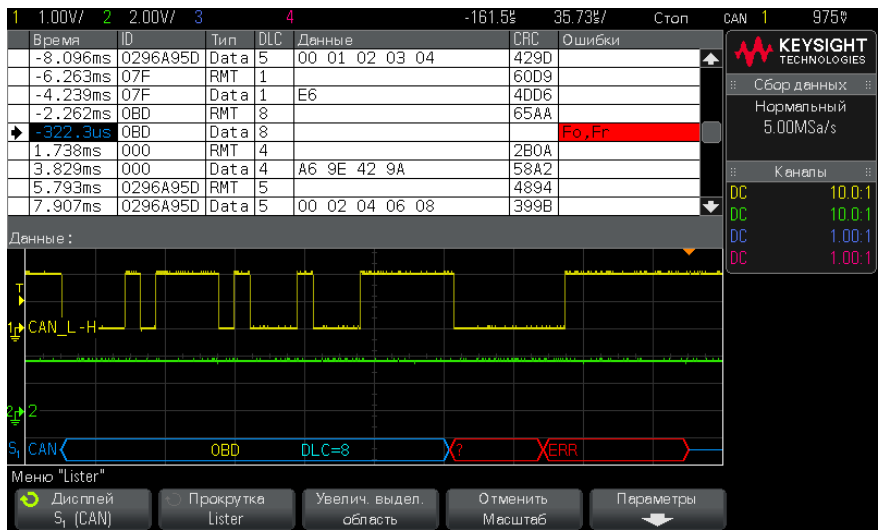


Суммирующее устройство работает постоянно (считая пакеты и высчитывая процентные соотношения), и его показания отображаются, пока выполняется декодирование данных CAN. Суммирующее устройство выполняет расчеты, даже если осциллограф остановлен (сбора данных не ведется). Нажатие кнопки **[Run/Stop] (Пуск/Стоп)** на суммирующее устройство не влияет. При возникновении перегрузки счетчик отображает сообщение **OVERFLOW**. Нажатием программной кнопки **Сброс CAN Счетчики** значения счетчиков обнуляются.

- | | |
|---------------------|---|
| Типы пакетов | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Счетчик FRAMES предоставляет общее количество завершенных пакетов Remote, Data, Overload и активных ошибок. • Счетчик OVLD 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 128.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе **"Навигация по временной развертке"** на странице 63.

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 **Mode**, затем выберите тип запуска **LIN**.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню LIN Signals.



- 5 Нажмите функциональную клавишу **Source**, затем выберите канал для сигнала LIN.

Автоматически устанавливается метка для канала-источника LIN.

- 6 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.

- 7 Нажмите функциональную клавишу **Baud Rate**, чтобы открыть меню LIN Baud Rate.
- 8 Нажмите функциональную клавишу **Baud**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать скорость передачи данных, которая согласуется с вашим сигналом шины LIN.

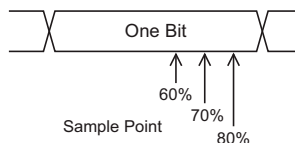
По умолчанию принято значение скорости передачи данных 19,2 кбит/с.

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.

23 Запуск по CAN/LIN и последовательное декодирование

Вы можете установить скорость передачи данных LIN от 2,4 кбит/с до 625 кбит/с с дискретностью 100 бит/с.

- 9 Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню LIN Signals.
- 10 Нажмите функциональную клавишу **Sample Point**, затем вращайте ручку Entry, чтобы выбрать точку выборки, в которой осциллограф считывает битовое значение.



- 11 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.

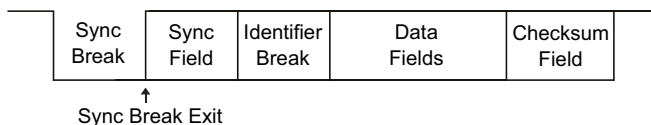
- 12 Нажмите функциональную клавишу **Sync Break** и выберите минимальное количество тактовых импульсов, которое определяет прерывание синхронизации вашего сигнала LIN.

Запуск по LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала LIN, см. раздел **“Настройка осциллографа для сигналов LIN”** на странице 355.

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.



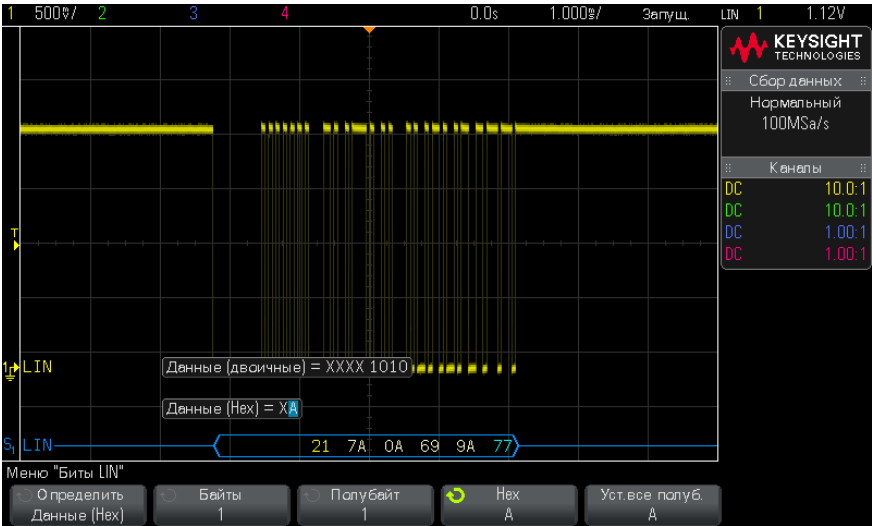
- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] (Триггер)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Запуск** в меню "Запуск", затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать последовательный слот (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.



- 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.

 - 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 358.

Последовательное декодирование LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов LIN"** на странице 355.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по LIN см. раздел **"Запуск по LIN"** на странице 356.

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)**.

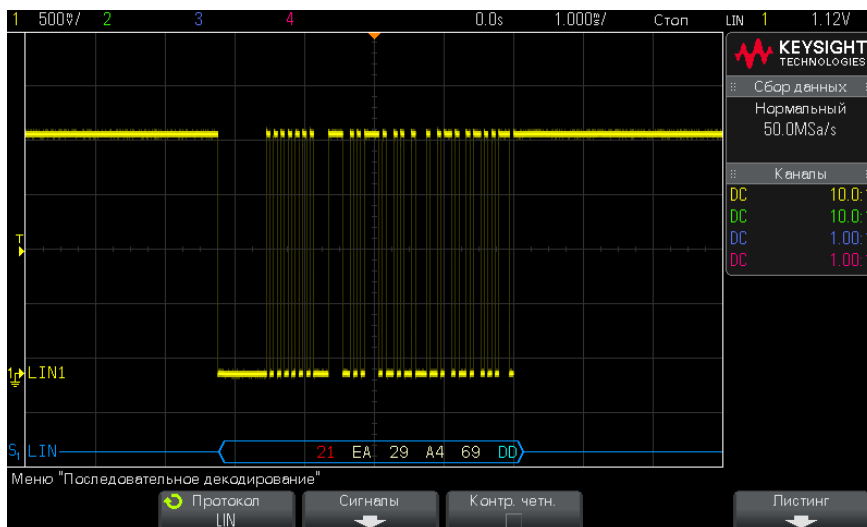
ЗАМЕЧАНИЕ

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 360
 - **"Интерпретация данных LIN Lister"** на странице 361
 - **"Поиск данных LIN в таблице Lister"** на странице 362

