

# Осциллографы Keysight InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G

Руководство  
пользователя

# Предупреждения

© Keysight Technologies, Inc. 2005-2020 гг.

В соответствии с законами 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

N2137-97024

## Издание

Второе издание, Январь 2020 г.

Напечатано в Малайзии

Опубликовано:

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

## История изменений

N2137-97009, сентябрь 2018 г.

N2137-97024, Январь 2020 г.

## Гарантия

**Приведенная в этом документе информация предоставляется на условия «как есть» и может быть изменена без уведомления в следующих редакциях. Кроме того, в максимальной степени, допустимой применяемой правовой нормой, компаний Keysight не признает никаких гарантий, явных или подразумеваемых, относительно данного руководства и любой приведенной в нем информации, в том числе подразумеваемых гарантий, но не ограничиваясь только ими, по его пригодности для какой-то**

**конкретной цели. Компания Keysight не несет ответственности за ошибки, а также за побочный или косвенный ущерб, полученный в связи с предоставлением или использованием данного документа и любой содержащейся в нем информации. Если компания Keysight и пользователь имеют отдельное письменное соглашение с условиями гарантии, распространяющимся на данный документ, которое противоречит данным условиям, приоритет имеют условия гарантии в отдельном соглашении.**

## Лицензии

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

## 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 тех же условиях, на которых оно обычно предоставляется для общедоступного использования. В соответствии с этим компания Keysight предоставляет ПО государственным заказчикам США на условиях стандартной коммерческой лицензии, сформулированных в лицензионном соглашении с конечным пользователем (EULA), копию которого можно найти на веб-сайте по адресу [www.keysight.com/find/sweula](http://www.keysight.com/find/sweula). Условия лицензии в EULA разъясняют

исключительные полномочия, на основании которых правительство США может использовать, изменять, распространять или раскрывать 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. Никакие дополнительные требования правительства, превышающие условия, установленные в EULA, не должны применяться, за исключением случаев, когда эти условия, права или лицензии явным образом требуются от всех поставщиков коммерческого компьютерного ПО в соответствии с правилами FAR и DFARS, и эти правила явно изложены в письменном виде в других разделах соглашения EULA. Компания Keysight не несет никаких обязательств по обновлению, пересмотру или любой модификации ПО. Согласно положениям статей FAR 2.101, 12.211, 27.404.2 и DFARS 227.7102 о технических данных Правительство США имеет ограниченные права на их использование, как определено в положениях статьи FAR 27.401 и DFAR 227.7103-5 (c).

Уведомления по технике безопасности

## ВНИМАНИЕ

Надпись **CAUTION (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 **WARNING (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 1200 серии X и EDUX1052A/G — Краткий обзор



**Рис. 1** 4-канальный осциллограф InfiniiVision 1200 серии X



Рис. 2 2-канальный осциллограф InfiniiVision 1200 серии X

Таблица 1 Осциллографы InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G — Номера моделей, полосы пропускания

Модель:	EDUX1052A	EDUX1052G	DSOX1202A	DSOX1202G	DSOX1204A	DSOX1204G
Каналы:	2				4	
Полоса пропускания:	50 МГц		70 МГц			
Расширение полосы пропускания:			С 70 МГц до 100 МГц при помощи модуля расширения D1202BW1A		С 70 МГц до 100 МГц при помощи модуля расширения D1200BW1A	
			С 70 МГц до 200 МГц при помощи модуля расширения D1202BW2A		С 70 МГц до 200 МГц при помощи модуля расширения D1200BW2A	
			Со 100 МГц до 200 МГц при помощи модуля расширения D1202BW3A		Со 100 МГц до 200 МГц при помощи модуля расширения D1200BW3A	

**Таблица 1** Осциллографы InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G — Номера моделей, полосы пропускания (продолжение)

Модель:	EDUX1052A	EDUX1052G	DSOX1202A	DSOX1202G	DSOX1204A	DSOX1204G
Частота дискретизации:	1 ГВыб/с		2 ГВыб/с (чересстрочная), 1 ГВыб/с (нечересстрочная)			
Память:	200 тыс. точек		2 млн точек (1 млн точек, если включен канал внешней синхронизации)		2 млн точек (чересстрочная), 1 млн точек (нечересстрочная)	
Сегментированная память:	Нет		Да			
Генератор сигналов:	Нет	Да (20 МГц)	Нет	Да (20 МГц)	Нет	Да (20 МГц)
Испытание на ограничение по маске:	Нет		Да			

Осциллографы Keysight InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G имеют следующие характеристики:

- 7-дюймовый дисплей WVGA.
- Скорость обновления 200 000 сигналов в секунду.
- Для обеспечения возможности быстрого выбора все ручки нажимаются.
- Типы запуска: по фронту, по длительности импульса и по видеосигналу в моделях серии EDUX1000. В моделях серии DSOX1200 добавлены следующие варианты запуска: шаблон, время нарастания/спада, настройка и задержка.
- Параметры последовательного декодирования/запуска для: I<sup>2</sup>C и UART/RS232 в моделях серии EDUX1000. В моделях серии DSOX1200 добавлены: CAN, LIN, и SPI.
- Сигналы математических функций: сложение, вычитание, умножение, деление, БПФ (амплитуда и фаза) и фильтр низких частот.
- Опорные сигналы (2) для сравнения с сигналами других каналов или сигналами математических функций.
- Множество встроенных средств измерения.

- Модели с индексом G в конце номера имеют встроенный генератор следующих сигналов: синусоида, прямоугольный и пилообразный сигнал, импульс, уровень постоянного тока, шум.
- Наличие портов USB/LAN упрощает процесс распечатки, сохранения и обмена данными.
- В осциллограф встроена система вызова быстрой справки. Для вызова быстрой справки нажмите и удерживайте любую кнопку.

Дополнительные сведения об осциллографах InfiniiVision см. на веб-сайте [www.keysight.com/find/scope](http://www.keysight.com/find/scope)

## Содержание данного руководства

В этом руководстве описывается применение осциллографов InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G.

При распаковке осциллографа и первом его применении см.:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Глава 1</b>, “Начало работы,” на стр. 25</li></ul>
При отображении сигналов и полученных данных см.:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Глава 2</b>, “Средства управления разверткой,” на стр. 47</li><li>• <b>Глава 3</b>, “Управление по вертикали,” на стр. 59</li><li>• <b>Глава 4</b>, “Отображение аналоговой шины,” на стр. 69</li><li>• <b>Глава 5</b>, “Спектральный анализ БПФ,” на стр. 71</li><li>• <b>Глава 6</b>, “Сигналы математических функций,” на стр. 81</li><li>• <b>Глава 7</b>, “Опорные сигналы,” на стр. 93</li><li>• <b>Глава 8</b>, “Запуск/декодирование последовательной шины,” на стр. 97</li><li>• <b>Глава 9</b>, “Настройка дисплея,” на стр. 99</li><li>• <b>Глава 10</b>, “Метки,” на стр. 107</li></ul>
При настройке запусков или изменении режимов сбора данных см.:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Глава 11</b>, “Запуск,” на стр. 113</li><li>• <b>Глава 12</b>, “Режим запуска/связь,” на стр. 139</li><li>• <b>Глава 13</b>, “Элементы управления сбором данных,” на стр. 149</li></ul>
Выполнение измерений и анализа данных:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Глава 14</b>, “Курсоры,” на стр. 167</li><li>• <b>Глава 15</b>, “Измерения,” на стр. 177</li><li>• <b>Глава 16</b>, “Тестирование по маске,” на стр. 203</li><li>• <b>Глава 17</b>, “Цифровой вольтметр,” на стр. 217</li><li>• <b>Глава 18</b>, “Анализ частотных характеристик,” на стр. 221</li></ul>
При использовании встроенного генератора сигналов см.:	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Глава 19</b>, “Генератор сигналов,” на стр. 227</li></ul>



При сохранении, восстановлении или печати см.:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Глава 20</b>, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239</li> <li>• <b>Глава 21</b>, “Печать (экраны),” на стр. 251</li> </ul>
При использовании функций утилит осциллографа см.:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Глава 22</b>, “Настройки утилит,” на стр. 257</li> <li>• <b>Глава 23</b>, “Веб-интерфейс,” на стр. 277</li> </ul>
Для справки см.:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Глава 24</b>, “Опорный сигнал,” на стр. 291</li> </ul>
При использовании запуска по последовательной шине и функций декодирования см.:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Глава 25</b>, “Запуск и последовательное декодирование по CAN,” на стр. 307</li> <li>• <b>Глава 26</b>, “Запуск по I2C и последовательное декодирование,” на стр. 317</li> <li>• <b>Глава 27</b>, “Запуск и последовательное декодирование по LIN,” на стр. 327</li> <li>• <b>Глава 28</b>, “Запуск и последовательное декодирование по SPI,” на стр. 337</li> <li>• <b>Глава 29</b>, “Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование,” на стр. 351</li> </ul>

## 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]** передней панели или **Программная кнопка**. Программные кнопки – это шесть кнопок, расположенных под экраном осциллографа.



## Содержание

Осциллографы InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G —  
Краткий обзор / 4

Содержание данного руководства / 8

### 1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки / 25

Включение осциллографа / 26

Подключение пробников к осциллографу / 27



Предельное входное напряжение на аналоговом  
входе / 27



Не допускайте смещения корпуса осциллографа / 27

Входной сигнал / 27

Восстановление настроек осциллографа по  
умолчанию / 28

Использование функции автомасштабирования / 28

Компенсация пассивных пробников / 30

Органы управления и разъемы передней панели / 31

Накладки лицевой панели для различных языков / 41

Разъемы задней панели / 42

Изучение дисплея осциллографа / 43

Доступ к встроенной краткой справке / 44

Выбор языка интерфейса пользователя / 45

## 2 Средства управления разверткой

- Регулировка масштаба развертки (время/деление) / 48
- Регулировка задержки по горизонтали (положения) / 49
- Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных процедур сбора данных / 50
- Изменение временного режима развертки («Нормальный», «XY» или «Прокрутка») / 51
- Временной режим «XY» / 52
- Отображение временной развертки с измененным масштабом / 55
- Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки / 57
- Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа) / 57

## 3 Управление по вертикали

- Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций) / 61
- Настройка масштаба по вертикали / 61
- Настройка положения по вертикали / 62
- Указание связи каналов / 62
- Указание ограничения полосы пропускания / 63
- Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали / 63
- Инвертирование сигнала / 64
- Настройка параметров пробника аналогового канала / 64
  - Указание единиц измерения канала / 65
  - Указание затухания пробника / 66
  - Указание искажения пробника / 66

#### 4 Отображение аналоговой шины

#### 5 Спектральный анализ БПФ

Рекомендации по измерениям с использованием БПФ / 75

Единицы измерений FFT / 76

Значение постоянной составляющей при вычислении  
FFT / 77

Ложные частотные составляющие и наложение  
спектров / 77

Просачивание спектральных составляющих / 78

#### 6 Сигналы математических функций

Отображение сигналов математических функций / 82

Выполнение функции преобразования результата по  
арифметической операции / 83

Настройка масштаба и смещения сигнала математической  
функции / 83

Единицы измерения сигналов математических  
функций / 84

Математические операторы / 84

Сложение или вычитание / 85

Умножение или деление / 86

Математические преобразования / 86

Амплитуда БПФ, фаза БПФ / 87

Математические фильтры / 91

Фильтр низких частот / 92

#### 7 Опорные сигналы

Сохранение сигнала в файл опорного сигнала / 93

Отображение опорного сигнала / 94

Изменение масштаба и положения опорных сигналов / 95

Регулировка искажений опорного сигнала / 95

Отображение информации об опорном сигнале / 96

Сохранение/восстановление файлов опорных сигналов на  
USB-накопитель и с USB-накопителя / 96

## 8 Запуск/декодирование последовательной шины

## 9 Настройка дисплея

Регулировка яркости сигналов / 99

Настройка или удаление послесвечения / 101

Очистка экрана / 102

Выбор типа масштабной сетки / 102

Регулировка яркости масштабной сетки / 103

Добавление пояснения / 103

Фиксация изображения на экране / 106

## 10 Метки

Включение и выключение отображения меток / 107

Присвоение каналу заранее определенных меток / 108

Определение новой метки / 109

Загрузка списка меток из специально созданного текстового  
файла / 110

Восстановление заводских настроек библиотеки  
меток / 111

## 11 Запуск

Настройка уровня запуска / 115

Принудительный запуск /	115
Запуск по фронту /	116
Запуск по длительности импульса /	118
Запуск по шаблону /	121
Запуск по времени нарастания/спада /	123
Запуск по настройке и удержанию /	124
Запуск по видеосигналам /	126
Запуск по определенной строке видеосигнала /	130
Запуск по всем синхроимпульсам /	132
Запуск по определенному полукадру видеосигнала /	133
Запуск по всем полукадрам видеосигнала /	134
Запуск по нечетным или четным полям /	135
Последовательный запуск /	137

## 12 Режим запуска/связь

Выбор режима запуска: «Авто» или «Нормальный» /	140
Выбор связи видов запуска /	142
Включение и выключение подавления шума при запуске /	143
Включение и выключение ВЧ-заграждения /	144
Настройка задержки запуска /	144
Вход внешнего запуска /	145

## 13 Элементы управления сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой) /	149
Общие сведения о дискретизации /	151
Теория дискретизации /	151

Наложение спектров /	151
Полоса пропускания осциллографа и частота дискретизации /	152
Время нарастания осциллографа /	154
Необходимая полоса пропускания осциллографа /	155
Объем памяти и частота дискретизации /	156
Выбор режима сбора данных /	156
Режим сбора данных "Нормальный" /	157
Режим сбора данных «Обнаружение пиков» /	157
Режим сбора данных «Усреднение» /	160
Режим сбора данных «Высокое разрешение» /	162
Сбор данных в сегментированную память /	163
Навигация между сегментами /	164
Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти /	164
Время подготовки сегментированной памяти /	165
Сохранение данных сегментированной памяти /	165

## 14 Курсоры

Выполнение измерений с помощью курсоров /	168
Примеры курсоров /	172

## 15 Измерения

Автоматическое выполнение измерений /	178
Сводная информация об измерениях /	179
Общий снимок /	181
Измерения напряжения /	182
Полная амплитуда /	183
Максимум /	183
Минимум /	183
Амплитуда /	183



Верхний уровень /	184
Основание /	185
Выброс на фронте /	185
Отрицательный выброс /	186
Среднее значение /	187
DC RMS /	187
AC RMS /	188
Измерения времени /	190
Период /	190
Частота /	191
Счетчик /	192
+ Длительность /	193
– Длительность /	193
Скорость передачи в битах /	193
Рабочий цикл /	193
Время нарастания /	194
Время спада /	194
Задержка /	194
Фаза /	195
X при мин Y /	197
X при макс Y /	197
Измерения путем подсчета /	198
Счетчик пол. импульсов /	198
Счетчик отр. импульсов /	198
Счетчик переднего фронта /	199
Счетчик заднего фронта /	199
Пороги измерений /	199
Окно измерения с экраном масштаба /	202

## 16 Тестирование по маске

Создание маски «золотого» сигнала (Автомаска) /	203
---	-----

Параметры настройки теста по маске / 206  
Статистика по маске / 208  
Изменение файла маски вручную / 209  
Создание файла маски / 213  
    Как проводится тестирование по маске? / 216

## 17 Цифровой вольтметр

## 18 Анализ частотных характеристик

Выполнение подключений / 221  
Настройка и запуск анализа / 222  
Просмотр и сохранение результатов анализа / 224

## 19 Генератор сигналов

Выбор типа генерируемых сигналов и настройка параметров / 227  
Определение расчетной нагрузки на выходе / 232  
Использование логических предустановок генератора сигналов / 232  
Добавление шума в вывод генератора сигнала / 233  
Добавление модуляции к выходному сигналу генератора / 233  
    Настройка амплитудной модуляции (AM) / 234  
    Настройка частотной модуляции (FM) / 236  
    Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK) / 237  
Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию / 238

## 20 Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)

- Сохранение настроек, изображений экрана или данных / 239
- Сохранение файлов настройки / 241
- Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG / 242
- Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN / 243
- Контроль длины / 244
- Сохранение файлов данных Lister / 245
- Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель / 245
- Сохранение маски / 246
- Навигация по местам сохранения / 246
- Ввод имени файла / 247
  
- Восстановление файлов настройки, маски или опорных сигналов / 248
  - Восстановление файлов настройки / 248
  - Восстановление файлов маски / 248
  - Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя / 249
  
- Восстановление настроек по умолчанию / 249
- Выполнение безопасной очистки / 250

## 21 Печать (экраны)

- Печать экрана осциллографа / 251
- Настройка подключения сетевого принтера / 253
- Настройка параметров печати / 254
- Установка значения параметра «Палитра» / 255


## 22 Настройки утилит

- Настройки интерфейса ввода/вывода / 257
- Настройка подключения осциллографа к сети LAN / 258
  - Установка соединения с сетью LAN / 259
  - Автономное (прямое) подключение к ПК / 260
- Диспетчер файлов / 261
- Настройка параметров осциллографа / 263
  - Расширение по центру или по нижнему уровню / 263
  - Отключение/включение прозрачных фонов / 264
  - Загрузка библиотеки меток по умолчанию / 264
  - Настройка экранной заставки / 264
  - Установка параметров настройки автомасштаба / 266
- Настройка часов осциллографа / 267
- Настройка источника Gen Out / 268
- Включение регистрации удаленных команд / 269
- Выполнение задач обслуживания / 270
  - Пользовательская калибровка / 271
  - Выполнение самопроверки оборудования / 271
  - Выполнение самопроверки лицевой панели / 272
  - Экспорт файлов журнала сбоев / 272
  - Отображение сведений об осциллографе / 272
  - Отображение состояния пользовательской калибровки / 273
  - Уход за осциллографом / 273
  - Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания / 273
  - Контактные сведения Keysight / 273
  - Возврат устройства / 274
- Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) / 274

## 23 Веб-интерфейс

- Доступ к веб-интерфейсу / 278
- Управление прибором / 279
  - Удаленная лицевая панель / 280
  - Удаленное программирование через браузер / 281
  - Удаленное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries / 282
- Get Image / 283
- Сохранение/восстановление / 283
  - Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса / 284
  - Восстановление файлов через веб-интерфейс / 285
- Функции идентификации / 286
- Утилиты прибора / 287
- Установка пароля / 288

## 24 Опорный сигнал

- Технические характеристики / 291
- Категория измерения / 291
  - Категория измерения осциллографа / 291
  - Определения категории измерения / 292
  - Максимальное входное напряжение / 292
  -  Предельное входное напряжение на аналоговом входе / 292
- Условия окружающей среды / 293
  - Заявление о соответствии / 293
- Пробники и приспособления / 294
- Обновления для ПО и микропрограмм / 294
- Формат двоичных данных (.bin) / 295

Двоичные данные в MATLAB / 296  
Формат заголовка двоичного файла / 296  
Пример программы для чтения двоичных данных / 299  
Примеры двоичных файлов / 299

Файлы CSV и ASCII XY / 302  
Структура файлов CSV и ASCII XY / 303  
Минимальное и максимальное значения в файлах  
CSV / 303  
Официальное уведомление / 304  
Маркировка продукта и нормативная информация / 304

## 25 Запуск и последовательное декодирование по CAN

Настройка для сигналов CAN / 307  
Запуск по CAN / 309  
Последовательное декодирование по CAN / 311  
Интерпретация данных декодирования CAN / 313  
Суммирующее устройство CAN / 314  
Интерпретация данных CAN Lister / 316

## 26 Запуск по I2C и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 317  
Запуск по I2C / 318  
Последовательное декодирование по I2C / 322  
Интерпретация данных декодирования I2C / 324  
Интерпретация данных I2C Lister / 325

## 27 Запуск и последовательное декодирование по LIN

Настройка для сигналов LIN / 327  
Запуск по LIN / 329  
Последовательное декодирование по LIN / 331

Интерпретация данных декодирования LIN / 333  
Интерпретация данных LIN Lister / 334

## 28 Запуск и последовательное декодирование по SPI

Настройка сигналов SPI / 337

Запуск по SPI / 344

Последовательное декодирование по SPI / 346

Интерпретация данных декодирования SPI / 348

Интерпретация данных SPI Lister / 349

## 29 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка сигналов UART/RS232 / 351

Запуск UART/RS232 / 354

Последовательное декодирование по UART/RS232 / 356

Интерпретация данных декодирования  
UART/RS232 / 359

Суммирующее устройство UART/RS232 / 360

Интерпретация данных UART/RS232 в Lister / 361

## Предметный указатель





# 1 Начало работы

Проверка содержимого упаковки /	25
Включение осциллографа /	26
Подключение пробников к осциллографу /	27
Входной сигнал /	27
Восстановление настроек осциллографа по умолчанию /	28
Использование функции автомасштабирования /	28
Компенсация пассивных пробников /	30
Органы управления и разъемы передней панели /	31
Разъемы задней панели /	42
Изучение дисплея осциллографа /	43
Доступ к встроенной краткой справке /	44
Выбор языка интерфейса пользователя /	45

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

## Проверка содержимого упаковки

- Проверьте упаковку на наличие повреждений.

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

- Убедитесь, что в комплект поставки входят следующие компоненты и любые дополнительные приспособления, которые вы заказали:

## 1 Начало работы

- Осциллограф InfiniiVision 1200 серии X или EDUX1052A/G.
- Кабель питания (характеристики кабеля зависят от страны производства).
- Пробники осциллографа (по одному на каждый аналоговый входной канал).

## Включение осциллографа

<b>Требования к питанию</b>	<p>Требования относительно напряжения в сети, частоты и электропитания:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• напряжение в сети: ~100-120 В (пер. ток), 50/60/400 Гц</li><li>• 100-240 В (пер. ток), 50/60 Гц</li><li>• 50 Вт макс.</li></ul>
<b>Требования к вентиляции</b>	<p>Зоны впуска и выпуска воздуха не должны быть загорожены. Для обеспечения надлежащего охлаждения приток воздуха не должен быть ограничен. Обязательно следите за тем, чтобы зоны впуска и выпуска воздуха не были загорожены.</p> <p>Под действием вентилятора воздух всасывается через отверстия на левой и нижней панели осциллографа и выводится через отверстия на задней панели осциллографа.</p> <p>Если осциллограф установлен на столе, необходимо обеспечить 50-миллиметровые зазоры по бокам устройства и 100-миллиметровые зазоры над и за устройством для надлежащей вентиляции.</p>
<b>Включение осциллографа</b>	<ol style="list-style-type: none"><li><b>1</b> 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.</li><li><b>2</b> Осциллограф автоматически настраивает входное напряжение от сети в диапазоне от 100 до 240 В переменного тока. Предоставленный сетевой шнур соответствует требованиям страны-изготовителя.</li></ol>

### **ОСТОРОЖНО**

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


- 3** Нажмите на 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 входного 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 150 среднеквадратических В, 200 В (макс.)

---

### ВНИМАНИЕ

 Не допускайте смещения корпуса осциллографа

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

---

### ОСТОРОЖНО

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

---

## Входной сигнал

Сигнал Probe Comp применяется для компенсации пробников.

## 1 Начало работы

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

### ОСТОРОЖНО

**Запрещается подключать источник напряжения к клемме заземления данного прибора. Если по какой-либо причине клемма защитного провода отсоединена или не функционирует должным образом, а источник напряжения подключен к клеммам заземления оборудования, весь корпус будет находиться под напряжением от источника напряжения, и оператор или посторонние лица могут получить удар током.**

---

## Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

Восстановление настроек осциллографа по умолчанию

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

Нажатие этой кнопки восстанавливает настройки осциллографа по умолчанию. Это приводит осциллограф в известное рабочее состояние.

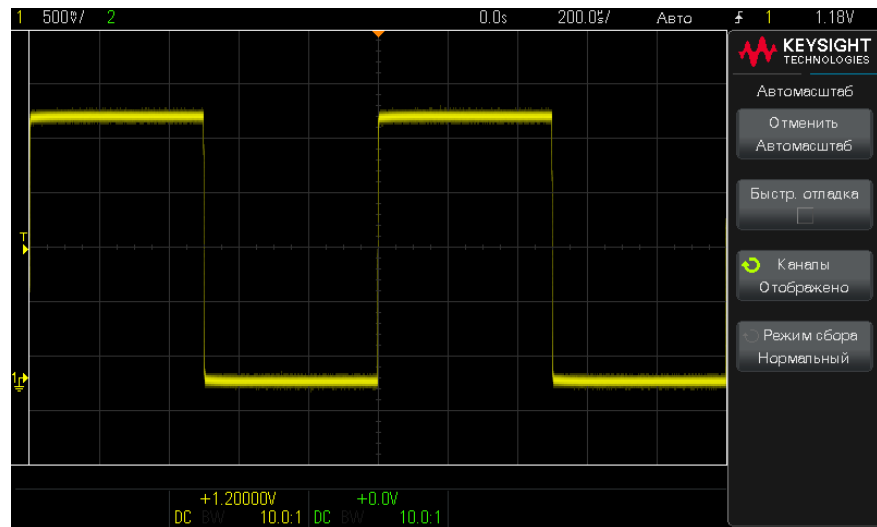
В меню сохранения/вызова имеются функции полного восстановления заводских настроек или выполнения безопасной очистки (см. раздел [Глава 20](#), “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239).

## Использование функции 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 **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**.

Эти же программные кнопки отображаются и в меню "Настройка автомасштаба". См. [Глава 22](#), "Настройки утилит," на стр. 257.

Если сигнал отображается, но это не тот прямоугольный сигнал, который показан выше, то проведите процедуру, называемую "**Компенсация пассивных пробников**" на странице 30.

Если сигнал не отображается, то убедитесь, что пробник надежно подключен к разъему входного канала BNC и к разъему Demo/Probe Comp на лицевой панели.

## 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.

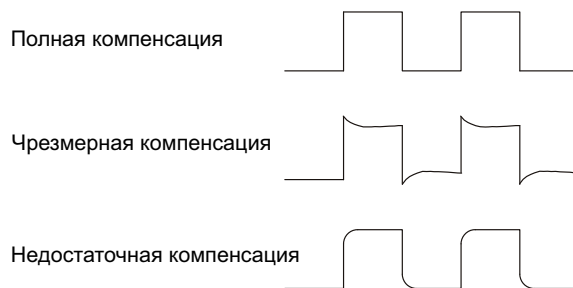
### ЗАМЕЧАНИЕ

Если пробник имеет настраиваемый параметр затухания (как пробники N2140/42A), для компенсации пробника необходимо использовать настройку 10:1.

- 1 Ввод сигнала компенсации пробника (см. "**Входной сигнал**" на странице 27).
- 2 Нажмите кнопку **[Default Setup] Настройки по умолчанию** для восстановления настроек осциллографа по умолчанию (см. "**Восстановление настроек осциллографа по умолчанию**" на странице 28).
- 3 Нажмите кнопку **[Auto Scale] Автомасштаб**, чтобы автоматически настроить осциллограф для сигнала Probe Comp (см. "**Использование функции автомасштабирования**" на странице 28).
- 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 немагнитический инструмент (прилагаемый к пробнику), чтобы настроить подстроечный конденсатор пробника на максимально плоский импульс.

В некоторых пробниках (таких как пробники N2140/42A) подстроечный конденсатор расположен на разъеме пробника BNC. На других пробниках (таких как пробники N2862/63/90) подстроечный конденсатор – это желтый регулятор на кончике пробника.



- 7** Подсоедините пробники ко всем остальным каналам осциллографа.
- 8** Повторите процедуру для каждого канала.

## Органы управления и разъемы передней панели

Под *кнопкой*, находящейся на лицевой панели, подразумевается любая кнопка (клавиша), которую можно нажать.

*Программные кнопки* – это шесть кнопок, расположенных непосредственно рядом с дисплеем. Меню и метки программных кнопок отображаются на дисплее при нажатии других кнопок на лицевой панели. Функции программных кнопок меняются при навигации по разным меню осциллографа.

Описание элементов, обозначенных на данных рисунках с помощью цифр, см. в приведенной далее таблице.

1 Начало работы





Рис. 3 4-канальные осциллографы InfiniiVision 1200 серии X









Рис. 4 2-канальные осциллографы InfiniiVision 1200 серии X

1.	Выключатель питания	Чтобы включить питание, нажмите один раз; нажмите еще раз, чтобы отключить питание. См. <b>"Включение осциллографа"</b> на странице 26.
2.	Программные кнопки	Функции этих кнопок зависят от меню, отображаемых на дисплее рядом с ними. _  Кнопка «Назад» возвращает вас назад в иерархии меню программных кнопок. В верхней части иерархии кнопка  Кнопка «Назад» 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.

## 1 Начало работы



4.	Ручка ввода	<p>Ручка ввода используется для выбора элементов меню и изменения значений. Функция ручки ввода меняется в зависимости от выбранных меню и программной кнопки.</p> <p>Учтите, что когда символ ручки ввода  отображается на одной из программных кнопок, также можно выбрать значение с помощью ручки ввода.</p> <p>Часто для осуществления выбора достаточно поворота ручки ввода. Иногда вы можете нажать ручку ввода, чтобы сделать выбор или отменить его. Кроме того, нажатием ручки ввода с экрана убираются всплывающие меню.</p>
5.	Кнопка <b>[Default Setup]</b> Настройки по умолчанию	<p>Нажмите эту кнопку, чтобы восстановить настройки осциллографа по умолчанию (подробнее см. в разделе "<b>Восстановление настроек осциллографа по умолчанию</b>" на странице 28).</p>
6.	Кнопка <b>[Auto Scale]</b> Автомасштаб	<p>При нажатии кнопки <b>[Auto Scale]</b> <b>Автомасштаб</b> осциллограф быстро определяет активные каналы, включает их и масштабирует для отображения входных сигналов на экране. См. "<b>Использование функции автомасштабирования</b>" на странице 28.</p>


7.	Элементы управления разверткой и сбором данных	<p>Управление разверткой и сбором данных включает следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ручка масштабирования по горизонтали — Поверните ручку в секции развертки с меткой  для настройки значения времени/деления. Знаки под этой ручкой означают, что с ее помощью можно развернуть или уменьшить сигнал за счет масштабирования по горизонтали.</li> </ul> <p>Нажмите ручку масштаба развертки для переключения между точной и грубой регулировкой.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ручка горизонтального положения — Поверните ручку с меткой ◀ ▶ для горизонтального перемещения по сигналу. При этом можно отобразить полученный сигнал до момента запуска (поворот ручки по часовой стрелке) или после (поворот ручки против часовой стрелки). Если перемещение по сигналу происходит при остановленном осциллографе (не находящемся в режиме работы), то отображаются данные сигнала, полученного последним.</li> <li>• Кнопка <b>[Acquire] Сбор</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню сбора данных, в котором можно выбрать временной режим «Нормальный», «XY» или «Прокрутка», включить или выключить масштабирование и выбрать точку отсчета времени запуска.</li> </ul> <p>Кроме того, можно выбрать режим сбора данных «Нормальный», «Обнаружение пиков», «Усреднение» или «Высокое разрешение», а в моделях серии DSOX1200 можно использовать сегментированную память (см. "<b>Выбор режима сбора данных</b>" на странице 156).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Масштаб  кнопка — Нажмите  кнопку масштаба, чтобы разделить дисплей осциллографа на экраны "Нормальный" и "Масштаб", не открывая меню "Сбор".</li> </ul> <p>Подробнее см. <b>Глава 2</b>, "Средства управления разверткой," на стр. 47.</p>
8.	Кнопки управления работой	<p>Когда кнопка <b>[Run/Stop] (Пуск/Стоп)</b> светится зеленым светом, осциллограф работает, то есть, при соблюдении условий запуска выполняется сбор данных. Для останова сбора данных нажмите кнопку <b>[Run/Stop] (Пуск/Стоп)</b>.</p> <p>Когда кнопка <b>[Run/Stop] (Пуск/Стоп)</b> светится красным светом, сбор данных остановлен. Для запуска сбора данных нажмите кнопку <b>[Run/Stop] (Пуск/Стоп)</b>.</p> <p>Для однократного запуска и отображения данных (вне зависимости, работает осциллограф или остановлен) нажмите кнопку <b>[Single] (Однократный запуск)</b>. Пока идет запуск осциллографа, кнопка <b>[Single] (Однократный запуск)</b> светится желтым светом.</p> <p>Дополнительные сведения см. в разделе "<b>Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой)</b>" на странице 149.</p>

<p>9.</p>	<p>Средства управления измерением</p>	<p>К средствам управления измерением относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кнопка <b>[Analyze] Анализ</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы получить доступ к следующим функциям анализа:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Настройка уровня запуска.</li> <li>• Настройка порога измерений.</li> <li>• Автоматическая настройка запуска по видеосигналам и отображение.</li> <li>• Отображение шины, состоящей из входов аналоговых каналов, где канал 1 представляет младший бит, а канал 4 — старший бит. См. также <a href="#">Глава 4</a>, “Отображение аналоговой шины,” на стр. 69.</li> <li>• Обеспечивают декодирование последовательной шины. См. также <a href="#">Глава 8</a>, “Запуск/декодирование последовательной шины,” на стр. 97.</li> <li>• Опорные сигналы (см <a href="#">Глава 7</a>, “Опорные сигналы,” на стр. 93).</li> <li>• Тестирование по маске (см. <a href="#">Глава 16</a>, “Тестирование по маске,” на стр. 203).</li> <li>• Цифровой вольтметр (см. <a href="#">Глава 17</a>, “Цифровой вольтметр,” на стр. 217).</li> <li>• Анализ амплитудно-частотной характеристики на моделях со встроенным генератором сигналов (см <a href="#">Глава 18</a>, “Анализ частотных характеристик,” на стр. 221).</li> </ul> </li> <li>• Кнопка <b>[Meas] Измерения</b> — Нажмите эту кнопку для доступа к предварительно заданным измерениям. См. <a href="#">Глава 15</a>, “Измерения,” на стр. 177.</li> <li>• Кнопка <b>[Cursors] Курсоры</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню, с помощью которого можно выбрать режим курсоров и источник.</li> <li>• Ручка Курсоры — 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.</li> </ul>
-----------	---------------------------------------	--

10 .	Кнопки инструментов	<p>Сюда относятся следующие кнопки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кнопка <b>[Save/Recall] Сохранить/Восстановить</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы сохранить настройки осциллографа, изображения экрана, данные сигналов или файлы маски, либо восстановить настройки, файлы маски или опорные сигналы. См. <a href="#">Глава 20</a>, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239.</li> <li>• Кнопка <b>[Utility] Утилиты</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню «Утилиты», в котором можно настроить параметры ввода-вывода осциллографа, пользоваться файловым обозревателем, задавать значения параметров, обращаться к меню обслуживания и выбирать другие функции. См. <a href="#">Глава 22</a>, “Настройки утилит,” на стр. 257.</li> <li>• Кнопка <b>[Display] Дисплей</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню, в котором можно включить послесвечение, настроить яркость сетки (координатной), метки сигналов, добавить аннотацию и очистить дисплей (см. <a href="#">Глава 9</a>, “Настройка дисплея,” на стр. 99).</li> <li>• Кнопка <b>[Quick Action] Быстрое действие</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы выполнить выбранное быстрое действие: общий снимок измерений, печать, сохранение, вызов, остановка изображения и другие. См. “<a href="#">Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)</a>” на странице 274.</li> <li>• Кнопка <b>[Save to USB] Сохр. на устр-ве USB</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы выполнить быстрое сохранение на устройстве USB.</li> </ul>
---------	---------------------	--

11	Средства управления запуском	<p>С помощью элементов управления запуском задаются параметры запуска осциллографа для сбора данных. Управление включает следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ручка уровня — Поверните ручку уровня, чтобы настроить уровень запуска для выбранного аналогового канала.  Нажмите ручку, чтобы установить уровень на 50% сигнала. Если используется связь по переменному току, при нажатии ручки «Уровень» установится уровень запуска около 0 В.  Положение уровня запуска для аналогового канала показано соответствующим значком <b>T</b> в крайней левой части экрана (если аналоговый канал включен). Значение уровня запуска для аналогового канала отображается в верхнем правом углу экрана.</li> <li>• Кнопка <b>[Trigger] Запуск</b> — Нажмите эту кнопку, чтобы выбрать тип запуска (фронт, длительность импульса, видео, и т. д.). См. <a href="#">Глава 11</a>, «Запуск», на стр. 113. Можно также настроить параметры, оказывающие влияние на все типы запуска. См. <a href="#">Глава 12</a>, «Режим запуска/связь», на стр. 139.</li> <li>• Клавиша <b>[Force] Принуд.</b> — 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 «Запуц.?»), можно нажать кнопку <b>[Force] Принуд.</b>, чтобы принудительно выполнить запуск и проверить поступающие сигналы.</li> </ul>
----	------------------------------	---

12	Управление по вертикали	<p>К средствам регулировки по вертикали относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кнопки включения/выключения аналогового канала — Эти кнопки используются для включения или выключения канала или для доступа к меню каналов, присвоенных программным кнопкам. Для каждого аналогового канала имеется своя кнопка включения/выключения.</li> <li>• Ручка масштабирования по вертикали — Используйте ручку с меткой  для изменения чувствительности по вертикали (усиления) для выбранных аналоговых входных каналов. Нажмите ручку масштаба по вертикали для переключения между точной и грубой регулировкой. По умолчанию устанавливается режим расширения сигнала относительно уровня заземления канала, однако этот режим можно изменить на расширение относительно центра экрана.</li> <li>• Ручка положения по вертикали — Используйте эту ручку для изменения положения по вертикали сигнала выбранного аналогового входного канала на дисплее. Значение напряжения, которое мгновенно отображается в правом верхнем углу дисплея, 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 относительно заземления.</li> </ul> <p>Дополнительные сведения см. в разделе <a href="#">Глава 3</a>, “Управление по вертикали,” на стр. 59.</p>
13	Кнопка <b>[Wave Gen] Генер. сигналов</b>	<p>В моделях осциллографов с индексом G в конце номера, имеющих встроенный генератор сигналов, нажмите эту кнопку, чтобы получить доступ к функциям генератора сигналов. См. <a href="#">Глава 19</a>, “Генератор сигналов,” на стр. 227.</p>
14	Кнопка <b>[FFT] БПФ</b>	<p>Обеспечивает доступ к функции анализа спектра БПФ. См. <a href="#">Глава 5</a>, “Спектральный анализ БПФ,” на стр. 71.</p>
15	Кнопка <b>[Help] Справка</b>	<p>Открывает меню справки, в котором можно просматривать темы справки, выбрать язык (см. также <a href="#">"Доступ к встроенной краткой справке"</a> на странице 44) и выбрать обучающие сигналы, которые могут выводиться на разъем Demo.</p>

16	Управление математическими функциями	<p>К средствам управления математическими функциями относятся следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кнопка <b>[Math] Математика</b> — доступ к сигналам математических функций (сложение, вычитание, и т. д.). См. <b>Глава 6</b>, “Сигналы математических функций,” на стр. 81.</li> <li>• Ручка масштабирования по вертикали — Используйте ручку с меткой  для изменения чувствительности по вертикали (как в случае с элементами управления по вертикали для аналогового канала).</li> <li>• Ручка положения по вертикали — Используйте ручку для изменения вертикального положения сигнала математической функции на дисплее (как в случае с элементами управления по вертикали для аналогового канала).</li> </ul>
17	Входы аналоговых каналов	<p>Подключите к этим разъемам BNC пробники осциллографа или кабели BNC.</p> <p>Импеданс на входе аналогового канала осциллографа InfiniiVision 1200 серии X составляет 1 МОм.</p> <p>Кроме того, в них не предусмотрено автоматического определения пробника, поэтому для обеспечения точности измерений следует должным образом настроить коэффициент затухания пробника. См. <b>"Настройка параметров пробника аналогового канала"</b> на странице 64.</p>
18	Выход генератора сигналов	<p>В моделях осциллографов с индексом G в конце номера встроенный генератор сигналов может выводить на разъем Gen Out BNC синусоидальный, прямоугольный и пилообразный сигнал, импульс, уровень постоянного тока или шум. Нажмите кнопку <b>[Wave Gen] Генер. сигналов</b> для настройки генератора сигналов. См. <b>Глава 19</b>, “Генератор сигналов,” на стр. 227.</p> <p>Можно также отправить выходной сигнал запуска или сигнал сбоя теста по маске на разъем <b>Gen Out</b> BNC. См. <b>"Настройка источника Gen Out"</b> на странице 268.</p>
19	Разъемы Demo/Probe Comp и заземление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разъем Demo — На этот разъем выводится сигнал компенсации пробника, с помощью которого можно сопоставить входное емкостное сопротивление пробника с каналом осциллографа, к которому тот подключен. См. <b>"Компенсация пассивных пробников"</b> на странице 30. На этот контакт осциллографа могут также выводиться демонстрационные и обучающие сигналы.</li> <li>• Разъем заземления — Этот разъем используется для заземления пробников, подключенных к разъему Demo/Probe Comp. См. предупреждение в <b>"Входной сигнал"</b> на странице 27.</li> </ul>



20 .	Основной порт USB	<p>Этот порт предназначен для подключения к осциллографу USB-накопителей или принтеров.</p> <p>Подключите совместимый USB-накопитель (флэш-память, дисковод и т.д.) для сохранения или восстановления файлов настроек осциллографа и опорных сигналов или данных и изображений экрана. См. <b>Глава 20</b>, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239.</p> <p>Для выполнения печати подключите совместимый USB-принтер. Дополнительные сведения о выполнении печати см. в разделе <b>Глава 21</b>, “Печать (экраны),” на стр. 251.</p> <p>При наличии доступных обновлений порт USB можно использовать и для обновления системного ПО осциллографа.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Вы должны <b>Извлечь</b> USB-накопитель перед отключением. В противном случае устройство будет помечено как поврежденное при подключении к компьютеру с операционной системой Windows (даже при отсутствии повреждений устройства).</p> <p><b>ВНИМАНИЕ!</b> Не следует подключать основной компьютер к основному порту USB осциллографа. Основной компьютер распознает осциллограф как устройство, поэтому его следует подключать к порту осциллографа для устройств (расположен на задней панели). См. <b>“Разъемы задней панели”</b> на странице 42.</p>
21 .	Кнопка [External] Внешн.	<p>Нажмите эту кнопку, чтобы настроить параметры входа внешнего запуска. См. <b>“Вход внешнего запуска”</b> на странице 145.</p>
22 .	Вход Ext Trig	<p>Внешний разъем входного сигнала запуска BNC. Пояснения см. в разделе <b>“Вход внешнего запуска”</b> на странице 145.</p>

## Накладки лицевой панели для различных языков

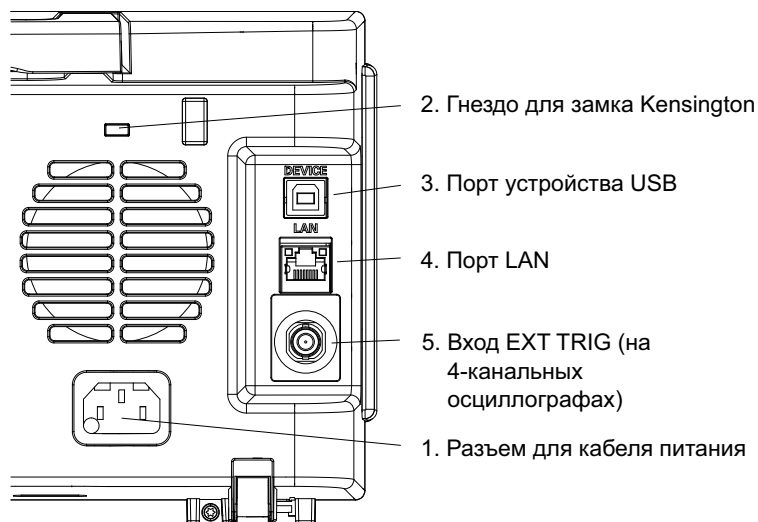
Накладки на лицевую панель с переводом английских названий кнопок и меток лицевой панели доступны на многих языках. Соответствующая накладка включается в комплект, когда при покупке прибора указывается вариант локализации.