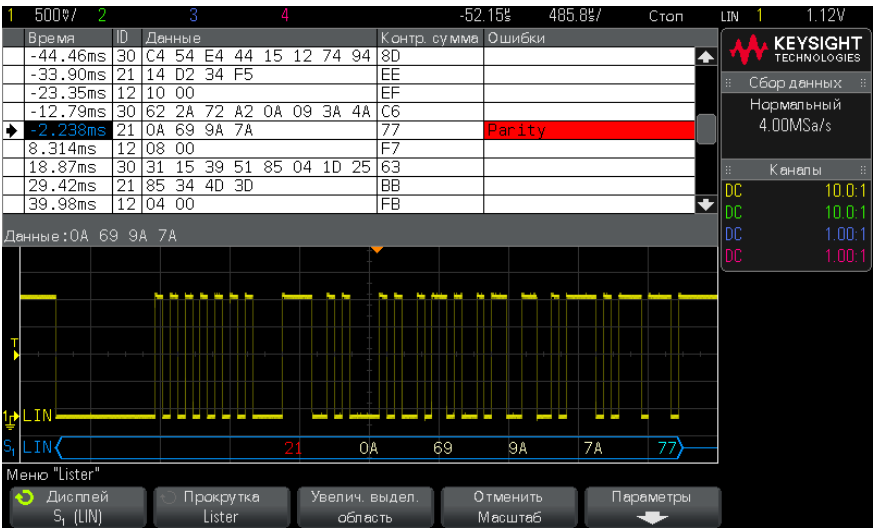
Интерпретация данных декодирования LIN



- 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:

- ИД — ИД пакета.
- Данные — байты данных (только для LIN 1.3).
- Контрольная сумма — (только для LIN 1.3).
- Данные и контрольная сумма — (только для LIN 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 128.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе **"Навигация по временной развертке"** на странице 63.

24 Запуск по I2C/SPI и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 363

Запуск по I2C / 364

Последовательное декодирование I2C / 368

Настройка сигналов SPI / 373

Запуск по SPI / 377

Последовательное декодирование SPI / 379

Для запуска по I2C/SPI и последовательного декодирования требуется модуль LSS
или обновление DSOX2EMBD.

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 **Режим** и выберите тип запуска **I2C**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню "Сигналы I²C".



- 5 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

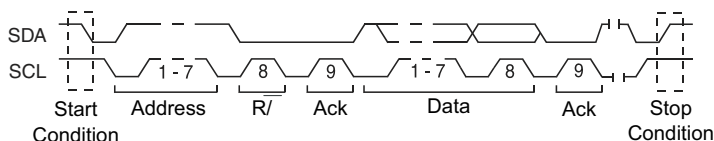
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел **"Настройка для сигналов I2C"** на странице 363.

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), на котором выполняется декодирование сигналов I²C.

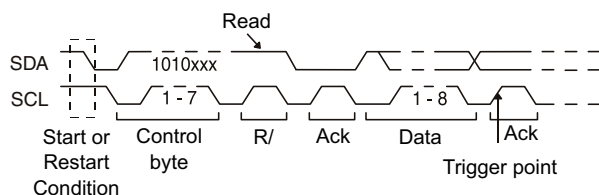


- 4 Нажмите программную кнопку **Запуск:**, и поверните ручку ввода, чтобы выбрать одно из условий запуска.
 - **Условие начала** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных SDA от старших к младшим при интенсивном цикле синхронизации SCL. В целях запуска (включая запуск по пакетам) перезапуск рассматривается как условие начала.
 - **Условие останова** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных (SDA) от младших к старшим при интенсивном цикле синхронизации (SCL).

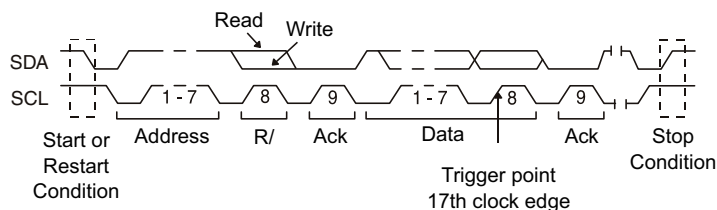


- **Отсутствие подтверждения** — запуск осциллографа выполняется при старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.
- **Адрес без подтв** — осциллограф запускается, когда подтверждение выбранного поля адреса оказывается ложным. Бит чтения/записи игнорируется.
- **Перезапуск** — осциллограф запускается, когда перед условием останова возникает еще одно условие начала.

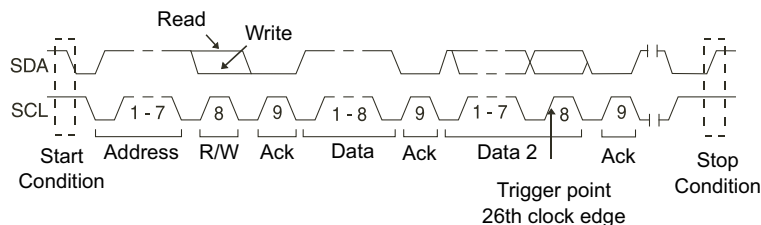
- **Считывание данных EEPROM** — триггер выполняет поиск значения 1010xxx управляющего байта EEPROM в строке SDA, после которой следует бит Read и бит Ack. Затем выполняется поиск значения данных и классификатора, заданного программными кнопками **Данные** и **Данные –** При обнаружении этого события 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.



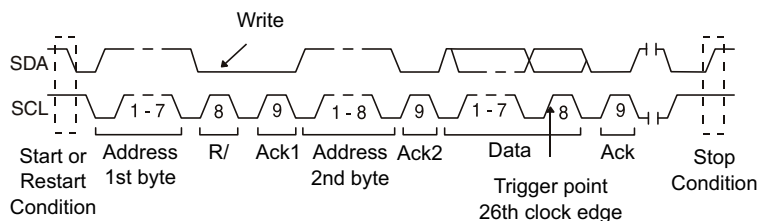
- **Пакет (начало: адр7: счит: подтв: данные: подтв: данные2) или Пакет (начало: адр7: зап: подтв: данные: подтв: данные2)** — запуск осциллографа выполняется в 7-битном режиме адресации по пакету чтения или записи на 26-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



- **Запись по 10 бит** — запуск осциллографа выполняется по 10-битному пакету записи 26-го фронта синхроимпульса, 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 синхроимпульса 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 368.

Последовательное декодирование I2C

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел **"Настройка для сигналов I2C"** на странице 363.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по I2C см. раздел **“Запуск по I2C”** на странице 364.