Закрепление накладки на лицевой панели

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

## Разъемы задней панели

Описание элементов, обозначенных на данном рисунке с помощью цифр, см. в приведенной далее таблице.

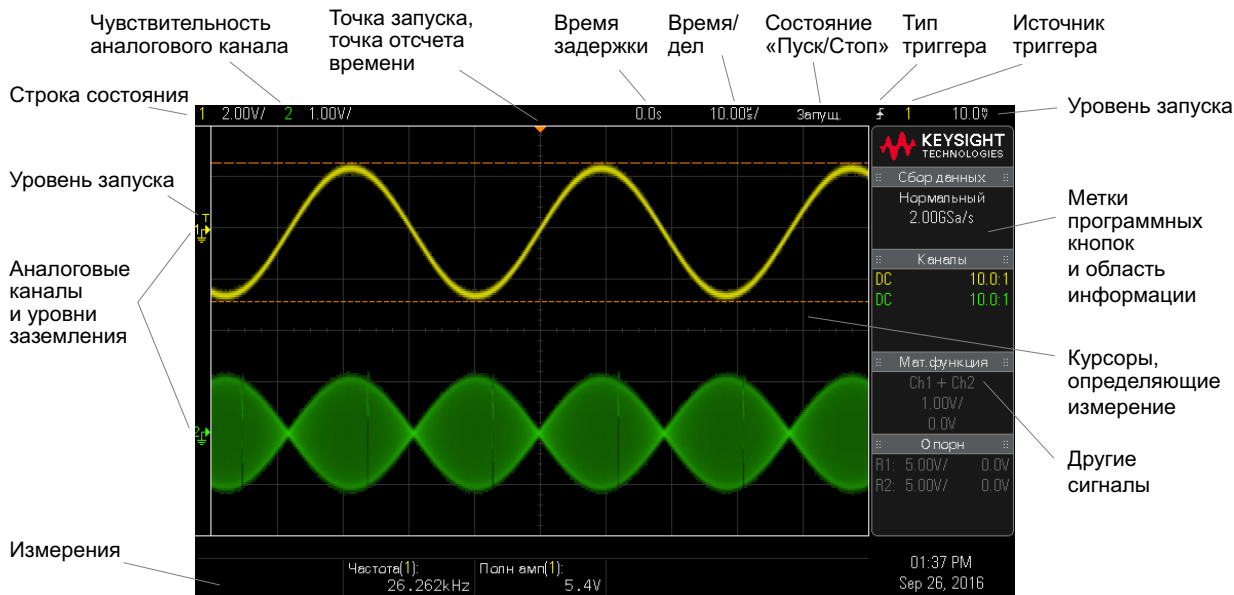


1.	Разъем кабеля питания	Подключите кабель питания к этому разъему.
2.	Гнездо для замка Kensington	К этому гнезду подключается замок Kensington, предназначенный для защиты устройства.
3.	Порт устройства USB	Этот порт предназначен для подключения осциллографа к хост-компьютеру. Через порт устройства USB можно запускать удаленные команды для управления осциллографом с хост-компьютера (см. <i>Руководство программиста</i> ).
4.	Порт LAN	Когда осциллограф подключен к сети (см. " <b>Настройка подключения осциллографа к сети LAN</b> " на странице 258), порт локальной сети (LAN) позволяет печатать информацию на сетевых принтерах (см. <b>Глава 21</b> , "Печать (экраны)," на стр. 251), получать доступ к встроенному веб-серверу осциллографа (см. <b>Глава 23</b> , "Веб-интерфейс," на стр. 277) и выдавать удаленные команды (см. <i>Руководство программиста</i> ).

15	Вход EXT TRIG	<p>На 4-канальных моделях разъем BNC входа внешнего запуска расположен на задней панели.</p> <p>На 2-канальных моделях разъем BNC входа внешнего запуска расположен на передней панели.</p> <p>Пояснения см. в разделе "<b>Вход внешнего запуска</b>" на странице 145.</p>
----	---------------	--



## Изучение дисплея осциллографа

На дисплее осциллографа отображаются полученные сигналы, информация о настройках, результаты измерений и названия программных кнопок.



**Рис. 5** Интерпретация показаний на дисплее осциллографа

Строка состояния	Верхняя строка дисплея содержит сведения о настройках по вертикали, горизонтали и настройках запуска.
------------------	---

<p>Область отображения</p>	<p>Область отображения содержит полученные сигналы, идентификаторы каналов, а также индикаторы аналогового запуска и уровня заземления. Сведения о каждом аналоговом канале отображаются разным цветом.</p> <p>Для отображения деталей сигналов используется 256 уровней яркости.</p> <p>Дополнительные сведения о режимах отображения см. в <a href="#">Глава 9</a>, “Настройка дисплея,” на стр. 99.</p>
<p>Метки программных кнопок и область информации</p>	<p>При нажатии большинства кнопок лицевой панели в этой области отображаются краткие названия пунктов меню и метки программных кнопок. Метки описывают функции программных кнопок. Обычно с помощью программных кнопок настраиваются дополнительные параметры выбранного режима или меню.</p> <p>При нажатии кнопки  «Назад» выполняется возврат к предыдущему меню иерархии, пока не будут убраны все метки программных кнопок и не отобразится область информации. Область информации содержит сведения о сборе данных, аналоговом канале, математической функции и опорном сигнале.</p> <p>Можно также задать автоматическое выключение меню программных кнопок по истечении указанного периода времени (<b>[Utility] Утилиты &gt; Параметры &gt; Тайм-аут меню</b>).</p> <p>При нажатии кнопки  «Назад», когда отображается область информации, выполняется возврат к последнему открытому меню.</p>
<p>Область измерений</p>	<p>Когда измерения или курсоры включены, эта область содержит результаты автоматических измерений и использования курсоров.</p> <p>Когда измерения выключены, в этой области отображается дополнительная информация о состоянии, описывающая смещение канала и другие параметры конфигурации.</p>

## Доступ к встроенной краткой справке

Вызов краткой справки:

- 1 Нажмите и удерживайте кнопку, программную кнопку или ручку ввода, для которой требуется просмотреть справку.

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

## Выбор языка интерфейса пользователя

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

- 1** Нажмите кнопку **[Help] (Справка)**, затем нажмите программную кнопку **Язык**.
- 2** Поворачивайте ручку ввода, пока не будет выбран необходимый язык.


## 1 Начало работы

## 2 Средства управления разверткой

- Регулировка масштаба развертки (время/деление) / 48
- Регулировка задержки по горизонтали (положения) / 49
- Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных процедур сбора данных / 50
- Изменение временного режима развертки («Нормальный», «XY» или «Прокрутка») / 51
- Отображение временной развертки с измененным масштабом / 55
- Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки / 57
- Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа) / 57

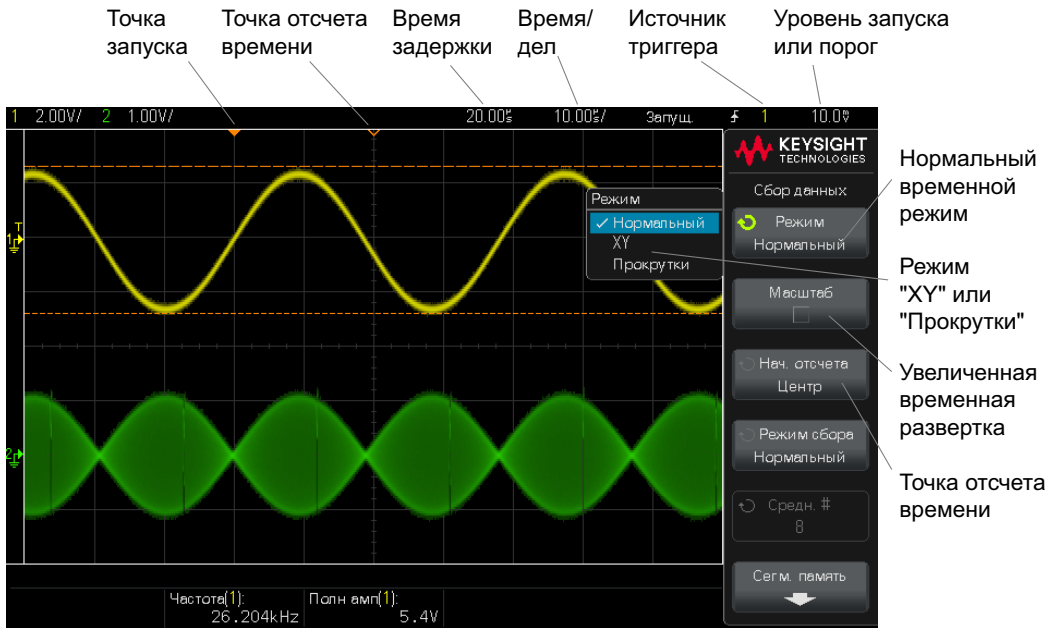
Ниже перечислены средства управления разверткой.:



- Ручки масштаба и положения развертки.
- Кнопка **[Acquire] Сбор**, обеспечивающая доступ к меню «Сбор».
-  Кнопка масштабирования для быстрого включения/выключения режима масштаба разделенного экрана.

## 2 Средства управления разверткой

На следующем рисунке показано меню «Сбор», которое открывается при нажатии кнопки **[Acquire] Сбор**.




**Рис. 6** Меню «Сбор»

Меню «Сбор» позволяет выбрать временной режим («Нормальный», «XY» или «Прокрутка»), включить масштабирование, а также задать точку отсчета.

Текущая частота дискретизации отображается в информационной области справа, когда метки меню программных клавиш выключены.

## 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  $\nabla$  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 процедур сбора данных"** на странице 50.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки масштаба развертки – иное. См. **"Отображение временной развертки с измененным масштабом"** на странице 55.

## 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  $\nabla$ ). Эти точки отсчета отображаются вдоль верхней границы сетки дисплея.

**Рис. 6** показывает точку запуска со значением задержки в 200 мкс. Числовое значение задержки указывает, насколько далеко отстоит точка отсчета от точки запуска. При значении задержки равно нулю происходит наложение индикатора задержки на индикатор точки отсчета.

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

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

В нормальном временном режиме ручка положения коэффициента развертки работает и пока выполняется сбор данных, и когда он остановлен. Во время сбора данных с помощью ручки масштаба коэффициента развертки регулируется частота дискретизации. Когда сбор данных остановлен, с помощью ручки масштаба коэффициента развертки можно увеличить масштаб полученных данных. См. **"Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных процедур сбора данных"** на странице 50.

Обратите внимание на то, что для экрана "Масштаб" назначение ручки положения коэффициента развертки – иное. См. **"Отображение временной развертки с измененным масштабом"** на странице 55.

### Прокрутка и масштабирование отдельных или остановленных процедур сбора 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. Таким преимуществом 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.

Ограничений по соотношению между настройками времени/деления, используемыми для сбора данных, и настройками времени/деления, используемыми при их просмотре, не существует. Однако существует некое полезное ограничение. Оно является своего рода функцией анализируемого сигнала.

**ЗАМЕЧАНИЕ****Увеличение масштаба остановленных данных**

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

## Изменение временного режима развертки («Нормальный», «XY» или «Прокрутка»)

**1** Нажмите **[Acquire] Сбор**.

**2** В меню «Сбор» нажмите кнопку **Временной режим** и выберите одно из значений.

- **Нормальный** – стандартный рабочий режим осциллографа.

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

- **XY** — в режиме «XY» на экране отображается не зависимость напряжения от времени, а зависимость напряжения от напряжения. Временная развертка выключается. Амплитуда канала 1 отображается по оси X, а канала 2 — по оси Y.

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

Измерения сигналов в режиме «XY» выполняются с помощью курсоров.

Для получения дополнительной информации об использовании режима "XY" для выполнения измерений обратитесь к разделу "**Временной режим «XY»**" на странице 52.

- **Прокрутка** — 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 «Прокрутка» скорость развертки будет снижена до 50 мс/дел.

Запуск в режиме «Прокрутка» не происходит. Фиксированной точкой отсчета является правый край экрана, что соответствует текущему моменту времени. Произошедшие события прокручиваются слева от точки отсчета. А так как запуск не происходит, отсутствуют и предпусковые данные.

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

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

### Временной режим «XY»

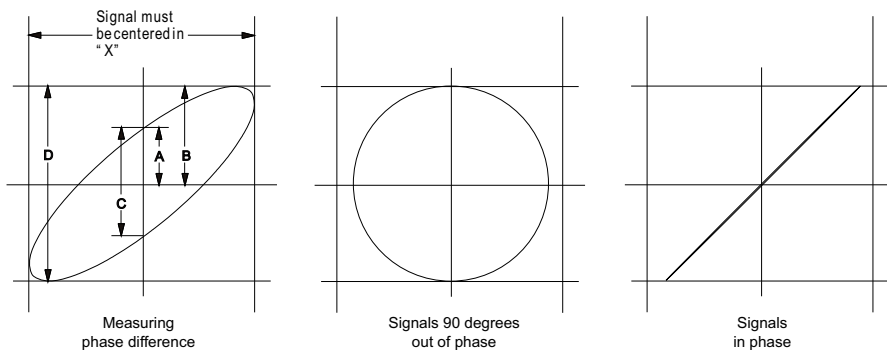
В режиме «XY» на экране осциллографа отображается не зависимость напряжения от времени, а зависимость напряжения от напряжения, и при этом используются два входных канала. Входной сигнал канала 1 отображается по оси X, а канала 2 — по оси Y. Для отображения на экране зависимости деформации от смещения, потока от давления, напряжения от силы тока или от 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 **[Auto Scale] Автомасштаб**, затем кнопку **[Acquire] Сбор**; затем нажмите программную кнопку **Временной режим** и выберите «XY».
- 3 Центрируйте сигнал на экране с помощью ручек 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 ( $\theta$ ) можно рассчитать по следующей формуле (предполагается, что амплитуда обоих каналов одинакова):

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



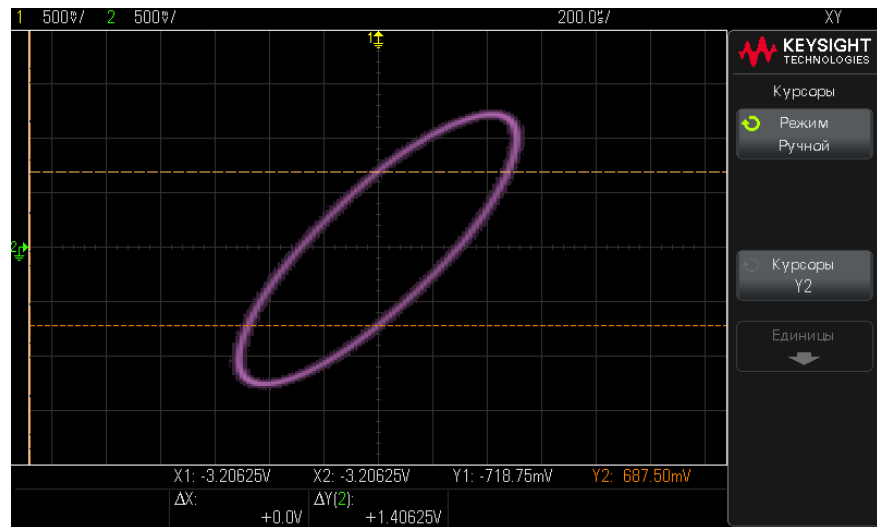
**Рис. 7** Сигналы в режиме «XY», центрированные на экране

**4** Нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры**.

**5** Установите курсор Y2 в верхней части сигнала, а курсор Y1 – в нижней.

Обратите внимание на значение  $\Delta Y$  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  $\Delta Y$ .



**Рис. 8** Измерение угла сдвига фаз (автоматическое и с помощью курсоров)

7 Рассчитайте угол сдвига фаз по указанной ниже формуле.

Допустим, что первое значение  $\Delta Y$  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. Канал 1 — это вход по оси X, канал 2 — по оси Y, а вход EXT TRIG — по оси Z. Если нужно просмотреть только отдельные участки изображения зависимости Y от X, то воспользуйтесь входным сигналом по оси Z. Сигнал по оси Z включает и выключает осциллограмму (в аналоговых осциллографах этот сигнал называется Z-гашением, т. к. он включает и выключает луч). При низком уровне сигнала Z (<1,4 В) отображается зависимость Y от X, а при высоком (>1,4 В) изображение отключается.

## Отображение временной развертки с измененным масштабом

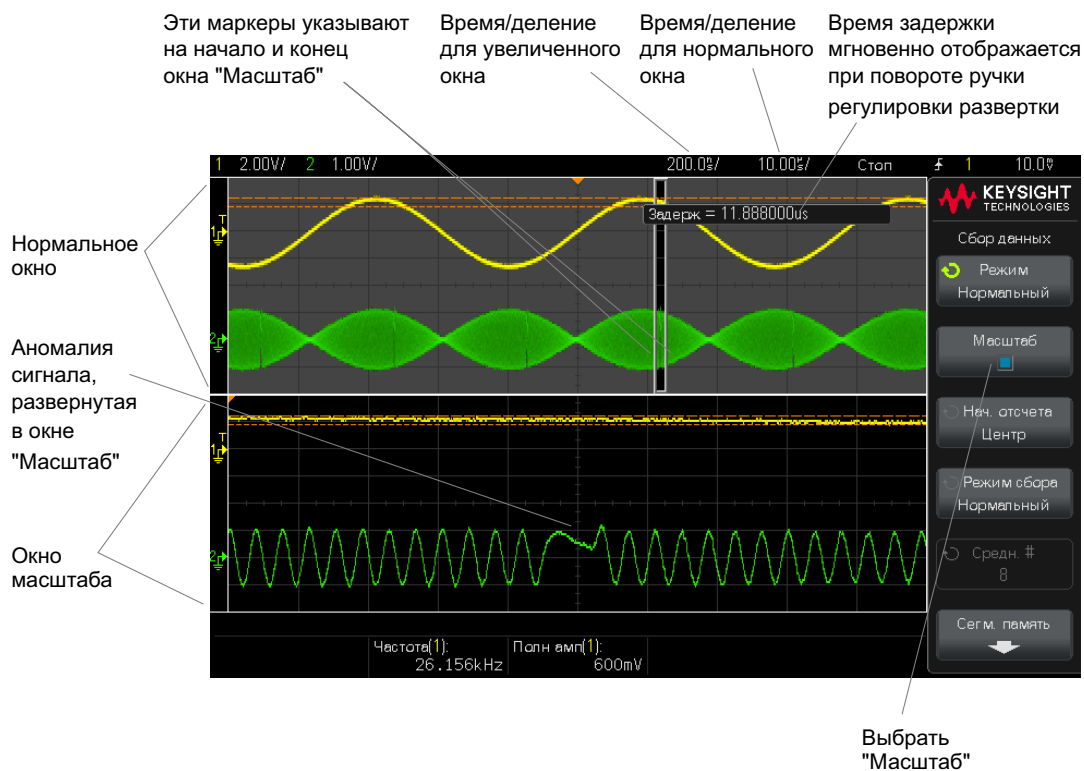
Масштаб (раньше называемый режимом задержки развертки) – это растянутая по горизонтали версия нормального экрана. При выборе режима «Масштаб» экран делится на две половины. В верхней части отображается нормальное окно времени/деления, а в нижней – окно времени/деления ускоренного масштабирования.

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

Включение (или выключение) режима «Масштаб»:

- 1 Нажмите  кнопку масштаба (или нажмите кнопку **[Acquire] Сбор**, 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 184 и "**Локализация события с целью измерения частоты**" на странице 191.

## Переключение режимов грубой/точной настройки кнопки масштаба развертки

- 1 Нажмите ручку масштаба развертки, 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 **[Acquire] Сбор**.
- 2 В меню «Сбор» нажмите кнопку **Временной режим** 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.

## 2 Средства управления разверткой

- **Правый** – точка отсчета времени привязана к одному основному делению по правому краю экрана.

Небольшой белый треугольник ( $\nabla$ ) 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).

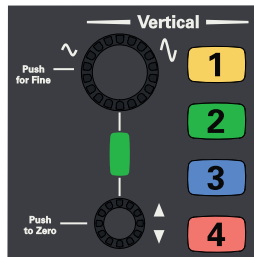
При вращении ручки масштабирования по горизонтали (скорость развертки) изображение сигнала растягивается или сжимается относительно точки отсчета времени ( $\nabla$ ). См. "**Регулировка масштаба развертки (время/деление)**" на странице 48.

При вращении ручки регулировки положения по горизонтали ( $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ) в нормальном режиме (не в режиме масштабирования) индикатор точки запуска ( $\blacktriangledown$ ) перемещается влево или вправо относительно точки отсчета времени ( $\nabla$ ). См. "**Регулировка задержки по горизонтали (положения)**" на странице 49.

## 3 Управление по вертикали

- Включение и выключение сигналов (каналов или математических функций) / 61
- Настройка масштаба по вертикали / 61
- Настройка положения по вертикали / 62
- Указание связи каналов / 62
- Указание ограничения полосы пропускания / 63
- Переключение режима точной/грубой настройки для ручки масштабирования по вертикали / 63
- Инвертирование сигнала / 64
- Настройка параметров пробника аналогового канала / 64

Ниже перечислены средства регулировки по вертикали.:



- Мультиплексированные ручки регулировки масштаба по вертикали и положения для выбранного аналогового канала.
- Кнопки включения и выключения каналов и доступа к программному меню определенного канала.

**ЗАМЕЧАНИЕ**

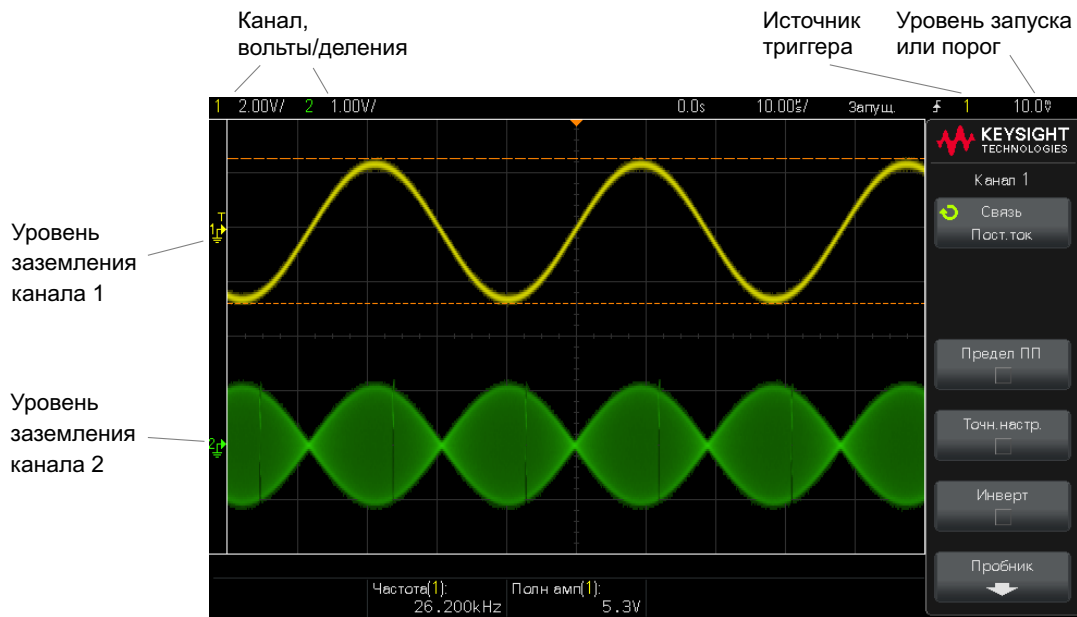
Keysight рекомендует всегда масштабировать сигнал таким образом, чтобы вся форма сигнала находилась между верхней и нижней частью экрана.


Для правильной работы осциллографа серии 1200 X входы каналов не должны быть перегружены более чем на  $\pm 8$  делений. Превышение этого предела может привести к появлению некорректных сигналов и увеличению перекрестных помех между входными каналами.

**ЗАМЕЧАНИЕ**

Чтобы минимизировать перекрестные помехи между входными каналами, убедитесь, что канал не перегружен. Кроме того, подключение пробника или кабеля к каналу уменьшит перекрестные помехи.

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



Уровень заземления сигнала для каждого отображаемого аналогового 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 63).

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 263.

## 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 263).

## Указание связи каналов

Параметр «Связь» переключает связь входа канала на **AC** (переменный ток) или **DC** (постоянный ток).

### Совет

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

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

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

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

Обратите внимание на то, что связь каналов не зависит от связи триггеров. Для изменения связи триггеров см. раздел "**Выбор связи видов запуска**" на странице 142.

## Указание ограничения полосы пропускания

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

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

## 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 канала), 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 канала нажмите программную кнопку **Инвертировать**, чтобы инвертировать выбранный канал.

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

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

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

## Настройка параметров пробника аналогового канала

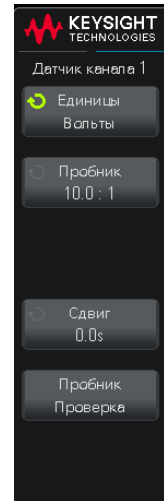
- 1 Нажмите кнопку канала, связанного с выбранным пробником.



- В меню канала нажмите программную кнопку **Пробник**, чтобы отобразить меню пробника канала.

В меню «Пробник канала» можно выбрать для подключенного пробника такие дополнительные параметры, как коэффициент затухания и единицы измерения.

Программная кнопка **Проверка пробника** открывает доступ к процедуре компенсации пассивных пробников (например, пробников N2140A, N2142A, N2862A/B, N2863A/B, N2889A, N2890A, 10073C, 10074C или 1165A).



- См. также
- **"Указание единиц измерения канала"** на странице 65
  - **"Указание затухания пробника"** на странице 66
  - **"Указание искажения пробника"** на странице 66

### Указание единиц измерения канала


- Нажмите кнопку канала, связанного с выбранным пробником.
- В меню «Канал» нажмите кнопку **Пробник**.
- 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 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 0,100:1 до 10000:1 с последовательностью 1-2-5.

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

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

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

## Указание искажения пробника

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

- 1 Прозондируйте одну точку обоими пробниками.
- 2 Нажмите кнопку канала одного из выбранных пробников.
- 3 В меню «Канал» нажмите кнопку **Пробник**.
- 4 В меню «Пробник канала» нажмите кнопку **Искажение** и выберите нужное значение искажения.

Каждый аналоговый канал можно отрегулировать на  $\pm 100$  нс с общей разницей 200 нс.

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



## 4 Отображение аналоговой шины

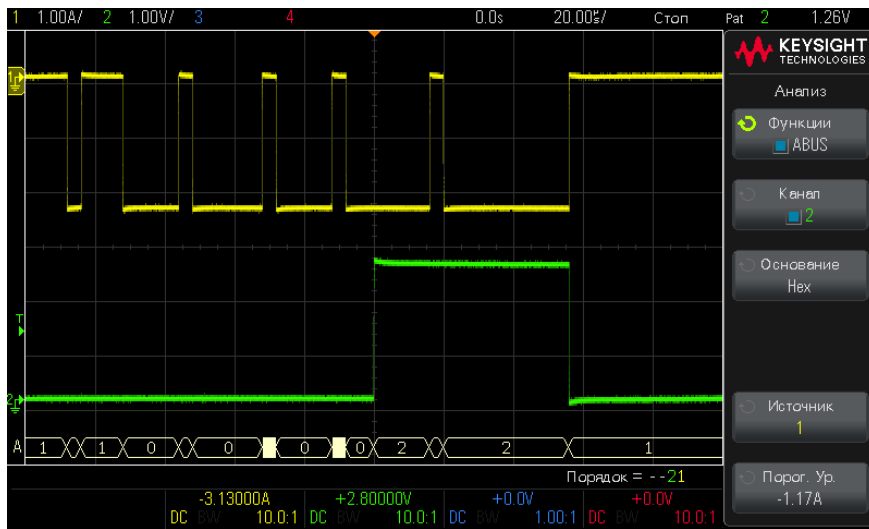
Можно отобразить шину, состоящую из входов аналогового канала и, в 2-канальных моделях осциллографов, входа внешнего запуска. Шине может быть назначен любой из входных каналов.

Отображение аналоговой шины:

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Аналоговая шина**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение аналоговой шины.
- 4 Чтобы назначить каналы шине, нажмите программную кнопку **Канал**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать канал, а затем снова нажмите **Канал**, чтобы добавить канал в шину или удалить его.
- 5 Чтобы задать основание системы счисления аналоговой шины, нажмите кнопку **Основание** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Шестнадцатеричная** или **Двоичная**.
- 6 Чтобы указать уровни порогового напряжения канала, которые определяют уровни битов 0 и 1 в значении шины, с помощью программной кнопки **Источник** и ручки ввода выберите канал, затем с помощью программной кнопки **Порог** и ручки ввода укажите его пороговое напряжение.

Чтобы переключиться между программными кнопками **Источник** и **Порог**, нажмите ручку ввода.

## 4 Отображение аналоговой шины



Значения шины отображаются в нижней части координатной сетки, над любыми сигналами последовательной шины (при наличии). Канал 1 представляет младший бит, а канал 4 — старший бит.

## 5 Спектральный анализ БПФ

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

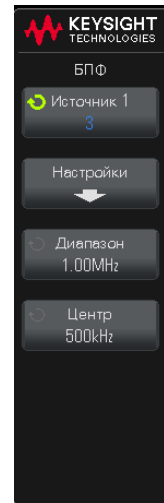
Функция БПФ используется для выявления проблем с перекрестными помехами, для поиска проблем с искажениями в аналоговых сигналах, вызванных нелинейностью усилителей, или для регулировки аналоговых фильтров.

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

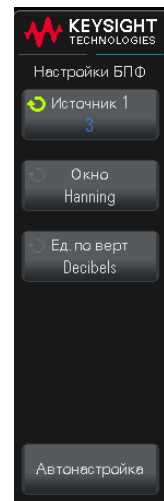
1 Нажмите кнопку **[FFT] БПФ**.

- **Источник 1** — выбор источника для функции БПФ.
- **Настройки** — отображение меню настроек БПФ.
- **Интервал** — позволяет установить диапазон частот, который будет отображаться по всей ширине дисплея. Чтобы получить цену деления шкалы, следует разделить значение диапазона на 10.
- **Центр** — позволяет указать частоту, отображаемую вдоль центральной вертикальной линии координатной сетки дисплея.

2 Нажмите программную кнопку **Настройки**, чтобы войти в меню дополнительных настроек БПФ.



- **Источник 1** — выбор источника для функции БПФ.
- **Окно** — позволяет выбрать окно для отображения входного сигнала функции БПФ:
  - **Хеннинг** — позволяет выбрать окно Хеннинга для проведения точных частотных измерений или разделения двух близко расположенных частот.
  - **Плоская вершина** — позволяет выбрать окно для точных амплитудных измерений пиковых значений частоты.
  - **Прямоугольное** — окно с хорошим частотным разрешением и высокой точностью измерения амплитуды, но его следует использовать только при отсутствии утечек. Применяется с такими сигналами, как псевдослучайный шум, импульсы, синусоидальные пакеты и затухающие синусоидальные колебания.
  - **Блэкмен-Харрис** — окно Блекмена-Харриса позволяет уменьшить временное разрешение по сравнению с прямоугольным окном, однако повышает возможность обнаружения мелких импульсов благодаря более низким боковым лепесткам.





- **Единицы по вертикали** — позволяет выбрать **Децибелы** или **Вольты эффективного значения** напряжения в качестве единиц измерения для вертикальной шкалы ПБФ.
- **Автонастройка** — позволяет установить такие значения параметров «Интервал» и «Центр», при которых обеспечивается отображение всего имеющегося спектра. Максимально возможная частота равна половине частоты дискретизации БПФ, которая зависит от установки коэффициента развертки (время/деление). Разрешение БПФ – это соотношение между частотой дискретизации и числом точек функции БПФ ( $f_s/N$ ). Текущее разрешение БПФ отображается над программными кнопками.

**ЗАМЕЧАНИЕ****Особенности регулировки масштаба и смещения**

Если вы не изменяете ручную установку масштаба и смещения БПФ, 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.

При нажатии кнопки **Нажатие программной кнопки Автонастройка БПФ** позволяет автоматически регулировать масштаб сигнала; при этом значения частотного диапазона и центральной частоты автоматически изменяются в соответствии с установленным коэффициентом развертки.

- 3 Для выполнения измерений с помощью курсоров нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры** и установите для программной кнопки **Источник** значение **Mat.N**.

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

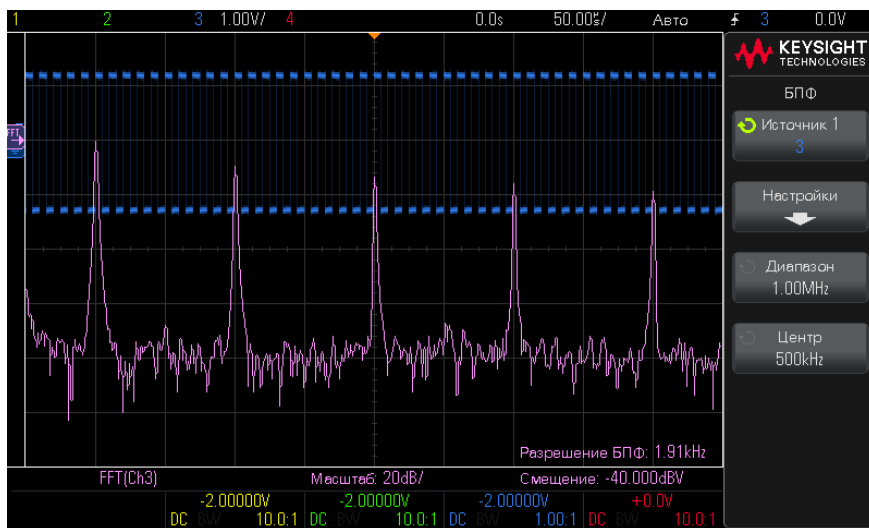
- 4 Для выполнения других измерений нажмите кнопку **[Meas] Измерения** и установите для программной кнопки **Источник** значение **Mat.N**.

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

## 5 Спектральный анализ БПФ

Для регулировки масштаба и смещения сигнала БПФ используйте мультиплексированные ручки масштаба и положения рядом с кнопкой **[Math]** **Математика** для изменения размера и положения сигнала математической функции.

Следующий спектр БПФ был получен путем подключения сигнала прямоугольной формы 2,5 В, 100 кГц к каналу 2. Установите значение масштаба по горизонтали 50 мкс/дел., чувствительности по вертикали 1 В/дел., единиц/дел. 20 дБВ, смещения -40,0 дБВ, центральной частоты 500 кГц, диапазона частот 1 МГц и окно Хэннинга.



- См. также
- "Рекомендации по измерениям с использованием БПФ" на странице 75
  - "Единицы измерений FFT" на странице 76
  - "Значение постоянной составляющей при вычислении FFT" на странице 77
  - "Ложные частотные составляющие и наложение спектров" на странице 77
  - "Просачивание спектральных составляющих" на странице 78
  - "Единицы измерения сигналов математических функций" на странице 84

## Рекомендации по измерениям с использованием БПФ

Количество точек, регистрируемых для записи БПФ, может достигать до 65 536. Отображаются все точки, когда частотный диапазон максимален. Когда на экране отображается спектр БПФ, органы управления частотным диапазоном и центральной частотой применяются для обследования спектра в области интересующей вас частоты примерно так же, как у анализатора спектра. Поместите интересующую часть спектра в центр экрана и уменьшайте частотный диапазон, чтобы увеличить разрешение отображения спектра. При уменьшении частотного диапазона уменьшается количество отображаемых точек и происходит растяжка отображаемого на экране спектра.

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

### ЗАМЕЧАНИЕ

#### Разрешение БПФ

Разрешение БПФ – это соотношение между частотой дискретизации и числом точек функции БПФ ( $f_s/N$ ). При фиксированном количестве точек БПФ (до 65 536) чем меньше частота дискретизации, тем лучше разрешение.

Уменьшение эффективной частоты дискретизации путем выбора более низкой скорости развертки (более высокого значения коэффициента развертки) приводит к повышению низкочастотного разрешения отображения спектра БПФ, однако увеличивает вероятность появления ложных частотных составляющих. Разрешение БПФ равно результату деления эффективной частоты дискретизации на количество точек в БПФ. 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 канала, если объектом действий (операндом) является канал.
- Установите чувствительность канала-источника так, чтобы сигнал отображался почти во весь экран, но без ограничения.

- Применяйте окно с плоской вершиной.
- Установите высокую чувствительность БПФ, например 2 дБ/деление.

Для достижения наилучшей точности воспроизведения частоты на пиках:

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

Дополнительные сведения о применении функций БПФ см. в документе Keysight «Примечание по применению 243», *Основы анализа сигналов* на веб-странице по адресу <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.

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

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

### ЗАМЕЧАНИЕ

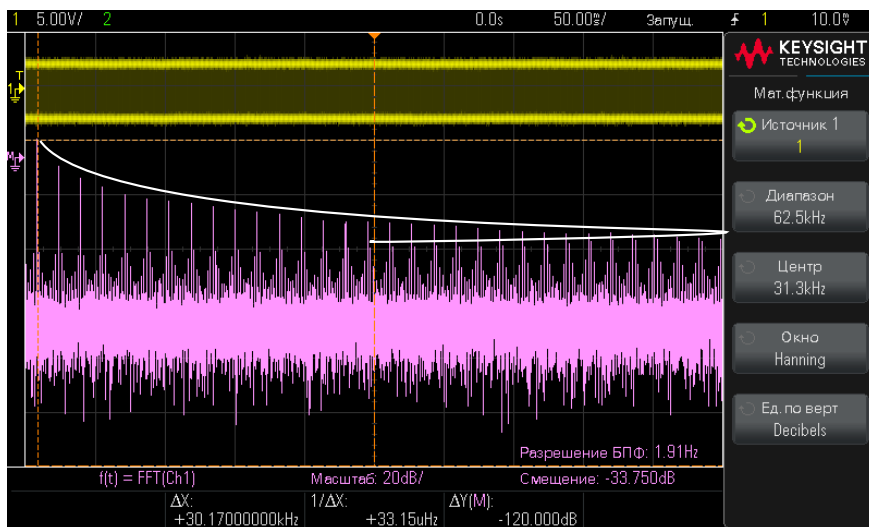
#### **Частота Найквиста и наложение спектров в частотной области**

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 БПФ ограничен этой частотой, то любые более высокочастотные составляющие отображаются на более низкой (ложной) частоте.

На следующем рисунке показан пример наложения спектров. Это спектр меандра с частотой 990 Гц, который содержит множество гармоник. Настройка время/деление по горизонтали для сигналов прямоугольной формы определяет частоту дискретизации и результаты при разрешении БПФ 1,91 Гц. На этой

осциллограмме спектра БПФ 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 БПФ 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 БПФ применяются окна, плавно приближающиеся к нулю в начале и в конце сигнала. В меню FFT предлагается четыре окна: окно Хеннинга, окно с плоской вершиной, прямоугольное окно и окно

Блэкмана-Харриса. Дополнительные сведения о просачивании см. в документе Keysight Application Note 243, *The Fundamentals of Signal Analysis* по адресу: <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf>.





## 6 Сигналы математических функций

Отображение сигналов математических функций /	82
Выполнение функции преобразования результата по арифметической операции /	83
Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции /	83
Единицы измерения сигналов математических функций /	84
Математические операторы /	84
Математические преобразования /	86
Математические фильтры /	91

Математические функции могут выполняться с аналоговыми каналами. Получаемый сигнал математической функции отображается светло-фиолетовым цветом.

Применить математическую функцию к каналу можно даже без вывода на экран самого канала.

Можно выполнить следующее:

- Выполнить арифметическую операцию (сложение, вычитание или умножение) на аналоговых входных каналах.
- Выполнить функцию преобразования (например, БПФ) по аналоговому входному каналу.
- Выполнить функцию преобразования результата одного из арифметических действий.

## Отображение сигналов математических функций

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

- 2 Если значок **f(t)** отсутствует на программной кнопке **Функция**, нажмите кнопку **Функция** и выберите **f(t): Показывать**.

- 3 Выберите оператор или преобразование с помощью программной кнопки **Оператор**.

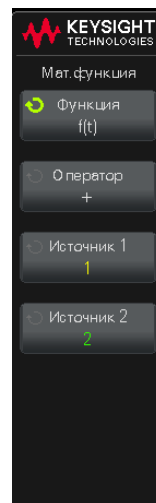
Дополнительные сведения об операторах, преобразованиях или фильтрах см. в следующих разделах:

- **"Математические операторы"** на странице 84
- **"Математические преобразования"** на странице 86
- **"Математические фильтры"** на странице 91

- 4 С помощью программной кнопки **Источник 1** выберите аналоговый канал для выполнения математической функции. Для этого можно повернуть ручку ввода или несколько раз нажать программную кнопку **Источник 1**. Если выбрана функция преобразования (ПБФ), то результат отображается на экране.

- 5 Если выбран арифметический оператор, то выберите второй источник для арифметического действия с помощью программной кнопки **Источник 2**. Результат отображается на экране.