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

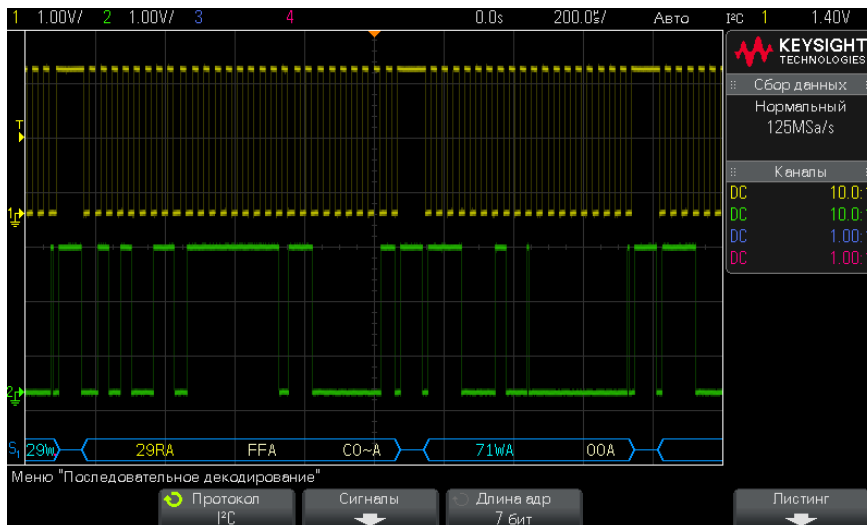
Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, то, возможно, сигналы I2C настолько медленны, что происходит автозапуск осциллографа. Нажмите кнопку **[Mode/Coupling] (Режим/связь)**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более легкого перемещения между полученными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

См. также

- **“Интерпретация данных декодирования I2C”** на странице 370
- **“Интерпретация данных I2C Lister”** на странице 371
- **“Поиск данных I2C в таблице Lister”** на странице 372

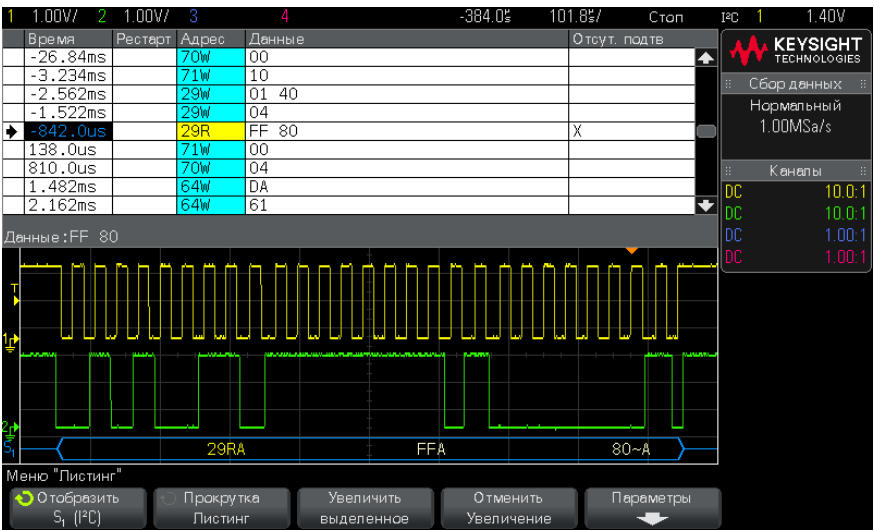
Интерпретация данных декодирования I2C



- 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 128.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе **"Навигация по временной развертке"** на странице 63.

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 **Режим** и выберите тип запуска **SPI**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню "Сигналы SPI".



- 5 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.

- с 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.

- 6 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.

- 7 (Дополнительно) Нажмите программную кнопку **MISO**, чтобы открыть меню "Выход ведущего, вход ведомого SPI".



В меню "Выход ведущего, вход ведомого SPI" выполните следующие действия.

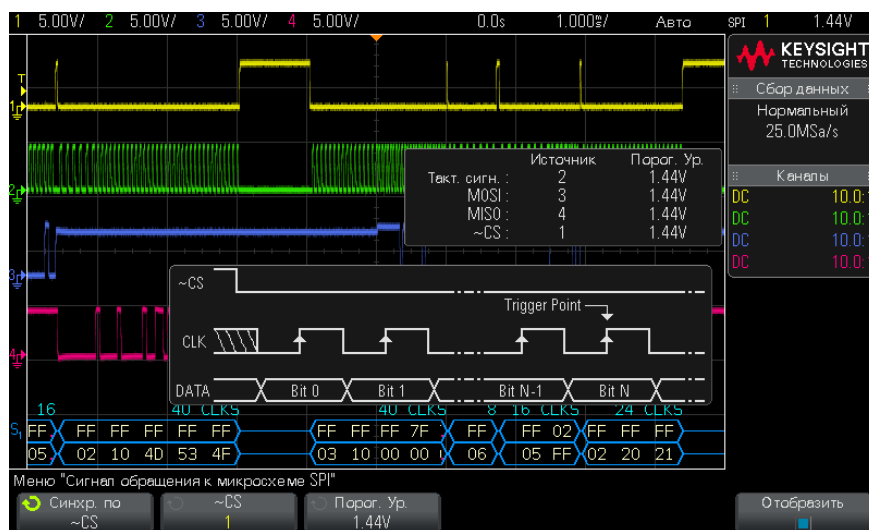
- a Нажмите программную кнопку **Данные MISO** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный ко второй линии последовательных данных SPI. (Если выбранный канал отключен, включите его.)

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.

- 8 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 373.

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), 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.

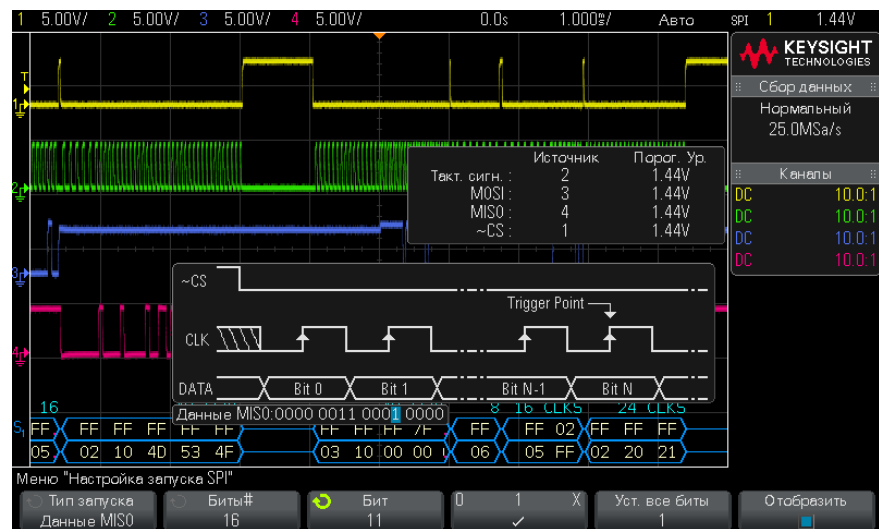
Можно задать любое число бит в строке в диапазоне от 4 до 64. Значения для строки последовательных данных отображаются в строке данных MOSI/MISO в области формы сигнала.

- 6 Для каждого бита в строке данных MOSI/MISO.

- a 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.

- b 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 379.

Последовательное декодирование SPI

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов SPI, см. раздел **“Настройка сигналов SPI”** на странице 373.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по SPI см. раздел **“Запуск по SPI”** на странице 377.