- 6 Сведения об изменении размера и положения сигнала математической функции см. в разделе **"Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции"** на странице 83.



**Совет****Рекомендации по применению математических функций**

Если сигнал аналогового канала или математической функции обрезан (отображен на дисплее не полностью), то обрезанным окажется и обработанный с помощью этой функции сигнал.

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

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

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

## Выполнение функции преобразования результата по арифметической операции

Чтобы выполнить математическую функцию БПФ или фильтра нижних частот по арифметической операции (сложение, вычитание или умножение):

- 1 Нажмите программную кнопку **Функция** и выберите  **$g(t)$** : **Внутрен..**
- 2 Для настройки арифметической операции используйте программные кнопки **Оператор**, **Источник 1** и **Источник 2**
- 3 Нажмите программную кнопку **Функция** и выберите  **$f(t)$** : **Отображено**.
- 4 Выберите математическую функцию БПФ или фильтра нижних частот с помощью программной кнопки **Оператор**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Источник 1** и выберите  **$g(t)$**  в качестве источника сигнала. Обратите внимание, что значение  **$g(t)$**  доступно, только если на предыдущем этапе выбрана функция БПФ или фильтра нижних частот.

## Настройка масштаба и смещения сигнала математической функции

Для изменения размера и положения сигнала математической функции используйте мультиплексированные ручки масштаба и положения рядом с кнопкой **[Math] Математика**.

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

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

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 84

## Единицы измерения сигналов математических функций

Нажав в меню «Пробник канала» программную кнопку **Единицы измерения**, можно установить в качестве единиц измерения для каждого входного канала вольты или амперы. Доступны следующие единицы измерения сигналов математических функций:

Математическая функция	Единицы измерения
сложение или вычитание	В или А
умножение	$V^2$ , $A^2$ или Вт (вольт-амперы)
Амплитуда БПФ	дБ (децибелы) или ср. кв. В.
Фаза БПФ	градусы или радианы

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

## Математические операторы

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

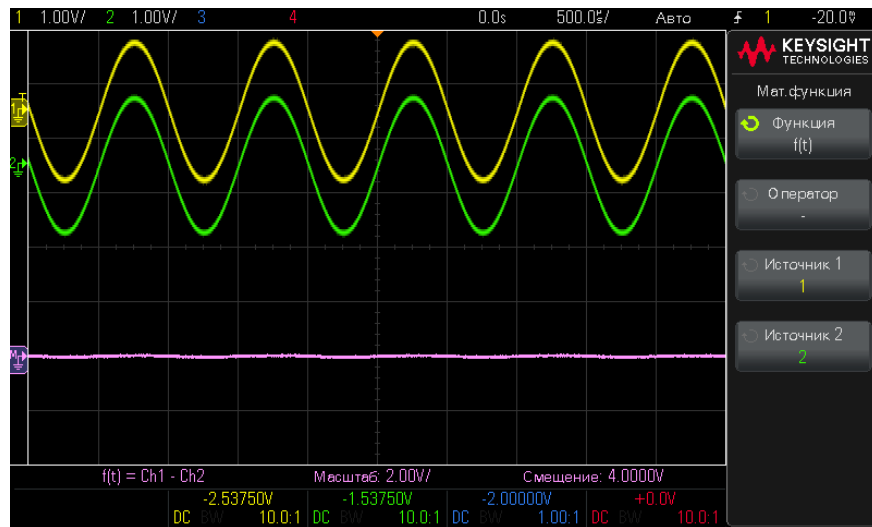
- "Сложение или вычитание" на странице 85
- "Умножение или деление" на странице 86

## 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. 10** Пример вычитания сигнала канала 2 из сигнала канала 1

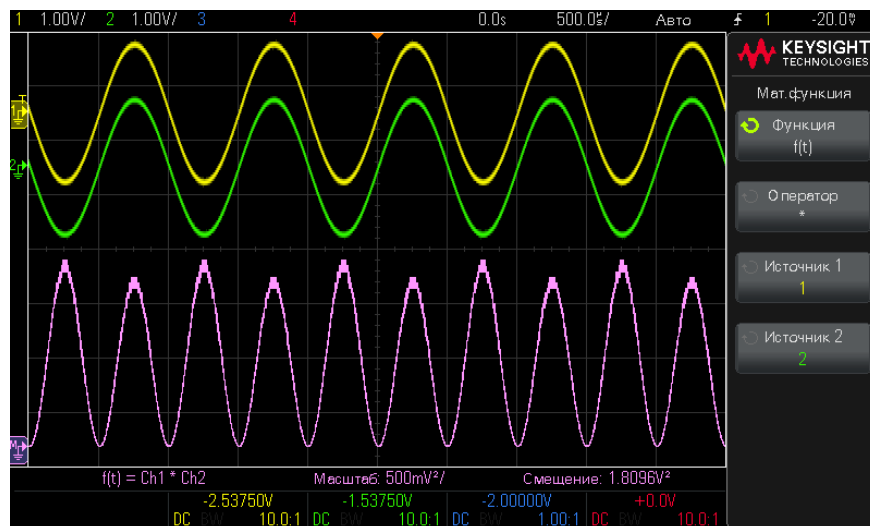
См. также • "Единицы измерения сигналов математических функций" на странице 84

## Умножение или деление

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

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

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



**Рис. 11** Пример умножения сигнала канала 1 на сигнал канала 2

См. также • ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 84

## Математические преобразования

Математические преобразования выполняют функцию преобразования (FFT) на аналоговом входном канале или по результатам арифметического действия.

• ["Амплитуда БПФ, фаза БПФ"](#) на странице 87

## Амплитуда БПФ, фаза БПФ

Благодаря быстрому преобразованию Фурье (БПФ) математическая функция амплитуды БПФ позволяет отобразить амплитуды частот, составляющих сигнал источника, а математическая функция фазы БПФ позволяет показать соотношения фаз и частот. Функция БПФ берет оцифрованную запись временной зависимости сигнала заданного источника и преобразует ее в частотную область.

Источником для математических функций БПФ могут служить аналоговые входные каналы или арифметическая операция  $g(t)$ .

По горизонтальной оси математических функций БПФ откладывается частота (в герцах). Для математической функции амплитуды БПФ по вертикальной оси откладываются децибелы или эффективное значение в В. Для математической функции фазы БПФ по вертикальной оси откладываются градусы или радианы.

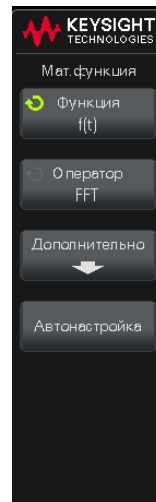
Функцию амплитуды БПФ применяют для выявления проблем, связанных с перекрестными помехами, для выявления причин нелинейных искажений в аналоговых сигналах, вызванных нелинейностью усилителей, а также для настройки аналоговых фильтров.

Чтобы вывести на экран график, полученный в результате БПФ:

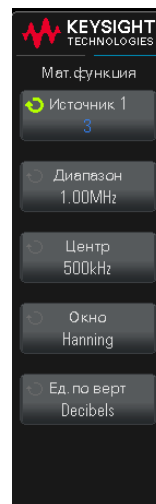
- 1 Нажмите клавишу **[Math] Математика**, нажмите программную кнопку **Функция** и выберите **f(t)**, нажмите программную кнопку **Оператор** и выберите **БПФ (величина)** или **ПБФ (фаза)**.

- **Больше** — отображение меню настроек БПФ.
- **Автонастройка** — позволяет установить такие значения параметров «Диапазон» и «Центр», при которых обеспечивается отображение всего имеющегося спектра. Максимально возможная частота равна половине частоты дискретизации БПФ, которая зависит от установки коэффициента развертки (время/деление). Разрешение БПФ – это соотношение между частотой дискретизации и числом точек функции БПФ ( $f_s/N$ ). Текущее разрешение БПФ отображается над программными кнопками.

- 2 Нажмите программную кнопку **Больше**, чтобы войти в меню дополнительных настроек БПФ.



- **Источник 1** – выбор источника для функции БПФ. (Информацию об использовании **g(t)** в качестве источника см. в "**Выполнение функции преобразования результата по арифметической операции**" на странице 83.)
- **Диапазон** — настройка общей длины видимого на экране спектра функции FFT (слева направо). Чтобы получить цену деления шкалы в герцах, следует разделить на 10 значение диапазона. Можно установить значение параметра «Диапазон» выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть дисплея. Нажмите программную кнопку **Диапазон**, затем вращайте ручку ввода, чтобы установить желаемый частотный диапазон для отображения на экране.





- **Центр** — настройка частоты спектра функции FFT, отображаемого вдоль центральной вертикальной линии координатной сетки экрана. Можно установить параметр «Центр» для значений ниже половины частотного диапазона или выше максимально возможной частоты; в этом случае отображаемый спектр займет лишь часть дисплея. Нажмите программную кнопку **Центр**, затем вращайте ручку ввода, чтобы установить желаемую центральную частоту на дисплее.
- **Окно** — выбор окна для отображения входного сигнала функции БПФ.
  - **Хэннинг** — окно для проведения точных измерений частоты или разделения двух близко расположенных частот.
  - **Окно с плоской вершиной** — окно для точных измерений амплитуды пиковых значений частоты.
  - **Прямоугольное** — окно с хорошим частотным разрешением и высокой точностью измерения амплитуды, но его следует использовать только при отсутствии утечек. Применяется с такими сигналами, как псевдослучайный шум, импульсы, синусоидальные пачки и затухающие синусоидальные колебания.
  - **Блэкман Харрис** — это окно дает меньшее временное разрешение по сравнению с прямоугольным окном, однако повышает возможность обнаружения мелких импульсов благодаря более низким боковым лепесткам.
- **Единицы измерения по вертикальной оси** — Для функции амплитуды БПФ можно выбрать **Децибелы** или **Среднеквадратические В**. Для функции фазы БПФ можно выбрать **Градусы** или **Радианы**.

Для регулировки смещения и масштаба сигнала БПФ по вертикали используйте ручки для кнопки **[Math] Математика**.

**ЗАМЕЧАНИЕ****Особенности регулировки масштаба и смещения**

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

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

Нажатие программной кнопки БПФ **Автонастройка** позволяет автоматически регулировать масштаб сигнала; при этом значения частотного диапазона и центральной частоты автоматически изменяются в соответствии с установленным коэффициентом развертки.

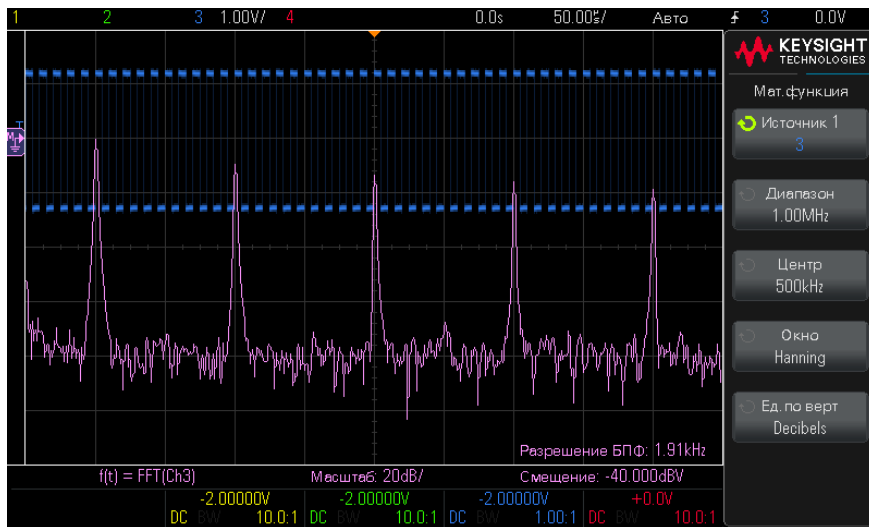
- 3** Для выполнения измерений с помощью курсоров нажмите кнопку **[Cursors]** **Курсоры** и установите для программной кнопки **Источник** значение **Мат.: f(t)**.

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

- 4** Для выполнения других измерений нажмите кнопку **[Meas]** **Измерения** и установите для программной кнопки **Источник** значение **Мат.: f(t)**.

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

Следующий спектр БПФ был получен путем подключения сигнала прямоугольной формы 4 В, 75 кГц к каналу 1. Установите значение масштаба по горизонтали 50 мкс/дел., чувствительности по вертикали 1 В/дел., единиц/дел. 20 дБВ, смещения  $-60,0$  дБВ, центральной частоты 250 кГц, диапазона частот 500 кГц и окно Хэннинга.



- См. также
- "Выполнение функции преобразования результата по арифметической операции" на странице 83
  - "Рекомендации по измерениям с использованием БПФ" на странице 75
  - "Единицы измерений FFT" на странице 76
  - "Значение постоянной составляющей при вычислении FFT" на странице 77
  - "Ложные частотные составляющие и наложение спектров" на странице 77
  - "Просачивание спектральных составляющих" на странице 78
  - "Единицы измерения сигналов математических функций" на странице 84

## Математические фильтры

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

- "Фильтр низких частот" на странице 92

## Фильтр низких частот

Функция фильтра низких частот используется для применения фильтра к выбранному сигналу источника и отображения результата в математическом сигнале.

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

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

### ЗАМЕЧАНИЕ

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



**Рис. 12** Пример фильтра низких частот

## 7 Опорные сигналы

- Сохранение сигнала в файл опорного сигнала / 93
- Отображение опорного сигнала / 94
- Изменение масштаба и положения опорных сигналов / 95
- Регулировка искажений опорного сигнала / 95
- Отображение информации об опорном сигнале / 96
- Сохранение/восстановление файлов опорных сигналов на USB-накопитель и с USB-накопителя / 96

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.

Можно регулировать масштаб по вертикали и смещение опорных сигналов. Можно также регулировать искажения опорных сигналов. Данные о масштабе, смещении и искажениях опорного сигнала при необходимости можно просматривать на дисплее 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 **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции** и выберите **R1** или **R2**.

- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить опорный сигнал.
- 4 Нажмите **Сохранить/удалить**.
- 5 В меню «Сохранить/удалить» нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.
- 6 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.

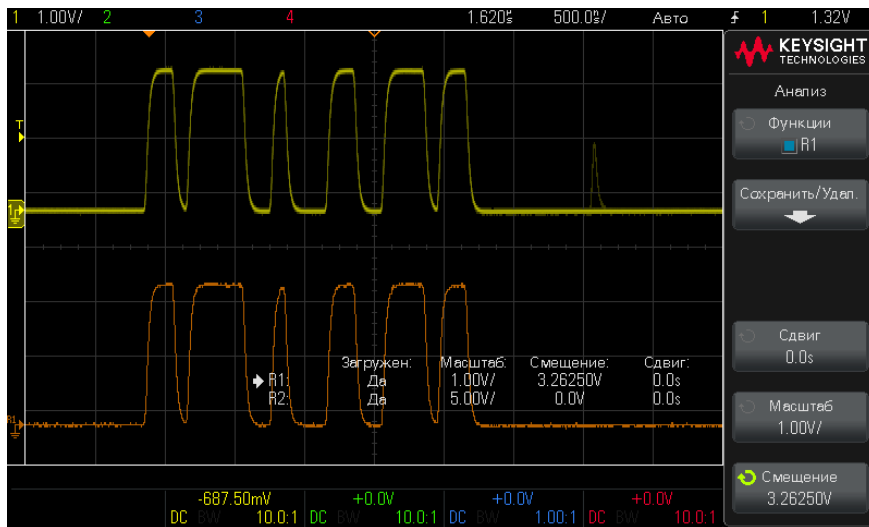
#### Удаление файла опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции** и выберите **R1** или **R2**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить опорный сигнал.
- 4 Нажмите **Сохранить/удалить**.
- 5 В меню «Сохранить/удалить» 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 20](#), “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239).

## Отображение опорного сигнала

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции** и выберите **R1** или **R2**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить опорный сигнал.



Только один опорный сигнал можно отобразить одновременно.

- См. также
- "Отображение информации об опорном сигнале" на странице 96

## Изменение масштаба и положения опорных сигналов

- 1 Отображение необходимого опорного сигнала (см. "Отображение опорного сигнала" на странице 94).
- 2 Нажмите программную кнопку **Масштаб** и с помощью ручки ввода отрегулируйте вертикальный масштаб опорного сигнала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Смещение** и с помощью ручки ввода отрегулируйте вертикальное смещение опорного сигнала.

## Регулировка искажений опорного сигнала

После отображения опорных сигналов можно отрегулировать их искажения.

- 1 Отображение необходимого опорного сигнала (см. "Отображение опорного сигнала" на странице 94).

- 2 Нажмите программную кнопку **Искажение** и с помощью ручки ввода отрегулируйте искажения опорного сигнала.

## Отображение информации об опорном сигнале

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции** и выберите **R1** или **R2**.
- 3 Нажмите **Сохранить/удалить**.
- 4 В меню «Сохранить/удалить» нажмите программную кнопку **Показать сведения**, чтобы включить или отключить отображение информации об опорном сигнале на экране осциллографа.
- 5 Нажмите программную кнопку **Прозрачный**, чтобы включить или отключить прозрачные фоны для информации.

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

## Сохранение/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 245.

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 249.



## 8 Запуск/декодирование последовательной шины

В зависимости от модели осциллографа, доступны следующие функции последовательного декодирования и запуска с аппаратным ускорением:

Тип последовательного декодирования и запуска:	Доступно в:
CAN (локальная сеть контроллеров)	Модели серии DSOX1200
I2C (Inter-IC)	Модели серии DSOX1200 и EDUX1052A/G
LIN (коммутируемая локальная сеть)	Модели серии DSOX1200
SPI (Последовательный синхронный периферийный интерфейс)	Модели серии DSOX1200
Протоколы UART (универсальный асинхронный приемопередатчик), включая RS232 (рекомендованный стандарт 232)	Модели серии DSOX1200 и EDUX1052A/G

Запуск на основе последовательных данных

В ряде случаев, например, когда запуск происходит по медленному последовательному сигналу (например, I2C, SPI, CAN, LIN и т.д.), для предотвращения автоматического запуска и получения устойчивого изображения может потребоваться переключить автоматический режим запуска на нормальный режим. Режим запуска можно выбрать, нажав кнопку **[Trigger] Запуск**, а затем программную кнопку **Режим**.

## 8 Запуск/декодирование последовательной шины

Кроме того, для каждого канала-источника следует задать соответствующий пороговый уровень напряжения. Пороговый уровень для каждого последовательного сигнала можно установить в меню «Сигналы» (нажмите **кнопку [Analyze] Анализ > Функции**, выберите **Последовательная шина**, затем нажмите программную кнопку **Сигналы**).

- См. также
- **Глава 25**, “Запуск и последовательное декодирование по CAN,” на стр. 307
  - **Глава 26**, “Запуск по I2C и последовательное декодирование,” на стр. 317
  - **Глава 27**, “Запуск и последовательное декодирование по LIN,” на стр. 327
  - **Глава 28**, “Запуск и последовательное декодирование по SPI,” на стр. 337
  - **Глава 29**, “Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование,” на стр. 351

## 9 Настройка дисплея

Регулировка яркости сигналов / 99
Настройка или удаление послесвечения / 101
Очистка экрана / 102
Выбор типа масштабной сетки / 102
Регулировка яркости масштабной сетки / 103
Добавление пояснения / 103
Фиксация изображения на экране / 106

### Регулировка яркости сигналов

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

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

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

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

Эта кнопка расположена под ручкой ввода.

- 2 Вращайте ручку Entry, чтобы отрегулировать яркость осциллограмм.

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

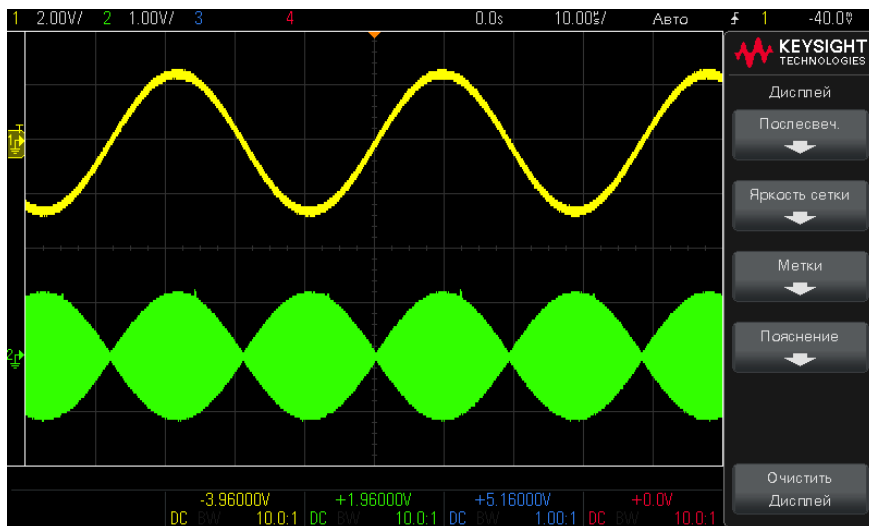


Рис. 13 Отображение амплитудной модуляции при яркости 100%

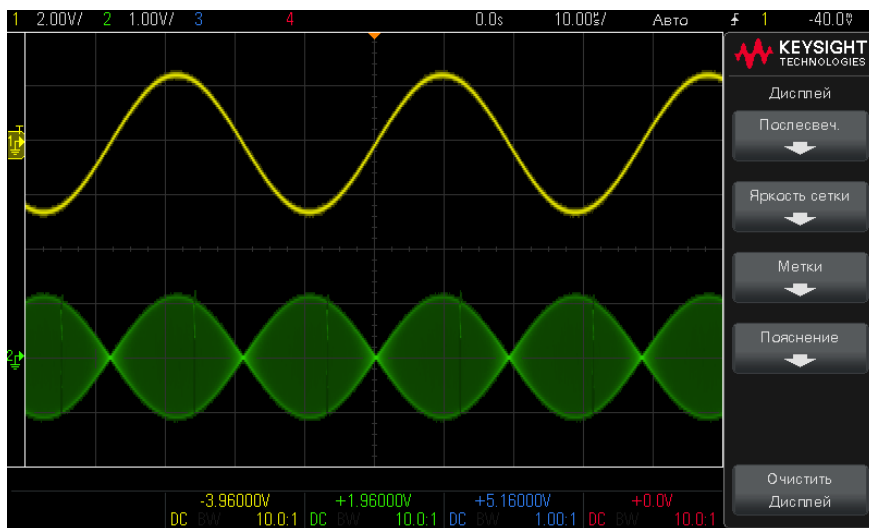


Рис. 14 Отображение амплитудной модуляции при яркости 40%

## Настройка или удаление 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 данные отображаются обычным цветом с нормальной яркостью.

Послесвечение осциллограмм поддерживается только в пределах текущей области экрана. Невозможно прокручивать и масштабировать осциллограмму с послесвечением.

Чтобы включить послесвечение:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей**.
- 2 В меню «Дисплей» нажмите **Послесвечение**.
- 3 В меню «Послесвечение» нажмите **Послесвечение**, а затем поверните ручку ввода для выбора одного из следующих параметров.
  - **"Выкл."** — выключение послесвечения.

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

- ∞ **Послесвечение** — (постоянное послесвечение) Результаты предыдущих регистраций не удаляются.

Используйте постоянное послесвечение для измерения шума и джиттера для наблюдения экстремальных изменений осциллограмм, для поиска нарушений синхронизации, а также для регистрации редких событий.

- **Переменное послесвечение** — Через определенное время результаты прежних регистраций удаляются.

Переменное послесвечение обеспечивает вид осциллограмм как у аналогового осциллографа.

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

Тогда начнется накопление многократных регистраций.

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

Осциллограф снова начнет накопление регистраций.

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

Выключение послесвечения не приводит к очистке экрана. Для очистки экрана можно нажать программную кнопку **Очистить экран** или кнопку **[Auto Scale] Автомасштаб** (которая тоже отменяет послесвечение).

Сведения о другом способе просмотра наихудших крайних значений меняющихся сигналов см. в разделе **"Захват помех или коротких импульсов"** на странице 158.

## Очистка экрана

- 1 Нажмите **[Display] Дисплей > Очистить экран**.

Можно также настроить клавишу **[Quick Action] Быстрое действие** на очистку экрана. См. **"Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)"** на странице 274.


## Выбор типа масштабной сетки

Когда выбран тип запуска **Видео** (см. **"Запуск по видеосигналам"** на странице 126) и вертикальное масштабирование хотя бы для одного отображаемого канала равно 140 мВ/дел, с помощью программной кнопки **Сетка** можно выбрать следующие типы сетки:

- **"Полная"** — обычная сетка осциллографа.
- **мВ** — разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от  $-0,3$  В до  $0,8$  В.
- **IRE** (Институт радиоинженеров) — разбивка линиями по вертикали с маркировкой слева от  $-40$  до  $100$  единиц IRE. Уровни  $0,35$  В и  $0,7$  В масштабной сетки **мВ** также отображаются справа и снабжаются маркировкой. Когда выбрана сетка **"IRE"**, значения курсоров также указываются в единицах IRE. (Значения курсоров через интерфейс дистанционного управления не выражаются в единицах IRE).


Значения сетки **mB** 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 выбрать тип масштабной сетки:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей**.
- 2 В меню «Дисплей» нажмите **Сетка**.
- 3 В меню «Сетка» нажмите программную кнопку **Сетка**, затем вращайте ручку ввода , чтобы выбрать тип масштабной сетки.

## Регулировка яркости масштабной сетки

Чтобы отрегулировать яркость масштабной (координатной) сетки:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей**.
- 2 В меню «Дисплей» нажмите **Сетка**.
- 3 В меню «Сетка» нажмите программную кнопку **Яркость**, затем вращайте ручку ввода , чтобы изменить яркость сетки.

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

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

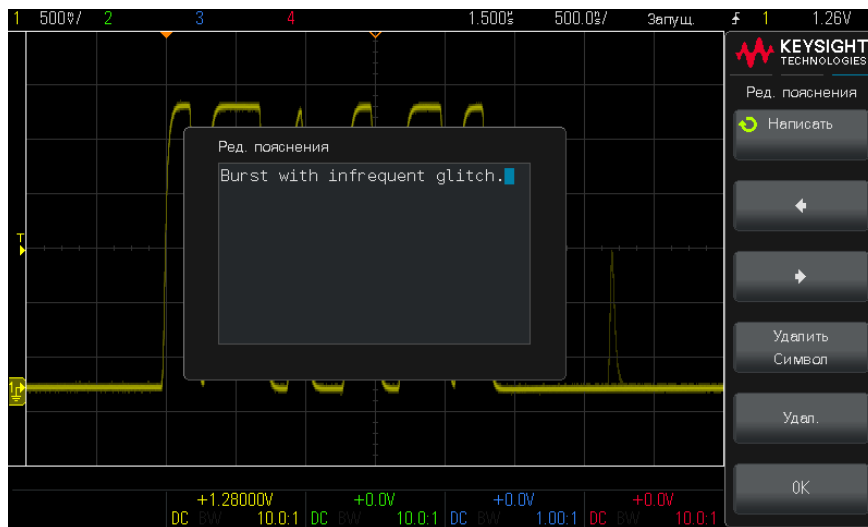
Каждое большое деление масштабной сетки по горизонтали соответствует коэффициенту развертки, который отображается в строке состояния в верхней части экрана.

## Добавление пояснения

Пояснение можно добавить в левом верхнем углу экрана осциллографа. Пояснение необходимо использовать для документального подтверждения с целью добавления примечаний до снятия экранов.

Чтобы добавить пояснение:

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Display] Дисплей**.
- 2 В меню «Дисплей» нажмите **Пояснение**.
- 3 В меню «Пояснение» нажмите кнопку **Пояснение** для включения функции пояснения.
- 4 Нажмите кнопку **Редактировать**.
- 5 В меню «Редактировать пояснение»:




- Используйте программные кнопки **Написать**, **←**, **→**, и **Удалить символ** для ввода текста пояснения.
  - **Написать** — нажмите эту программную кнопку и поверните ручку ввода, чтобы выбрать символ в текущей позиции.
  - **←** — используйте эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего символа.
  - **→** — используйте эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию предыдущего символа.
  - **Удалить символ** — нажимайте программные кнопки **←** или **→**, пока нужный символ не будет выделен, затем нажмите эту программную кнопку, чтобы удалить символ.



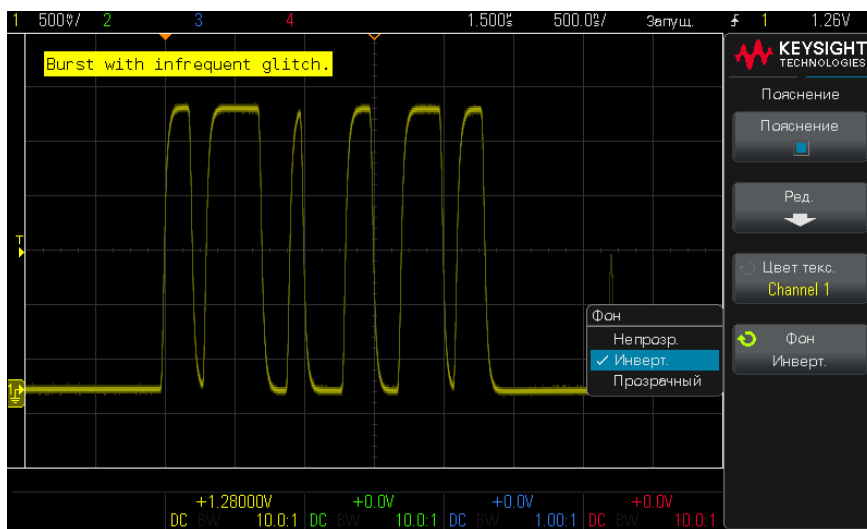
**ЗАМЕЧАНИЕ**

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

- Используйте программную кнопку **Удалить** для удаления всех символов пояснения.
  - Нажмите **OK** для сохранения изменений пояснения.
- 6 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню «Пояснение».
- 7 Нажмите программную кнопку **Цвет текста** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать цвет пояснения.

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

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



- См. также
- "Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG" на странице 242
  - "Печать экрана осциллографа" на странице 251

## Фиксация изображения на экране

Чтобы можно было фиксировать изображение на экране, не останавливая процессы сбора данных, необходимо настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие**. См. "Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)" на странице 274.

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

На зафиксированном изображении можно пользоваться курсорами с ручным управлением.

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

# 10 Метки

Включение и выключение отображения меток / 107

Присвоение каналу заранее определенных меток / 108

Определение новой метки / 109

Загрузка списка меток из специально созданного текстового файла / 110

Восстановление заводских настроек библиотеки меток / 111

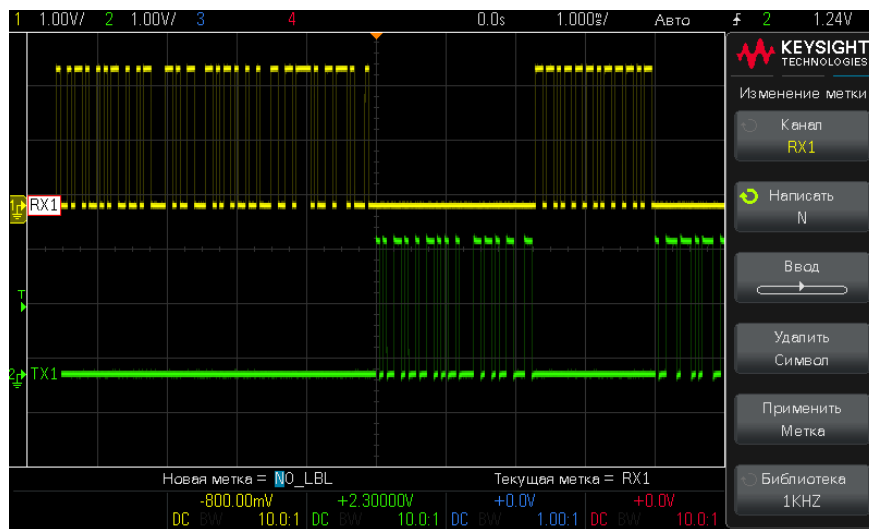
Метки можно определять и присваивать каждому из аналоговых входных каналов, или их можно отключить, чтобы увеличить область отображения сигнала.

## Включение и выключение отображения меток

**1** Нажмите **[Display] Дисплей > Метки > Показать**.

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

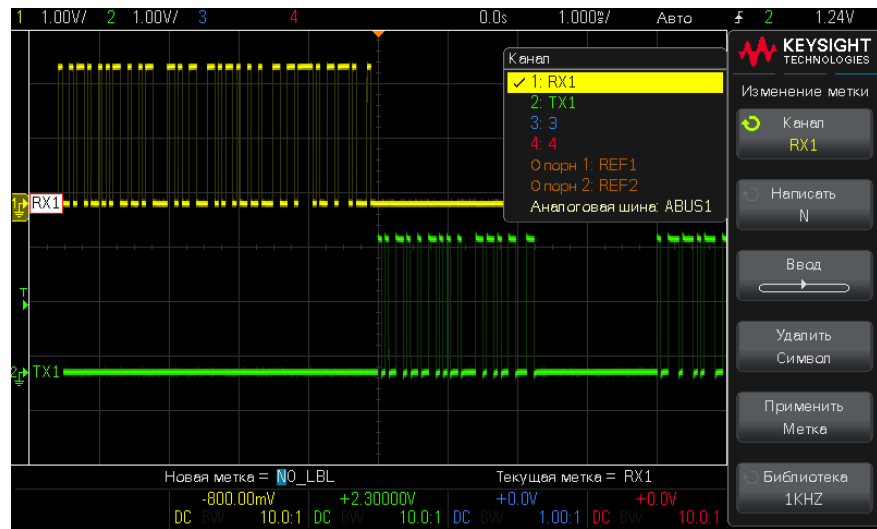
Пример отображения меток представлен на приведенном ниже рисунке.



- 2 Чтобы отключить метки, снова нажмите программную кнопку **Показать**.

## Присвоение каналу заранее определенных меток

- 1 Нажмите **[Display] Дисплей > Метки > Редактировать**.
- 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. новую метку**.
- 5 Повторите вышеописанную процедуру для каждой из заранее определенных меток, которую нужно присвоить каналу.

## Определение новой метки

- 1 Нажмите **[Display] Дисплей > Метки > Редактировать**.
- 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 выделенную 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. новую метку**, чтобы присвоить эту метку выбранному каналу.

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

#### Автоматическое приращение меток

При присвоении меток, имя которых оканчивается цифрой, например ADDR0 или DATA0, после нажатия программной кнопки **Прим. новую метку** осциллограф выполняет автоматическое приращение цифры, и измененное имя метки отображается в поле «Новая метка». Поэтому для присвоения метки новому каналу достаточно выбрать его и снова нажать программную кнопку **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.

Можно создать и загрузить в осциллограф 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, 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 создает 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 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 кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры >Настройки.**
- 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 текущие метки, присвоенные каналам (то есть те, которые 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.

---



# 11 Запуск

- Настройка уровня запуска / 115
- Принудительный запуск / 115
- Запуск по фронту / 116
- Запуск по длительности импульса / 118
- Запуск по шаблону / 121
- Запуск по времени нарастания/спада / 123
- Запуск по настройке и удержанию / 124
- Запуск по видеосигналам / 126
- Последовательный запуск / 137

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

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



Кроме запуска по фронту,, можно также настроить запуск по длительности импульса или по видеосигналам. В осциллографах серии DSOX1200 можно также настроить запуск по шаблонам, по времени нарастания/спада и нарушениям удержания и настройки.

В качестве источника сигнала для большинства типов запуска можно использовать любой входной канал или вход BNC EXT TRIG (см. раздел "**Вход внешнего запуска**" на странице 145).

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

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

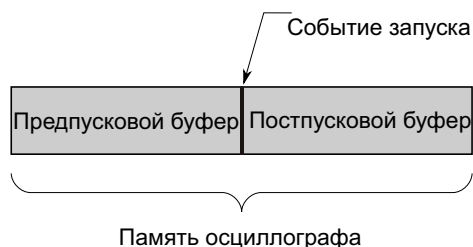
Для настройки параметров, влияющих на любой тип запуска, можно воспользоваться кнопкой **[Trigger] Запуск** (см. раздел **Глава 12**, "Режим запуска/связь," на стр. 139).

Как и настройки осциллографа, настройки запуска можно сохранить (см. **Глава 20**, "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 239).

### Запуск — общая информация

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

На приведенном далее рисунке представлена концептуальная модель памяти осциллографа. Запуск можно рассматривать как событие, разделяющее память для собранных данных на буфер данных до запуска и буфер данных после запуска. Положение события запуска в памяти осциллографа определяется настройками точки отсчета времени и задержки (положения по горизонтали) (см. раздел "**Регулировка задержки по горизонтали (положения)**" на странице 49).



## 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.

Значок уровня запуска **T▶** (если включен аналоговый канал) в крайней левой части экрана обозначает положение уровня запуска для аналогового сигнала. Значение уровня запуска для аналогового канала отображается в верхнем правом углу экрана.

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

### ЗАМЕЧАНИЕ

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

## Принудительный запуск

При нажатии кнопки **[Force] Принудит.** 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 "Запуц.?"), можно нажать кнопку **[Force] Принуд.**, 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.

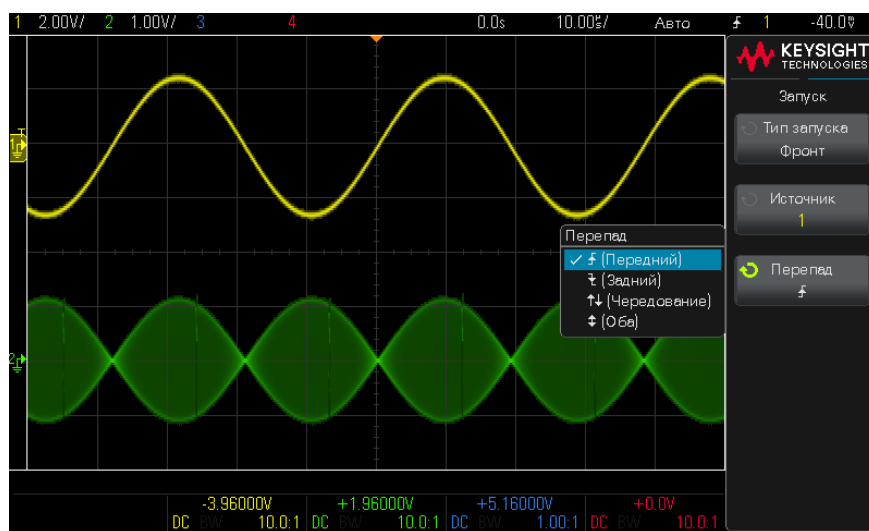
- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск** на лицевой панели в области «Запуск».
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Фронт**.
- 4 Чтобы выбрать источник запуска выполните следующие действия.
  - Аналоговый канал, количество каналов — **1**.
  - **Внешний** — запуск входного сигнала EXT TRIG на задней панели.
  - **Линия** — запуск на уровне 50% от переднего или заднего фронта сигнала источника питания переменного тока.
  - **WaveGen** — запуск на уровне 50% переднего фронта выходного сигнала генератора сигналов. (Не доступно, когда выбраны постоянный ток или шумовые сигналы.)
  - **Мод. WaveGen (FSK/FM)** — запуск на уровне 50% переднего фронта модулирующего сигнала, когда применяется модуляция FSK или FM генератора сигналов.

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;

- **E** = вход внешнего запуска;
  - **L** = линейный запуск;
  - **W** = генератор сигналов.
- 5 Нажмите кнопку **Отклонение** и выберите передний фронт, задний фронт, чередование фронтов или любой фронт (в зависимости от выбранного источника). Выбранное отклонение указывается 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 автомасштабирования для установки запуска по фронту сигнала

Простейшим способом установки запуска по фронту сигнала является применение функции автомасштабирования. Просто нажмите кнопку **[Auto Scale]** **Автомасштаб**. Осциллограф попытается выполнить запуск по фронту сигнала. См. "**Использование функции автомасштабирования**" на странице 28.

### ЗАМЕЧАНИЕ

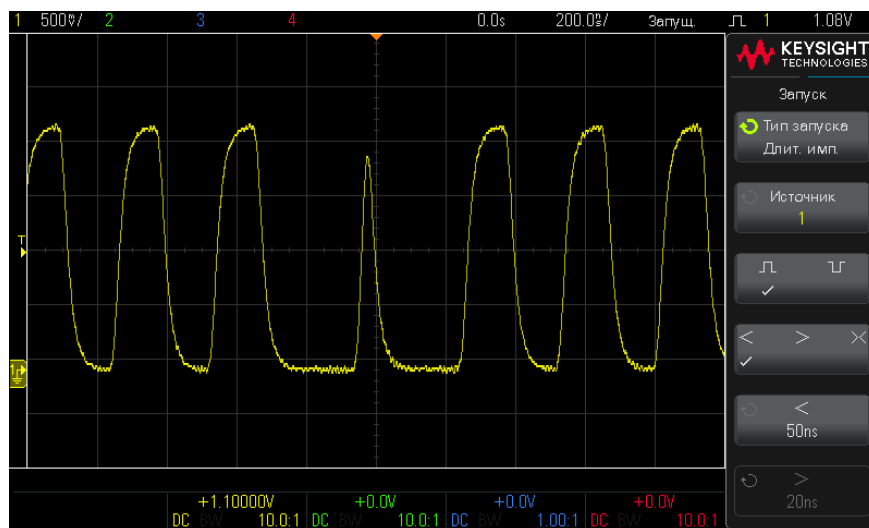
#### Технология MegaZoom для простого запуска

С помощью встроенной технологии MegaZoom можно автоматически масштабировать сигналы, а затем остановить регистрацию сигналов осциллографом. Полученные данные можно увеличить и просмотреть с помощью ручек регулировки по вертикали и горизонтали. Это позволит найти стабильную точку запуска. При использовании функции автомасштабирования часто появляется экран запуска.

## Запуск по длительности импульса

При использовании запуска по длительности импульса (импульсной помехе) осциллограф будет запускаться при положительном или отрицательном импульсе указанной длительности. Если нужен запуск по указанному значению тайм-аута, воспользуйтесь триггером **Шаблон** в меню запуска (см. "**Запуск по шаблону**" на странице 121).

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Длительность импульса**.



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

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

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

- 5 Вращением ручки регулировки уровня запуска настройте уровень запуска.

Значение уровня запуска отображается в верхнем правом углу экрана.