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 380
- “Интерпретация данных SPI Lister” на странице 381
- “Поиск данных SPI в таблице Lister” на странице 382

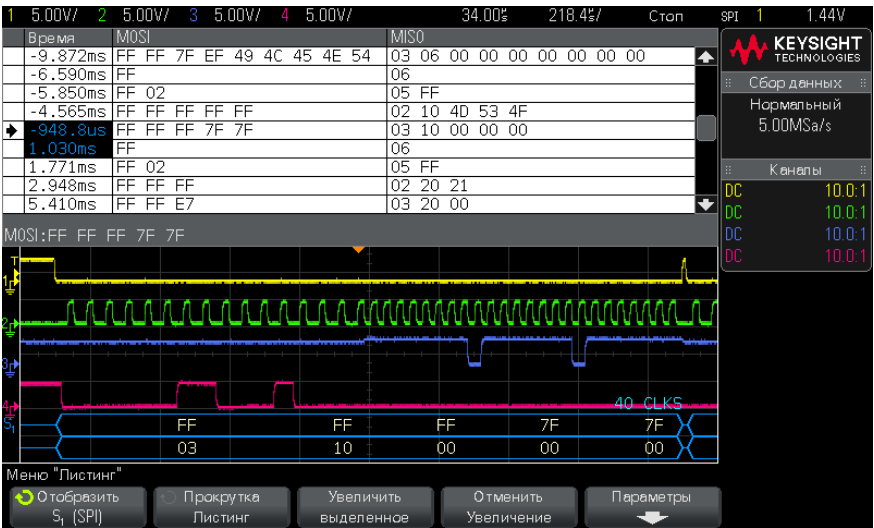
Интерпретация данных декодирования SPI



- 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 128.

Для получения дополнительной информации об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** см. **"Навигация по временной развертке"** на странице 63.

25 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232 / 383

Запуск UART/RS232 / 385

Последовательное декодирование UART/RS232 / 387

Для запуска по UART/RS232 и последовательного декодирования требуется модуль 232 или обновление DSOX2COMP.

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 **Mode**, затем выберите тип запуска **UART/RS232**.
- 4 Нажмите функциональную клавишу **Signals**, чтобы открыть меню UART/RS232 Signals.



5 Для обоих сигналов Rx и Tx:

- a Присоедините канал осциллографа к источнику сигнала в объекте испытаний.
- b Нажмите функциональную клавишу **Rx** или **Tx**, 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.

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.

- 6 Нажмите клавишу  Back/Up, чтобы вернуться в меню Serial Decode.
- 7 Нажмите функциональную клавишу **Bus Config**, чтобы открыть меню UART/RS232 Bus Configuration.



Установите следующие параметры.

- a **#Bits** – установите количество битов в словах UART/RS232 для согласования с вашим объектом испытаний (можно выбрать в пределах 5 ÷ 9 битов).
- b **Parity** – выберите способ контроля четности (odd, even или none) на основе вашего объекта испытаний.
- c **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 383.

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), 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 387.

Последовательное декодирование UART/RS232

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов UART/RS232 см. раздел **"Настройка осциллографа для сигналов UART/RS232"** на странице 383.

ЗАМЕЧАНИЕ

Для настройки запуска по UART/RS232 см. раздел **"Запуск UART/RS232"** на странице 385.

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 389

- “Суммирующее устройство UART/RS232” на странице 390
- “Интерпретация данных UART/RS232 в Lister” на странице 391
- “Поиск данных UART/RS232 в таблице Lister” на странице 391

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".

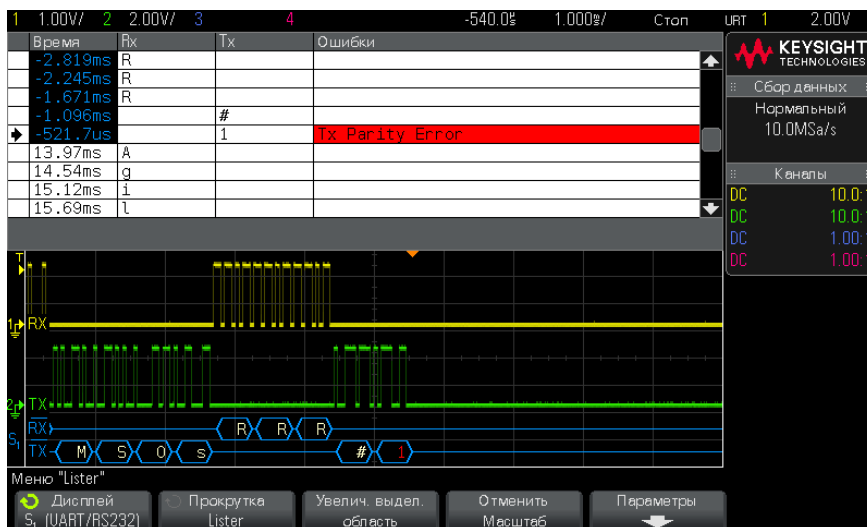


Суммирующее устройство работает (считает пакеты и вычисляет процент пакетов с ошибками), даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

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 128.

Дополнительные сведения об использовании кнопки **[Navigate] (Навигация)** и средств управления см. в разделе **"Навигация по временной развертке"** на странице 63.

Предметный указатель

Цифры

1*2, математическая функция, 78
1/2, математическая функция, 78

A

AC RMS - измерение "Полный экран", 225
AC RMS - измерение N-циклов, 225
AM (амплитудная модуляция), выходной сигнал генератора, 264
AM, термин «глубина», 264
Analyze, 37
Auto Setup, FFT, 86
AutoIP, 289, 290

B

Browser Web Control, 311, 312, 313, 314, 315

C

Center, FFT, 85

D

D*, 40, 116
DC RMS - измерение "N-циклы", 225
DC RMS - измерение "Полный экран", 224
DHCP, 289, 290
DVM (цифровой вольтметр), 253

E

Edge then Edge, 148

F

f(t), 75
FM (частотная модуляция), выходной сигнал генератора, 265
FSK (манипуляция сдвигом частоты), выходной сигнал генератора, 266

G

g(t), 75
German noise requirements, 344

I

IP-адрес, 289, 309
IP-адрес DNS, 289
IP-адрес шлюза, 289

M

markings, product, 343
MegaZoom IV, 5
mem4M, 330
MSO, 5
Multicast DNS, 289

Q

Quick Action, 37

R

regulatory information, 343

S

SCL, запуск по I2C, 364
SDA, 363
SDA, запуск по I2C, 364

SGM, 199
Span, FFT, 84

U

usb, 293
USB, извлечение устройства, 43
USB, нумерация запоминающих устройств, 293
USB, тип запуска, 173
USB, устройство CD, 293
usb2, 293
USB-накопитель, 43
USB-принтер, 281
Utility, 37

W

Wave Gen, 37
Window, FFT, 85

X

X при макс Y по FFT, 218
X при мин Y по FFT, 218

Z

Z-гашение, 58

A

Авто? индикатор запуска, 179
Автомасштаб, отмена, 33
автомасштаб, цифровые каналы, 111
автомасштабирование отображаемых каналов, 296
автоматическая настройка, 111
автоматические измерения, 213, 216
автоматическое приращение, 277

автономное подключение, 290
авторское право, 2
адрес GPIB, 288
активная последовательная
шина, 351, 360, 370, 380, 389
амплитудная модуляция (AM),
выходной сигнал
генератора, 264
Анализ сегментов, 199, 201
Аналоговые фильтры,
настройка, 84
аналоговый канал, затухание
пробника, 70
аналоговый канал, настройка, 65

Б

безопасная очистка, 280
белый шум, добавление в вывод
генератора сигнала, 262
Бесконечное послесвечение, 133
библиотека, метки, 139
Библиотечные программы Keysight
IO Libraries, 316
Быстрая остановка
изображения, 304
быстрая отладка
автомасштаба, 295
Быстрая печать, 304
Быстрое восстановление, 304
Быстрое измерение всех
данных, 304
Быстрое сохранение, 304
Быстрый сброс экрана, 305

В

в меню "Запуск по SPI" выполните
следующие действия, 378
веб-интерфейс, 309
веб-интерфейс, доступ, 310
веб-страница "Средства
измерения", 320
верньер, канал, 69
версии микропрограмм, 321
версия ПО, 302
вертикальное расширение, 67
видеовыход VGA, 47
визуализация, математическая, 97

включение, 29
включение канала, 42
внешнее запоминающее
устройство, 43
внешний запуск, единицы
пробника, 184
внешний запуск, затухание
пробника, 184
внешний триггер, 183
внешний триггер, входной
импеданс, 184
возврат устройства для проведения
обслуживания, 303
Вольт эффективного значения
напряжения (V RMS), единицы
измерения шкалы FFT по
вертикали, 86
восстановление, 304
восстановление файлов
маски, 279
восстановление файлов
настройки, 278
восстановление файлов через
веб-интерфейс, 318
восстановление, Быстрое
восстановление, 304
временная развертка, 55
время задержки (подготовки), 201
время нарастания
осциллографа, 190
время нарастания,
осциллограф, 190
время нарастания, сигнал, 191
время подготовки, 201
время, подготовка, 201
встроенная справка, 49
входы цифровых каналов, 43
ВЧ-заграждение, 182
выбор значений, 37
выбор цифровых каналов, 115
выбор, значения, 37
Выбрано, 292
выключатель питания, 30, 36
выход генератора импульсных
сигналов, 259
выход генератора сигналов
постоянного тока, 259

выход генератора сигналов с
пилообразной формой
волны, 259
выход генератора сигналов с
прямоугольной формой
волны, 259
выход генератора сигналов с
синусоидальной формой
волны, 259
выход генератора сигналов
шума, 259
выход, запуск, 297
выходной сигнал запуска, 297
выходной сигнал запуска, тест по
маске, 244, 297

Г

гарантия, 2, 303
гарантийные технические
характеристики, 325
гауссова амплитудно-частотная
характеристика, 189
гашение, 58
генератор сигналов, 257
генератор сигналов, тип
сигнала, 257
генератора сигналов логические
пре, 261
график синхронизации логической
шины, 100
график состояния логической
шины, 101

Д

данные однократного запуска, 38
двоичные данные (.bin), 331
двоичные данные MATLAB, 332
двоичные данные в MATLAB, 332
двоичные данные, пример
программы для чтения, 336
декодирование CAN,
каналы-источники, 346
деление, математическая
функция, 78
Децибел, единицы измерения
шкалы FFT по вертикали, 86

дискретизация, общие сведения, **187**
 диспетчер файлов, **291**
 Дисплей, детали сигнала, **131**
 дисплей, интерпретация, **48**
 дисплей, метки программных кнопок, **49**
 дисплей, область, **48**
 дисплей, строка состояния, **48**
 Дистанционная передняя панель, **315**
 Дистанционная передняя панель Real Scope, **312**
 Дистанционная передняя панель Simple, **313**
 Дистанционная передняя панель, Real Scope, **312**
 Дистанционная передняя панель, Simple, **313**
 Дистанционное программирование, Web-интерфейс, **315**
 Дистанционное программирование, библиотеки Keysight IO Libraries, **316**
 Длительность - измерение, **229**
 Длительность + измерение, **229**
 Добавление лицензии на цифровые каналы, **331**
 дустановки, генератор сигналов, **261**

Е

единицы измерения по вертикали, FFT, **86**
 Единицы измерения шкалы FFT по вертикали, **86**
 единицы измерения, математический, **76**
 единицы измерения, пробник, **70**
 единицы измерений курсора phase X, **206**
 единицы измерений курсора ratio X, **206**
 единицы измерений курсора ratio Y, **206**
 единицы пробника, **70**

единицы, математические функции, **76**
 единицы, пробник внешнего запуска, **184**

З

заводские настройки по умолчанию, **280**
 заграждение от высокочастотного шума, **182**
 заграждение от низкочастотного шума, **180**
 Загрузить из, **277**
 загрузка новой микропрограммы, **310**
 загрузка файла, **291**
 задержка, **182**
 задержка развертки, **59**
 запись измерения, **274**
 запуск RS232, **385**
 запуск UART, **385**
 запуск по CAN, **347**
 запуск по I2C, **364**
 запуск по LIN, **356**
 запуск по N-ному фронту серии, **159**
 Запуск по SPI, **377**
 Запуск по видеосигналам, **163**
 запуск по времени нарастания/спада, **157**
 запуск по длительности импульса, **150**
 запуск по импульсной помехе, **150**
 запуск по короткому пакету, **160**
 запуск по любому фронту, **148**
 запуск по настройке и удержанию, **162**
 запуск по отклонению, **146**
 запуск по пакету, I2C, **366**
 Запуск по условию ИЛИ, **156**
 запуск по фронту, **146**
 запуск по чередованию фронтов, **148**
 запуск по шаблону, **153**
 запуск по шестнадцатеричному значению шины, **155**
 запуск сбора данных, **38**
 запуск, задержка, **182**

запуск, источник, **146**
 запуск, общие сведения, **144**
 запуск, определение, **144**
 запуск, принудительный, **146**
 запуск, режим/связь, **177**
 запуски, сигнал TRIG OUT, **297**
 Запущ. индикатор запуска, **179**
 Запущ.? индикатор запуска, **179**
 заранее определенные метки, **138**
 заставка, экран, **294**
 затухание пробника, **70**
 затухание пробника, внешний запуск, **184**
 затухание, пробник, **70**
 затухание, пробник, внешний запуск, **184**
 захват, **109, 110**
 захват помех, **194**
 захват серий импульсов, **199**
 Значение постоянной составляющей при вычислении FFT, **89**
 значения, выбор, **37**

И

измерение "X при макс Y", **233**
 измерение "X при мин Y", **233**
 измерение "std отклонение", **225**
 Измерение (-) длительности, **229**
 Измерение (+) длительности, **229**
 Измерение амплитуды, **220**
 Измерение в режиме "Задержка", **230**
 Измерение в режиме "Рабочий цикл", **230**
 измерение верхнего уровня, **221**
 Измерение времени нарастания, **230**
 Измерение времени спада, **230**
 Измерение задержки, **216**
 измерение количества отрицательных импульсов, **234**
 измерение количества положительных импульсов, **234**
 Измерение максимума, **220**
 Измерение минимума, **220**
 Измерение основания, **222**

Измерение отклонения от
установленного значения, 217, 222
Измерение отрицательного
выброса, 218, 223
Измерение периода, 227
Измерение полной
амплитуды, 220
измерение скорости передачи в
битах, 229
Измерение фазы, 217, 232
Измерение частоты, 228
измерение, Быстрое измерение
всех данных, 304
Измерения, 84
измерения, 216
Измерения FFT, 89
измерения времени, 227
измерения напряжения, 219
Измерения с общим снимком, 218
измерения счетчика заднего
фронта, 235
измерения счетчика переднего
фронта, 235
измерения, автоматический, 213
измерения, время, 227
измерения, задержка, 216
измерения, напряжение, 219
измерения, отклонение от
установленного значения, 217
измерения, отрицательный
выброс, 218
измерения, фаза, 217
изображение сигнала, контрольная
точка, 293
импеданс, цифровые
пробники, 119
Импульсы синхронизации,
Генератор сигналов, 260
имя файла, новое, 277
имя хоста, 309
имя хост-системы, 289
инвертирование сигнала, 69
инвертировать цвета
координатной сетки, 272
индикатор активности, 113
индикатор времени задержки, 62
индикатор запуска, Авто?, 179
индикатор запуска, Запуш., 179