- 6 Нажмите программную кнопку полярности импульса, чтобы выбрать положительную (⏏) или отрицательную (⏏) 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.

- 7** Нажмите программную кнопку «Классификатор» (< > ><), чтобы выбрать классификатор времени.

С помощью программной кнопки «Классификатор» можно установить запуск осциллографа при длительности импульса, которая отвечает следующим условиям.

- Меньше значения времени (<).

Например, для положительного импульса, если  $t < 20$  нс.



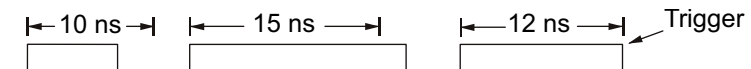
- Больше значения времени (>).

Например, для положительного импульса, если  $t > 20$  нс.



- В пределах диапазона значений времени (><).

Например, для положительного импульса, если  $t > 20$  нс и  $t < 15$  нс:



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

Классификаторы можно задать следующим образом.

- 17 нс – 10 с для классификатора > или <.
- 20 нс – 10 с для классификатора ><, с минимальной разницей 5 нс между верхней и нижней настройками.



Запуск по  
длительности  
импульса <  
программная  
кнопка для  
установки  
классификаторо  
в

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

Запуск по  
длительности  
импульса >  
программная  
кнопка для  
установки  
классификаторо  
в

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

## Запуск по шаблону

В осциллографах серии DSOX1200 запуск по шаблону определяет условие запуска, выполняя поиск указанного шаблона. Этот шаблон представляет собой комбинацию каналов с логическим операндом И. Каждый канал может иметь значение 0 (низкое), 1 (высокое) или «безразличное состояние» (X). Для канала, включенного в шаблон, можно указать передний или задний фронт.

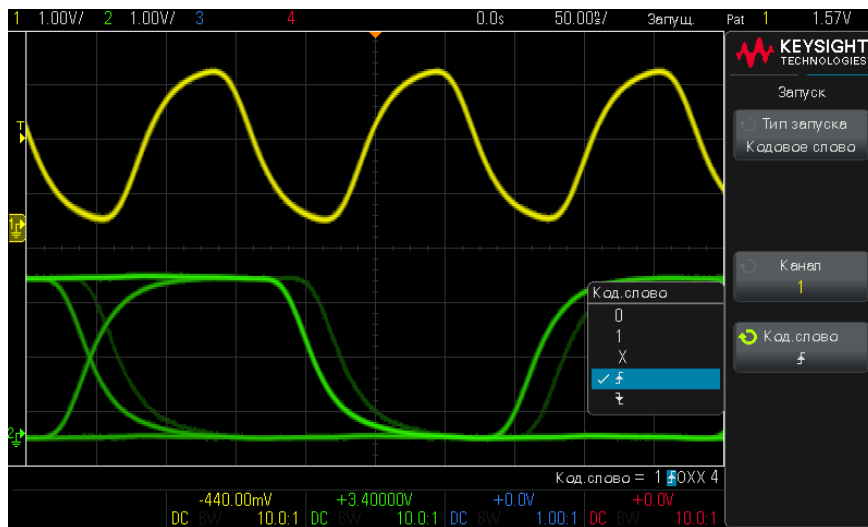
- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Шаблон**.
- 4 Для выбора каждого из аналоговых каналов, которые необходимо включить в шаблон, нажимайте программную кнопку **Канал**.

Это источник условия 0, 1, X или «Фронт» для данного канала. При нажатии программной кнопки **Канал** (или повороте ручки ввода) выбранный канал будет выделен в строке «Шаблон =» и в правом верхнем углу экрана рядом с элементом «Шаблон».

## 11 Запуск

Вращением ручки регулировки уровня запуска настройте уровень запуска для выбранного аналогового канала. Значение уровня запуска отображается в верхнем правом углу экрана.

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



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

- С помощью программной кнопки переднего (▲) или заднего фронта (▼) устанавливается шаблон для фронта выбранного канала. В шаблоне можно указать только один передний или задний фронт. Если значение фронта задано, то запуск осциллографа произойдет по достижении указанного фронта, если выполняется условие шаблона, установленного для других каналов.

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

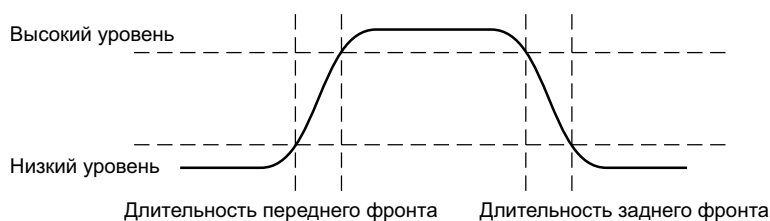
### ЗАМЕЧАНИЕ

#### Указание фронта в шаблоне

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

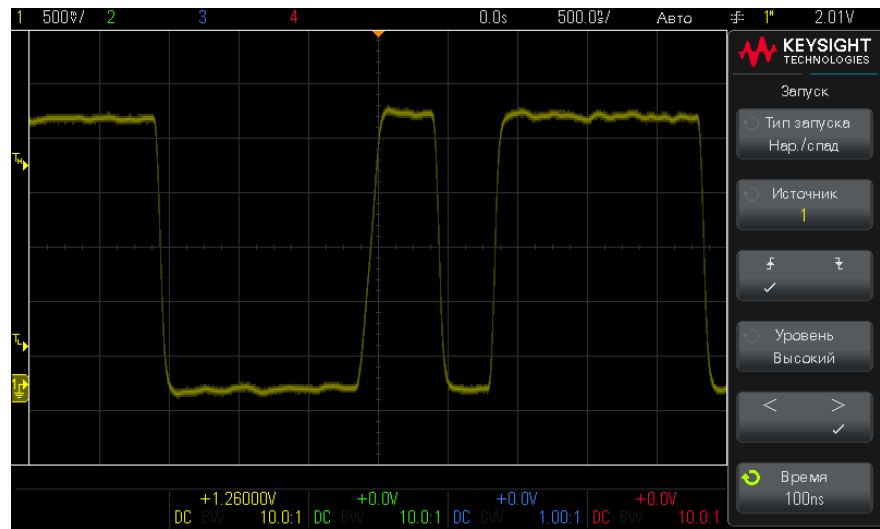
## Запуск по времени нарастания/спада

В осциллографах серии DSOX1200 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] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Время нарастания/спада**.

## 11 Запуск



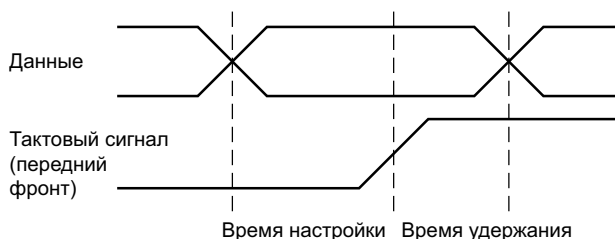
- 4 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник входного канала.
- 5 Нажмите программную кнопку **Передний фронт или задний фронт** для переключения между типами фронтов.
- 6 Нажмите программную кнопку **Выбор уровня**, чтобы выбрать **Высокий** уровень, а затем с помощью ручки уровня запуска настройте высокий уровень.
- 7 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.

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

## Запуск по настройке и удержанию

В осциллографах серии DSOX1200 запуск по настройке и удержанию используется для поиска нарушений настройки и удержания.

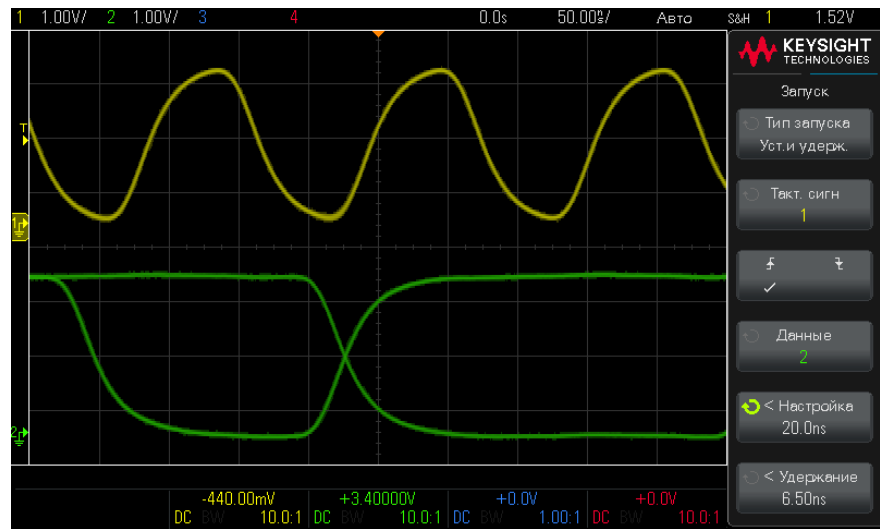


Один канал осциллографа используется для измерения тактового сигнала, а другой – для измерения сигнала данных.

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

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

## 11 Запуск



**10** 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. Схема запуска определяет вертикальный и горизонтальный интервал сигнала и обеспечивает запуск на основе выбранных настроек запуска.

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

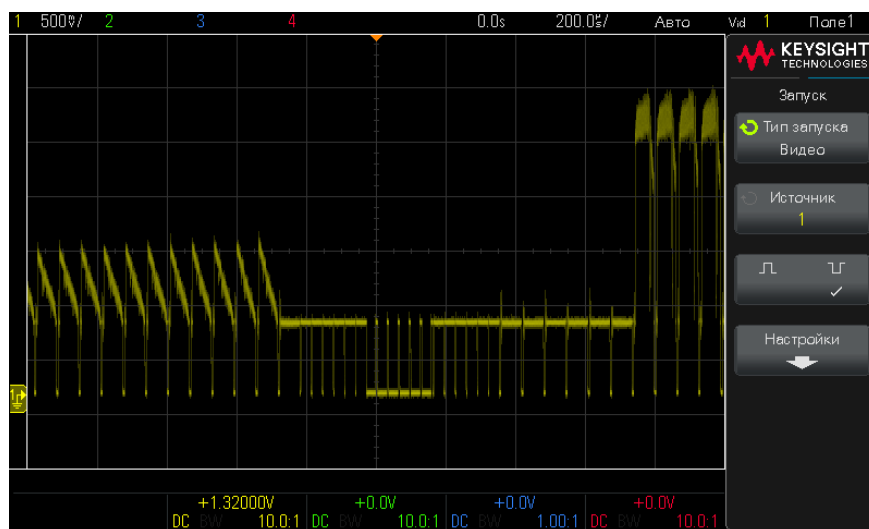
### ЗАМЕЧАНИЕ

Запуск по видеосигналу будет недоступен, если включено последовательное декодирование.

**ЗАМЕЧАНИЕ**

При применении пассивного пробника 10:1 важно настроить правильную компенсацию. Осциллограф чувствителен к этому так, что может не запускаться, если пробник неправильно скомпенсирован, особенно при использовании прогрессивных форматов.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Видео**.



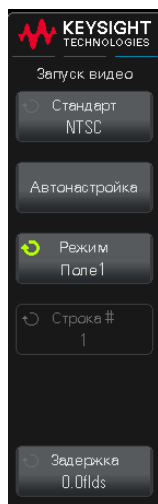
- 4 Нажмите программную кнопку **Источник** и выберите в качестве источника запуска по видеосигналам любой аналоговый канал.

Выбранный источник запуска отображается в правом верхнем углу дисплея. Вращение ручки **Уровень** запуска не приводит к изменению уровня запуска, поскольку уровень запуска автоматически устанавливается в соответствии с синхроимпульсом. Связь запусков автоматически устанавливается в режим **ТВ** в меню «Запуск».

**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).

- 5 Нажмите программную кнопку полярности синхроимпульсов, чтобы установить видеозапуск по синхроимпульсам положительной (  $\square$  ) или отрицательную (  $\sqcap$  ) полярности.
- 6 Нажмите программную кнопку **Настройки**.



- 7 В меню «Запуск по видеосигналам» нажмите программную кнопку **Стандарт**, чтобы установить стандарт видеосигнала.

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



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

- 8 Нажмите программную кнопку **Автоматическая настройка**, чтобы автоматически настроить осциллограф для выбранного источника (**Источник**) и стандарта (**Стандарт**):
- Масштаб канала-источника по вертикали устанавливается на 140 мВ/дел.
  - Смещение канала-источника устанавливается на 245 мВ.
  - Включается канал-источник.
  - Устанавливается тип запуска **Видео**.
  - Режим запуска по видеосигналам устанавливается на **Все строки**.
  - Для типа отображения **Сетка** установлено значение **IRE** (если для параметра **Стандарт** установлено значение **NTSC**) или **мВ** (см. "**Выбор типа масштабной сетки**" на странице 102).
  - Коэффициент развертки устанавливается на 10 мкс/дел. для стандартов NTSC/PAL/SECAM.
  - Задержка устанавливается так, чтобы запуск происходил на первом делении слева по горизонтали.

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

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

Доступны следующие режимы запуска по видеосигналу.

- **Поле 1** и **Поле 2** — запуск по переднему фронту первого импульса-врезки поля 1 или поля 2 (только для чересстрочных стандартов).
- **Все поля** — запуск по переднему фронту первого импульса в вертикальном интервале синхронизации.
- **Все строки** — запуск по всем горизонтальным синхроимпульсам.

## 11 Запуск

- **Строка: поле 1** и **Строка: поле 2** — запуск по строке с указанным номером в поле 1 или в поле 2 (только для чересстрочных стандартов).
- **Строка: Поочеред.** — поочередный запуск по строке с выбранным номером в поле 1 и поле 2 (только стандарты NTSC, PAL, PAL-M и SECAM).

**10** При выборе режима запуска по строке с выбранным номером нажмите программную кнопку **Номер строки**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать номер строки для запуска.

В таблице ниже приведены данные по номерам строк в каждом поле для каждого стандарта видеосигнала.

Стандарт видеосигнала	Поле 1	Поле 2	Поочередность полей
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 запуска по видеосигналу

Следующие примеры иллюстрируют работу функции запуска по видеосигналу. В этих примерах используется стандарт видеосигнала NTSC.

- **"Запуск по определенной строке видеосигнала"** на странице 130
- **"Запуск по всем синхроимпульсам"** на странице 132
- **"Запуск по определенному полукадру видеосигнала"** на странице 133
- **"Запуск по всем полукадрам видеосигнала"** на странице 134
- **"Запуск по нечетным или четным полям"** на странице 135

### Запуск по определенной строке видеосигнала

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

Одним примером запуска по определенной строке видеосигнала является наблюдение сигналов испытательных строк (VITS), которые обычно находятся в строке 18. Другим примером являются субтитры, которые обычно находятся в строке 21.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Видео**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Настройки**, затем программную кнопку **Стандарт**, чтобы выбрать подходящий телевизионный стандарт (NTSC в данном примере).
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите поле строки, по которой вы хотите запускать осциллограф. Можно выбрать **Строка:поле 1**, **Строка:поле 2** или **Строка:поочеред..**
- 6 Нажмите программную кнопку **Номер строки** и выберите номер строки, которую требуется обследовать.

#### ЗАМЕЧАНИЕ

##### Поочередный запуск

Если выбран вариант «Строка:поочеред.», осциллограф поочередно запускается по выбранному номеру строки в поле 1 и поле 2. Это быстрый способ сравнить VITS поля 1 и VITS поля 2 или проверить правильность вставки половины строки в конце поля 1.

---

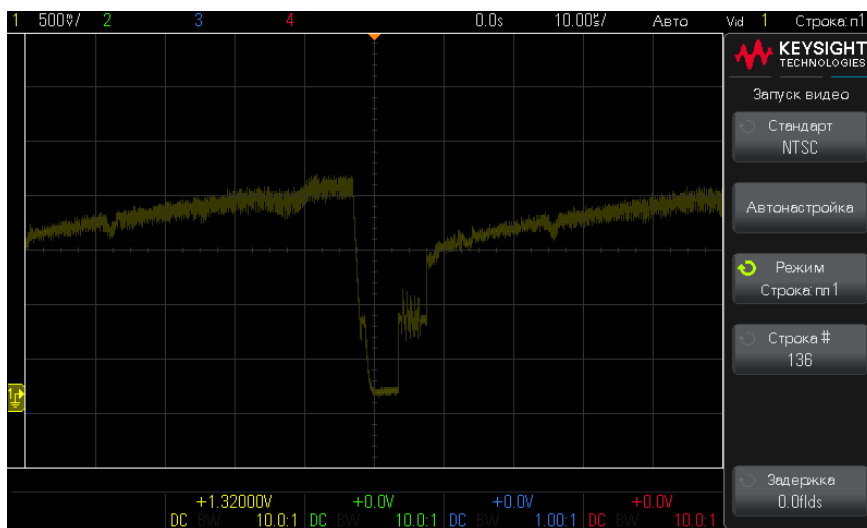


Рис. 15 Пример: запуск по строке 136

### Запуск по всем синхроимпульсам

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

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

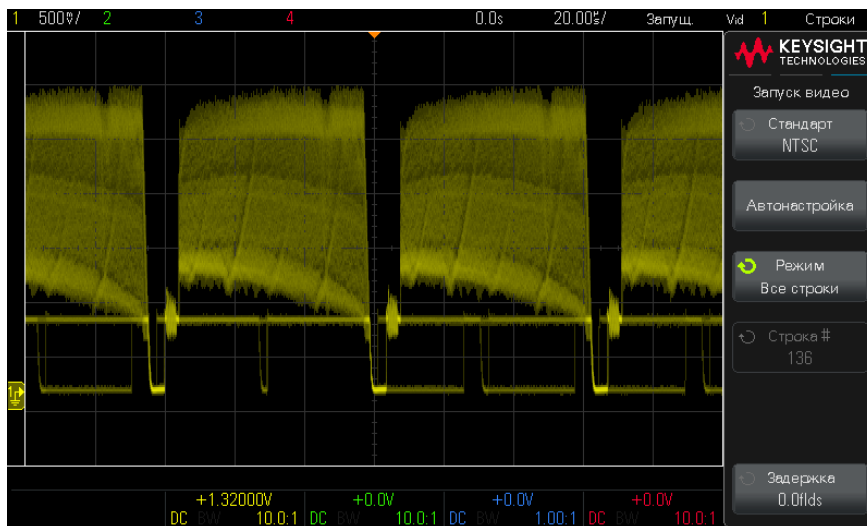


Рис. 16 Запуск по всем строкам

### Запуск по определенному полукадру видеосигнала

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

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

## 11 Запуск

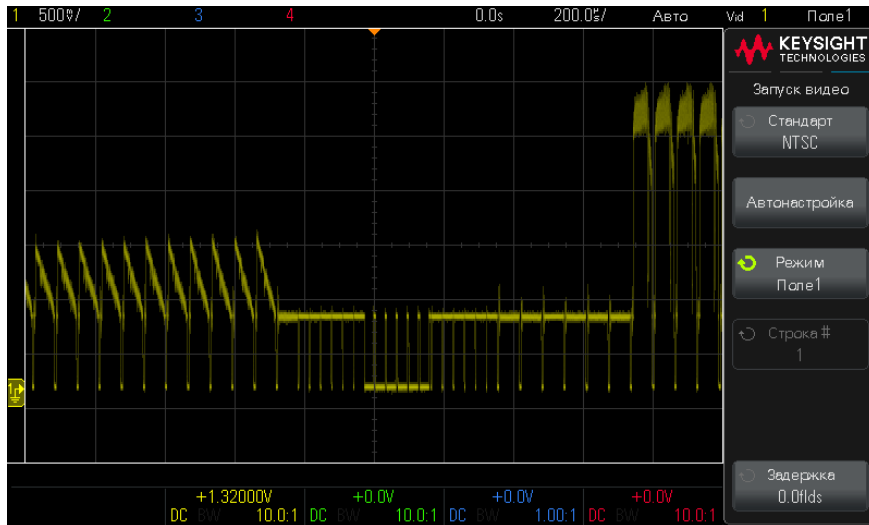


Рис. 17 Запуск по полю 1

### Запуск по всем полукадрам видеосигнала

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

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

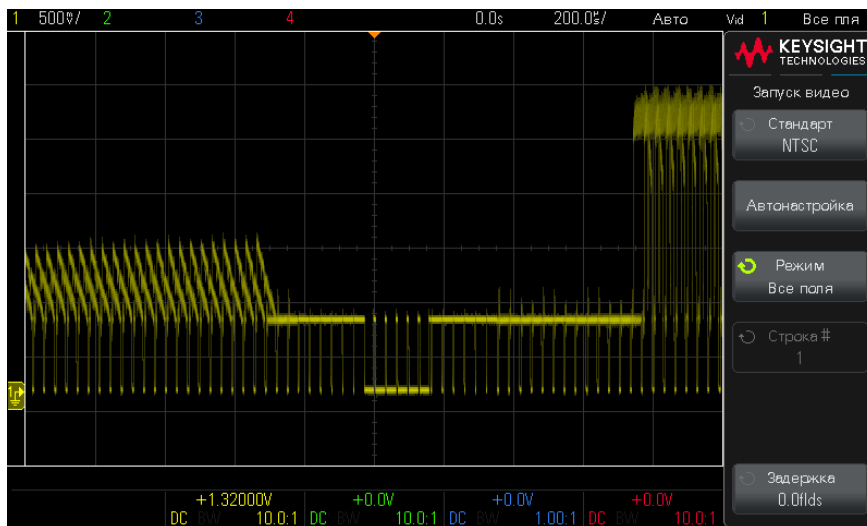


Рис. 18 Запуск по всем полям

### Запуск по нечетным или четным полям

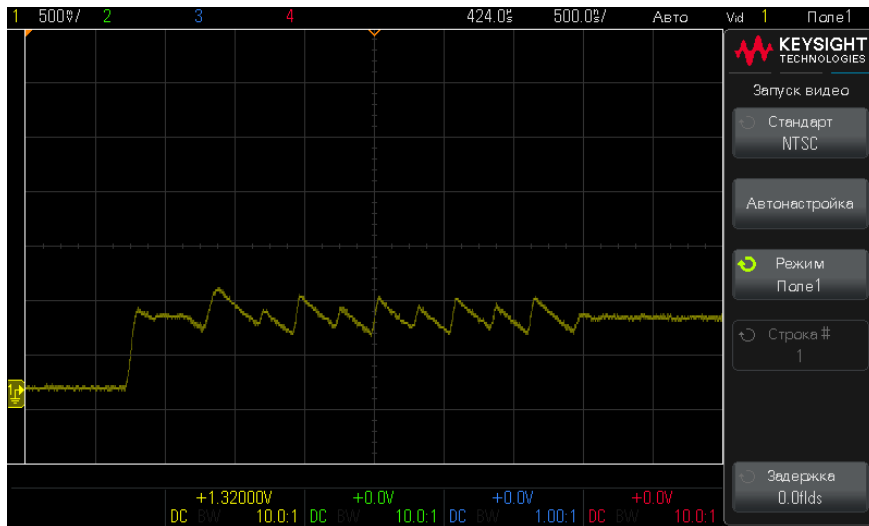
Для проверки огибающей видеосигналов или для измерения максимальных искажений (дисторсии) можно запускать осциллограф по нечетным или четным полям. При выборе поля 1 осциллограф запускается по цветовым полям 1 или 3. При выборе поля 2 осциллограф запускается по цветовым полям 2 или 4.

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

Система запуска ищет положение начала кадровой синхронизации для определения поля. Однако это определение поля не учитывает фазу опорной поднесущей. При выборе поля 1 система запуска найдет любое поле, где вертикальная синхронизация начинается по строке 4. В случае видеосигнала NTSC

## 11 Запуск

запуск осциллографа будет происходить по цветовому полю 1, чередуясь с цветовым полем 3 (см. следующий рисунок). Эту настройку можно использовать для измерения огибающей опорного пакета.



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

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

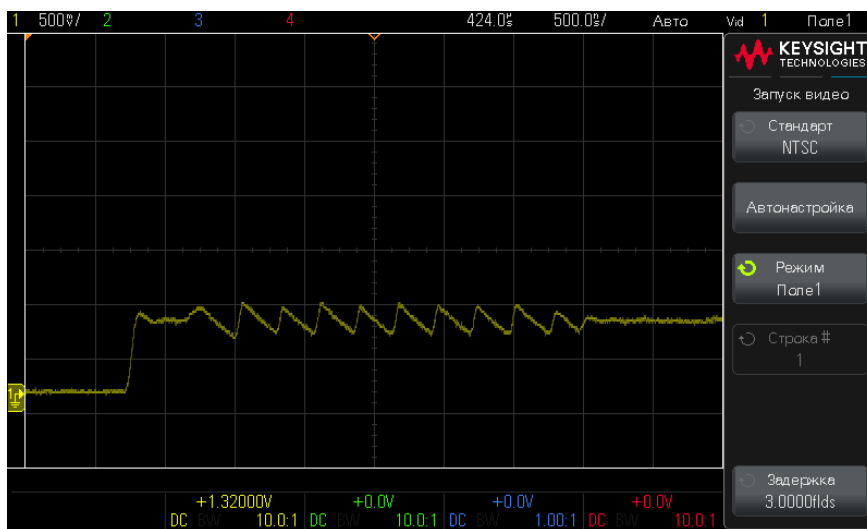
Быстрый способ синхронизироваться по другой фазе состоит в том, чтобы отсоединить сигнал на короткое время и снова присоединить его. Повторяйте эту процедуру, пока на экране не появится надлежащая фаза.

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



**Таблица 2** Время задержки для половины поля

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

**Рис. 20** Применение задержки поля для синхронизации по цветному полю 1 или 3 (режим «Поле 1»)

## Последовательный запуск

С помощью функций последовательного декодирования (см. раздел [Глава 8](#), “Запуск/декодирование последовательной шины,” на стр. 97) можно активировать типы последовательных запусков. Для настройки этих запусков см.:

- **"Запуск по CAN"** на странице 309

## 11 Запуск

- "Запуск по I2C" на странице 318
- "Запуск по LIN" на странице 329
- "Запуск по SPI" на странице 344
- "Запуск UART/RS232" на странице 354

## 12 Режим запуска/связь

Выбор режима запуска: «Авто» или «Нормальный» / 140

Выбор связи видов запуска / 142

Включение и выключение подавления шума при запуске / 143

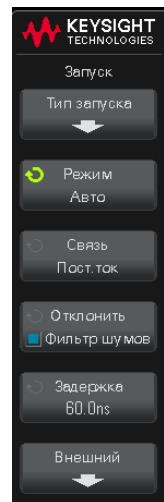
Включение и выключение ВЧ-заграждения / 144

Настройка задержки запуска / 144

Вход внешнего запуска / 145

Доступ к меню «Режим запуска и связь»:

- Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск** в области «Запуск» на лицевой панели.



- Сигналы с шумами** Если уровень шума измеряемого сигнала высок, то осциллограф можно настроить на подавление шума в канале запуска и на отображаемой осциллограмме. Сначала необходимо стабилизировать изображение сигнала путем удаления шума из канала запуска. Затем следует сократить уровень шумов на отображаемом сигнале.
- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
  - 2 Удалите шум из канала запуска путем включения фильтра высоких частот ("**Включение и выключение ВЧ-заграждения**" на странице 144), фильтра низких частот ("**Выбор связи видов запуска**" на странице 142). См. также раздел "**Включение и выключение подавления шума при запуске**" на странице 143.
  - 3 Для сокращения уровня шумов на отображаемом сигнале обратитесь к разделу "**Режим сбора данных «Усреднение»**" на странице 160.

## Выбор режима запуска: «Авто» или «Нормальный»

Когда осциллограф включен, режим запуска определяет последовательность действий при отсутствии пусковых сигналов.

В режиме запуска **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 осуществляются только при выполнении заданных условий.

Чтобы выбрать режим запуска, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Режим** в меню запуска, а затем выберите параметр **Авто** или **Нормальный**.

См. следующие описания "**Когда использовать режим запуска «Авто»**" на странице 141 и "**Когда использовать режим запуска «Нормальный»**" на странице 142.

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 274.

### Запуск, предпусковой и постпусковой буферы

Сразу после включения осциллографа (при нажатии кнопки **[Run] Пуск** или **[Single] Однократный запуск** или изменении условий запуска) в первую очередь заполняется предпусковой буфер памяти. Затем, после заполнения предпускового буфера, осциллограф начнет поиск триггера, и выборочные данные продолжат передаваться через предпусковой буфер в режиме FIFO («первый на входе — первый на выходе»).

Когда триггер будет найден, в предпусковом буфере будут записаны события, произошедшие непосредственно перед запуском. Затем начнет заполняться постпусковой буфер и на экране появятся данные памяти осциллографа. Если сбор данных был запущен с помощью кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп**, то процесс повторится. Если сбор данных был запущен с помощью кнопки **[Single] Однократный запуск**, то он прекратится (и вы сможете увеличить и прокрутить изображение сигнала).

В режимах запуска «Авто» и «Нормальный» триггер может быть пропущен, если событие произошло во время заполнения предпускового буфера. Такое возможно, например, когда с помощью ручки масштаба развертки установлена низкая настройка времени/деления, такая как 500 мс/дел.

### Индикатор запуска

Индикатор запуска в правом верхнем углу экрана указывает, выполнен ли запуск.

В режиме запуска **Авто** индикатор может иметь следующий вид:

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

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

- **Запуц.?** (мигает) — условие запуска не обнаружено (после заполнения предпускового буфера). В этом случае происходит принудительный запуск и начинается сбор данных.
- **Запущено** (не мигает) — условие запуска обнаружено (или предпусковой буфер заполняется).

Когда осциллограф не работает, индикатор запуска имеет вид **Стоп**.

### Когда использовать режим запуска «Авто»

Режим запуска **Авто** рекомендуется использовать в следующих случаях.

- Для проверки сигналов постоянного тока или сигналов с неизвестными уровнями или активностью.

Когда  
использовать  
режим запуска  
«Нормальный»

- Если условия запуска складываются достаточно часто, и поэтому принудительный запуск не требуется.

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 115
- "**Настройка задержки запуска**" на странице 144
- "**Размещение точки отсчета времени (слева, по центру, справа)**" на странице 57

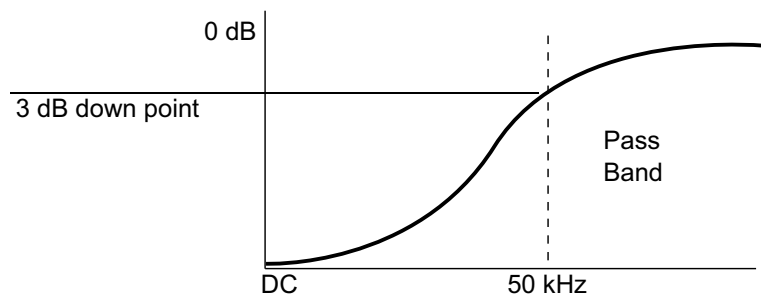
## Выбор связи видов запуска

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Связь** в меню «Запуск», затем вращайте ручку ввода для выбора:
  - Связь **DC** — при использовании такой связи сигналы постоянного и переменного тока могут поступать в канал запуска.
  - Связь **AC** — при использовании такой связи в канале запуска размещается фильтр верхних частот на 10 Гц, который убирает смещение постоянной составляющей напряжения из сигнала запуска.

Во всех моделях на входе внешнего триггера размещается фильтр высоких частот на 50 Гц.

Используйте связь по переменному току для получения стабильного запуска по фронту, если в сигнале наблюдается большое смещение постоянной составляющей.

- Связь **НЧ** (низкочастотное) **заграждение** — при использовании такой связи последовательно с сигналом запуска устанавливается фильтр верхних частот на 50 кГц с граничной точкой 3 дБ.



Низкочастотное заграждение устраняет из сигнала запуска нежелательные низкочастотные составляющие (например, частоты линии питания), которые могут создать помехи надлежащему запуску.

Используйте связь **НЧ заграждение** для получения стабильного запуска по фронту, если в сигнале наблюдаются низкочастотные помехи.

- Связь **ТВ** — такая связь, как правило, неактивна, однако она выбирается автоматически, если в меню запуска включен запуск по видео.

Обратите внимание на то, что связь триггеров не зависит от связи каналов (см. "[Указание связи каналов](#)" на странице 62).

## Включение и выключение подавления шума при запуске

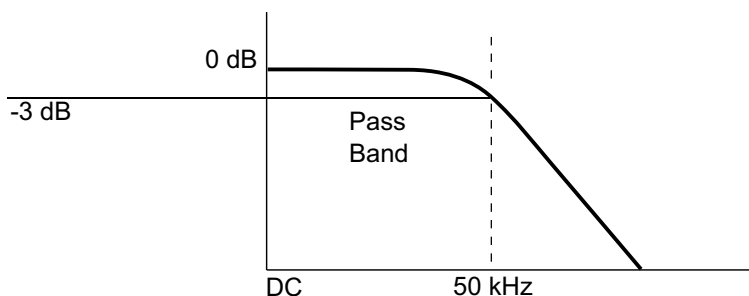
Функция «Под. шума» добавляет дополнительный гистерезис в схему запуска. Увеличивая полосу гистерезиса, можно снизить вероятность возникновения шумов при запуске. Однако при этом также уменьшается чувствительность триггеров, что требует несколько более мощного сигнала для запуска осциллографа.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите кнопку **Заграждение** в меню «Запуск» и выберите **Подавление шума**.

- 3 Снова нажмите кнопку **Заграждение** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить или отключить функцию.

## Включение и выключение ВЧ-заграждения

При использовании ВЧ-заграждения в канале запуска устанавливается фильтр низких частот на 50 кГц для устранения высокочастотных составляющих из сигнала запуска.



ВЧ-заграждение подходит для устранения из канала запуска высокочастотных помех, например от радиостанций, вещающих в диапазонах АМ или ЧМ, или от высокоскоростных системных тактовых сигналов.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите кнопку **Заграждение** в меню «Запуск» и выберите **ВЧ заграждение**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Заграждение** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить или отключить функцию.

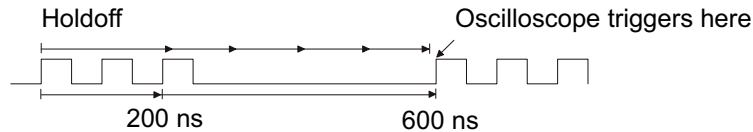
## Настройка задержки запуска

Задержка запуска используется для установки времени, в течение которого осциллограф ждет перед переходом к следующему циклу в схеме запуска.

Используйте задержку для запуска осциллографа по периодическим сигналам, если между периодами имеется несколько фронтов (или иных событий). С помощью задержки также можно настроить запуск по первому фронту пакета, если известно минимальное время между пакетами.



Например, чтобы добиться стабильного запуска по пакету периодических импульсов, показанного далее, установите время задержки >200 нс, но <600 нс.



Чтобы настроить задержку запуска, выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Задержка**, 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] Стоп**. Проведите измерения с помощью курсоров, а затем настройте задержку.

## Вход внешнего запуска

Вход внешнего запуска можно использовать как источник для нескольких типов запуска.

На 4-канальных осциллографах разъем BNC входа внешнего запуска расположен на задней панели и обозначен как **EXT TRIG**.

На 2-канальных осциллографах разъем BNC входа внешнего запуска расположен на передней панели и обозначен как **Ext Trig**.

### ВНИМАНИЕ

**Максимальное напряжение на входе внешнего триггера осциллографа**  
30 среднеквадратических В, 40 В (макс.)

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

Нажмите эту кнопку, чтобы настроить параметры входа внешнего запуска.

### 1 Откройте меню «Внешний запуск»:

- На 4-канальных осциллографах:
  - i Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, находящуюся в секции «Trigger» на лицевой панели.
  - ii Нажмите программную кнопку **Внешний** в меню «Запуск».
- На 2-канальных осциллографах нажмите кнопку **[External] Внешний**, находящуюся в секции «Vertical» на лицевой панели.

С помощью кнопки **[External] Внешний** можно включить отображение цифрового представления сигнала на разъеме Ext Trig. Если меню «Внешний запуск» уже открыто, при нажатии кнопки **[External] Внешний** выполняется выключение или включение отображения сигнала Ext Trig.

Цифровое представление сигнала на разъеме Ext Trig зависит от установленного порогового уровня напряжения.

Отображение цифрового сигнала внешнего запуска будет недоступно, если выбран временной режим «XY» или режим сбора данных «Усреднение» или «Высокое разрешение». Кроме того, на осциллографах серии EDUX1000

отображение внешнего сигнала будет недоступно, если источником запуска не является «Ext», когда выбран временной режим «Прокрутка» или включено декодирование последовательной шины.

**2** Нажмите программную кнопку **Единицы** в меню «Внешний запуск», чтобы выбрать единицы:

- **Вольты** – для пробника напряжения.
- **Амперы** – для токового пробника.

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

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

Коэффициент затухания можно задать в диапазоне от 0,1:1 до 1000:1 с последовательностью 1-2-5.

Правильность измерений зависит от надлежащей настройки коэффициента затухания пробника.

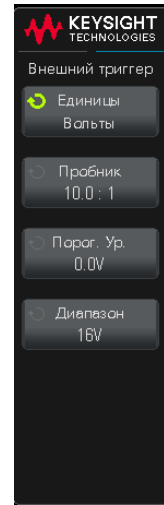
**4** Нажмите программную кнопку **Порог**, затем поверните ручку ввода, чтобы задать пороговое напряжение для входного внешнего сигнала запуска.

**5** На осциллографах DSOX1200 нажмите программную кнопку **Диапазон**, затем поверните ручку ввода, чтобы задать диапазон входного внешнего сигнала запуска. При использовании пробника 1:1 диапазон входного сигнала Ext Trig составляет либо 1,6 В, либо 8 В.

На осциллографах серии EDUX1000 при использовании пробника 1:1 диапазон входного сигнала Ext Trig фиксируется на уровне 8 В (и отсутствует программная кнопка **Диапазон**).

При выборе другого коэффициента затухания пробника диапазон будет автоматически пересчитан.

**6** На 2-канальных осциллографах нажмите программную кнопку **Положение**, затем поверните ручку ввода, чтобы отрегулировать вертикальное положение цифрового сигнала Ext Trig.



## 12 Режим запуска/связь

# 13 Элементы управления сбором данных

Работа, остановка и выполнение одиночного цикла сбора данных (управление работой) / 149

Общие сведения о дискретизации / 151

Выбор режима сбора данных / 156

Сбор данных в сегментированную память / 163

В этой главе описаны способы сбора данных и управления 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 последний полученный сигнал.

- Когда кнопка **[Run/Stop] Пуск/стоп** светится красным светом, сбор данных остановлен.

Кнопка «Стоп» отображается в строке состояний в верхней части дисплея рядом с типом запуска.

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 просматривать однократные события без последующей перерисовки формы сигнала. Используйте кнопку **[Single] Однократный запуск**, когда требуется максимальный объем памяти для прокрутки и масштабирования.

При нажатии кнопки **[Single] Однократный запуск** дисплей очищается, для режима запуска будет временно установлено значение «Нормальный» (чтобы осциллограф не запускался автоматически), схема запуска будет подготовлена к работе, загорится подсветка кнопки **[Single] Однократный запуск** и осциллограф будет ожидать выполнения условий запуска для вывода сигнала на экран.

При запуске осциллографа результаты одиночного сбора данных выводятся на экран, и осциллограф останавливается (индикатор кнопки **[Run/Stop] Пуск/стоп** горит красным). Нажмите кнопку **[Single] Однократный запуск** еще раз для отображения следующего сигнала.

Если осциллограф не запускается, можно нажать кнопку **[Force] Принудит.** для запуска (какого-либо действия) и выполнения одиночного цикла сбора данных.

Отображение результатов нескольких циклов сбора данных, использование послесвечения. См. "**Настройка или удаление послесвечения**" на странице 101.

Сравнение  
длины записи  
данных при  
однократном  
сборе данных и  
при сборе  
данных во  
время работы

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 следующую запись во время обработки предыдущей записи, в результате чего существенно повышается число сигналов, обрабатываемых осциллографом за одну секунду. Во время работы осциллографа благодаря высокой скорости обновления сигнала обеспечивается оптимальное отображение входного сигнала.

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

Дополнительные сведения о настройках, оказывающих влияние на длину записи, см. в разделе "**Контроль длины**" на странице 244.

## 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.

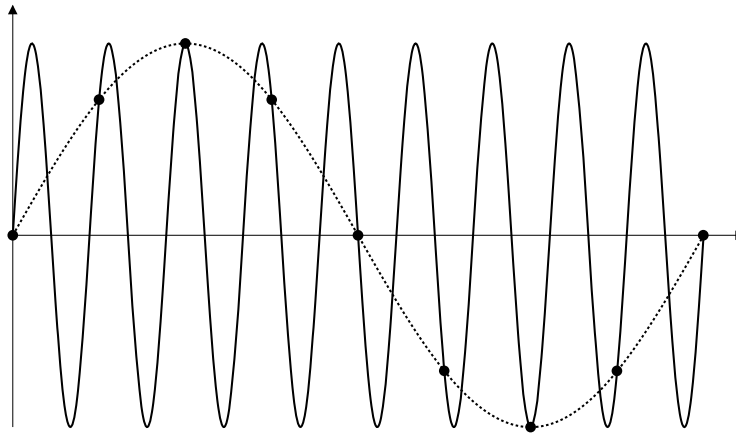
### Теория дискретизации

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.



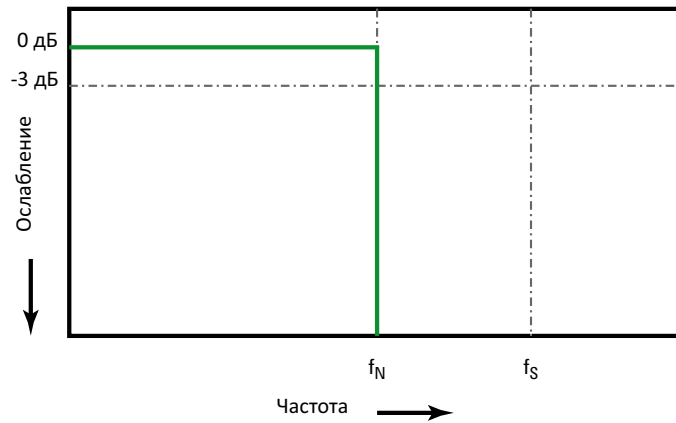
**Рис. 21** Наложение спектров

### 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).

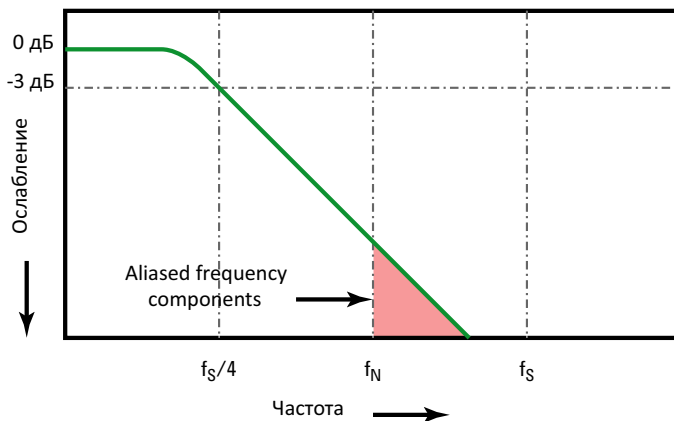
Согласно теории дискретизации при такой полосе пропускания осциллографа необходимая частота дискретизации составляет  $f_s = 2f_{BW}$ . Однако данная теория не предполагает наличия частотных составляющих, частота которых превышает  $f_{MAX}$  (в данном случае  $f_{BW}$ ) и для нее необходима система с идеальной амплитудно-частотной характеристикой.





**Рис. 22** 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.



Ограничение полосы пропускания осциллографа ( $f_{BW}$ ) до  $1/4$  от частоты дискретизации ( $f_s/4$ ) уменьшает уровень частотных компонентов выше частоты Найквиста ( $f_N$ ).

**Рис. 23** Частота дискретизации и полоса пропускания осциллографа

Таким образом, 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 становится выше.

См. также *Сравнение частоты и точности дискретизации осциллографа: How to Make the Most Accurate Digital Measurements* (Получение наиболее точных цифровых измерений), замечания по применению Keysight 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 выборок/время сбора данных

Например, при сохранении 50 мкс данных в 50 000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 Гвыб/с.

Аналогично при сохранении 50 мс данных в 50 000 точек памяти фактическая частота дискретизации составляет 1 Мвыб/с.

Фактическая частота дискретизации отображается в информационной области справа, когда меню программных клавиш выключены.

Фактическая частота дискретизации достигается осциллографом за счет отбрасывания (прореживания) ненужных выборок.

## 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 осуществляет выборку чаще, чем это необходимо для заполнения памяти.

Допустим, что для дискретизатора осциллографа заданы период выборки в 1 нс (максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с) и глубина 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] Сбор**.
- 2 В меню «Сбор» 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 157.
- **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 157.
- **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 160.
- **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 162.

## 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 импульсы, не менее широкие, чем период выборки.

В осциллографах InfiniiVision 1200 серии X, максимальная частота дискретизации которых составляет 2 Гвыб/с, отбор проб производится каждые 500 пикосекунд (период выборки).

См. также • "**Захват помех или коротких импульсов**" на странице 158

- "Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех" на странице 159

### 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.

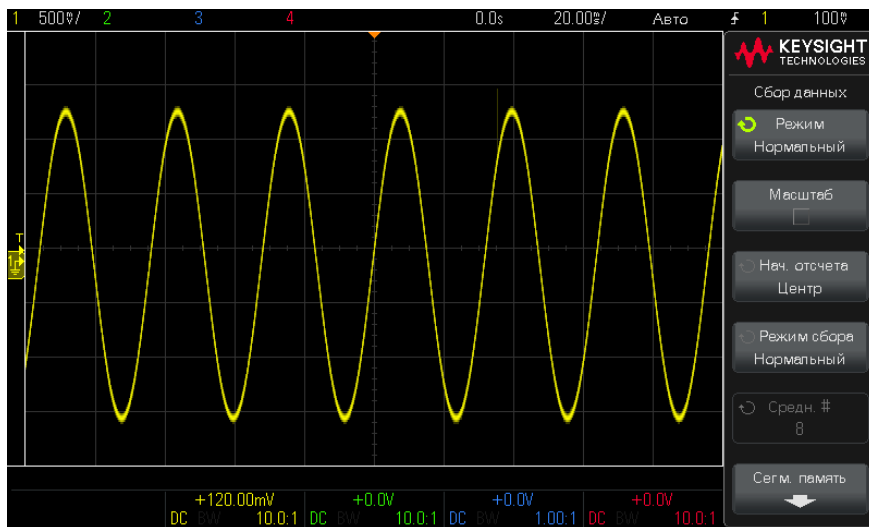
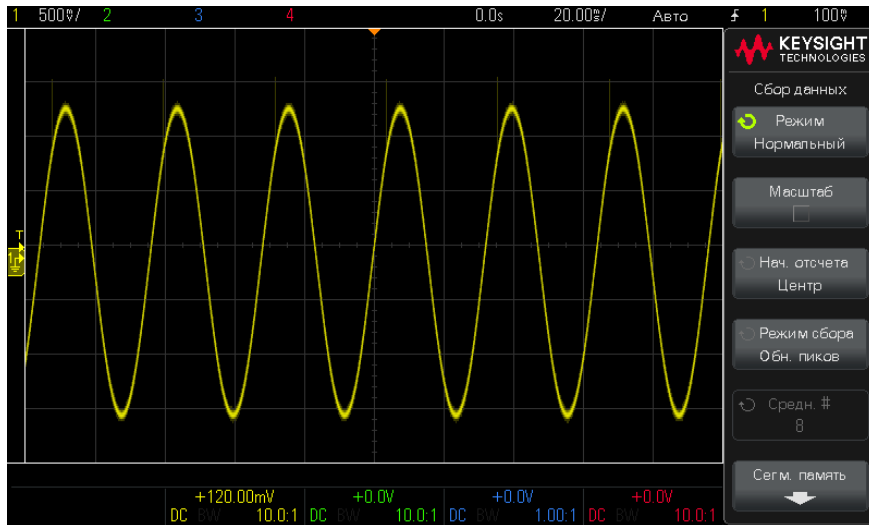


Рис. 24 Синусоида с импульсной помехой, нормальный режим




**Рис. 25** Синусоида с импульсной помехой, режим обнаружения пиков


### Использование режима обнаружения пиков для поиска импульсных помех

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
- 2 Чтобы обнаружить импульсную помеху, нажмите кнопку **[Acquire] Сбор**, и нажимайте программную кнопку **Режим сбора**, пока не выберете **Обнаружение пиков**.
- 3 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей**, а затем программную кнопку ∞ **Послесвечение** (постоянное послесвечение).

При постоянном послесвечении на дисплее появляются новые данные, а прежние не стираются. Новые контрольные точки отображаются с обычной яркостью, тогда как яркость ранее полученных данных снижается. Послесвечение сигнала сохраняется только в границах области отображения.

Нажмите программную кнопку **Очистить дисплей**, чтобы удалить ранее полученные точки. Пока ∞ **Послесвечение** не отключено, на экране будут собираться точки.

- 4 Получение характеристик импульсной помехи с помощью масштабирования
  - a Нажмите  кнопку масштаба (или нажмите кнопку **[Acquire] Сбор**, а затем программную кнопку **Масштаб**).
  - b Для получения лучшего разрешения импульсной помехи увеличьте временную развертку.

Используйте ручку горизонтального положения () 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

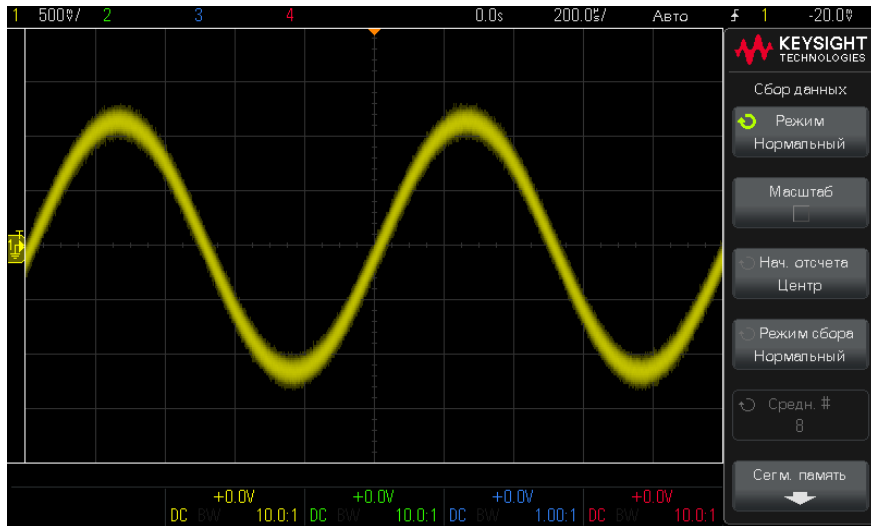
Чем выше число усреднений, тем медленнее реагирует отображаемый сигнал на изменения получаемого сигнала. Необходимо найти компромисс между скоростью реагирования сигнала на изменения и желаемой степенью снижения уровня шума в этом сигнале.

Использование режима «Усреднение»

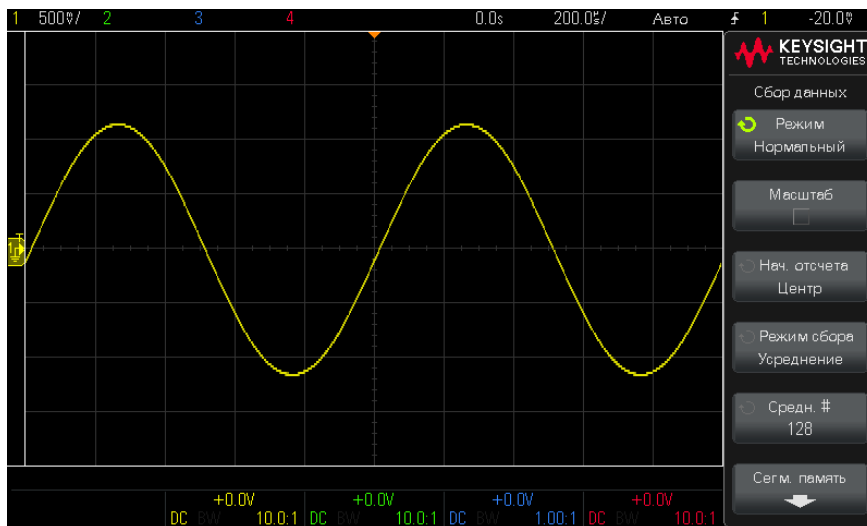
- 1 Нажмите кнопку **[Acquire] Сбор**, затем нажимайте программную кнопку **Режим сбора**, пока не выберите режим «Усреднение».



- Нажмите программную кнопку **Число усреднений** и поверните ручку ввода, чтобы установить число усреднений, при котором из отображаемого сигнала наиболее эффективно удаляются шумы. Число усреднений данных отображается на программной кнопке **Число усреднений**.



**Рис. 26** Случайные шумы на отображаемом сигнале



**Рис. 27** Для сокращения уровня шумов использовано 128 усреднений

См. также • [Глава 12](#), “Режим запуска/связь,” на стр. 139

### Режим сбора данных «Высокое разрешение»

В режиме «Высокое разрешение» при низких настройках времени/деления дополнительные выборки усредняются для уменьшения случайного шума, отображения на экране более плавной осциллограммы и эффективного увеличения разрешения по вертикали.

В режиме «Высокое разрешение» происходит усреднение последовательных контрольных точек одного изображения. Для каждого из коэффициентов из 2 средних величин создается дополнительный бит разрешения по вертикали. Случайный шум уменьшается на  $\frac{1}{2}$  для каждого из коэффициентов из 4 средних величин. Число дополнительных битов разрешения по вертикали зависит от значения показателя «время/деление» (скорость развертки) осциллографа.

Чем ниже значение настройки времени/деления, тем большее число проб усредняется для каждой точки изображения.

Режим «Высокое разрешение» можно использовать как для одиночных, так и для повторяющихся сигналов, и обновление сигнала при этом не замедляется, так как обработка данных выполняется специализированной интегральной схемой (ASIC) с технологией MegaZoom. В режиме «Высокое разрешение» полоса частот реального времени осциллографа сужается, так как он успешно работает как фильтр низких частот.

Скорость развертки	Биты разрешения
≤ 1 мкс/дел	8
2 мкс/дел	9
5 мкс/дел	10
10 мкс/дел	11
≥ 20 мкс/дел	12

## Сбор данных в сегментированную память

Сегментированная память доступна в моделях серии DSOX1200.

При сборе данных нескольких редких событий запуска рекомендуется разделить память осциллографа на сегменты. Это позволит осуществлять сбор данных активности сигнала без захвата продолжительных периодов пассивности.

В каждом сегменте содержатся все данные аналогового канала и последовательного декодирования.

При использовании сегментированной памяти функция «Анализ сегментов» (см. раздел "[Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти](#)" на странице 164) позволяет отобразить постоянное послесвечение во всех полученных сегментах. Подробные сведения см. также в разделе "[Настройка или удаление послесвечения](#)" на странице 101.

Сбор данных в  
сегментированн  
ую память

- 1 Задайте условие запуска (подробные сведения см. в разделе [Глава 11](#), “Запуск,” на стр. 113).
- 2 Нажмите кнопку **[Acquire] Сбор**, находящуюся в секции сигналов на лицевой панели.
- 3 Нажмите программную кнопку **Сегментированная**.

- 4 В меню «Сегментированная память» нажмите программную кнопку **Сегментированная** для выполнения сбора данных в сегментированную память.
- 5 Нажмите программную кнопку **Число сегментов** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать число сегментов, на которое следует разбить память осциллографа.

Память можно разбить минимум на 2 и максимум на 500 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. Запуск осциллографа будет продолжаться, 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 140.

- См. также
- "**Навигация между сегментами**" на странице 164
  - "**Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти**" на странице 164
  - "**Время подготовки сегментированной памяти**" на странице 165
  - "**Сохранение данных сегментированной памяти**" на странице 165

### Навигация между сегментами

- 1 Нажмите программную кнопку **Текущий сегмент** и поверните ручку ввода, чтобы отобразить нужный сегмент и временную метку, отмечающую время с момента первого события запуска.

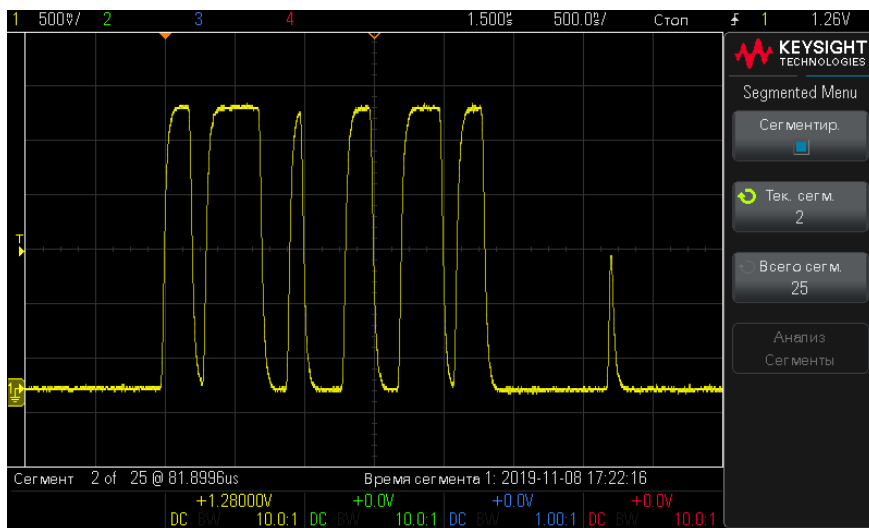
### Постоянное послесвечение с использованием сегментированной памяти

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 1 мкс.

Обратите внимание, что если, например, для параметра времени развертки на деление установлено значение 5 мкс/деление, а для параметра "Начало отсчета времени" установлено значение **Центр**, заполнение всех десяти делений и подготовка к следующему циклу займет по меньшей мере 50 мкс. (то есть, 25 мкс – для сбора данных перед запуском и 25 мкс – после запуска).



## Сохранение данных сегментированной памяти

Сохранить текущий отображаемый сегмент (**Сохранить сегмент — текущий**) или все сегменты (**Сохранить сегмент — все**) можно в следующих форматах данных: CSV, ASCII XY или BIN.

Обязательно настройте параметр «Длина», чтобы собрать достаточное число точек для точного представления полученных данных. Когда осциллограф сохраняет данные в несколько сегментов, ход выполнения отображается в правой верхней части дисплея.

## 13 Элементы управления сбором данных

Дополнительные сведения см. в разделе **"Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN"** на странице 243.

# 14 Курсоры

Выполнение измерений с помощью курсоров / 168

Примеры курсоров / 172

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

Данные курсоров отображаются в информационной области в правой части экрана.

Курсоры не всегда ограничиваются видимым на экране изображением. Если после установки курсора выполняется панорамирование сигнала и изменяется его масштаб, курсор может оказаться вне области отображения, однако его значение не изменится. При возврате к первоначальной области отображения курсор будет снова виден в установленном для него месте.

**Курсоры X** Курсоры X представляют собой вертикальные штриховые линии, которые регулируются по горизонтали. Их можно использовать для измерения времени (с), частоты (1/с), фазы (°) и коэффициента (%).

Курсор X1 выглядит как мелкоштриховая вертикальная линия, а курсор X2 — как крупноштриховая вертикальная линия.

При использовании с математической функцией БПФ курсоры X указывают частоту.

В режиме горизонтального отображения XY курсоры X указывают значения канала 1 (в вольтах или амперах).

Значения курсоров X1 и X2 для выбранного источника сигнала отображаются в области меню программных кнопок.

Значения разности между  $X_1$  и  $X_2$  ( $\Delta X$ ) и  $1/\Delta X$  отображаются в блоке «Курсоры» в информационной области справа.

**Курсоры Y** Курсоры Y представляют собой горизонтальные штриховые линии, которые регулируются по вертикали. Они используются для измерения уровня сигнала в вольтах или амперах в зависимости от параметра **Единицы пробника** канала или для измерения коэффициентов (%) 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 ПБФ, где значения отсчитываются от уровня 0 дБ.

В режиме горизонтального отображения XY курсоры Y указывают значения канала 2 (в вольтах или амперах).

Значения активных курсоров Y1 и Y2 для выбранного источника сигнала отображаются в области меню программных кнопок.

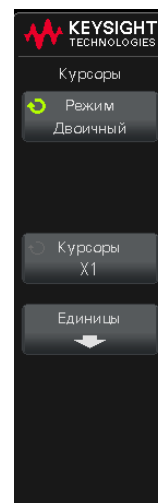
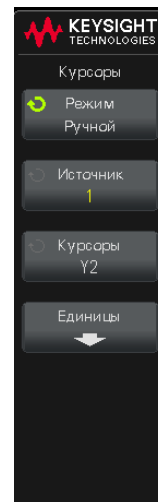
Значения разности между Y1 и Y2 ( $\Delta Y$ ) указываются в блоке «Курсоры» в информационной области справа.

## Выполнение измерений с помощью курсоров

- 1 Подключите к осциллографу источник сигнала и получите стабильную осциллограмму.
- 2 Нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры**.  
В информационной области справа отобразится блок «Курсоры», указывающий, что курсоры активны. (Если требуется отключить курсоры, снова нажмите кнопку **[Cursors] Курсоры**).
- 3 В меню курсоров нажмите программную кнопку **Режим** и выберите нужный режим.



- **Вручную** — отображаются значения  $\Delta X$ ,  $1/\Delta X$  и  $\Delta Y$ .  $\Delta X$  — это разность между курсорами X1 и X2, а  $\Delta Y$  — разность между курсорами Y1 и Y2.
- **Слежение сигнала** — При горизонтальном перемещении маркера отслеживается и измеряется вертикальная амплитуда сигнала. Для маркеров отображаются позиции по шкале времени и по шкале напряжения. Разность между маркерами по вертикали (Y) и по горизонтали (X) указывается в виде значений  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ .
- **Двоичный** — Для отображаемых форм сигналов при текущем положении курсоров X1 и X2 значения логических уровней отображаются в двоичном формате. Цвет индикации соответствует цвету осциллограммы определенного канала.



- **Шест.** — Для отображаемых форм сигналов при текущем положении курсоров X1 и X2 значения логических уровней отображаются в шестнадцатеричном формате.

Режимы **Вручную** и **Слежение сигнала** можно использовать в отношении сигналов, отображаемых на экране аналоговых входных каналов (включая математические функции).

В режимах **Шест.** и **Двоичный** уровень может указываться как 1 (выше уровня запуска), 0 (ниже уровня запуска), неопределенное состояние ( $\uparrow$ ) или X (не имеет значения).

В режиме **Двоичный** X обозначает выключенный канал.

В режиме **Шест.** 0 обозначает выключенный канал.

- 4 Нажмите кнопку **Источник** (или **Источник X1**, **Источник X2** в режиме **Слежение сигнала**), затем выберите входной источник для значений курсоров.

- 5 Выберите подлежащие настройке курсоры:

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

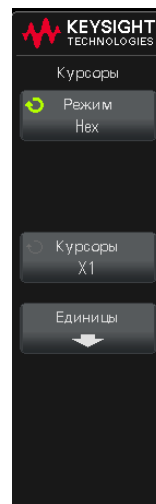
или

- Нажмите программную кнопку **Курсоры**, затем вращайте ручку ввода.

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

Выбранные в данный момент курсоры отображаются более ярко по сравнению с остальными курсорами.

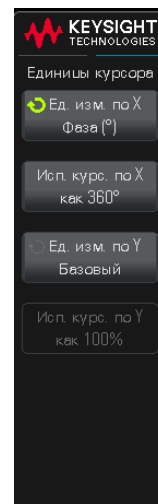
- 6 Чтобы изменить единицу курсорных измерений, нажмите программную кнопку **Единицы измерения**.



В меню «Единицы измерения курсора»:

Можно нажать программную кнопку **Единицы измерения X**, чтобы выбрать следующие параметры:

- **Секунды (с).**
- **Гц (1/с).**
- **Фаза (°)** — когда выбран этот параметр, пользуйтесь программной кнопкой **Использовать курсоры X**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0° и текущее положение курсора X2 на 360°.
- **Коэффициент (%)** — когда выбран этот параметр, пользуйтесь программной кнопкой **Использовать курсоры X**, чтобы установить текущее положение курсора X1 на 0 % и текущее положение курсора X2 на 100 %.



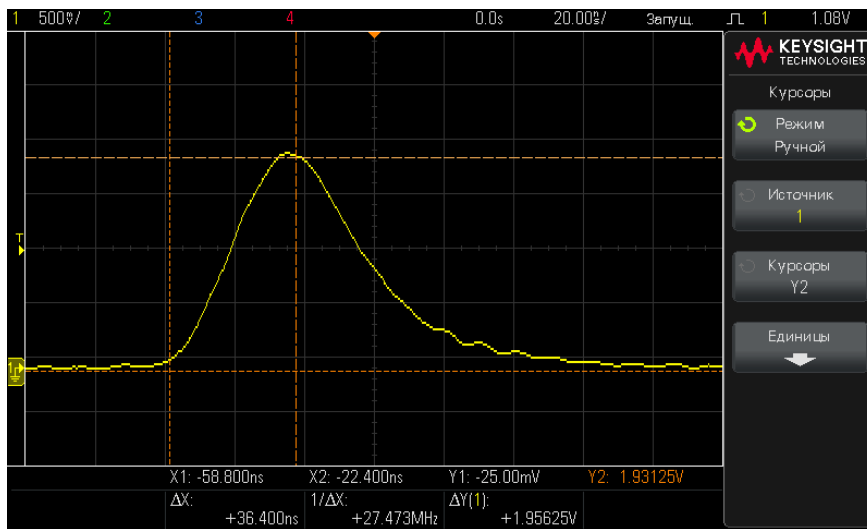
Можно нажать программную кнопку **Единицы измерения Y**, чтобы выбрать следующее:

- **Основание** — те же единицы измерения используются для осциллограммы источника.
- **Коэффициент (%)** — когда выбран этот параметр, пользуйтесь программной кнопкой **Использовать курсоры Y**, чтобы установить текущее положение курсора Y1 на 0 % и текущее положение курсора Y2 на 100 %.

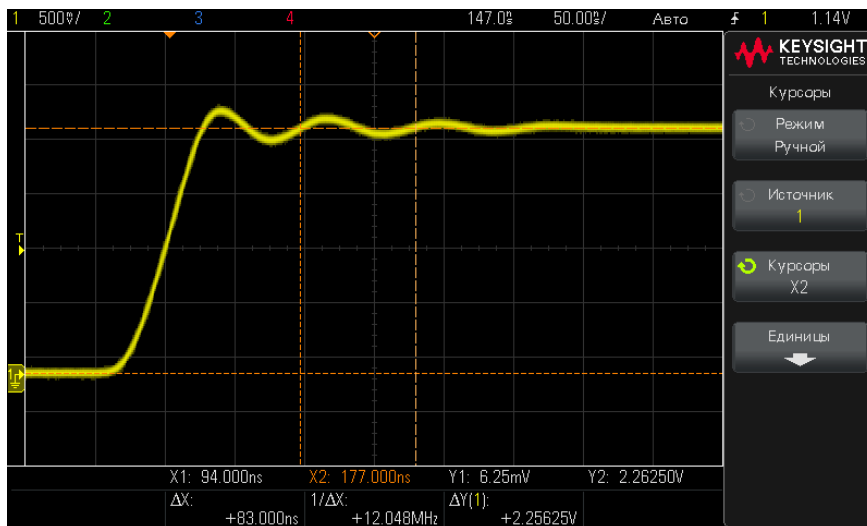
После того как будут установлены положения 0° и 360° (при измерении фазы) или 0 % и 100 % (при измерении коэффициента), при регулировке курсоров будут отображаться результаты измерений относительно заданных положений.

- 7 Для регулировки выбранных курсоров вращайте ручку «Курсоры».

## Примеры курсоров

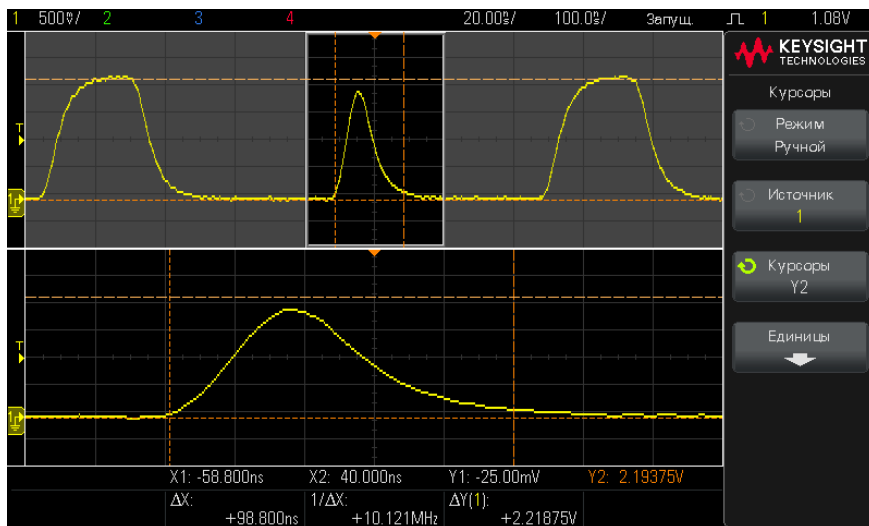


**Рис. 28** Применение курсоров для измерения длительности импульса на уровне, отличном от точек среднего порога



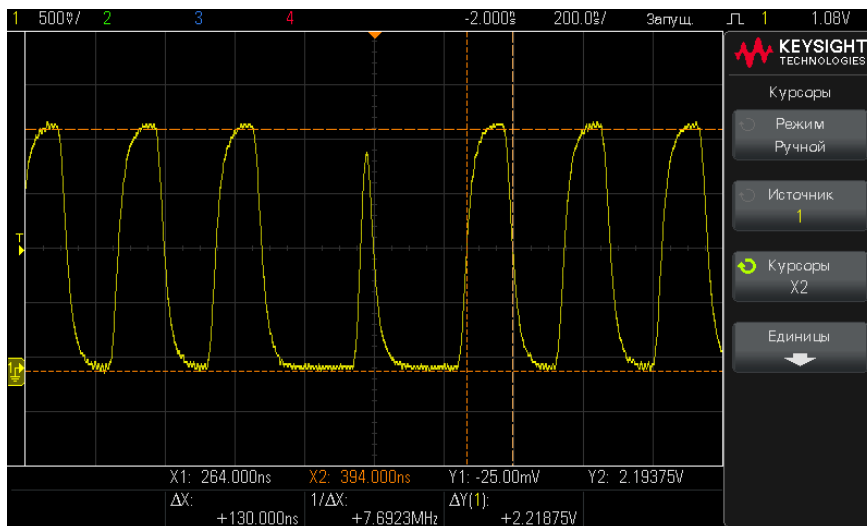
**Рис. 29** Применение курсоров для измерения частоты реверберации импульса

Разверните осциллограмму в режиме «Масштаб», затем соберите данные о нужном событии с помощью курсоров.



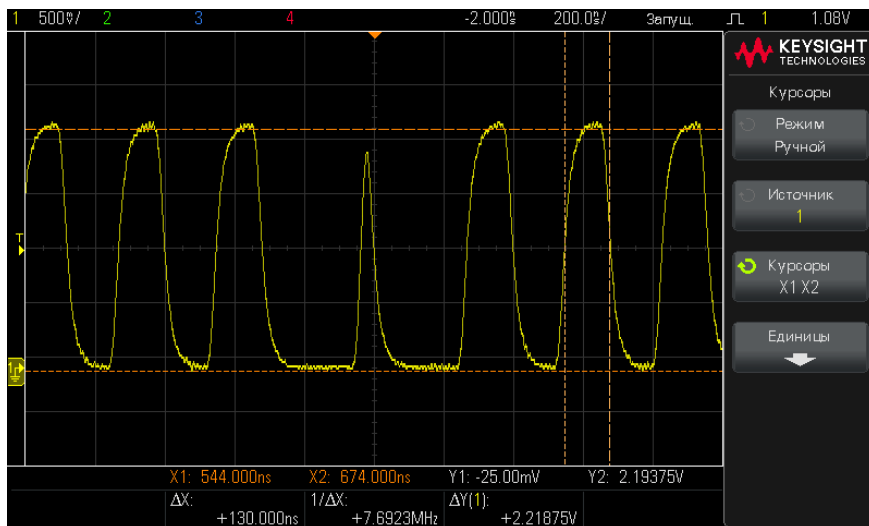
**Рис. 30** Курсоры отслеживают данные в окне «Масштаб»

Поместите курсор **X1** на одной стороне импульса, а курсор **X2** — на другой стороне импульса.



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

Нажмите программную кнопку **Связанные X1 X2** и перемещайте оба курсора одновременно, чтобы проверить вариации длительности импульсов в импульсной последовательности.



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



# 15 Измерения

Автоматическое выполнение измерений /	178
Сводная информация об измерениях /	179
Измерения напряжения /	182
Измерения времени /	190
Измерения путем подсчета /	198
Пороги измерений /	199
Окно измерения с экраном масштаба /	202

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

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

Курсоры включены и указывают на часть сигнала, которая использовалась для выполнения последнего добавленного измерения.

## ЗАМЕЧАНИЕ

### Обработка результатов сбора данных

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

## Автоматическое выполнение измерений

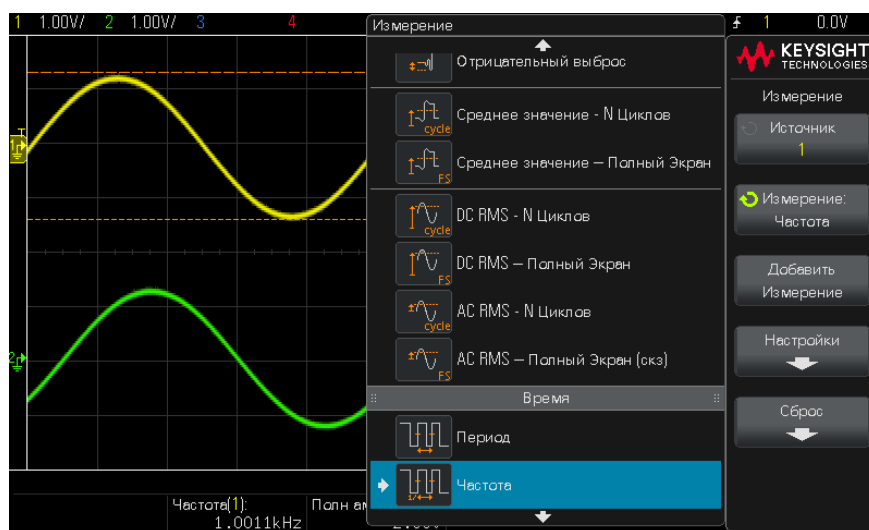
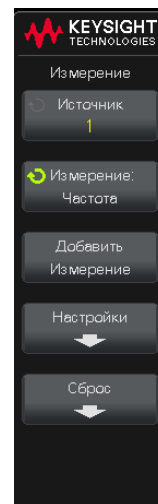
1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы открыть меню «Измерения».

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

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

Если необходимая для измерения часть сигнала отсутствует на дисплее или отображается недостаточно четко, то для результата отобразится сообщение «Нет фронтов», «Обрезан», «Малый сигнал», «< значения» или «> значения» или подобное сообщение, указывающее на то, что на точность измерения полагаться не следует.

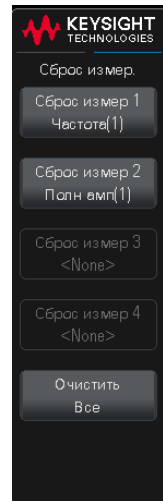
3 Чтобы выбрать тип измерения, нажмите программную кнопку **Тип**, затем поверните ручку ввода.



Дополнительные сведения о типах измерений см. в разделе **"Сводная информация об измерениях"** на странице 179.

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

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



## Сводная информация об измерениях

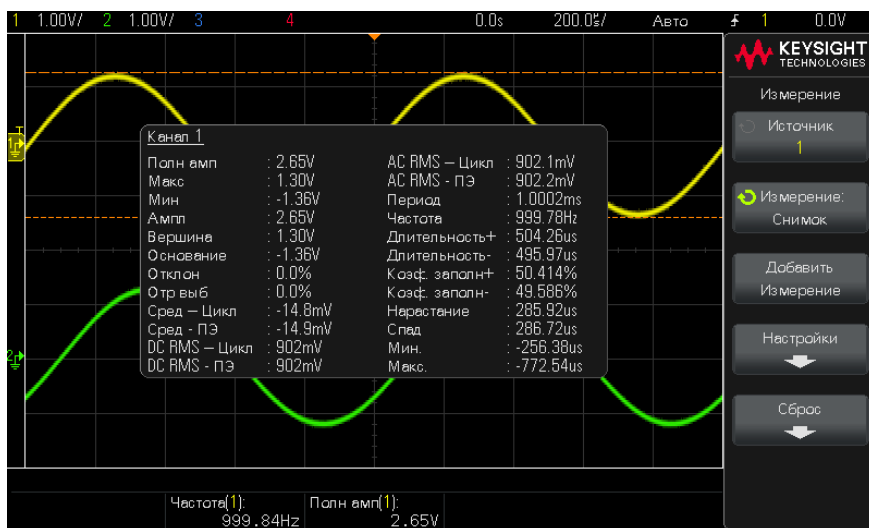
В приведенной далее таблице перечислены измерения, автоматически выполняемые на осциллографе. Для сигналов аналоговых каналов возможно выполнение всех измерений. Для сигналов математических функций, за исключением БПФ, возможно проведение всех измерений, кроме измерения "Счетчик". Как показано в следующей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

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Примечания
"Общий снимок" на странице 181		
"Амплитуда" на странице 183		
"Среднее значение" на странице 187	Да, «Полный экран»	
"Основание" на странице 185		
"Скорость передачи в битах" на странице 193		
"Счетчик" на странице 192		Недопустимо для сигналов математических функций.
"Задержка" на странице 194		Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите <b>Настройки</b> .
"Рабочий цикл" на странице 193		
"Время спада" на странице 194		
"Частота" на странице 191		
"Максимум" на странице 183	Да	
"Минимум" на странице 183	Да	
"Счетчик переднего фронта" на странице 199		
"Счетчик заднего фронта" на странице 199		
"Счетчик пол. импульсов" на странице 198		
"Счетчик отр. импульсов" на странице 198		
"Выброс на фронте" на странице 185		

Измерение	Допустимо для математической функции БПФ*	Примечания
"Полная амплитуда" на странице 183	Да	
"Период" на странице 190		
"Фаза" на странице 195		Сравнительное измерение двух источников. Чтобы указать второй источник, нажмите <b>Настройки</b> .
"Отрицательный выброс" на странице 186		
"Время нарастания" на странице 194		
"DC RMS" на странице 187		
"AC RMS" на странице 188		
"Верхний уровень" на странице 184		
"+ Длительность" на странице 193		
"– Длительность" на странице 193		
"X при макс Y" на странице 197	Да	Полученные единицы измерения указаны в герцах.
"X при мин Y" на странице 197	Да	Полученные единицы измерения указаны в герцах.
* Для выполнения других измерений сигнала ПБФ воспользуйтесь курсорами.		

## Общий снимок

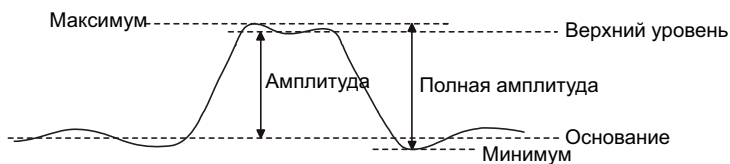
При измерении типа «Общий снимок» отображается всплывающее окно со снимком всех измерений отдельного сигнала.



Можно также выполнить настройку для кнопки **[Quick Action] Быстрое действие**, чтобы при ее нажатии отображалось всплывающее окно «Общий снимок». См. ["Настройка кнопки \[Quick Action\] \(Быстрое действие\)"](#) на странице 274.

## Измерения напряжения

На следующем рисунке показаны точки измерения напряжения.



В качестве единиц измерения сигнала каждого входного канала можно установить вольты или амперы, используя программную кнопку **Единицы пробника**. См. ["Указание единиц измерения канала"](#) на странице 65.

Описание единиц измерения сигналов математических функций см. в разделе ["Единицы измерения сигналов математических функций"](#) на странице 84.

- "Полная амплитуда" на странице 183
- "Максимум" на странице 183
- "Минимум" на странице 183
- "Амплитуда" на странице 183
- "Верхний уровень" на странице 184
- "Основание" на странице 185
- "Выброс на фронте" на странице 185
- "Отрицательный выброс" на странице 186
- "Среднее значение" на странице 187
- "DC RMS" на странице 187
- "AC RMS" на странице 188

### Полная амплитуда

Значение полной амплитуды – это разница между максимальными и минимальными значениями. Измеряемые значения обозначаются курсорами оси Y.

### Максимум

Максимум – это максимальный уровень отображаемого сигнала. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

### Минимум

Минимум – это минимальный уровень отображаемого сигнала. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

### Амплитуда

Амплитуда сигнала – это разница между его верхним и нижним значениями. Измеряемые значения обозначаются курсорами оси Y.

## Верхний уровень

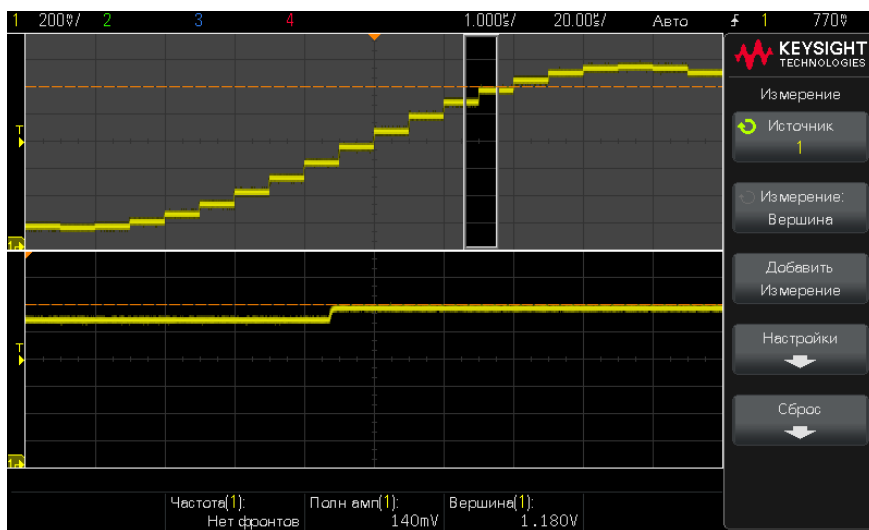
Верхний уровень сигнала — это режим (наиболее общее значение) в верхней части сигнала. Если этот режим точно не определен, значение параметра «Верхний» равно значению параметра «Максимум». Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

См. также • ["Локализация импульса для измерения верхнего уровня"](#) на странице 184

### 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 с экраном масштаба"](#) на странице 202.



**Рис. 33** Локализация области для измерения верхнего уровня



## Основание

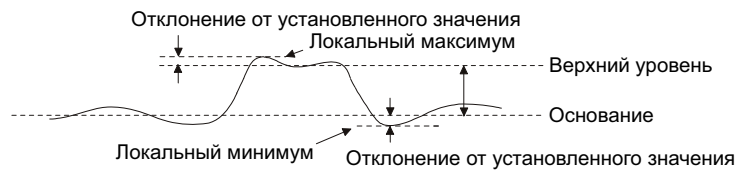
Основание сигнала – это режим (наиболее общее значение) нижней части сигнала. Если этот режим точно не определен, основание соответствует минимуму. Измеряемое значение обозначается курсором оси Y.

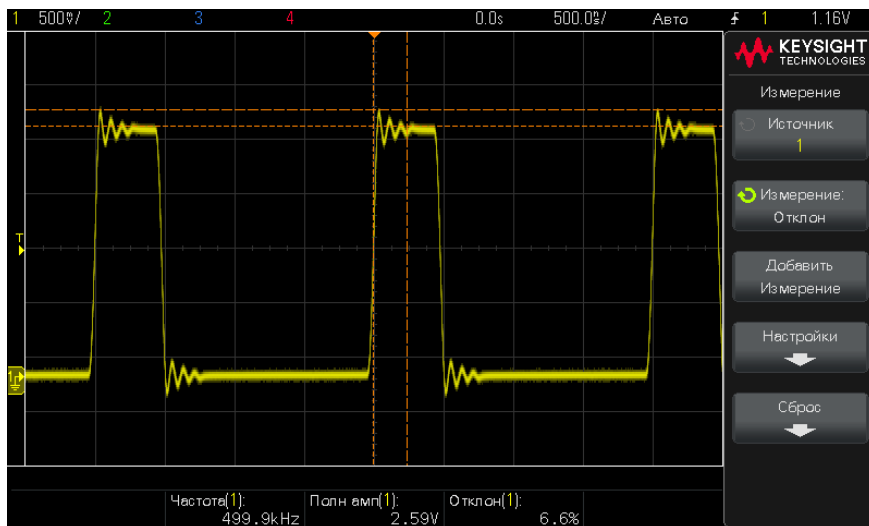
## Выброс на фронте

Измерение выброса на фронте — это выраженное в процентах от амплитуды искажение, сопровождающее главный переход фронта. Курсоры по оси X обозначают измеренный фронт сигнала (ближайший к контрольной точке запуска).