индикатор запуска, Запуш.?, 179
индикатор точки отсчета, 62
интерфейс GPIB, удаленное
управление, 287
интерфейс LAN, удаленное
управление, 287
интерфейс пользователя и краткая
справка на английском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на испанском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на итальянском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на корейском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на немецком
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на португальском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на русском языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на традиционном
китайском языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на упрощенном
китайском языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на французском
языке, 50
интерфейс пользователя и краткая
справка на японском языке, 50
искажение, аналоговый канал, 71
источник питания, 46

К

Калибровка, 298
канал, аналоговый, 65
канал, верньер, 69
канал, единицы пробника, 70
канал, инвертирование, 69
канал, искажение, 71

канал, кнопки
включения/выключения, 42
канал, ограничение полосы
пропускания, 68
канал, положение, 67
канал, связь, 67
канал, чувствительность по
вертикали, 67
категория измерения,
определения, 326
категория перенапряжения, 327
квадратный корень, 92
клавиатура, USB, 140, 277, 284, 295, 306
Клавиши Tools, 37
классификатор, длительность
импульса, 152
Кнопка "Math", 40
Кнопка "Ref", 40
Кнопка "Автомасштаб", 39
кнопка "Быстрое действие", 304
кнопка "Генер.сигналов", 43
кнопка "Горизонт.", 38, 51, 56, 196
кнопка "Захват", 41
кнопка "Измерения", 41, 213
кнопка "Курсоры", 41
кнопка "Метка", 42
кнопка "Назад/вверх", 36
кнопка "Настр.по умолчанию", 39
кнопка "Опорн.), 103
кнопка "Отображение", 41
кнопка "Печать", 41
кнопка "Поиск", 38
кнопка "Последовательн.", 40
кнопка "Режим/связь", запуск, 177
кнопка "Сохранение/Вызов", 41
кнопка "Справка", 41
кнопка "Яркость", 36
Кнопка [Single] (Однократный
запуск), 186
кнопка Horiz, 59
кнопка защиты калибровки, 45, 47
кнопка масштаба, 38
кнопка масштаба по
горизонтали, 38
кнопка навигации по
горизонтали, 38
кнопка поиска по горизонтали, 38

кнопки (клавиши), лицевая панель, 35
 кнопки навигации, 38
 Кнопки сигналов, 41
 Кнопки управления работой, 38
 Кнопки файлов, 41
 кнопки, лицевая панель, 35
 компенсация пассивных пробников, 34, 42
 Компенсация постоянной составляющей при интегрировании, 82
 компенсация пробника, 42
 контакт "Демо 1", 42
 контакт "Демо 2", 42
 Контакт заземления, 42
 контрольная точка, изображение сигнала, 293
 конфигурация по умолчанию, 32
 Координатная сетка, 134
 Короткие импульсы, 227
 Краткая справка, 49
 курсорные измерения, 203, 206
 курсоры, manual, 204
 курсоры, двоичные, 205
 курсоры, единицы измерений, 206
 курсоры, слежение сигнала, 205
 курсоры, шестнадцатеричные, 205

Л

линия синхронизации, запуск по I2C, 364
 лицевая панель, накладка на определенном языке, 43
 лицевая панель, удаленная, на основе браузера, 314
 Лицензии, 331
 Лицензия COMP, 329
 лицензия DVM, 329
 лицензия EMBD, 329
 лицензия UART/RS232, 329
 логический порог, 114
 Ложные низкочастотные сигналы, 89
 локализованная накладка для лицевой панели, 43

М

максимальная частота дискретизации, 192
 максимальная частота сигнала, 187
 Максимальное входное напряжение, 326
 манипуляция сдвигом частоты (FSK), выходной сигнал генератора, 266
 маска подсети, 289
 маска, сигнал TRIG OUT, 297
 масштабирование и прокрутка, 52
 математическая визуализация, 97
 математическая функция $Ax + B$, 92
 математическая функция абсолютного значения, 94
 математическая функция возведения в квадрат, 93
 математическая функция вычитания, 77
 математическая функция графика синхронизации логической шины, 100
 математическая функция графика состояния логической шины, 101
 математическая функция деления, 78
 математическая функция дифференцирования, 80
 математическая функция дифференцирования d/dt , 80
 Математическая функция интегрирования, 81
 математическая функция логарифма, 94
 математическая функция натурального логарифма, 95
 математическая функция отклонения измерения, 98
 математическая функция сложения, 77
 математическая функция увеличения, 98
 математическая функция умножения, 78

математическая функция фильтра высоких частот, 96
 математическая функция фильтра низких частот, 96
 математическая функция фильтра, высоких и низких частот, 96
 математическая функция экспоненты, 95
 математическая функция экспоненты основания 10, 95
 Математическая функция, интегрирование, 81
 математические операторы, 77
 математические преобразования, 79
 математические фильтры, 96
 Математические функции, 84
 математические функции, вычитание, 77
 математические функции, дифференцирование, 80
 математические функции, единицы, 76
 математические функции, масштаб, 76
 математические функции, сложение, 77
 математические функции, смещение, 76
 математические, преобразования или использование фильтров арифметических действий, 75
 математический, единицы измерения, 76
 математический, использование осциллограмм математических функций, 74
 мгновенное значение перепада сигнала, 80
 меню цифрового канала, 114
 меры безопасности, 31
 меры предосторожности при транспортировке, 303
 места сохранения, навигация, 276
 Место, 277, 292
 метки, 137
 метки каналов, 137
 метки программных кнопок, 49

метки, автоматическое приращение, 140
метки, настройки библиотеки по умолчанию, 141
Модернизация до уровня MSO, 331
Модернизация осциллографа, 331
модуляция, выходной сигнал генератора, 263
модуль GPIB, 28, 47
модуль LAN/VGA, 28, 47
мплитудно-частотная характеристика, 188

Н

навигация по временной развертке, 63
Нажать для перехода, 276, 292
накладка, локализованная, 43
накладки для лицевой панели на испанском языке, 45
накладки для лицевой панели на итальянском языке, 45
накладки для лицевой панели на корейском языке, 45
накладки для лицевой панели на немецком языке, 45
накладки для лицевой панели на польском языке, 45
накладки для лицевой панели на португальском языке, 45
накладки для лицевой панели на русском языке, 45
накладки для лицевой панели на тайском языке, 45
накладки для лицевой панели на традиционном китайском языке, 45
накладки для лицевой панели на упрощенном китайском языке, 45
накладки для лицевой панели на французском языке, 45
накладки для лицевой панели на японском языке, 45
наклон для просмотра, 28
наложение спектров, 187
Наложение спектров, FFT, 89

напряжение в сети, 29
Настройка автомасштаба, 295
настройка по умолчанию, 32, 280
настройка, автоматическая, 111
настройка, по умолчанию, 32
настройки генератора сигналов по умолчанию, восстановление, 267
настройки запуска по SPI, 378
настройки интерфейса ввода-вывода, 287
настройки по умолчанию, генератор сигналов, 267
настройки, восстановление, 278
неактивная последовательная шина, 351, 360, 370, 380, 389
Нелинейные искажения, 84
необработанная запись полученных данных, 274
необходимая полоса пропускания осциллографа, 191
необходимая полоса пропускания, осциллограф, 191
неопределенное состояние, 205
неполная дискретизация сигналов, 187
новая метка, 139
номер модели, 302, 309
нормальный режим, 193
нормальный режим сбора данных, 193
НЧ-заграждение, 180