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

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





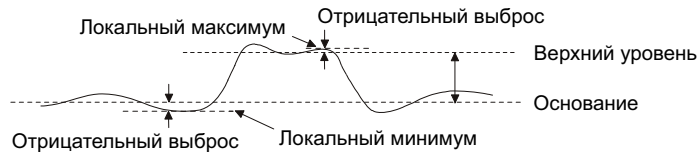
**Рис. 34** Автоматическое измерение выброса на фронте

### 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.

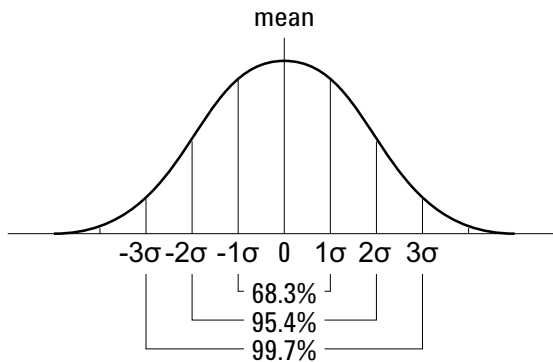
Интервал измерения "N-циклы" позволяет измерить значение на целом числе периодов отображаемого сигнала. При наличии менее трех фронтов для измерения отображается сообщение "Нет фронтов".

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":  $\sigma$ . Для распределения Гаусса 68,3 % результатов измерений находятся в пределах двух сигма ( $\pm 1\sigma$ ) 99,7 процентов результатов измерений находятся в пределах шести сигм ( $\pm 3\sigma$ ) от среднего.



Среднее значение вычисляется следующим образом:

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

где:

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

Стандартное отклонение вычисляется следующим образом:

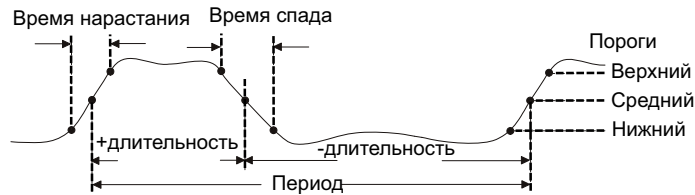
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

где:

- $\sigma$  = 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 199.

- **"Период"** на странице 190
- **"Частота"** на странице 191
- **"Счетчик"** на странице 192
- **"+ Длительность"** на странице 193
- **"– Длительность"** на странице 193
- **"Скорость передачи в битах"** на странице 193
- **"Рабочий цикл"** на странице 193
- **"Время нарастания"** на странице 194
- **"Время спада"** на странице 194
- **"Задержка"** на странице 194
- **"Фаза"** на странице 195
- **"X при мин Y"** на странице 197
- **"X при макс Y"** на странице 197

### 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.

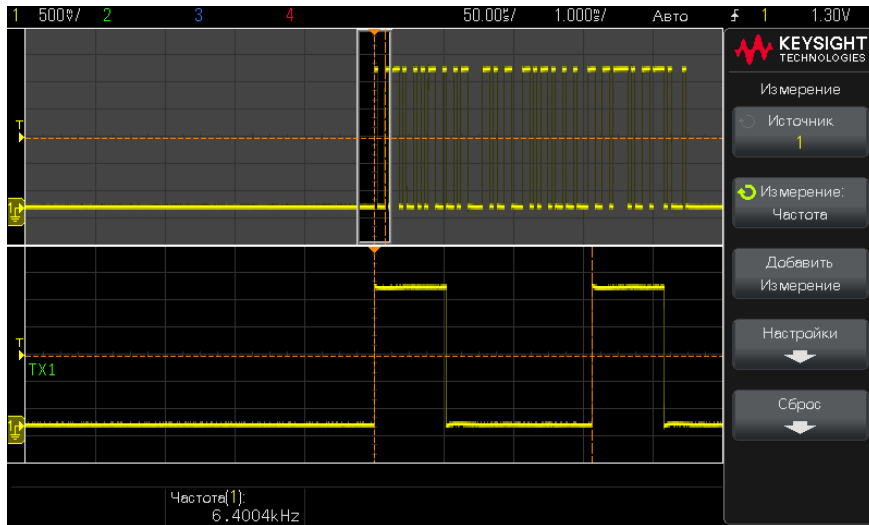
См. также • ["Локализация события с целью измерения частоты"](#) на странице 191

### 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 с экраном масштаба"](#) на странице 202.

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



**Рис. 35** Локализация события с целью измерения частоты

## Счетчик

В осциллографе InfiniiVision 1200 серии X имеется встроенный аппаратный частотомер, с целью измерения частоты сигнала подсчитывающий количество циклов за период времени (известное как время срабатывания по управляющему входу).

Время срабатывания по управляющему входу для измерения «Счетчик» автоматически настраивается на 100 мс или удвоенное текущее временное окно, в зависимости от того, что больше, до 1 секунды.

В режиме "Счетчик" можно измерять любые частоты в пределах полосы пропускания осциллографа. Минимальная поддерживаемая частота равна  $1/(2 \times \text{время срабатывания по управляющему входу})$ .

Этот аппаратный счетчик использует выходной сигнал компаратора запуска. Поэтому следует задавать верный уровень запуска просчитываемого канала (или порог - для цифровых каналов). Пороговый уровень запуска, используемый для данного измерения, обозначается курсором Y.



В качестве источника можно выбрать аналоговые каналы и каналы Ext Trig. В 4-канальных моделях осциллографов необходимо настроить запуск по фронту на входе EXT TRIG, прежде чем его можно будет выбрать в качестве источника счетчика.

Одновременно можно отобразить только одно измерение в режиме счетчика.

#### + Длительность

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

#### – Длительность

**– Длительность** – это интервал между средним порогом заднего фронта сигнала и средним порогом следующего переднего фронта этого сигнала. Курсоры оси X обозначают измеряемый импульс. Точка среднего порога обозначается курсором оси Y.

#### 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.

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

## Время нарастания

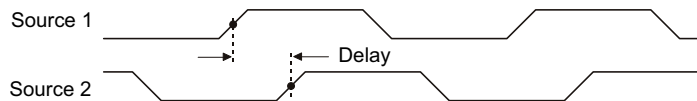
Время нарастания сигнала – это интервал между переходом нижнего и верхнего порогов переднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой передний фронт сигнала полностью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

## Время спада

Время спада сигнала – это интервал между переходами верхнего и нижнего порогов заднего фронта сигнала. Курсор оси X обозначает измеряемый фронт. Для получения максимальной точности измерений задайте наиболее высокую настройку времени/деления развертки, при которой задний фронт сигнала полностью остается на экране. Курсоры оси Y обозначают точки верхнего и нижнего порогов.


## Задержка

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

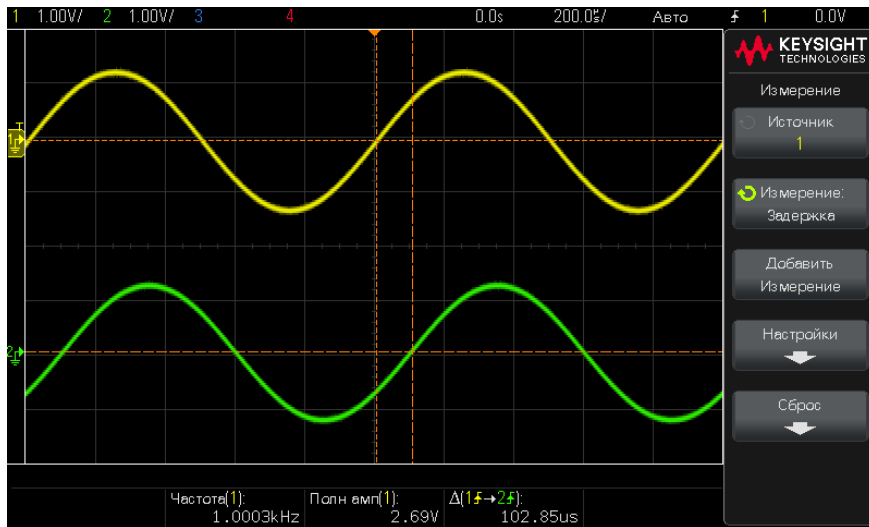


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы открыть меню «Измерения».
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Задержка**
- 4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

При настройках задержки по умолчанию проводится измерение от переднего фронта канала 1 до переднего фронта канала 2.

- 5 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню измерений.
- 6 Для выполнения измерения нажмите программную кнопку **Добавить измерение**.

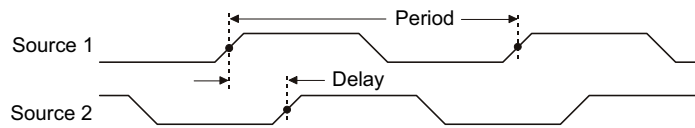
На приведенном далее рисунке показано измерение задержки между передним фронтом канала 1 и передним фронтом канала 2.



## Фаза


Фаза позволяет вычислить сдвиг фаз между источниками 1 и 2, выраженный в градусах. Отрицательный сдвиг фаз указывает на то, что передний фронт источника 1 появляется позже переднего фронта источника 2.

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

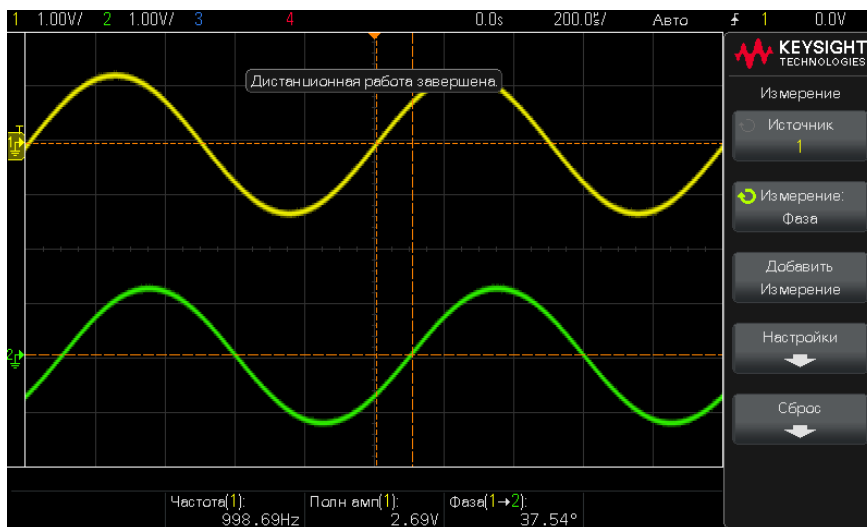


- 1 Нажмите кнопку **[Meas] Измерения**, чтобы открыть меню «Измерения».
- 2 Нажмите программную кнопку **Источник** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать источник для первого аналогового канала.
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип:**, затем с помощью ручки ввода выберите параметр **Задержка**
- 4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

При настройках фазы по умолчанию проводится измерение фазы между 1 и 2 каналами.

- 5 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню измерений.
- 6 Для выполнения измерения нажмите программную кнопку **Добавить измерение**.

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



### 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 197

### Измерение пикового значения функции БПФ

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

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

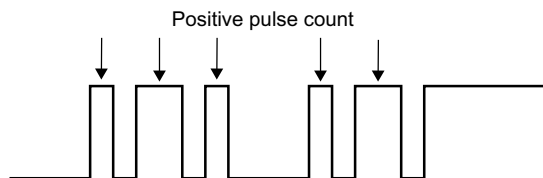
Для измерения **Максимум** в качестве единиц измерения используются дБ, а для измерения **X при макс Y** – герцы для БПФ.

## Измерения путем подсчета

- "Счетчик пол. импульсов" на странице 198
- "Счетчик отр. импульсов" на странице 198
- "Счетчик переднего фронта" на странице 199
- "Счетчик заднего фронта" на страницы 199

### Счетчик пол. импульсов

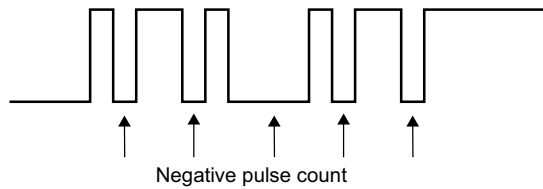
В режиме **Счетчик пол. импульсов** измеряется число импульсов выбранного источника сигнала.



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».

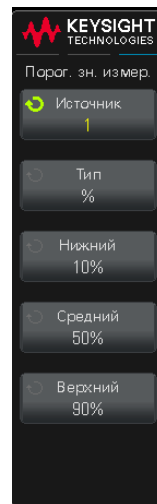
- 1 В меню измерений нажмите программную кнопку **Настройки**, затем нажмите программную кнопку **Пороги**, чтобы задать пороги для измерения аналоговых каналов.

Можно также открыть меню порога измерений, нажав кнопку **[Analyze] Анализ > Функции** и 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.
  - Если для **Источника** задано значение **Мат.:  $f(t)$** , **Тип** порогового значения можно задать только как **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. Нижний порог по умолчанию составляет 10 % (или 800 мВ при выборе абсолютных порогов).

Если **Тип** порога задан как **%**, 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. Средний порог по умолчанию составляет 50 % (или 1,20 мВ при выборе абсолютных порогов).

- Если **Тип** порога задан как **%**, 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. Верхний порог по умолчанию составляет 90 % (или 1,50 мВ при выборе абсолютных порогов).

- Если **Тип** порога задан как **%**, верхнему порогу можно присвоить значение от 7 до 95 %.

## Окно измерения с экраном масштаба

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 измерений нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3** В меню «Настройки измерений» нажмите программную кнопку **Окно измерений**, а затем с помощью ручки ввода выберите один из следующих параметров:
  - **Автовыбор** — 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».

# 16 Тестирование по маске

Создание маски «золотого» сигнала (Автомаска) / 203

Параметры настройки теста по маске / 206

Статистика по маске / 208

Изменение файла маски вручную / 209

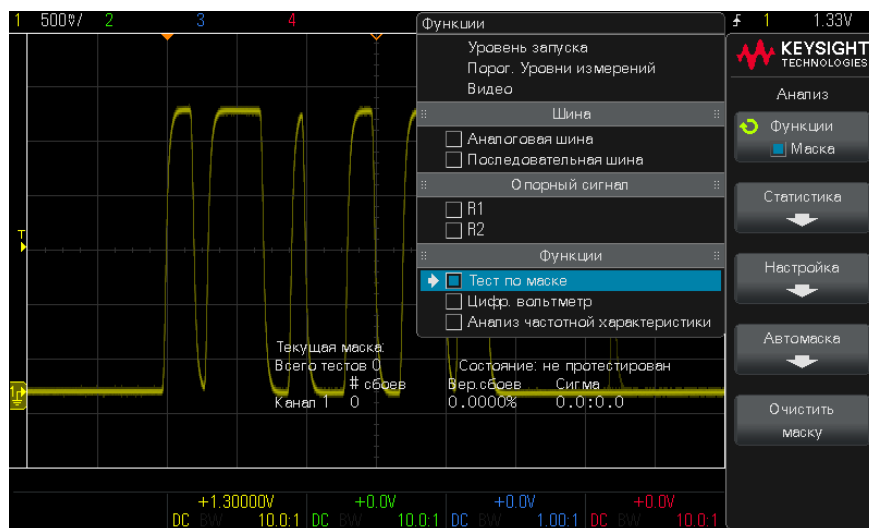
Создание файла маски / 213

На осциллографах серии DSOX1200 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.

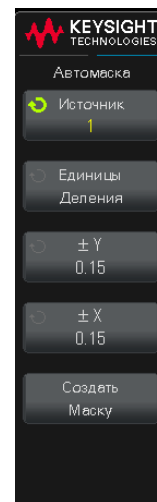
## Создание маски «золотого» сигнала (Автомаска)

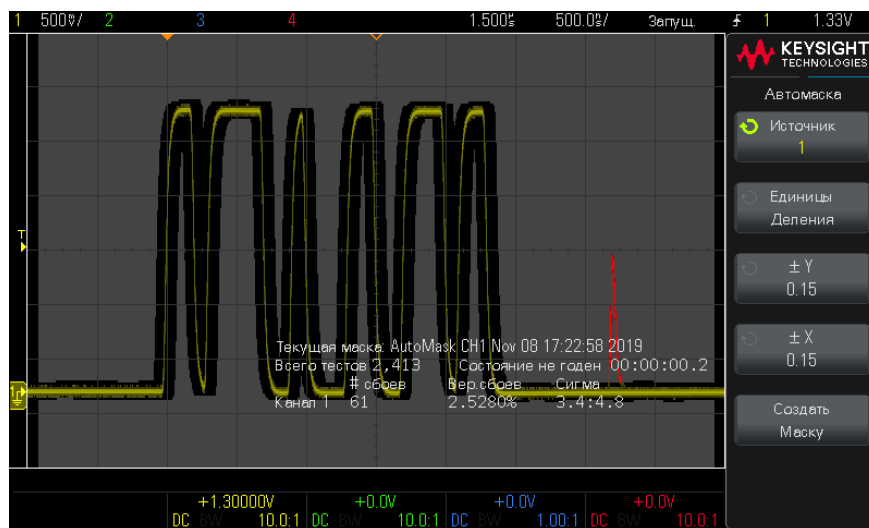
«Золотой» сигнал соответствует всем выбранным параметрам, и именно с ним будут сравниваться все другие сигналы.


- 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 маску**.  
Маска создана и проверка начинается.  
При каждом нажатии программной кнопки **Создать маску** старая маска удаляется и создается новая.





- 9 Чтобы удалить маску и отключить тестирование по маске, нажмите  кнопку «Назад» для возврата в меню «Анализ», и затем нажмите программную кнопку **Удалить маску**.

Если во время теста по маске режим постоянного послесвечения (см. раздел **"Настройка или удаление послесвечения"** на странице 101) включен, то он не отключается. Если при активации теста по маске постоянное послесвечение выключено, то оно включается при включении теста по маске и выключается при выключении последнего.

#### Устранение неполадок настройки маски

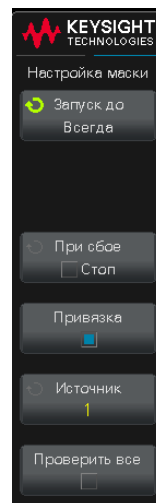
Если при нажатии кнопки **Создать маску** отображается маска, закрывающая весь экран, то проверьте настройки  $\pm Y$  и  $\pm X$  в меню «Автомаска». Если для них установлено значение «0», маска будет вплотную подходить к форме сигнала.

Если при нажатии кнопки **Создать маску** создается впечатление, что маска не создана, проверьте настройки  $\pm Y$  и  $\pm X$ . Возможно, для них установлены настолько высокие значения, что маску не видно.

## Параметры настройки теста по маске

Нажмите программную кнопку **Настройка** в меню «Тест по маске», чтобы перейти к меню «Настройка маски».

- **Выполнять 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**. Отображается число фактически выполненных тестов.
  - **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**. Отображается фактическое время теста.
  - **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** — позволяет указать действия, которые выполняются, если форма входного сигнала не соответствует маске. Этот параметр заменяет параметр **Выполнять до**.
  - **Стоп** — осциллограф остановится при обнаружении первой же ошибки (первого сигнала, который не соответствует маске). Этот параметр замещает параметры **Минимальное число тестов** и **Минимальное время**.
  - **Сохранение** — при обнаружении ошибки осциллограф сохраняет изображение экрана. В меню «Сохранение» (нажмите **[Save/Recall]** **Сохранить/Восстановить > Сохранение**) выберите формат изображения (\*.bmp или \*.png), папку (на накопителе USB) и имя файла (которое может сопровождаться автоматическим приращением). Если ошибки возникают слишком часто и осциллограф тратит все время на сохранение изображений, нажмите кнопку **[Stop]** **Стоп** для останова сбора данных.
  - **Печать** — при обнаружении ошибки осциллограф распечатывает изображение экрана. Этот параметр активен, только если подключен принтер (см. раздел "**Печать экрана осциллографа**" на странице 251).
  - **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 выбран режим "Усреднение".

Обратите внимание, что можно выбрать параметр **Печать** или **Сохранить**, но не оба параметра одновременно. Все остальные действия можно выбрать одновременно. Например, можно выбрать **Стоп** и **Измерение**, чтобы осциллограф выполнил измерение и остановился при первой ошибке.

В моделях осциллографов с суффиксом G (имеющих встроенный генератор сигналов) можно выводить сигнал на разъем Gen Out на передней панели при неудачном прохождении теста по маске. См. "**Настройка источника Gen Out**" на странице 268.

- **Блокировка источника** — При включении параметра Блокировка источника с помощью программной кнопки **Блокировка источника** маска перерисовывается в соответствии с источником при каждом перемещении формы сигнала. Например, при изменении строчной развертки или усиления отклонения маска перерисовывается с учетом новых настроек.

При выключении параметра «Блокировка источника» маска не перерисовывается при изменении настроек развертки или отклонения.

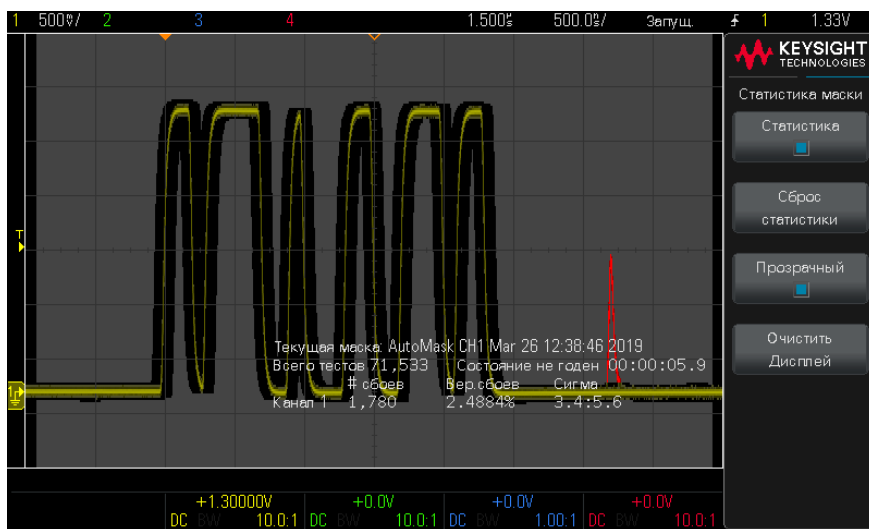
- **Источник** — При изменении канала источника маска не стирается. Она повторно масштабируется по настройкам усиления отклонения и смещения канала, которому она назначена. Чтобы создать новую маску для выбранного канала источника, вернитесь в иерархию меню, нажмите кнопки **Автомаска** и **Создать маску**.

Функция программной кнопки «Источник» в меню настройки маски аналогична функции этой кнопки в меню «Автомаска».

- **Тестировать 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 статистику** 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).
- **Сбросить статистику** — 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.
- **Очистить дисплей** — Удаление полученных данных с дисплея осциллографа.

## Изменение файла маски вручную

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

- 1 Выполните шаги 1–7, описанные в разделе "**Создание маски «золотого» сигнала (Автомаска)**" на странице 203. Создав маску, не удаляйте ее.
- 2 Подключите к осциллографу USB-накопитель.
- 3 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление**.
- 4 Нажмите программную кнопку **Сохранение**.

- 5 Нажмите программную кнопку **Формат** и выберите элемент **Маска**.
- 6 Нажмите вторую программную кнопку и выберите папку для сохранения на USB-накопителе.
- 7 Нажмите программную кнопку **Нажмите для сохранения**. При этом создается текстовый файл ASCII с описанием данной маски.
- 8 Отключите USB-накопитель и подключите его к ПК.
- 9 Откройте созданный файл .msk в текстовом редакторе (например, в приложении Блокнот).
- 10 Отредактируйте этот файл, сохраните и закройте его.

Файл маски составляют следующие разделы:

- Идентификатор файла маски.
- Заголовок маски.
- Области нарушения маски.
- Данные настройки осциллографа.

Идентификатор  
файла маски

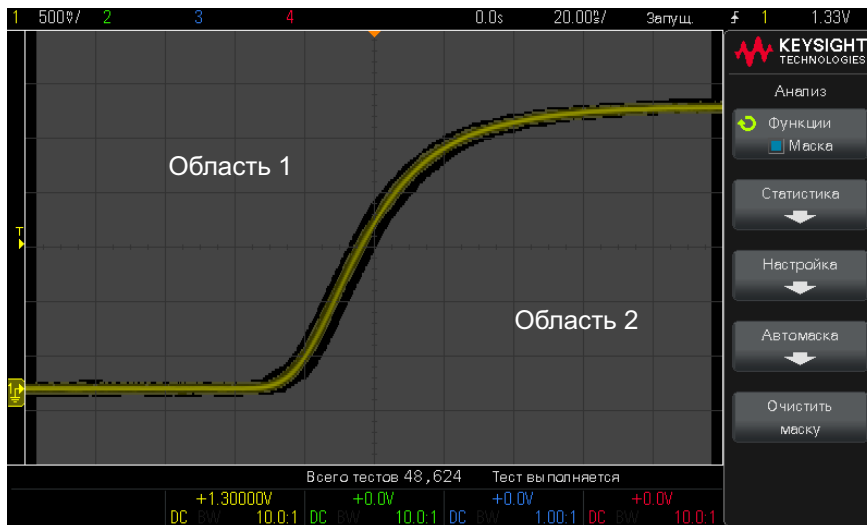
Идентификатор файла данной маски – это MASK\_FILE\_548XX.

Заголовок маски

Заголовок маски представляет собой строку символов ASCII. Пример: autoMask CH1  
OCT 03 09:40:26 2008

Когда в заголовке файла маски имеется ключевое слово «autoMask», фронт маски подходит по определению. В противном случае фронт маски определяется как сбой.

Области  
нарушения  
маски



Для маски можно определить до 8 областей. Их можно пронумеровать цифрами с 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 дисплея 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
- $\Delta X$

- Y1
- Y2

Эти четыре параметра определяются в разделе настроек осциллографа данного файла маски.

Значения Y (как правило, напряжение) нормализованы в файле согласно следующему уравнению:

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

где  $\Delta Y = Y2 - Y1$ .

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

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

где  $\Delta Y = Y2 - Y1$ .

Значения X (как правило, время) нормализованы в файле согласно следующему уравнению:

$$X_{\text{norm}} = (X - X1)/\Delta X.$$

Для преобразования нормализованных значений X в значения времени используется следующее уравнение:

$$X = (X_{\text{norm}} * \Delta X) + X1$$

#### Данные настройки осциллографа

Ключевые слова «setup» и «end\_setup» (стоящие в строке отдельно) обозначают начало и конец раздела настройки осциллографа данного файла маски. Данные настройки осциллографа содержат команды на языке дистанционного программирования, выполняемые осциллографом при загрузке файла маски.

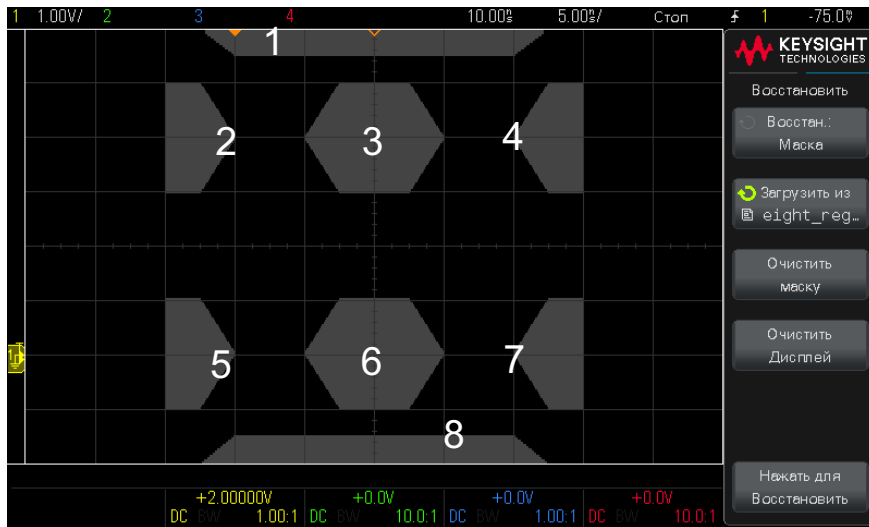
В этот раздел можно ввести любую допустимую команду дистанционного программирования.

Масштабирование маски контролирует процесс интерпретации нормализованных векторов. Последний, в свою очередь, управляет процессом отображения маски на экране. Далее приведены команды дистанционного программирования, контролирующие масштабирование маски:

```
:MTES:SCAL:BIND 0
:MTES:SCAL:X1 -400.000E-06
:MTES:SCAL:XDEL +800.000E-06
:MTES:SCAL:Y1 +359.000E-03
:MTES:SCAL:Y2 +2.35900E+00
```

## Создание файла маски

Для следующей маски задействованы все восемь областей маски. Наиболее сложной при создании маски является нормализация зависимости значений X и Y от значений времени и напряжения. На данном примере показан простой способ преобразования значений напряжения и времени в нормализованные значения X и Y файла маски.



Представленная выше маска воспроизведена в следующем файле маски:

```
MASK_FILE_548XX
```

```
"All Regions"
```

```
/* Region Number */ 1
/* Number of vertices */ 4
-12.50, MAX
-10.00, 1.750
10.00, 1.750
12.50, MAX

/* Region Number */ 2
/* Number of vertices */ 5
-10.00, 1.000
-12.50, 0.500
-15.00, 0.500
-15.00, 1.500
-12.50, 1.500
```

```

/* Region Number */ 3
/* Number of vertices */ 6
  -05.00, 1.000
  -02.50, 0.500
   02.50, 0.500
   05.00, 1.000
   02.50, 1.500
  -02.50, 1.500

/* Region Number */ 4
/* Number of vertices */ 5
   10.00, 1.000
   12.50, 0.500
   15.00, 0.500
   15.00, 1.500
   12.50, 1.500

/* Region Number */ 5
/* Number of vertices */ 5
  -10.00, -1.000
  -12.50, -0.500
  -15.00, -0.500
  -15.00, -1.500
  -12.50, -1.500

/* Region Number */ 6
/* Number of vertices */ 6
  -05.00, -1.000
  -02.50, -0.500
   02.50, -0.500
   05.00, -1.000
   02.50, -1.500
  -02.50, -1.500

/* Region Number */ 7
/* Number of vertices */ 5
   10.00, -1.000
   12.50, -0.500
   15.00, -0.500
   15.00, -1.500
   12.50, -1.500

/* Region Number */ 8
/* Number of vertices */ 4
  -12.50,   MIN
  -10.00, -1.750
   10.00, -1.750
   12.50,   MIN

setup
:MTES:ENAB 1
:CHAN1:RANG +4.00E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 1;BWL 0;INV 0
:CHAN1:LAB "1";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN2:RANG +16.0E+00;OFFS +1.62400E+00;COUP DC;IMP FIFT;DISP 0;BWL 0;INV
0
:CHAN2:LAB "2";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN3:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN3:LAB "3";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:CHAN4:RANG +40.0E+00;OFFS +0.0E+00;COUP DC;IMP ONEM;DISP 0;BWL 0;INV 0
:CHAN4:LAB "4";UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:SKEW +0.0E+00;STYP SING
:EXT:BWL 0;IMP ONEM;RANG +5E+00;UNIT VOLT;PROB +1.0E+00;PROB:STYP SING
:TIM:MODE MAIN;REF CENT;MAIN:RANG +50.00E-09;POS +0.0E+00

```

```

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

```

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

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

#### ЗАМЕЧАНИЕ

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

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

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

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

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

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

Например:

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

#### ЗАМЕЧАНИЕ

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

### Как проводится тестирование по маске?

Для запуска тестирования по маске осциллографы InfiniiVision создают базу данных размером 200 x 640 для области просмотра сигнала. Каждое положение в массиве обозначается как область нарушения или успеха. Каждый раз, когда точка данных сигнала попадает в область нарушения, регистрируется ошибка. При выборе параметра **Проверить все** по базе данных маски проверяется каждая выборка каждого аналогового канала. Для каждого канала можно зарегистрировать более 2 миллиардов сбоев. Количество протестированных выборок также регистрируется и отображается как «Число тестов».

Разрешение файла маски может быть большим, чем 200 X 640 базы данных. Для отображения данных файла маски на экране выполняется некоторое квантование этих данных с целью их сокращения.

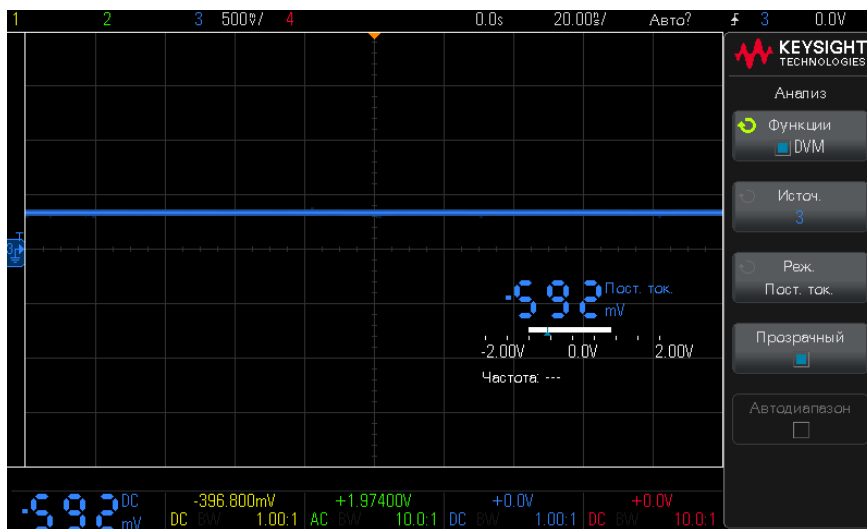


## 17 Цифровой вольтметр

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.

Цифровой вольтметр выводит результаты в виде семисегментной индикации, как обычный цифровой вольтметр. На нем отображается выбранный режим, а также единицы измерения. Единицы измерения выбираются с помощью программной кнопки **Единицы** измерения в меню «Пробник канала».

После нажатия кнопки **[Analyze] Анализ** на экране цифрового вольтметра отображается координатная сетка, а также шкала и значение частотомера. Шкала цифрового вольтметра определяется масштабом по вертикали и опорным уровнем канала. Синий треугольный указатель шкалы указывает на самое последнее измерение. В белой строке над ним указываются экстремумы значений измерения за последние 3 секунды.



Цифровой вольтметр выполняет точные измерения среднеквадратических значений при частоте сигнала от 20 Гц до 100 кГц. Когда частота сигнала находится за пределами данного диапазона, на дисплее цифрового вольтметра отображается сообщение «Предел ПП?» или «>предел ПП?» для предупреждения о получении неточных результатов измерений среднеквадратических значений.

Использование цифрового вольтметра

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Цифровой вольтметр**.
- 3 Чтобы разрешить 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:
  - **Постоянный ток** — отображение значения постоянного тока полученных данных.

- **Постоянный ток, RMS** — отображение среднеквадратического значения полученных данных.
  - **Переменный ток, RMS** — отображение среднеквадратического значения полученных данных с удаленным компонентом постоянного тока.
  - **Частота** — отображение измерения частотомера.
- 6** Нажмите кнопку **Прозрачный** для переключения между прозрачным или затененным фоном для экрана цифрового вольтметра.
- 7** Если выбранный канал источника не используется при запуске осциллографа, нажмите кнопку **Автодиапазон** для включения или выключения автоматической настройки масштаба по вертикали канала цифрового вольтметра, положения по вертикали (заземление) и уровня запуска (пороговое напряжение) (для измерения частоты с помощью счетчика).

Если функция **Автодиапазон** включена, она переопределяет регулировку ручек масштаба по вертикали и положения канала.

Если она выключена, можно использовать ручки масштаба по вертикали и положения канала в нормальном режиме.



# 18 Анализ частотных характеристик

Выполнение подключений / 221

Настройка и запуск анализа / 222

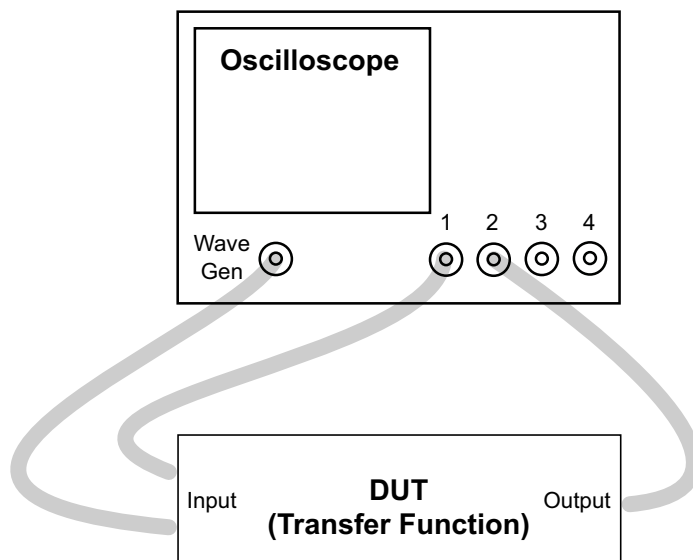
Просмотр и сохранение результатов анализа / 224

В моделях осциллографов с индексом G в конце номера (имеющих встроенный генератор сигналов) функция анализа частотных характеристик (FRA) управляет встроенным генератором сигналов для свипирования синусоидального сигнала в определенном диапазоне частот во время выполнения измерений на входе и выходе тестируемого устройства. При каждой частоте усиление (A) и фаза измеряются и отображаются на диаграмме Бode амплитудно-частотной характеристики.

После завершения анализа частотных характеристик по диаграмме можно перемещать маркер для отображения измеренных значений усиления и фазы при каждом значении частоты. Кроме того, можно настроить масштаб диаграммы и смещение для графиков усиления и фазы.

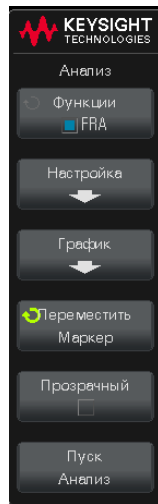
## Выполнение подключений

Выходной разъем генератора сигналов присоединен к тестируемому устройству (DUT). Проверка входного разъема устройства и выходного разъема устройства выполняется с помощью входных каналов осциллографа.

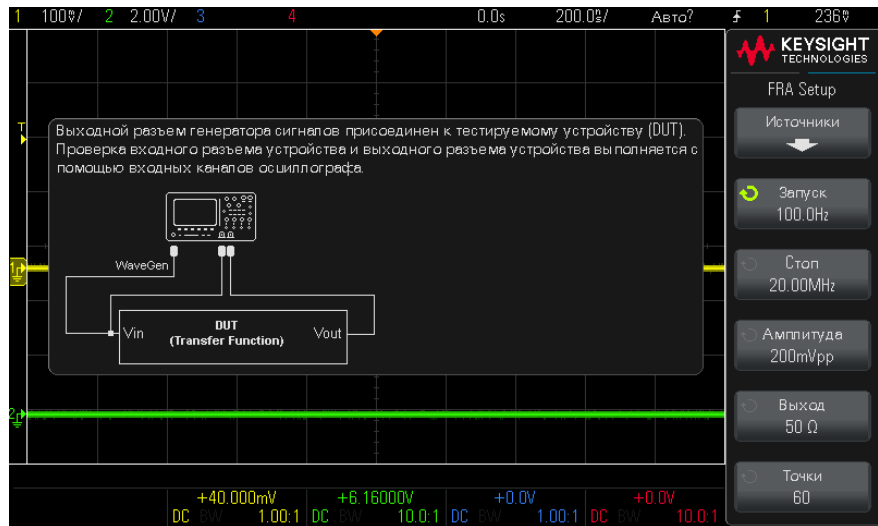


## Настройка и запуск анализа

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции** и выберите **Анализ частотных характеристик**.
- 3 Еще раз нажмите кнопку **Функции**, чтобы активировать функцию.



#### 4 Нажмите программную кнопку **Настройки**.



В меню «Настройка FRA» присутствуют следующие программные кнопки для настройки анализа частотных характеристик:

- **Источники** — открывает меню для указания каналов осциллографа, работающих со входом и выходом испытываемого устройства.
- **Начальная частота, Конечная частота** — определяет начальную частоту и конечную частоту при развертке.

Чтобы переключиться между грубой, точной и логарифмической настройкой декады, нажмите эту программную кнопку еще раз или нажмите ручку ввода. Символ «~» появляется на программной кнопке, когда включена точная настройка, а символы «10<sup>X</sup>» появляются, когда включена настройка декады.


Так как значение конечной частоты должно быть выше начального значения, уменьшение начального значения также может привести к увеличению конечного значения. Аналогично, уменьшение конечного значения также может привести к уменьшению начального значения.

- **Амплитуда** — задает амплитуду генератора сигналов.
- **Выходная нагрузка** — Установка ожидаемого сопротивления выходной нагрузки генератора сигналов.

Выходной импеданс сигнала Gen Out фиксирован и составляет 50 Ом. Тем не менее, при выборе нагрузки на выходе генератор сигналов может отобразить правильные значения уровней амплитуды и смещения для расчетной нагрузки на выходе. Если фактический импеданс нагрузки отличается от выбранного значения, отображаемые уровни амплитуды и смещения будут неправильными.

- **Точки** — устанавливает общее количество точек, используемых для развертки.

Количество точек может быть ограничено в зависимости от заданного диапазона частот.

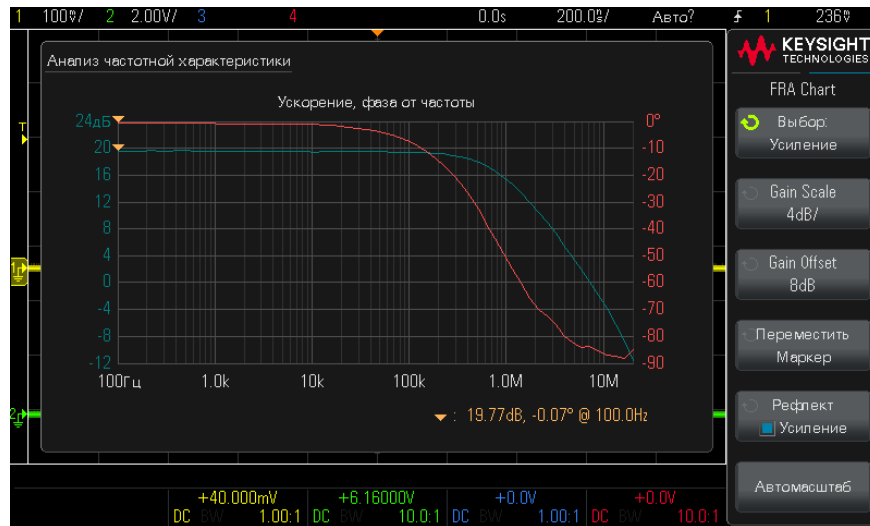
- 5 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню «Анализ».
- 6 Нажмите программную кнопку **Выполнить анализ**.

## Просмотр и сохранение результатов анализа

После завершения анализа частотных характеристик результаты отображаются на диаграмме Боде. Можно нажать программную кнопку **Переместить маркер** и вращать ручку ввода, чтобы перемещать маркер по графику для отображения измеренных значений усиления и фазы при каждом значении частоты.



Чтобы настроить масштаб графика, смещение и диапазон частот для диаграмм усиления и фазы, нажмите программную клавишу **График**. В меню «График FRA» для регулировок используются следующие программные кнопки:



- **Выбор:** — Нажмите эту программную кнопку или поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметры графика для регулировки:
  - **Усиление** — для регулировки масштаба и смещения по вертикали диаграммы усиления используйте программные кнопки **Масштаб усиления** и **Смещение усиления**.
  - **Фаза** — для регулировки масштаба и смещения по вертикали диаграммы усиления используйте программные кнопки **Масштаб фазы** и **Смещение фазы**.
  - **Частота** — для регулировки начальных и конечных значений частоты графика используйте программные кнопки **Начальная частота** и **Конечная частота**.

Чтобы переключиться между грубой, точной и логарифмической настройкой декады, нажмите эту программную кнопку еще раз или нажмите ручку ввода. Символ «~» появляется на программной кнопке, когда включена точная настройка, а символы «10<sup>X</sup>» появляются, когда включена настройка декады.

Так как значение конечной частоты графика должно быть выше значения начальной частоты, уменьшение начального значения также может привести к увеличению конечного значения. Аналогично, уменьшение конечного значения также может привести к уменьшению начального значения.

- **Переместить маркер** — позволяет вращать ручку ввода, чтобы перемещать маркер по графику для отображения измеренных значений усиления и фазы при каждом значении частоты.
- **Трассировка** — позволяет выбрать диаграммы, которые включены в график. Нажмите эту программную кнопку, затем вращайте ручку ввода, чтобы выбрать усиление или фазу, затем нажмите ручку или нажмите программную кнопку еще раз, чтобы включить или отключить диаграмму.
- **Автомасштаб** — автоматически задает масштаб и смещение диаграмм усиления и фазы в зависимости от измеренных значений.

Результаты анализа можно сохранить. Для этого выберите **[Save/Recall] Сохранить/Восстановить > Сохранить > Формат** и выберите пункт **Данные анализа частотной характеристики (\*.csv)**.

# 19 Генератор сигналов

- Выбор типа генерируемых сигналов и настройка параметров / 227
- Определение расчетной нагрузки на выходе / 232
- Использование логических предустановок генератора сигналов / 232
- Добавление шума в вывод генератора сигнала / 233
- Добавление модуляции к выходному сигналу генератора / 233
- Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию / 238

В моделях осциллографов с индексом G в конце номера имеется встроенный генератор сигналов. 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 20](#), “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239.

## Выбор типа генерируемых сигналов и настройка параметров

- 1 Нажмите кнопку **[Wave Gen] Генератор сигналов**, чтобы открыть меню генератора сигналов и включить либо выключить выход генератора на соединителе BNC Gen Out на лицевой панели.

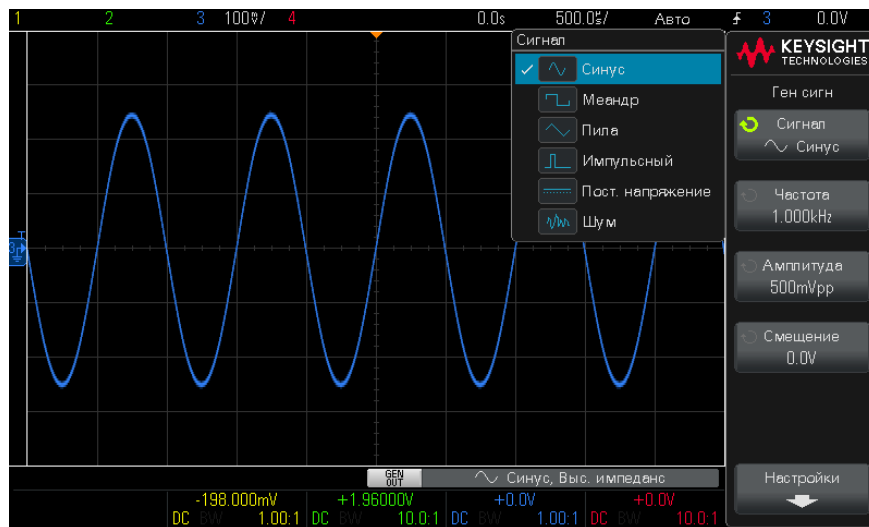
Когда включен выход генератора сигналов, горит кнопка **[Wave Gen] Генератор сигналов**. Когда выход генератора сигналов выключен, кнопка **[Wave Gen] Генератор сигналов** не горит.

При первоначальном включении осциллографа выход генератора сигналов всегда выключен.

## 19 Генератор сигналов

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

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



- В зависимости от выбранного типа (формы) сигнала пользуйтесь остальными программными кнопками и ручкой ввода для настройки характеристик сигнала.



Тип сигнала	Характеристики
Синусоида	<p>Для настройки параметров синусоидального сигнала используйте программные кнопки <b>Частота/Точная частота/Период/Точный период, Амплитуда/Высокий уровень и Смещение/Низкий уровень.</b></p> <p>Частоту можно регулировать в пределах от 100 МГц до 20 МГц.</p>
Прямоуголь ный	<p>Для настройки параметров сигнала прямоугольной формы используйте программные кнопки <b>Частота/Точная частота/Период/Точный период, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Коэффициент заполнения.</b></p> <p>Частоту можно регулировать в пределах от 100 МГц до 10 МГц.</p> <p>Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 1 % до 99 % до 500 кГц. При более высоких частотах диапазон регулировки сужается, чтобы длительность импульса не превышала 20 нс. Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• При частоте 1 МГц Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 2% до 98%.</li> <li>• При частоте 5 МГц Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 10% до 90%.</li> <li>• При частоте 10 МГц Коэффициент заполнения можно регулировать в пределах от 20% до 80%.</li> </ul>
Пилообразн ый	<p>Для настройки параметров сигнала пилообразной формы используйте программные кнопки <b>Частота/Точная частота/Период/Точный период, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Симметрия.</b></p> <p>Частоту можно регулировать в пределах от 100 МГц до 100 кГц.</p> <p>Коэффициент симметрии характеризует относительную часть периода повторения сигнала, в течение которой нарастает уровень сигнала. Этот параметр можно устанавливать в пределах от 0% до 100%.</p>
Импульсны й	<p>Для настройки параметров импульсного сигнала используйте программные кнопки <b>Частота/Точная частота/Период/Точный период, Амплитуда/Высокий уровень, Смещение/Низкий уровень и Длит/Точн настр длит.</b></p> <p>Частоту можно регулировать в пределах от 100 МГц до 10 МГц.</p> <p>Длительность импульсов можно регулировать в пределах 20 нс – (период - 20 нс).</p>
Постоянног о тока	<p>Для установки уровня постоянного напряжения используйте программную кнопку <b>Смещение.</b></p>

Тип сигнала	Характеристики
Шум	Для настройки параметров сигнала шума используйте программные кнопки <b>Амплитуда/Высокий уровень</b> и <b>Смещение/Низкий уровень</b> .

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

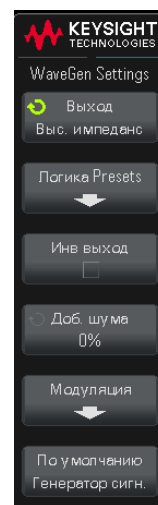
При нажатии программной кнопки параметра сигнала открывается меню для выбора типа регулировки. Например, можно вводить значения амплитуды и смещения либо значения высокого и низкого уровня сигнала. Можно также вводить значения частоты или периода. Чтобы выбрать тип регулировки, нажмите и удерживайте программную кнопку. Поверните ручку ввода, чтобы установить нужное значение.

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

Программная кнопка **Настройки** позволяет открыть меню настроек генератора сигналов, в котором можно выполнить другие настройки параметров генератора сигналов.

См.:

- **"Определение расчетной нагрузки на выходе"** на странице 232
- **"Использование логических предустановок генератора сигналов"** на странице 232
- **"Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию"** на странице 238



## Определение расчетной нагрузки на выходе

- 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 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Выходная нагрузка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать один из следующих параметров.
  - **50 Ом**
  - **Высокий-Z**

Выходной импеданс сигнала Gen Out BNC фиксирован и составляет 50 Ом. Тем не менее, при выборе нагрузки на выходе генератор сигналов может отобразить правильные значения уровней амплитуды и смещения для расчетной нагрузки на выходе.

Если фактический импеданс нагрузки отличается от выбранного значения, отображаемые уровни амплитуды и смещения будут неправильными.

## Использование логических предустановок генератора сигналов

С помощью логических предустановок можно легко настроить уровни выходного напряжения – TTL, CMOS (5,0 В), CMOS (3,3 В), CMOS (2,5 В) или совместимые с ECL низкий и высокий уровни.

- 1 Если меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генератор сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Логические предустановки**.
- 4 В меню «Предустановки 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 меню генератора сигналов на программных кнопках не отображается, нажмите кнопку **[Wave Gen] Генератор сигналов**.
- 2 В меню генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки**.
- 3 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Добавить шум** и поверните ручку ввода для выбора количества белого шума, которое следует добавить в вывод генератора сигналов.

Обратите внимание на то, что добавление шума влияет на запуск по фронту на источнике генератора сигналов (см. "**Запуск по фронту**" на странице 116). 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.

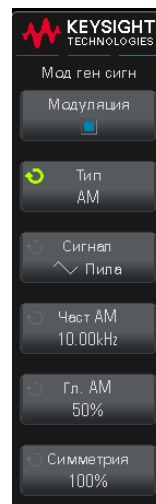
Чтобы включить и настроить модуляцию выходного сигнала генератора, выполните следующее.

- 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 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Модуляция**.
- 4 В меню «Мод. генератора сигналов»:

- 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. "**Настройка амплитудной модуляции (AM)**" на странице 234.
  - **Частотная модуляция (FM)** — изменение частоты изначального сигнала несущей частоты в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. См. "**Настройка частотной модуляции (FM)**" на странице 236.
  - **Манипуляция сдвигом частоты (FSK)** — «смещение» частоты выходного сигнала в диапазоне между его начальной несущей частотой и «частотой скачка» при указанной скорости FSK. Скоростью FSK определяется цифровой прямоугольный модулирующий сигнал. См. "**Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK)**" на странице 237.



## Настройка амплитудной модуляции (AM)

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

- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Амплитудная модуляция (AM)**.

2 Нажмите программную кнопку **Сигнал** и, повернув ручку ввода, выберите форму модулирующего сигнала.

- **Синусоидный**
- **Прямоугольный**
- **Пилообразный**

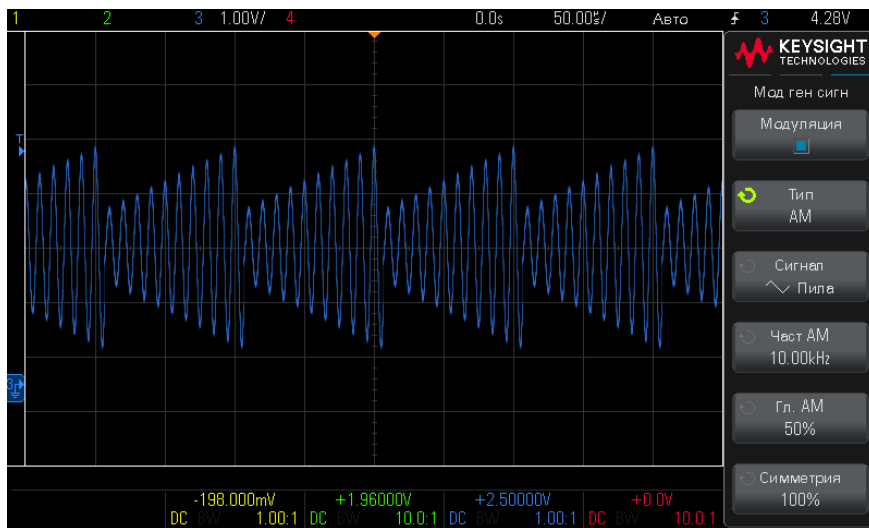
Если выбрать **Пилообразный**, то отобразится программная кнопка **Симметрия**, с помощью которой можно указать, в течение какого времени в рамках цикла происходит нарастание сигнала.

3 Нажмите программную кнопку **Част. AM** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.

4 Нажмите программную кнопку **Гл. AM** и, повернув ручку ввода, укажите величину амплитудной модуляции.

Глубина AM обозначает ту часть диапазона амплитуд, 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 своего минимального до максимального значения.

На приведенном далее изображении экрана показана модуляция AM синусоидального сигнала с 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.
  - **Синусоидный**
  - **Прямоугольный**
  - **Пилообразный**

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

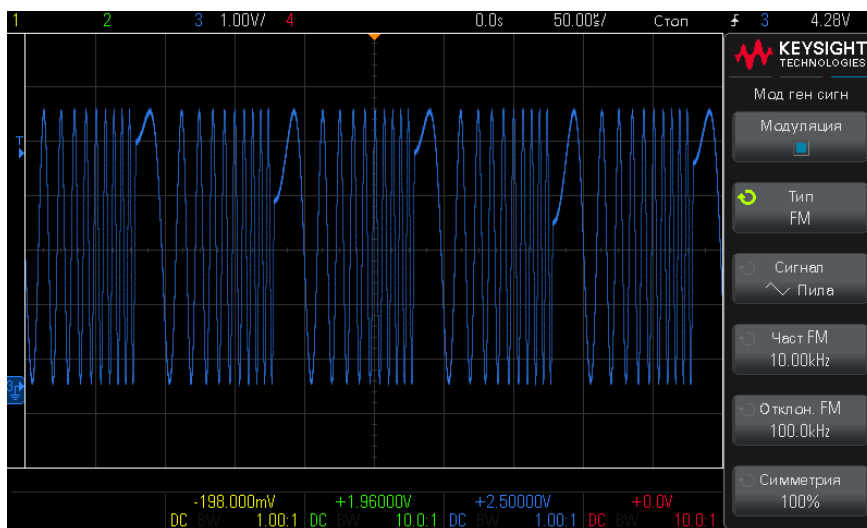
- 3** Нажмите программную кнопку **Част. FM** и, повернув ручку ввода, укажите частоту модулирующего сигнала.
- 4** Нажмите программную кнопку **Отклон. FM** и, повернув ручку ввода, укажите значение отклонения частоты от несущей частоты изначального сигнала.

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 значение 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 с несущей частотой 100 кГц.



## Настройка манипуляции сдвигом частоты (FSK)

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

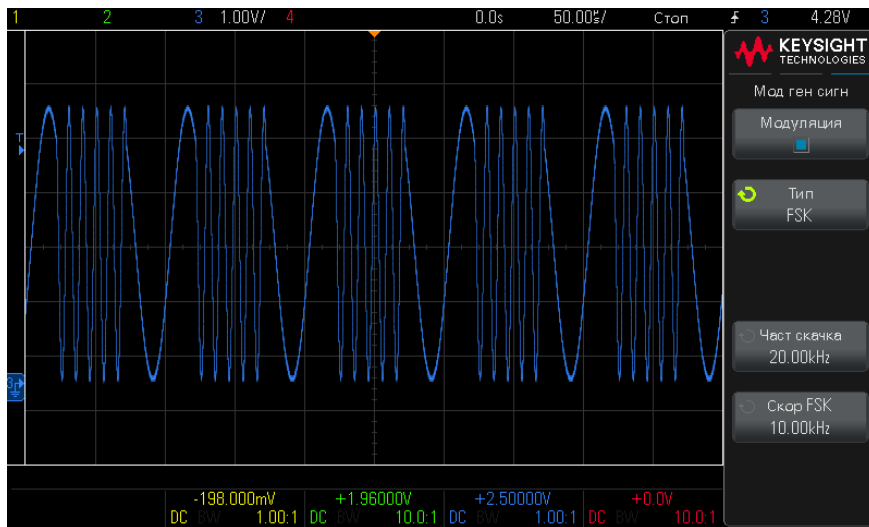
- 1 Нажмите программную кнопку **Тип** и, повернув ручку ввода, выберите элемент **Манипуляция сдвигом частоты (FSK)**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Част. скачка** и, повернув ручку ввода, укажите «частоту скачка».

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 с несущей частотой 100 кГц.



## Восстановление настроек генератора сигналов по умолчанию

- 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 В меню настроек генератора сигналов нажмите программную кнопку **Настройки генер. сигналов по умолчанию**.

Заводские настройки генератора сигналов (синусоидальная волна частотой 1 кГц, парный импульс 500 мВ, смещение 0 В, высокий импеданс нагрузки на выходе) будут восстановлены.

## 20 Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)

- Сохранение настроек, изображений экрана или данных / 239
- Восстановление файлов настройки, маски или опорных сигналов / 248
- Восстановление настроек по умолчанию / 249
- Выполнение безопасной очистки / 250

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

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

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

Также имеется команда безопасной очистки всей энергонезависимой внутренней памяти осциллографа.

### Сохранение настроек, изображений экрана или данных

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление**.
- 2 В меню «Сохранение/Восстановление» нажмите кнопку **Сохранить**.

- 3** В меню сохранения нажмите кнопку **Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите тип файла, который требуется 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 241.
  - **"8-битное растровое изображение (\*.bmp)"** – полное изображение дисплея в растровом формате с упрощенной (8-битной) цветовой схемой. См. **"Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG"** на странице 242.
  - **24-битное растровое изображение (\*.bmp)** – Изображение всего экрана в 24-битном цветном растровом формате. См. **"Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG"** на странице 242.
  - **24-битное изображение (\*.png)** – Изображение всего экрана в 24-битном цветном формате PNG со сжатием без потерь. Размер файлов значительно меньше по сравнению с форматом BMP. См. **"Сохранение файлов изображений в формате BMP или PNG"** на странице 242.
  - **Данные CSV (\*.csv)** – Создается файл со значениями, разделенными запятыми, для всех отображаемых каналов и сигналов математических функций. Этот формат подходит для анализа электронных таблиц. См. **"Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN"** на странице 243.
  - **Данные ASCII XY (\*.csv)** – Создаются отдельные файлы со значениями, разделенными запятыми, для каждого отображаемого канала. Этот формат также подходит для электронных таблиц. См. **"Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN"** на странице 243.
  - **"Данные опорного сигнала (\*.h5)"** – сохранение данных сигнала в формате, который можно восстановить в одном из файлов, где хранятся опорные сигналы осциллографа. См. **"Сохранение файлов опорных сигналов на USB-накопитель"** на странице 245.
  - **Данные многоканальной формы сигнала (\*.h5)** – сохранение данных формы сигнала нескольких каналов в формате, который поддерживается программным обеспечением для анализа осциллографа InfiniiView Offline N8900A. Из файла данных многоканальной формы сигнала можно восстанавливать первый аналоговый или математический канал.



- **Двоичные данные (\*.bin)** — Создается двоичный файл с заголовком и парами данных «время–напряжение». Этот файл значительно меньше файла данных ASCII XY. См. "**Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN**" на странице 243.
- **"Данные Lister (\*.csv)"** – это файл формата CSV, содержащий сведения о строке последовательного декодирования, столбцы в котором разделяются запятыми. См. "**Сохранение файлов данных Lister**" на странице 245.
- **"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 «Настройки (\*.scp)». См. "**Сохранение маски**" на странице 246.
- **Данные анализа частотных характеристик (\*.csv)** — файл значений с разделителями-запятыми для таблицы результатов анализа частотных характеристик. В сохраненном файле данные представлены в трех столбцах: частота (Гц), усиление (дБ) и фаза (градусы). См. "**Просмотр и сохранение результатов анализа**" на странице 224.

Для сохранения настроек, изображений дисплея или данных можно также настроить кнопку "**[Quick Action] Быстрое действие**". См. "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 274.

## Сохранение файлов настройки

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

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Настройки (\*.scp)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 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 261), 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/Восстановление > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **8-битное растровое изображение (\*.bmp)**, **24-битное растровое изображение (\*.bmp)** или **24-битное изображение PNG (\*.png)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 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. сетку** — координатная сетка в файле изображения имеет белый фон, а не черный, который отображается на экране.
  - **Палитра** — с помощью этого параметра можно выбрать изображения с параметром **Цвет** или **Шкала серого**.
- 4 Нажмите программную кнопку "**Нажмите для сохранения**".
- Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

### ЗАМЕЧАНИЕ

При сохранении изображений экрана меню осциллограф сохраняет изображение, открытое последним перед нажатием кнопки **[Save/Recall] Сохранение/восстановление**. Благодаря этому пользователь может сохранить любую необходимую информацию, относящуюся к области меню программной кнопки.

Для сохранения изображения экрана, в верхней части которого отображается меню сохранения/восстановления, нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/восстановление** дважды, прежде чем сохранить изображение.

**ЗАМЕЧАНИЕ**

Чтобы сохранить изображение экрана осциллографа, используйте веб-браузер. Подробные сведения см. в разделе **"Get Image"** на странице 283.

См. также • **"Добавление пояснения"** на странице 103

## Сохранение файлов данных в формате CSV, ASCII XY или BIN

Файлы данных можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Сохранение > Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите пункт **Данные CSV (\*.csv), Данные ASCII XY (\*.csv)** или **Двоичные данные (\*.bin)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. **"Навигация по местам сохранения"** на странице 246.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройки**.

В меню «Настройки файла» доступны следующие программные кнопки и параметры:

- **Данные настройки** — если этот параметр включен, данные настройки осциллографа (развертка, отклонение, запуск, цикл сбора, математические функции, отображение) будут также сохранены в отдельный файл с расширением TXT.
- **Длина** — задает число точек данных, выводимых в файл. Дополнительные сведения см. в разделе **"Контроль длины"** на странице 244.
- **Сохранить сегмент** — при сохранении получаемых данных в сегментированную память можно указать, требуется ли сохранить текущий отображаемый сегмент или все полученные сегменты. (См. также **"Сохранение данных сегментированной памяти"** на странице 165).

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

Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

См. также • **"Формат двоичных данных (.bin)"** на странице 295

- **"Файлы CSV и ASCII XY"** на странице 302
- **"Минимальное и максимальное значения в файлах CSV"** на странице 303

## Контроль длины

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 количество точек данных зависит от следующих условий:

- Выполняется ли в настоящее время сбор данных. Если эта процедура остановлена, данные поступают из необработанных записей сбора данных. Если процедура выполняется, данные поступают из записи измерения меньшего размера.
- Остановлен ли осциллограф с помощью кнопок "[**Stop**] **Сtop**" или "[**Single**] **Однократный запуск**". Во время выполнения сбора данных память разделяется для повышения скорости обновления сигнала. При выполнении одиночной процедуры сбора данных используется весь объем памяти.
- Включение только одного канала из пары. (Каналы 1 и 2 представляют одну пару, каналы 3 и 4 — другую). Во время выполнения сбора данных память делится между парами каналов.
- На 2-канальных моделях осциллографов — включен ли входной канал внешнего запуска. Для отображения внешних каналов требуется память осциллографа.
- Включение опорных сигналов. Для отображения опорных сигналов требуется память осциллографа.
- Включена функция сегментированной памяти (доступная в моделях серии DSOX1200) или нет. Память осциллографа разделяется по числу сегментов.
- Настройка времени/деления развертки (скорость развертки). При установке более высокой скорости на дисплее 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.

При сохранении данных сигнала время сохранения 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 295
  - "**Файлы CSV и ASCII XY**" на странице 302
  - "**Минимальное и максимальное значения в файлах CSV**" на странице 303

## Сохранение файлов данных Lister

Файлы данных Lister можно сохранить на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите **[Save/Recall] Сохранение/Вызов > Сохранение > Формат**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Данные Lister (\*.csv)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 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/Восстановление**.
- 2 В меню «Сохранение/Восстановление» нажмите программную кнопку **Сохранить**.
- 3 В меню сохранения/вызова нажмите программную кнопку **Формат** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать **Данные опорного сигнала (\*.h5)**.

- 4 Нажмите программную кнопку **Источник** и с помощью ручки ввода выберите исходный сигнал.
- 5 Нажмите вторую программную кнопку и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 246.
- 6 Нажмите программную кнопку "**Нажмите для сохранения**".  
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено сохранение.

## Сохранение маски

Файлы данных маски можно сохранить в одну из четырех внутренних папок каталога «\User Files» или на внешний USB-накопитель.

- 1 Нажмите кнопку [**Save/Recall**] **Сохранение/Восстановление** > **Сохранение** > **Формат**, затем с помощью ручки ввода выберите **Маска (\*.msk)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода выберите папку для сохранения. См. "[Навигация по местам сохранения](#)" на странице 246.
- 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 241.

См. также • [Глава 16](#), "Тестирование по маске," на стр. 203

## 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 расположения текущей папки (а сохранение 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 =**.
- Для перезаписи уже существующего файла перейдите к этому файлу и выберите его. Чтобы создать новое имя файла, см. раздел "**Ввод имени файла**" на странице 247.

## Ввод имени файла

Создание нового имени файла при сохранении последнего на USB-накопителе

- 1 Нажмите программную кнопку **Имя файла** в меню сохранения.

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

- 2 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 в текущей позиции.
  - **Ввод** — используйте эту программную кнопку для ввода символов и перемещения курсора в позицию следующего символа. Нажатие ручки ввода равнозначно нажатию программной кнопки **Ввод**.
  - **Удалить символ** — нажмите эту программную кнопку, чтобы удалить символ в текущей позиции.

### ЗАМЕЧАНИЕ

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

Если доступна кнопка **Приращение**, то ее можно использовать для включения или отключения 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/Восстановление**.
- 2 В меню сохранения/восстановления нажмите кнопку **Восстановление**.
- 3 В меню восстановления нажмите кнопку **Восстановление:**, затем с помощью ручки ввода выберите тип файла, который требуется восстановить:
  - **Настройки (\*.scp)** — см. "**Восстановление файлов настройки**" на странице 248.
  - **Маска (\*.msk)** — см. "**Восстановление файлов маски**" на странице 248.
  - **Данные опорного сигнала (\*.h5)** — см. "**Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя**" на странице 249.

Файлы настройки или маски также можно восстановить, загрузив их с помощью диспетчера файлов. См. "**Диспетчер файлов**" на странице 261.

Можно также настроить кнопку **[Quick Action] Быстрое действие** для восстановления файлов настроек, маски и опорных сигналов. См. "**Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие)**" на странице 274.

### Восстановление файлов настройки

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

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Восстановление > Восстановление:**, затем с помощью ручки ввода выберите **Настройки (\*.scp)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 3 Нажмите программную кнопку **Нажать для восстановления**.  
Отобразится сообщение, указывающее, успешно ли выполнено восстановление.
- 4 Если требуется удалить с экрана все данные, нажмите **Очистить дисплей**.

### Восстановление файлов маски

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



- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Восстановление > Восстановление:**, затем с помощью ручки ввода выберите **Маска (\*.msk)**.
- 2 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 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 **Очистить дисплей** или **Удалить маску**.

### Восстановление файлов опорных сигналов с USB-накопителя

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление**.
- 2 В меню сохранения/восстановления нажмите программную кнопку **Восстановление**.
- 3 В меню вызова нажмите программную кнопку **Восстановление** и с помощью ручки ввода выберите **Данные опорного сигнала (\*.h5)**.
- 4 Нажмите программную кнопку **На оп.:** и с помощью ручки ввода выберите необходимый файл опорного сигнала.
- 5 Нажмите программную кнопку во втором положении и с помощью ручки ввода перейдите к файлу, который требуется восстановить. См. "**Навигация по местам сохранения**" на странице 246.
- 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 **Очистить дисплей**.

### Восстановление настроек по умолчанию

- 1 Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление**.
- 2 В меню сохранения/восстановления нажмите кнопку **По умолчанию/удалить**.
- 3 В меню «По умолчанию» нажмите одну из следующих программных кнопок:

- **Настройки по умолчанию** — восстанавливает настройки осциллографа по умолчанию. Эффект тот же, что и при нажатии кнопки **[Default Setup] Настройки по умолчанию** на лицевой панели. См. "**Восстановление настроек осциллографа по умолчанию**" на странице 28.

При восстановлении настройки по умолчанию некоторые пользовательские настройки не изменяются.

- **Заводские настройки** — восстанавливает заводские настройки осциллографа по умолчанию.

Такое восстановление следует подтвердить, поскольку в этом случае пользовательские настройки не сохраняются.

## Выполнение безопасной очистки

- 1** Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление**.
- 2** В меню сохранения/восстановления нажмите кнопку **По умолчанию/удалить**.
- 3** В меню «По умолчанию» нажмите кнопку **Безопасная очистка**.

Эта программная кнопка позволяет выполнить безопасную очистку всей энергонезависимой памяти, согласно требованиям главы 8 руководства по применению национальной программы обеспечения секретности на промышленных предприятиях (NISPOM).

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

## 21 Печать (экраны)

- Печать экрана осциллографа / 251
- Настройка подключения сетевого принтера / 253
- Настройка параметров печати / 254
- Установка значения параметра «Палитра» / 255

Если осциллограф настроен на работу в сети, можно распечатать все элементы экрана, включая строку состояния и программные кнопки, с помощью USB-принтера или сетевого принтера.

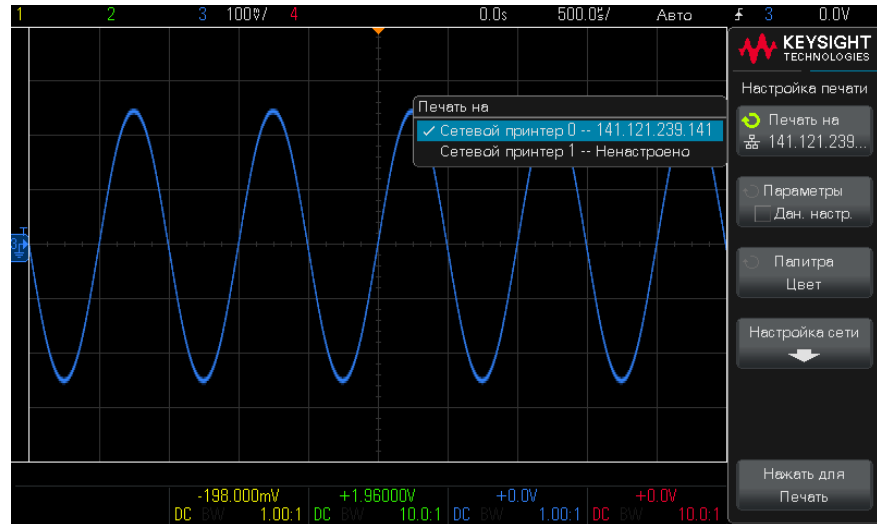
### Печать экрана осциллографа

- 1 Подключите принтер. Можно выполнить следующее:
  - Подключить принтер USB к прямоугольному хост-порту USB на передней панели.  
  
Для получения самой актуальной информации о принтерах, совместимых с осциллографами InfiniiVision, посетите веб-сайт [www.keysight.com/find/InfiniiVision-printers](http://www.keysight.com/find/InfiniiVision-printers).
  - Настройте подключение сетевого принтера. См. "**Настройка подключения сетевого принтера**" на странице 253.
- 2 Чтобы открыть меню настройки принтера выполните следующие действия:
  - Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Печать**.
  - Выберите быстрое действие **Быстрая печать ([Utility] Утилиты > Быстрое действие > Действие, Быстрая печать)**; затем нажмите **Настройки**.

Некоторые программные кнопки в меню настройки принтера затенены (недоступны), пока принтер не подключен.

## 21 Печать (экраны)

- 3 В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Печать на**, затем с помощью ручки ввода выберите нужный принтер.
- 4 Нажмите программную кнопку **Параметры** для выбора параметров печати.



См. "[Настройка параметров печати](#)" на странице 254.

- 5 Нажмите программную кнопку **Палитра** для выбора палитры печати. См. "[Установка значения параметра «Палитра»](#)" на странице 255.
- 6 Нажмите программную кнопку **Нажмите для печати**.

Чтобы прервать процесс печати, нажмите программную кнопку **Отмена печати**.

### ЗАМЕЧАНИЕ

Осциллограф распечатает меню, открытое последним перед тем, как вы открыли меню «Настройки печати». Поэтому, если до открытия меню «Настройки печати» на экране отображаются результаты измерений (например, амплитуды, частоты и т. д.), они будут распечатаны.

Для печати экрана, в нижней части которого отображается меню настройки печати, откройте меню «Настройки печати» 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 274.

См. также • "**Добавление пояснения**" на странице 103

## Настройка подключения сетевого принтера

Можно настроить подключения сетевого принтера. *Сетевой принтер* — это принтер, подключенный к сети или серверу печати в сети.

- 1** Нажмите кнопку **[Save/Recall] Сохранение/Восстановление > Печать**.
- 2** В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Печать на**, затем с помощью ручки ввода выберите сетевой принтер, который требуется настроить (0 или 1).
- 3** Нажмите программную кнопку **Настройка сети**.
- 4** В меню «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 печати в одном из следующих форматов.
  - IP-адрес сетевого принтера (например: 192.168.1.100 или 192.168.1.100:650). Дополнительно после двоеточия можно указать нестандартный номер порта.
  - IP-адрес сервера принтера, после которого добавлен путь к принтеру (например: 192.168.1.100/printers/имя-принтера или 192.168.1.100:650/printers/имя-принтера).
- 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.

## Настройка параметров печати

В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Параметры**, чтобы изменить значения следующих параметров:

- **Данные настройки** — печать данных настройки осциллографа, включая настройки развертки, отклонения, запуска, сбора данных, математических функций, отображения.
- **Инvertировать цвета координатной сетки** — изменение черного фона на белый для экономии черных чернил при печати изображений осциллографа. Режим **Инvertировать цвета координатной сетки** установлен по умолчанию.
- **Подача страницы** — отправка команды подачи страницы на принтер после печати изображения сигнала и перед печатью данных настройки. Выключите **Подачу страницы**, если требуется напечатать данные настройки и изображение сигнала на одном и том же листе. Этот параметр активен, только если выбран параметр **Данные настройки**. Если данные настройки невозможно напечатать на одной странице с изображением сигнала, они будут напечатаны на новой странице, независимо от того, какое значение установлено для параметра **Подача страницы**.
- **Альбомная** — Печать на странице, расположенной горизонтально, а не вертикально (книжная ориентация).

## Установка значения параметра «Палитра»

В меню настройки печати нажмите программную кнопку **Палитра**, чтобы изменить значения следующих параметров:

- **Цвет** — печать экрана в цвете.

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.

## 21 Печать (экраны)



## 22 Настройки утилит

Настройки интерфейса ввода/вывода /	257
Настройка подключения осциллографа к сети LAN /	258
Диспетчер файлов /	261
Настройка параметров осциллографа /	263
Настройка часов осциллографа /	267
Настройка источника Gen Out /	268
Включение регистрации удаленных команд /	269
Выполнение задач обслуживания /	270
Настройка кнопки [Quick Action] (Быстрое действие) /	274

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).

Подключайте порт устройства USB к компьютеру только тогда, когда осциллограф выключен, или когда осциллограф полностью загружен и работает. Если выполнить это подключение во время загрузки осциллографа, скорее всего, появится ошибка «USB-устройство не распознано».

- интерфейс LAN на задней панели.

Настройка интерфейсов ввода/вывода:

- 1 На лицевой панели осциллографа нажмите кнопку **[Utility] Утилиты**.

- 2 В меню «Утилиты» нажмите кнопку **Ввод/вывод**.
- 3 В меню «Ввод/вывод» нажмите кнопку **Настроить**.
  - **LAN** — если имеется подключение к локальной сети, то с помощью программных кнопок **Параметры LAN** и **Сброс LAN** можно настроить интерфейс LAN. См. "**Настройка подключения осциллографа к сети LAN**" на странице 258.
  - **USB** — Включите **Режим совместимости**, если возникают проблемы соединения при использовании осциллографа в качестве устройства USB. В этом режиме обеспечивается максимальная совместимость с USB-контроллерами за счет снижения рабочих характеристик ввода-вывода.

При наличии интерфейса ввода/вывода постоянно включено удаленное управление по этому интерфейсу. Кроме того, управление осциллографом может одновременно осуществляться посредством нескольких интерфейсов ввода-вывода (например, USB и LAN).

- См. также
- **Глава 23**, “Веб-интерфейс,” на стр. 277 (когда осциллограф подключен к сети LAN).
  - *Руководство программиста* осциллографа.

## Настройка подключения осциллографа к сети LAN

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 259). Можно настроить и прямое соединение LAN между осциллографом и ПК (см. раздел "**Автономное (прямое) подключение к ПК**" на странице 260).

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 23**, “Веб-интерфейс,” на стр. 277.

### ЗАМЕЧАНИЕ

Всякий раз при изменении имени хост-системы осциллографа соединение между ним и сетью LAN прерывается. Для восстановления этого соединения следует использовать новое имя хост-системы прибора.

## Установка соединения с сетью LAN

- Автоматическая настройка**
- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод**.
  - 2 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN**.
  - 3 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы применить настройку.
- Если сеть поддерживает протокол DHCP или AutoIP, то применение параметра **Автоматически** позволяет использовать эти услуги для получения настроек LAN осциллографа.
- 4 Для разрешения имен в небольших сетях без традиционного DNS-сервера можно включить функцию **Широковещание DNS**, позволяющую осциллографу использовать многоадресную систему DNS.
  - 5 Подключите осциллограф к локальной сети (LAN), подсоединив кабель локальной сети к порту LAN, находящемуся на задней панели прибора.
- Через несколько секунд осциллограф автоматически подключится к сети.
- Если автоматического подключения осциллографа к сети не происходит, то нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод > Сброс LAN**. Осциллограф подключится к сети через несколько секунд.
- Настройка вручную**
- 1 Получите у сетевого администратора сетевые настройки осциллографа (имя хост-системы, IP-адрес, маска подсети, IP-адрес шлюза, IP-адрес DNS и т. д.).
  - 2 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод**.
  - 3 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN**.
  - 4 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы его отключить.
- Если параметр «Автоматически» не включен, потребуется вручную настроить параметры сети LAN осциллографа 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 локальной сети к порту LAN, находящемуся на задней панели прибора.

### Автономное (прямое) подключение к ПК

Далее описывается процедура установки прямого (автономного) соединения с осциллографом. Оно применяется для управления осциллографом с помощью ноутбука или автономного компьютера.

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Настройки LAN**.
- 3 Нажмите программную кнопку **Настройка**, поверните ручку ввода, чтобы выбрать параметр **Автоматически** и снова нажмите эту программную кнопку, чтобы применить настройку.

Если сеть поддерживает протокол DHCP или AutoIP, то применение параметра **Автоматически** позволяет использовать эти услуги для получения настроек LAN осциллографа.

- 4 Подключите ПК к осциллографу с помощью кроссоверного кабеля LAN, такого, как кабель Keysight № 5061-0701 — см. на веб-сайте по адресу [www.keysight.com/find/parts](http://www.keysight.com/find/parts).
- 5 Выключите осциллограф и включите его снова. Подождите, пока настроится соединение LAN.
  - Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Ввод/вывод** и подождите, пока не отобразится состояние LAN «настроено».

Это может занять несколько минут.

Прибор подключен, и можно воспользоваться его веб-интерфейсом или управлять им по сети LAN.

## Диспетчер файлов

Диспетчер файлов обеспечивает навигацию по внутренней файловой системе осциллографа и файловым системам подключенных 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

Прямоугольный порт USB на лицевой панели является разъемом USB серии A, к которому можно подключать USB-накопители и принтеры.

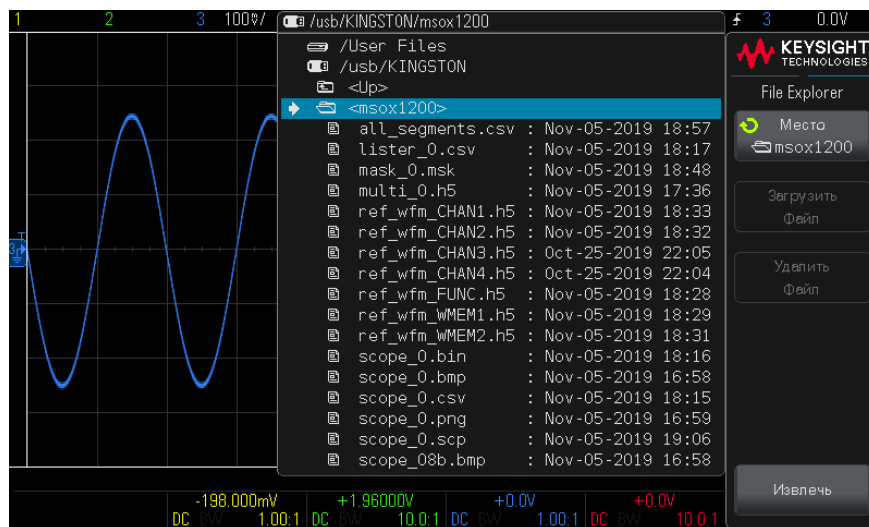
Квадратный разъем на задней панели, обозначенный как «DEVICE» (УСТРОЙСТВО), обеспечивает управление осциллографом по USB. *Дополнительные сведения см. в руководстве программиста.*

---

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

Использование диспетчера файлов

- 1 Нажмите кнопку "[Utility] Утилиты" > "Диспетчер файлов".
- 2 Нажмите первую программную кнопку меню «Диспетчер файлов» и используйте для прокрутки кнопку ввода.