О

Об осциллографе, 302
область информации, 49
обновление ПО и микропрограммы, 331
обновления для микропрограммы, 331
обновления для ПО, 331
общий снимок, быстрое действие, 304
объем памяти и частота дискретизации, 192
обычный режим, 192
ограничение полосы пропускания, 68

одиночный цикл сбора данных, 179
однократное события, 186
Окна цифровой фильтрации FFT, 85
Окно Блэкмана-Харриса, 85
окно измерения с экраном масштаба, 238
Окно команд SCPI, 315
Окно с плоской вершиной, 85
Окно Хеннинга, 85
операторы, математические, 77
опорные сигналы, 103
определения измерений, 216
Опции, 329
Опции обновления, 329
Опция AUTO, 329
Опция EDK, 329
Опция MASK, 329
Опция MSO, 330
Опция PLUS, 330
Опция RML, 330
Опция SGM, 330
Опция WAVEGEN, 330
основные порты USB, 43
останов сбора данных, 38
остановка изображения, 304
остановка изображения, Быстрая остановка изображения, 304
отклонение измерения RMS - AC, 99
отклонение измерения времени нарастания, 99
отклонение измерения времени спада, 99
отклонение измерения длительности отрицательного импульса, 99
отклонение измерения длительности положительного импульса, 99
отклонение измерения коэффициента, 99
отклонение измерения периода, 99
отклонение измерения рабочего цикла, 99
отклонение измерения частоты, 99

отклонение среднего измерения, 99
 отклонение, модуляция FM, 266
 отклонения частоты, модуляция FM, 266
 Отмена послесвечения, 134
 отображение нескольких циклов сбора данных, 186
 отсек для модуля, 47
 отслеживающие курсоры, 205
 очистка, 302
 очистка, безопасная, 280

П

палитра, 272
 память осциллографа, сохранение, 274
 память сбора данных, 144
 память, сегментированная, 199
 параметры конфигурации сети, 310
 параметры печати, 284
 параметры, печать, 284
 пароль (сеть), сброс, 324
 пароль (сеть), установка, 322
 пассивные пробники, компенсация, 34
 Перекрестные помехи, 84
 печать, 304
 печать экрана, 281
 печать, альбомная, 285
 печать, Быстрая печать, 304
 повреждение при транспортировке, 25
 повреждение, транспортировка, 25
 подавление шума, 181
 подключение к ПК, 290
 подключение к сети LAN, 289
 подключение пробников, цифровых, 107
 подключение сетевого принтера, 283
 подключение, к ПК, 290
 положение по вертикали, 67
 положение цифрового канала, 115
 положение, аналоговый, 67
 полоса пропускания, 302
 полоса пропускания осциллографа, 188
 полоса пропускания, осциллограф, 188
 получение, 185
 полярность импульса, 151
 Пользовательская калибровка, 298
 порог CMOS, 115
 порог ECL, 115
 порог TTL, 115
 порог, измерения аналоговых каналов, 235
 порог, устанавливаемый пользователем, 115
 порог, цифровые каналы, 114
 пороги измерений, 235
 порт LAN, 47
 порт USB, 47, 281
 порт устройства USB, 47
 порт устройства USB, удаленное управление, 287
 последовательное декодирование CAN, 349
 последовательное декодирование I2C, 368
 последовательное декодирование LIN, 358
 последовательное декодирование SPI, 379
 последовательное декодирование UART/RS232, 387
 последовательные данные, 363
 последовательные данные, запуск по I2C, 364
 Послесвечение экрана, 133
 Послесвечение, отмена, 134
 послесвечение, постоянное, 186
 постобработка, 213
 постоянное послесвечение, 186, 194
 постпусковые данные, 53
 пояснение, добавление, 305
 Предел ПП?, 254
 предпусковые данные, 53
 Предупреждения, 2
 преобразования, математические, 79
 примеры файлов двоичных данных, 336
 принтер, USB, 43, 281
 принтеры USB, поддерживаемые, 281
 принудительный запуск, 146
 приспособления, 25, 328
 пробники, 328
 пробники, пассивные, компенсация, 34
 пробники, подключение к осциллографу, 30
 пробники, цифровые, 107
 проверка с помощью "золотого сигнала", 239
 программная кнопка "Адреса", 290
 программная кнопка "Изменить", 290
 программная кнопка "Имя хоста", 290
 программная кнопка "Настройка", 289, 290
 программная кнопка "Настройки LAN", 289, 290
 программная кнопка "Установить все числа", 155
 программная кнопка "Число", 155
 программная кнопка "Шестнадцатеричный", 155
 программное обеспечение осциллографа InfiniiView N8900A, 270
 программные кнопки, 8, 36
 Прозрачные фоны, 294
 прокрутка и масштабирование, 52
 прокрутка файлов, 291
 прореживание проб, 192
 прореживание, для записи измерения, 340
 прореживание, для экрана, 340
 Просачивание спектральных составляющих FFT, 91
 Просачивание спектральных составляющих, FFT, 91
 просмотр, наклон прибора, 28
 прямое подключение, 290
 Прямоугольное окно, 85
 прямоугольные волны, 189

Р

размер, 113
 Разрешение FFT, 88
 разъем EXT TRIG IN, 47
 разъем TRIG OUT, 47, 297
 разъем кабеля питания, 46
 разъемы задней панели, 45
 разъемы, задняя панель, 45
 раскрыть сведения, 67
 расчетная нагрузка на выходе генератора сигналов, 261
 расчетная нагрузка на выходе, генератор сигналов, 261
 расширение по, 293
 расширение по нижнему уровню, 293
 расширение по центру, 294
 Регулировка яркости, 131
 Регулируемое послесвечение, 133
 регулятор положения по горизонтали, 38
 режим "XY", 55, 56
 режим альбомной ориентации, 285
 Режим быстрого запуска, 304
 режим высокого разрешения, 192, 198
 режим запуска "Авто", 178
 режим запуска "Нормальный", 178
 режим запуска, "Авто" или "Нормальный", 178
 режим запуска, Режим быстрого запуска, 304
 режим качества, 55
 режим обнаружения пиков, 192, 193, 194
 режим отображения шины, 116
 режим сбора данных, 192
 режим сбора данных методом усреднения, 192, 196
 режим сбора данных, высокое разрешение, 198
 режим сбора данных, нормальный, 193
 режим сбора данных, обнаружение пиков, 193
 режим сбора данных, усреднение, 196

режим сбора, сохранить во время автомасштабирования, 296
 режим цифровой шины, 116
 режимы сбора данных, 185
 Рекомендации по измерениям FFT, 87
 Руководство для программиста, 317
 ручка "Курсоры", 41
 Ручка ввода, 37
 ручка ввода, нажатие для выбора, 37
 ручка выбора, 115
 ручка задержки, 53
 ручка положения, 115
 ручка положения коэффициента развертки, 53
 ручки масштаба коэффициента отклонения, 42
 ручки положения по вертикали, 42
 ручки, лицевая панель, 35

С

с помощью программной кнопки "Длина", 273
 самопроверка лицевой панели,, 302
 самопроверка оборудования, 301
 самопроверка, лицевая панель, 302
 самопроверка, оборудование, 301
 сбор данных, 196
 сброс сетевого пароля, 324
 сброс экрана, 195
 сброс экрана, Быстрый сброс экрана, 305
 сведения о версии микропрограммы, 310
 связующая строка VISA, 309
 связь канала по переменному току, 68
 связь канала по постоянному току, 68
 связь триггеров, 180
 связь, канал, 67
 связь, триггер, 180
 сегментированная память, 199
 сегментированная память, время подготовки, 201
 сегментированная память, сохранение сегментов,, 273
 серия, захват серий импульсов, 199
 серийный номер, 302, 309
 сеть, подключение, 289
 сигма, минимум, 243
 сигнал EXT TRIG IN как входной сигнал по оси Z, 58
 сигнал, отслеживание с помощью курсоров, 205
 сигнал, печать, 281
 сигнал, сохранение/экспорт, 269
 Сигнал, яркость, 131
 сигналы постоянного тока, проверка, 179
 сигналы с высоким уровнем шума, 177
 синхрои́мпульс генератора сигналов, сигнал TRIG OUT, 297
 Синхронизирующие импульсы генератора, 260
 система Dynamic DNS, 289
 скорости фронтов, 191
 скорость сохранения данных, 274
 скорость сохранения, данные, 274
 случайные шумы, 177
 снимок экрана через веб-интерфейс, 319
 состояние калибровки, 321
 состояние, пользовательская калибровка, 302
 сохранение, 304
 сохранение данных, 269
 сохранение файла, 291
 сохранение файлов настройки, 271
 сохранение файлов с помощью веб-интерфейса, 317
 сохранение, Быстрое сохранение, 304
 сохранение/восстановление с помощью веб-интерфейса, 317
 Сохранить в, 277
 сохранить сегмент:, 273
 спецификация, 325

список библиотеки по умолчанию, 141
 список меток, 141
 список меток, загрузка из текстового файла, 140
 справка, встроенная, 49
 Среднее значение - измерение "N-циклы", 224
 Среднее значение - измерение "Полный экран", 224
 Средства регулировки коэффициента отклонения, 42
 Средства управления запуском, 37
 средства управления и разъемы на лицевой панели, 35
 Средства управления измерением, 41
 средства управления последовательным декодированием, 40
 Средства управления разверткой, 38
 средства управления разверткой, 55
 средства управления цифровым каналом, 40
 средства управления, лицевая панель, 35
 статистика, тест по маске, 245
 степень загрязнения, 327
 степень загрязнения, определения, 328
 строка меню, 49
 строка состояния, 48
 суммирующее устройство CAN, 351
 суммирующее устройство UART, 390
 суммирующее устройство, CAN, 351
 суммирующее устройство, UART/rs232, 390
 счетчик пакетов CAN, 351
 счетчик пакетов UART/RS232, 390
 счетчик, пакет CAN, 351
 счетчик, пакет UART/RS232, 390
 считывание данных EEPROM, запуск по I2C, 366

Т

таблица Lister, 126
 таблица событий, 126
 теория дискретизации, 187
 теория дискретизации Найквиста, 187
 теория, дискретизация, 187
 тест по маске, выходной сигнал запуска, 244, 297
 тест, маска, 239
 тестирование по маске, 239
 технические характеристики, 325
 тип запуска, CAN, 347
 тип запуска, I2C, 364
 тип запуска, LIN, 356
 тип запуска, N-ный фронт серии, 159
 тип запуска, RS232, 385
 тип запуска, SPI, 377
 тип запуска, UART, 385
 тип запуска, USB, 173
 Тип запуска, Видеосигнал, 163
 тип запуска, время нарастания/спада, 157
 тип запуска, длительность импульса, 150
 Тип запуска, ИЛИ, 156
 тип запуска, импульсная помеха, 150
 тип запуска, короткий пакет, 160
 тип запуска, настройка и удержание, 162
 тип запуска, отклонение, 146
 тип запуска, фронт, 146
 тип запуска, шаблон, 153
 тип запуска, шестнадцатеричное значение шины, 155
 Тип масштабной сетки, 134
 тип сигнала, генератор сигналов, 257
 типы запуска, 143
 Типы запуска, Edge then Edge, 148
 точная настройка масштаба развертки, 61
 точная настройка, масштаб развертки, 61

требования в отношении поддерживаемых частот, источник питания, 29
 требования к системам вентиляции, 29
 требования к электропитанию, 29
 триггер, внешний, 183

У

удаление файла, 291
 Удаленная лицевая панель на основе браузера, 314
 удаленное управление, 287
 удалить символ, 277
 умножение, математическая функция, 78
 управление длиной, 274
 управление настройкой времени/деления по горизонтали, 38
 управление скоростью развертки, 38
 управление, удаленное, 287
 уровень заземления, 66
 уровень запуска, 145
 уровень, запуск, 145
 условие адреса без подтверждения, запуск по I2C, 365
 условие начала, I2C, 365
 условие останова, I2C, 365
 условие отсутствия подтверждения, запуск по I2C, 365
 условие перезапуска, запуск по I2C, 365
 установка модуля GPIB, 28
 установка модуля LAN/VGA, 28
 установленные лицензии, 302
 установленные модули, 321
 установленный модуль, 302
 утилиты, 287

Ф

фактическая частота дискретизации, 192
 файл в формате ASCII, 270

файл в формате BIN, 271
файл в формате BMP, 270
файл в формате CSV, 270
файл в формате PNG, 270
файл, сохранение, восстановление,
загрузка, 291
файлы CSV, минимальное и
максимальное значения, 340
файлы маски, восстановление, 279
файлы настройки, сохранение, 271
файлы обновления, 321
файлы обновления
микропрограмм, 321
фильтры, математические, 96
флэш-диск, 43
флэш-память, 43
формат файла, ASCII, 270
формат файла, BIN, 271
формат файла, BMP, 270
формат файла, CSV, 270
формат файла, PNG, 270
функции идентификации,
веб-интерфейс, 320
функции обслуживания, 298
функции, математические, 73

Х

характеристики, 325

Ц

цифровой вольтметр (DVM), 253
цифровой дисплей,
интерпретация, 112
цифровые каналы, 114
цифровые каналы,
автомасштаб, 111
Цифровые каналы, ввод в
действие, 331
цифровые каналы, измерение
пробником, 119
цифровые каналы, логический
порог, 114
цифровые каналы, размер, 113
цифровые пробники, 107, 119
цифровые пробники,
импеданс, 119

Ч

частота дискретизации, 5
частота дискретизации и объем
памяти, 192
частота дискретизации
осциллографа, 190
частота дискретизации,
осциллограф, 188, 190
частота дискретизации,
отображаемая текущая
частота, 52
Частота Найквиста, 90
частота скачка, модуляция FSK, 267
частота, Найквист, 187
частотная модуляция (FM),
выходной сигнал
генератора, 265
часы, 296
чувствительность по
вертикали, 42, 67

Ш

шаблон, лицевая панель, 43
шум, высокочастотный, 182
шум, добавление в вывод
генератора сигнала, 262
шум, низкочастотный, 180

Э

экран масштаба, окно измерения
с, 238
Экран, послесвечение, 133
экранная заставка, 294
экспорт сигнала, 269
Энергия импульса, 81
энергонезависимой памяти,
безопасная очистка, 280
энергопотребление, 29

Я

язык графического интерфейса
пользователя, 50
язык интерфейса пользователя, 50
Язык краткой справки, 50

язык, интерфейс пользователя и
краткая справка, 50
Яркость координатной сетки, 135
Яркость масштабной сетки, 135
яркость сигналов, 36