Первая программная кнопка может быть обозначена следующим образом:

- **Нажать для перехода** — при этом для перехода к новой папке или месту хранения достаточно нажать ручку ввода.
- **Место** — при выделении выбранного каталога.
- **Выбрано** — при выделении файла, который можно загрузить или удалить.

Когда появится такая метка, 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.

- **Извлечь** — нажмите эту программную кнопку, чтобы правильно отключить USB-накопитель перед извлечением.

Если вы извлечете устройство, не нажимая кнопку **Извлечь**, оно будет помечено как поврежденное при подключении к компьютеру с операционной системой Windows (даже при отсутствии повреждений устройства).

**USB-накопители** Для создания каталогов на USB-накопителе воспользуйтесь компьютером.

С осциллографом совместимо большинство USB-накопителей. Однако некоторые устройства могут не поддерживаться, что делает их чтение и запись на них невозможной. USB-накопители должны быть отформатированы в формате файловой системы FAT/FAT16, FAT32, NTFS, EXT2, EXT3 или EXT4. Формат файловой системы exFAT не поддерживается. Не каждый накопитель может поддерживать все указанные форматы.

Когда USB-накопитель подключен к порту USB осциллографа, при его чтении на дисплее может ненадолго отобразиться небольшой значок в виде четырехцветного кружка.

Необходимо «извлечь» USB-накопитель перед отключением. В противном случае устройство будет помечено как поврежденное при подключении к компьютеру с операционной системой Windows (даже при отсутствии повреждений устройства).

Не следует подключать устройства USB, определяемые как оборудование типа «CD», так как эти устройства несовместимы с осциллографами InfiniiVision серии X.

- См. также
- **Глава 20**, “Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные),” на стр. 239

## Настройка параметров осциллографа

В меню «Пользовательские настройки» (нажмите **[Utility] Утилиты > Параметры > Настройки**) можно настроить значения параметров осциллографа.

- **"Расширение по центру или по нижнему уровню"** на странице 263
- **"Отключение/включение прозрачных фонов"** на странице 264
- **"Загрузка библиотеки меток по умолчанию"** на странице 264
- **"Настройка экранной заставки"** на странице 264
- **"Установка параметров настройки автомасштаба"** на странице 266

### 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 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 и сплошным фоном отображения текста.

### Загрузка библиотеки меток по умолчанию

См. "**Восстановление заводских настроек библиотеки меток**" на странице 111.

### Настройка экранной заставки

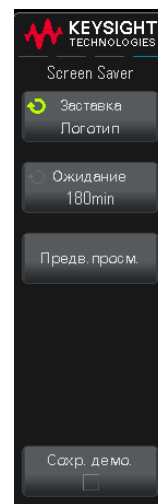
Можно настроить включение экранной заставки осциллографа по истечении определенного периода времени, на протяжении которого осциллограф находился в состоянии бездействия.



- 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

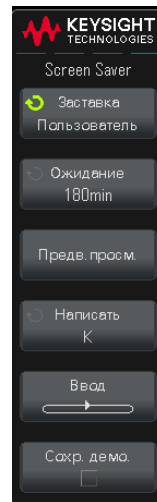
Можно использовать подключенную клавиатуру USB вместо использования программных кнопок редактирования символов **Написать** (или других).

Полученная строка отобразится в строке «Текст =».

- 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 **[Auto Scale]Автомасштаб**, отобразятся все каналы, отвечающие требованиям функции «Автомасштаб».

- **Только отображаемые каналы** — при следующем нажатии кнопки **[Auto Scale] Автомасштаб** будет проверена активность сигналов только включенных каналов. Это удобно, если необходимо просмотреть только определенные активные каналы после нажатия кнопки **[Auto Scale] 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 **[Auto Scale] Автомасштаб**. Этот режим задан по умолчанию.
  - **Сохранить** — осциллограф продолжит работать в выбранном режиме сбора, если нажата кнопка **[Auto Scale] Автомасштаб**.

## Настройка часов осциллографа

В меню «Часы» можно установить текущую дату и время суток в 24-часовом формате. Индикация времени и даты будет отображаться на распечатках и в информации каталогов на запоминающем устройстве USB.

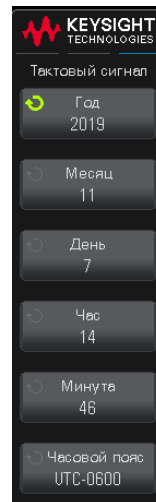
Для настройки или просмотра даты и времени выполните следующие действия.

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Часы**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Год, Месяц, День, Час** или **Минута** и поверните ручку ввода, чтобы ввести нужную цифру.
- 3 Нажмите программную кнопку **Часовой пояс**, затем с помощью ручки ввода выберите свой часовой пояс.

Поскольку лицензии основаны на всемирном скоординированном времени (UTC), правильная настройка часового пояса позволяет лицензиям работать сразу после их создания.

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 Gen Out

В моделях осциллографов с индексом G (имеющих встроенный генератор сигналов) можно выбрать источник для разъема Gen Out на передней панели осциллографа:

- 1 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Дополнительно**.
- 2 В меню «Дополнительно» нажмите **Gen Out**, а затем поверните ручку ввода для выбора одного из следующих параметров:
  - **WaveGen** — выходн генератора сигналов. См. [Глава 19](#), “Генератор сигналов,” на стр. 227.
  - **Запуск** — выход запуска. При получении сигнала запуска на осциллографе появляется нарастающий фронт сигнала. Сигнал составляет 0-5 В. См. [Глава 11](#), “Запуск,” на стр. 113.
  - **Маска** — выход неудачного завершения теста по маске. При ошибке проверки маски отправляется импульс напряжением 5 В. При успешной проверке маски импульс не отправляется, и напряжение на выходе остается равным 0 В. См. [Глава 16](#), “Тестирование по маске,” на стр. 203.

Выходной импеданс разъема Gen Out составляет 50 Ом.

## Включение регистрации удаленных команд

Если регистрация удаленных команд включена, удаленные команды, отправляемые на прибор (и результаты, возвращаемые прибором), могут регистрироваться на экране и/или в текстовом файле на накопителе USB.

Включение регистрации удаленных команд

**1** Нажмите **[Utility] Утилиты > Параметры > Удаленный журнал**, чтобы открыть меню «Удаленный журнал».

**2** Нажмите **"Включить"** для включения или отключения функции регистрации удаленных команд.

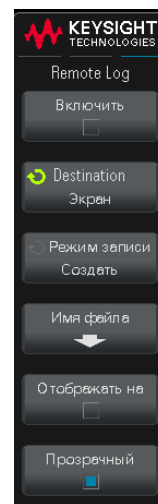
Если функция регистрации включена, дополнительная информация об отладке может быть включена в соответствующую строку ошибки. При обнаружении ошибки синтаксическим анализатором команд SCPI (например, ошибка заголовка или иная синтаксическая ошибка) генерируется дополнительная информация об отладке и включается в строку ошибки. Если же ошибка выявлена системой осциллографа (например, отправка значения, выходящего за пределы установленного диапазона), то такая дополнительная информация об отладке включена не будет.

**3** Нажмите **"Место назначения"**, чтобы выбрать, регистрировать удаленные команды в текстовом файле (на подключенном USB-накопителе) либо на экране или оба варианта одновременно.

**4** Нажмите **"Режим записи"**, чтобы указать будут ли регистрируемые команды заноситься в новый список или добавляться к существующему списку зарегистрированных команд.

Выбранное значение применяется, когда включается регистрация удаленных команд.

Этот параметр применяется как к регистрации на экране, так и к регистрации в файле.



- 5 Нажмите **Имя файла**, чтобы открыть меню «Имя файла журнала», в котором можно указать имя файла (на USB-накопителе) для регистрации удаленных команд.
- 6 Нажмите **"Отображать на"**, чтобы включить или отключить отображение на экране регистрируемых удаленных команд и возвращаемых ими значений (если применимо).
- 7 Нажмите **"Прозрачный"**, чтобы отключить или включить прозрачный фон для отображения регистрации удаленных команд.

Включите функцию, чтобы сделать фон прозрачным. Это позволит просматривать последующие сигналы.

Отключите функцию для получения сплошного фона, на котором будет легче читать регистрируемые удаленные команды.

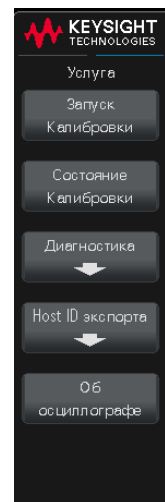
## Выполнение задач обслуживания

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

- **"Пользовательская калибровка"** на странице 271
- **"Выполнение самопроверки оборудования"** на странице 271
- **"Выполнение самопроверки лицевой панели"** на странице 272
- **"Экспорт файлов журнала сбоев"** на странице 272
- **"Отображение сведений об осциллографе"** на странице 272
- **"Отображение состояния пользовательской калибровки"** на странице 273

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

- **"Уход за осциллографом"** на странице 273
- **"Проверка гарантийного статуса и статуса послегарантийного обслуживания"** на странице 273
- **"Контактные сведения Keysight"** на странице 273
- **"Возврат устройства"** на странице 274



## Пользовательская калибровка

При пользовательской калибровке выполняется процедура внутренней самонастройки для оптимизации тракта сигнала осциллографа. В этой процедуре используются созданные внутри прибора сигналы для оптимизации схемы, затрагивающей чувствительность канала, смещение и параметры запуска.

Пользовательская калибровка должна выполняться:

- Раз в пять лет или после 10000 часов эксплуатации.
- Если температура окружающей среды осциллографа более чем на 10 °C отличается от температуры при последней пользовательской калибровке.
- При необходимости свести к минимуму погрешность измерений.

Выполнение пользовательской калибровки аннулирует действие сертификата калибровки. Если необходимо установить соответствие стандартам NIST (Национальный институт стандартов и технологии), выполните проверку работоспособности, описанную в *Руководстве по обслуживанию осциллографов Keysight InfiniiVision 1200 серии X*, используя прослеживаемые источники.

Выполнение пользовательской калибровки

- 1 Отсоедините все входные сигналы и выходной сигнал генератора сигналов (если используется). Кабели не требуются. Перед выполнением этой процедуры необходимо прогреть осциллограф.
- 2 Отключите защиту пользовательской калибровки, нажав кнопку **[Utility] Утилиты > Параметры > Дополнительно > Защита калибровки**.
- 3 Нажмите кнопку **[Utility] Утилиты > Обслуживание**.
- 4 В меню «Обслуживание» запустите пользовательскую калибровку, нажав программную кнопку **Начать пользовательскую калибровку**.

## Выполнение самопроверки оборудования

При нажатии кнопки **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Диагностика > 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 > Диагностика > Самопроверка лицевой панели**, можно выполнить проверку функционирования кнопок и ручек лицевой панели, а также экрана осциллографа.

Следуйте инструкциям на экране.

### Экспорт файлов журнала сбоев

При нажатии кнопки **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Диагностика > Экспорт журналов** открывается меню «Экспорт журналов», в котором можно сохранить файлы журнала сбоев на подключенный USB-накопитель.

Файлы журнала сбоев используются Службой технической поддержки Keysight при отладке проблем с осциллографом.

Если данные журнала сбоев, доступные для экспорта, отсутствуют, эта программная клавиша окрашена в серый цвет (недоступна).

Безопасное удаление (см. "**Выполнение безопасной очистки**" на странице 250) приведет к удалению данных журнала сбоев вместе с другими данными в энергонезависимой памяти.

### Отображение сведений об осциллографе

Нажмите кнопку **[Help] Справка > Об осциллографе**, чтобы отобразить следующие сведения об осциллографе.

- Номер модели.
- Серийный номер.
- Полоса пропускания.
- Идентификатор хоста.
- Версия ПО.
- Установленные лицензии.



## Отображение состояния пользовательской калибровки

При нажатии кнопок **[Utility] Утилиты > Обслуживание > Состояние пользовательской калибровки** отображается сводка результатов прежней пользовательской калибровки, а также состояние калибровки калибруемых пробников. Обратите внимание на то, что калибровать пассивные пробники не нужно.

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

## 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](http://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](http://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](http://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 измерений эта кнопка выполняет аналогичные функции). См. [Глава 15](#), "Измерения," на стр. 177.

- **Быстрый сброс статистики по маске** — сбрасывает статистику тестирования по маске. Дополнительные сведения см. в разделе "**Статистика по маске**" на странице 208.
- **Быстрая печать** — печать текущего изображения на экране. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры печати. См. **Глава 21**, "Печать (экраны)," на стр. 251.
- **Быстрое сохранение** — сохранение текущего изображения, данных формы сигнала или настроек. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры сохранения. См. **Глава 20**, "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 239.
- **Быстрое восстановление** — восстановление настроек, маски или опорного сигнала. Нажмите кнопку **Настройки**, чтобы настроить параметры восстановления. См. **Глава 20**, "Сохранение/восстановление (настройки, экраны, данные)," на стр. 239.
- **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 106.
- **Режим быстрого запуска** — переключение режимов запуска «Авто» и «Нормальный». См. "**Выбор режима запуска: «Авто» или «Нормальный»**" на странице 140.
- **Быстрый сброс экрана** — сброс изображения на экране. См. "**Очистка экрана**" на странице 102.

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



## 23 Веб-интерфейс

Доступ к веб-интерфейсу /	278
Управление прибором /	279
Get Image /	283
Сохранение/восстановление /	283
Функции идентификации /	286
Утилиты прибора /	287
Установка пароля /	288

Если на осциллографе Keysight InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G установлен дополнительный модуль LAN, то с помощью веб-браузера можно получить доступ к встроенному веб-серверу осциллографа. Благодаря веб-интерфейсу осциллографа можно выполнять следующие действия:

- Просмотр информации об осциллографе, например номер модели, серийный номер, имя хоста, IP-адреса строку подключения VISA (адрес).
- Управление осциллографом с помощью удаленной лицевой панели.
- Отправка команд SCPI (стандартные команды для программируемых приборов) для удаленного программирования через апплет-окно команд SCPI.
- Получение и сохранение изображений дисплея или их распечатка с помощью браузера.
- Сохранение настроек, изображений дисплея, данных сигналов и файлов маски.
- Восстановление файлов настроек, файлов данных опорных сигналов и файлов маски.
- Активация функции идентификации для определения конкретного средства измерения путем вызова на дисплей сообщения или включения индикатора на лицевой панели.

- Просмотр установленных компонентов, версий микропрограммного обеспечения просмотр состояния калибровки (с помощью страницы «Утилиты прибора»).
- Просмотр и изменение сетевых настроек осциллографа.

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

Прежде чем использовать веб-интерфейс осциллографа, его следует подключить к сети и настроить подключение к локальной сети.

### Доступ к веб-интерфейсу

Чтобы получить доступ к веб-интерфейсу осциллографа, выполните следующие действия.

- 1** Подключите осциллограф к локальной сети (см. "**Установка соединения с сетью LAN**" на странице 259) или установите прямое соединение (см. "**Автономное (прямое) подключение к ПК**" на странице 260).

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.

**KEYSIGHT TECHNOLOGIES** DSOX1204G Oscilloscope  
Serial number: CN58027117

Log in

Home Control Instrument Get Image Instrument Utilities Configure LAN

Connected to DSOX1204G Oscilloscope  
at IP address 141.121.229.200

Enable front panel identification indicator

Description

Model number	DSOX1204G
Manufacturer	Keysight Technologies
Serial number	CN58027117
Firmware revision	01.99.2018082531
Description	Keysight InfiniiVision Oscilloscope 0 - 0

VISA instrument addresses

HiSLIP LAN protocol	TCPIP::141.121.229.200::hislip0::INSTR
TCP/IP SOCKET protocol	TCPIP::141.121.229.200::5025::SOCKET
TCP/IP TELNET protocol	TCPIP::141.121.229.200::5024::SOCKET
USB (USBTMC/488)	USB0::10893::918::CN58027117::0::INSTR

▼ More Information

© Keysight Technologies 2006 - 2018 | [Support](#) | [Product](#) | [Keysight](#)

## Управление прибором

Страница веб-интерфейса «Управление через браузер» позволяет получить доступ к следующим элементам:

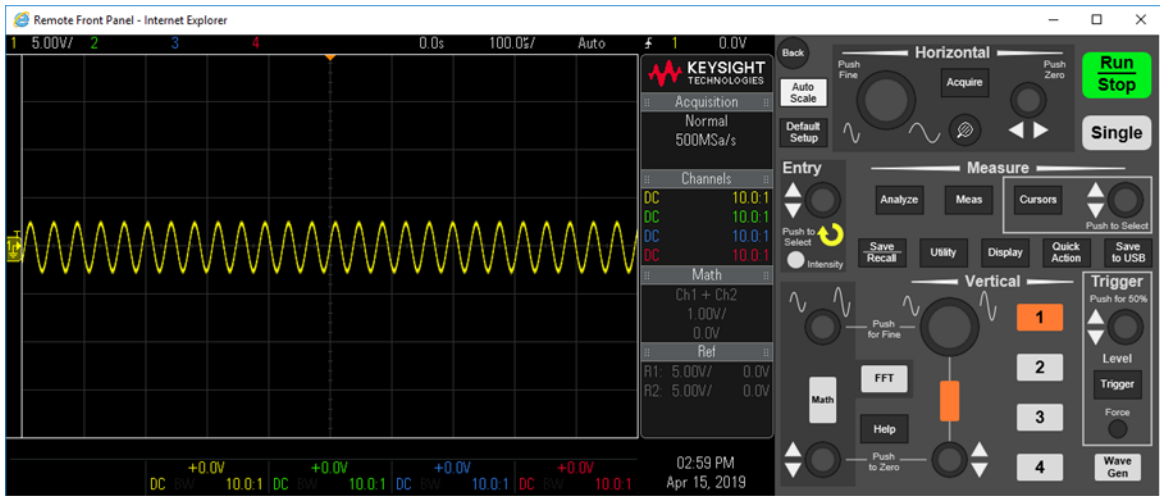
- Дистанционная лицевая панель на основе браузера (см. "[Удаленная лицевая панель](#)" на странице 280).

- апплет-окно команд SCPI для удаленного программирования (см. раздел ["Удаленное программирование через браузер"](#) на странице 281).

## Удаленная лицевая панель

Для управления осциллографом с помощью дистанционной лицевой панели на основе браузера действуйте следующим образом.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел ["Доступ к веб-интерфейсу"](#) на странице 278).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала вкладку **Управление прибором**, а затем команду **Использовать удаленную лицевую панель**. 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.





## Удаленное программирование через браузер

### ЗАМЕЧАНИЕ

Если на вашем компьютере не установлен программный модуль Java, то на экране отобразится запрос на установку программного модуля Java. Этот программный модуль должен быть установлен на управляющий компьютер для получения возможности удаленного доступа к лицевой панели или возможности удаленного программирования через веб-интерфейс.

Окно команд SCPI необходимо для проверки команд или интерактивного ввода нескольких команд. При создании автоматических программ, предназначенных для управления осциллографом, как правило, используется ПО Keysight IO Libraries из таких программных сред, как Microsoft Visual Studio (см. "[Удаленное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries](#)" на странице 282).

Для отправки на осциллограф команд удаленного программирования через апплет-окно команд SCPI выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 278).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите сначала вкладку **Контрольный прибор**, а затем команду **Использовать инструмент ввода/вывода**.

На веб-странице в браузере откроется апплет-окно команд SCPI.

**KEYSIGHT TECHNOLOGIES** DSOX1204G Oscilloscope  
Serial number: CN58027117

Home Control Instrument Get Image Save Recall Instrument Utilities Configure LAN

## Instrument IO

Send remote programming (SCPI) commands and queries to the instrument and view the responses returned by the instrument.

**Command**

\*IDN? Execute Commands

**Response history**

```
SENT: *IDN?
READ: KEYSIGHT TECHNOLOGIES,DSOX1204G,CN58027117,02.10.2019090631
-----
```

Device clear Copy history Clear history

Options

© Keysight Technologies 2006 - 2019 | Support | Product | Keysight

## Удаленное программирование с применением пакета Keysight IO Libraries

Апплет-окно команд SCPI позволяет вводить и посылать команды удаленного программирования, однако удаленное программирование для автоматизированных тестов и сбора данных обычно производится с применением пакета Keysight IO Libraries, который не объединен с веб-интерфейсом прибора.

С помощью пакета Keysight IO Libraries управляющий компьютер может взаимодействовать с осциллографом Keysight InfiniiVision серии X через интерфейсы USB, LAN и GPIB (при наличии).

Пакет программ Keysight IO Libraries Suite обеспечивает возможность взаимодействия через эти интерфейсы. Пакет Keysight IO Libraries Suite можно загрузить на веб-сайте [www.keysight.com/find/iolib](http://www.keysight.com/find/iolib).

Информация об управлении осциллографом с применением команд дистанционного управления приведена в *Руководстве программиста*. Этот документ также можно найти на веб-сайте Keysight.

Дополнительные сведения о подключении к осциллографу см. в документе *Руководство по подключению интерфейсов USB/LAN/GPIB к устройствам Keysight Technologies*. Электронную версию документа *Руководство по подключению для печати* можно найти на веб-сайте [www.keysight.com](http://www.keysight.com), указав в строке поиска «Руководство по подключению».

## 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 278).
- 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**.

## Сохранение/восстановление

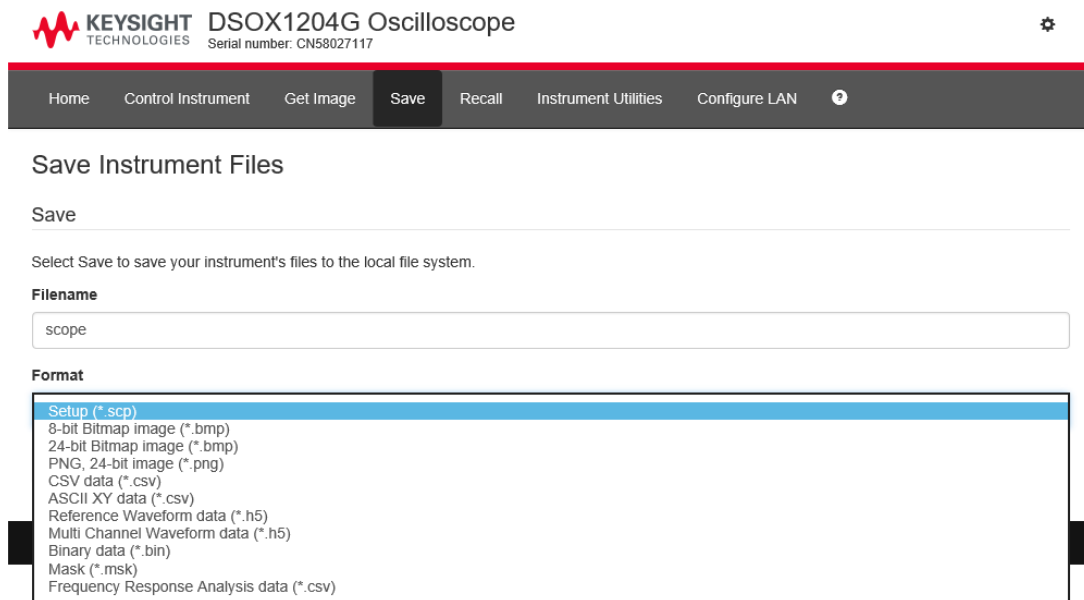
С помощью веб-интерфейса осциллографа можно сохранять на ПК файлы настройки, изображения дисплея, файлы данных сигналов или файлы маски (см. раздел "**Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса**" на странице 284).

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 285).

## Сохранение файлов с помощью веб-интерфейса

Для сохранения файлов настройки, изображений дисплея, 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 278).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите вкладку **Сохранение**.
- 3 На странице сохранения выполните следующие действия.
  - a Введите имя файла, в который сохраняются данные.
  - b Выберите формат.



Для просмотра изображения текущего дисплея осциллографа можно нажать кнопку **Предварительный просмотр**.

Чтобы сохранить информацию о настройке в файл .txt формата ASCII, для некоторых форматов можно нажать кнопку **Сохранить данные настройки**.

- c Нажмите кнопку **Сохранение**.

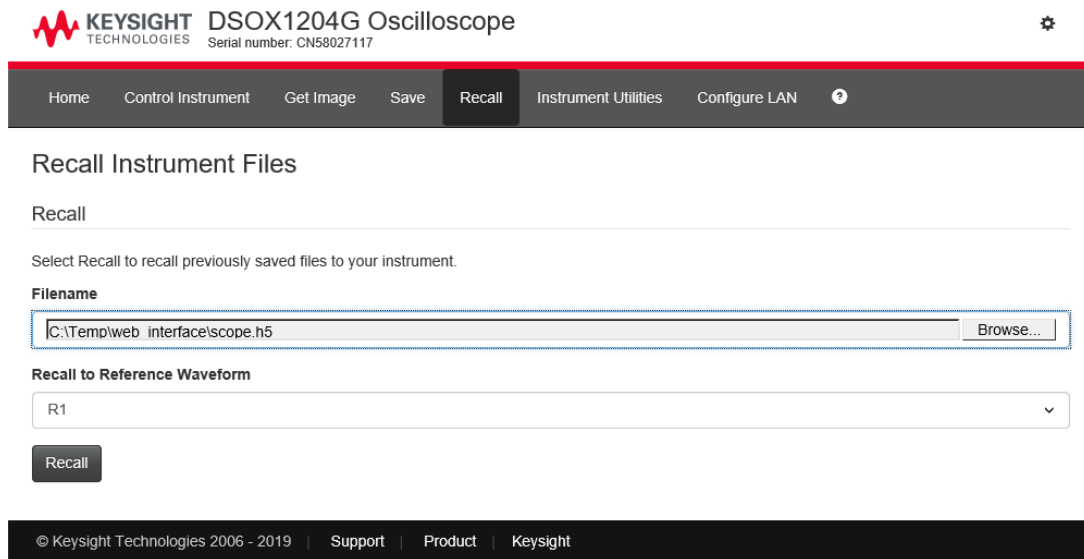
Текущие данные будут сохранены.

- d** Нажмите кнопку **Сохранение** в диалоговом окне «Загрузка файлов».
- e** В диалоговом окне «Сохранить как» перейдите к папке, в которую нужно сохранить файл, и нажмите кнопку **Сохранить**.

## 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 278).
- 2** Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите вкладку **Восстановление**.
- 3** На странице восстановления выполните следующие действия.
  - a** Нажмите кнопку **Обзор...**
  - b** В диалоговом окне выбора файла укажите файл для восстановления и нажмите кнопку **Открыть**.
  - c** При восстановлении файлов данных опорных сигналов выберите расположение **Вернуться к опорному сигналу**.



d Нажмите кнопку **Восстановление**.

## 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 278).
- 2 Когда появится главная вкладка веб-интерфейса осциллографа, установите флажок **Включить идентификатор определения лицевой панели**.

На экране осциллографа появится диалоговое окно состояния «Определение».

Чтобы продолжить, можно снять флажок **Включить идентификатор определения лицевой панели** или нажать программную кнопку **ОК** на осциллографе, чтобы продолжить.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES DSOX1204G Oscilloscope  
Serial number: CN58027117

Log in ⚙️

Home Control Instrument Get Image Instrument Utilities Configure LAN



Connected to DSOX1204G Oscilloscope  
at IP address 141.121.229.6

Enable front panel identification indicator

Функция идентификации

## Утилиты прибора

На странице «Утилиты прибора» в рамках веб-интерфейса можно выполнять следующие действия.

- Просматривать список установленных модулей.
- Просматривать версии микропрограмм.
- Просматривать состояние калибровки.

Подходящее действие можно выбрать в раскрывающемся меню.

Host ID: DSOX1204G,CN58027117,G147ETCDNUZSMYNG

License	Description	Installed
EMBD	Embedded serial decode and trigger	Yes
AUTO	Automotive serial decode and trigger	Yes

## Установка пароля

При подключении осциллографа к локальной сети рекомендуется задать пароль. Это позволит защитить прибор от несанкционированного удаленного доступа через веб-интерфейс и предотвратить изменение его настроек. 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 изменить настройки осциллографа.

Чтобы задать пароль, выполните следующие действия.

- 1 Перейдите к веб-интерфейсу осциллографа (см. раздел "[Доступ к веб-интерфейсу](#)" на странице 278).
- 2 Когда появится веб-интерфейс осциллографа, выберите значок шестеренки в верхнем правом углу веб-страницы.
- 3 Нажмите кнопку **Использовать пароль**.
- 4 Введите пароль в поле **Новый пароль**. Введите пароль еще раз в поле **Подтвердить пароль**. Нажмите кнопку **Использовать пароль**.



KEYSIGHT TECHNOLOGIES DSOX1204G Oscilloscope  
Serial number: CN58027117

Home Control Instrument Get Image Instrument Utilities Configure LAN

## Password Options | Enable Password

This will enable password checking for all operations that can modify the instrument's state. In order to enable the password, you must supply a new password.

**New password**

.....

**Confirm password**

.....

Ввод пароля

Enable Password Cancel

© Keysight Technologies 2006 - 2019 | Support | Product | Keysight

Если для веб-интерфейса задан пароль, возле значка шестеренки в верхнем правом углу страницы появится кнопка **Выход** или **Вход** .

### Изменение или отключение пароля

Выполните одно из следующих действий:

- Нажмите значок шестеренки в верхнем правом углу веб-страницы. На странице настройки пароля нажмите кнопку **Изменить пароль** или **Отключить пароль**.
- Еще одним способом отключения пароля является сброс настроек локальной сети у осциллографа. Для этого выберите вкладку **Настройка ЛВС**, затем **Расширенные параметры** и **Сброс LAN**.
- Для сброса настроек LAN осциллографа можно также использовать кнопки на лицевой панели осциллографа: нажмите **[Utility] (Утилиты) > Ввод/вывод > Сброс LAN**.



## 24 Опорный сигнал

Технические характеристики /	291
Категория измерения /	291
Условия окружающей среды /	293
Пробники и приспособления /	294
Обновления для ПО и микропрограмм /	294
Формат двоичных данных (.bin) /	295
Файлы CSV и ASCII XY /	302
Официальное уведомление /	304
Маркировка продукта и нормативная информация /	304

### Технические характеристики

Обновленные технические характеристики осциллографов 1200 серии X см. в справочном листке по адресу [www.keysight.com/find/1200X-Series](http://www.keysight.com/find/1200X-Series)

### Категория измерения

- "**Категория измерения осциллографа**" на странице 291
- "**Определения категории измерения**" на странице 292
- "**Максимальное входное напряжение**" на странице 292

### Категория измерения осциллографа

Осциллографы InfiniiVision не предназначены для измерений категории II, III или IV.

**ОСТОРОЖНО**

**Данный прибор следует использовать только для измерений в рамках указанной категории измерений (не предназначен для категорий II, III, IV). Не допускаются динамические перегрузки по напряжению.**

---

## Определения категории измерения

Категория измерения «Не рассчит. на кат. II, III, IV» предназначена для измерений в цепях, не подключенных к электросети напрямую. Примерами могут служить измерения цепей, не являющихся ответвлениями электросети, а также особым образом защищенных (внутренних) параллельных цепей. В случае последних интенсивность кратковременных нагрузок непостоянна и за счет этого пользователю становится известна степень устойчивости оборудования к скачкам напряжения.

К измерениям категории II относятся измерения, проводимые в электрических цепях, напрямую подключенных к низковольтному оборудованию. Примерами служат измерения цепей бытовых приборов, портативных инструментов и аналогичного оборудования.

К измерениям категории III относятся измерения, проводимые в электрических системах зданий. Примерами служат измерения в цепях распределительных щитов, предохранителей, электропроводки, и, в том числе, кабелей, сборных шин, соединительных коробок, выключателей, сетевых розеток стационарного оборудования, а также промышленного и иного рода оборудования, например, двигателей с неразъемным соединением со стационарной установкой.

К измерениям категории IV относятся измерения, проводимые в цепях источника питания низковольтного оборудования. Примерами служат электросчетчики и измерения в цепях первичных приборов защиты от сверхтоков и устройств пульсационного контроля.

## Максимальное входное напряжение

**ВНИМАНИЕ**

**Предельное входное напряжение на аналоговом входе  
150 среднеквадратических В, 200 В (макс.)**

---

## Условия окружающей среды

Окружающая среда	Использовать только внутри помещения.
Температура окружающей среды	Рабочая: от 0 °С до +50 °С Нерабочая: от -10 °С до +70 °С
Влажность	Рабочая: Относительная влажность до 95%, без конденсации при температуре до +40 °С, линейно уменьшающаяся до 50% при +50 °С Нерабочая: Относительная влажность до 90% до +65 °С (без конденсации)
Высота над уровнем моря	Рабочая: до 3000 м Нерабочая: до 15 300 м
Категория перенапряжения	Данный продукт предназначен для питания от СЕТИ, соответствующей категории перенапряжения II, что характерно для оборудования, подключаемого с помощью кабеля и штепсельной вилки.
Степень загрязнения	Допустима эксплуатация осциллографов InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G 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. Обычно только сухое непроводящее загрязнение. 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.

## Заявление о соответствии

Заявления о соответствии продуктов Keysight можно найти на веб-странице:

[www.keysight.com/go/conformity](http://www.keysight.com/go/conformity)

## Пробники и приспособления

Список пробников и приспособлений, совместимых с осциллографами 1200 серии X см. в спецификации на веб-странице по адресу:

[www.keysight.com/find/1200X-Series](http://www.keysight.com/find/1200X-Series)

Поскольку разъем BNC осциллографов 1200 серии X не оснащен кольцом, предназначенным для определения пробника, коэффициент затухания пробника следует задать вручную. См. "**Настройка параметров пробника аналогового канала**" на странице 64.

См. также [www.keysight.com](http://www.keysight.com):  
Дополнительные сведения о пробниках и приспособлениях см. на веб-сайте [www.keysight.com](http://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](http://www.keysight.com/find/PRC)

## Обновления для ПО и микропрограмм

Keysight Technologies выпускает обновления для программного и микропрограммного обеспечения. Для поиска обновлений осциллографа введите в адресной строке веб-браузера адрес [www.keysight.com/find/1200X-Series-sw](http://www.keysight.com/find/1200X-Series-sw).

Для просмотра сведений об установленном программном и микропрограммном нажмите кнопку **[Help] Справка > Об осциллографе**.

После загрузки файла обновления его можно поместить на USB-накопитель, затем загрузить в осциллограф с помощью диспетчера файлов (см. раздел [Глава 22](#), "Настройки утилит," на стр. 257).

## 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 (со следующим номером). 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 –  
сегментированн  
ая память

При сохранении всех сегментов для каждого из них создается отдельный заголовок сигнала (см. раздел **"Формат заголовка двоичного файла"** на странице 296).

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, не более чем с 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/1200X-Series-examples](http://www.keysight.com/find/1200X-Series-examples).

Keysight создает файлы формата .m, которые нужно скопировать в рабочий каталог MATLAB. Адрес рабочего каталога по умолчанию: C:\MATLAB7\work.

## Формат заголовка двоичного файла

**Заголовок файла** У двоичного файла может быть только один заголовок. Заголовок файла содержит следующие данные.

Cookie	Двухбайтовые символы AG, означающие, что файл сохранен в формате двоичных данных Keysight.
Версия	Два байта, представляющие собой версию файла.
Размер файла	32-битное целое, означающее число байтов в данном файле.
Количество сигналов	32-битное целое, означающее число сигналов, сохраненных в данном файле.

**Заголовок сигнала** В файле можно сохранить несколько сигналов, и у каждого сохраненного сигнала будет свой заголовок. При использовании сегментированной памяти каждый сегмент рассматривается как отдельный сигнал. Заголовок сигнала содержит сведения о типе данных сигнала, сохраненных после заголовка данных сигнала.

Размер заголовка	32-битное целое, означающее число байтов в данном заголовке.
------------------	--



Тип сигнала	32-битное целое, означающее тип сигнала, сохраненного в данном файле: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = неизвестный.</li> <li>• 1 = нормальный.</li> <li>• 2 = обнаружение пиков.</li> <li>• 3 = усредненный.</li> <li>• 4 = не используется в осциллографах InfiniiVision.</li> <li>• 5 = не используется в осциллографах InfiniiVision.</li> <li>• 6 = логический.</li> </ul>
Число буферов сигналов	32-битное целое, означающее число буферов сигналов, необходимых для прочтения данных.
Точки	32-битное целое, означающее число точек сигнала в данных.
Счетчик	32-битное целое, означающее число импульсов за учетный период в записи сигнала, созданной при использовании такого режима сбора данных, как "Усреднение". Например, при усреднении число импульсов равно четырем означает, что в записи сигнала каждая его точка усреднена как минимум четыре раза. По умолчанию это значение – 0.
Диапазон отображения X	A 32-битное плавающее число, означающее длительность отображаемого сигнала по оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность прохождения сигнала по экрану. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало отображения X	64-битное двойное число, являющееся значением оси X с левого края экрана. Для сигналов временных интервалов это время начала отображения. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Приращение X	64-битное двойное число, означающее временной интервал между точками данных на оси X. Для сигналов временных интервалов это длительность интервала между точками. Если его значение равно нулю, то данных не получено.
Начало X	64-битное двойное число, являющееся значением первой точки в записи данных по оси X. Для сигналов временных интервалов это время отображения первой точки. Это значение рассматривается как 64-битное число двойной точности с плавающей запятой. Если его значение равно нулю, то данных не получено.

Единицы X	32-битное целое, определяющее единицы измерения значений полученных данных по оси X. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = неизвестно.</li> <li>• 1 = вольты.</li> <li>• 2 = секунды.</li> <li>• 3 = постоянные.</li> <li>• 4 = амперы.</li> <li>• 5 = дБ.</li> <li>• 6 = Гц.</li> </ul>
Единицы Y	32-битное целое, определяющее единицы измерения значений полученных данных по оси Y. Возможные значения соответствуют указанным выше для оси X.
Дата	16-байтовый набор символов; в осциллографах InfiniiVision не заполняется.
Время	16-байтовый набор символов; в осциллографах InfiniiVision не заполняется.
Пакет	24-байтовый набор символов, представляющий собой номер модели и серийный номер осциллографа в формате: №МОДЕЛИ:СЕРИЙНЫЙ№.
Метка сигнала	16-байтовый набор символов, содержащий присвоенную каналу метку.
Временные метки	64-битное двойное число, используемое только при сохранении нескольких сегментов (требуется модуль сегментированной памяти). Это время (в секундах) с момента первого запуска.
Указатель сегмента	32-битное целое без знака. Представляет собой номер сегмента. Используется только при сохранении нескольких сегментов.

#### Заголовок данных сигнала

Сигнал может содержать несколько наборов данных. У каждого набора данных сигнала будет свой заголовок. В заголовке набора данных содержатся сведения о наборе данных сигнала. Этот заголовок сохраняется непосредственно перед набором данных.

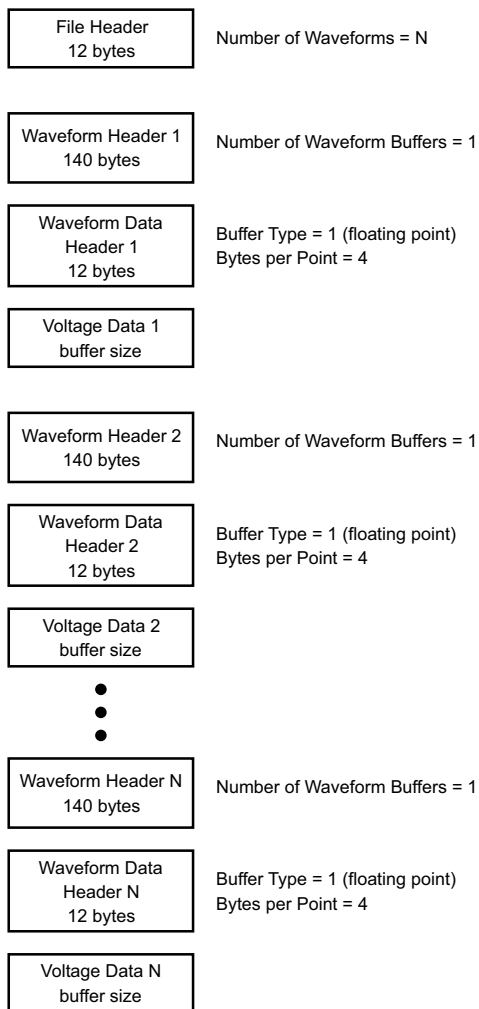
Размер заголовка данных сигнала	32-битное целое, означающее размер заголовка данных сигнала.
Тип буфера	16-битное короткое число, обозначающее тип данных сигнала, сохраненных в данном файле: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 = неизвестные данные.</li> <li>• 1 = нормальные 32-битные плавающие данные.</li> <li>• 2 = максимальное количество плавающих данных.</li> <li>• 3 = минимальное количество плавающих данных.</li> <li>• 4 = не используется в осциллографах InfiniiVision.</li> <li>• 5 = не используется в осциллографах InfiniiVision.</li> <li>• 6 = цифровые 8-битные знаковые данные (для цифровых каналов).</li> </ul>
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

Пример программы для чтения двоичных данных можно найти, набрав в веб-браузере адрес [www.keysight.com/find/1200X-Series-examples](http://www.keysight.com/find/1200X-Series-examples) и выбрав «Пример программы для чтения двоичных данных».

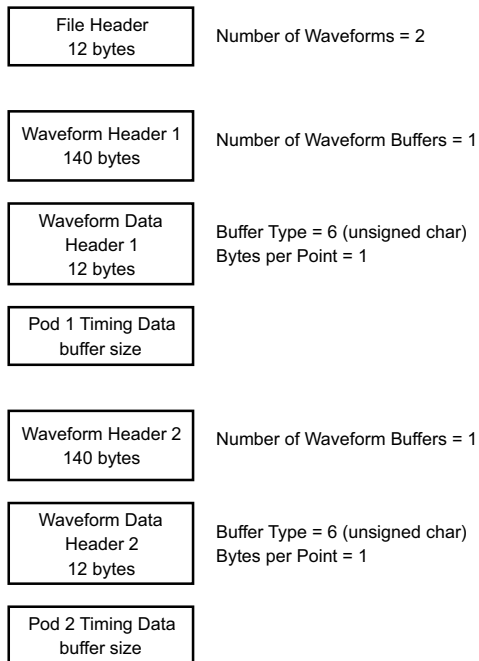
### Примеры двоичных файлов

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



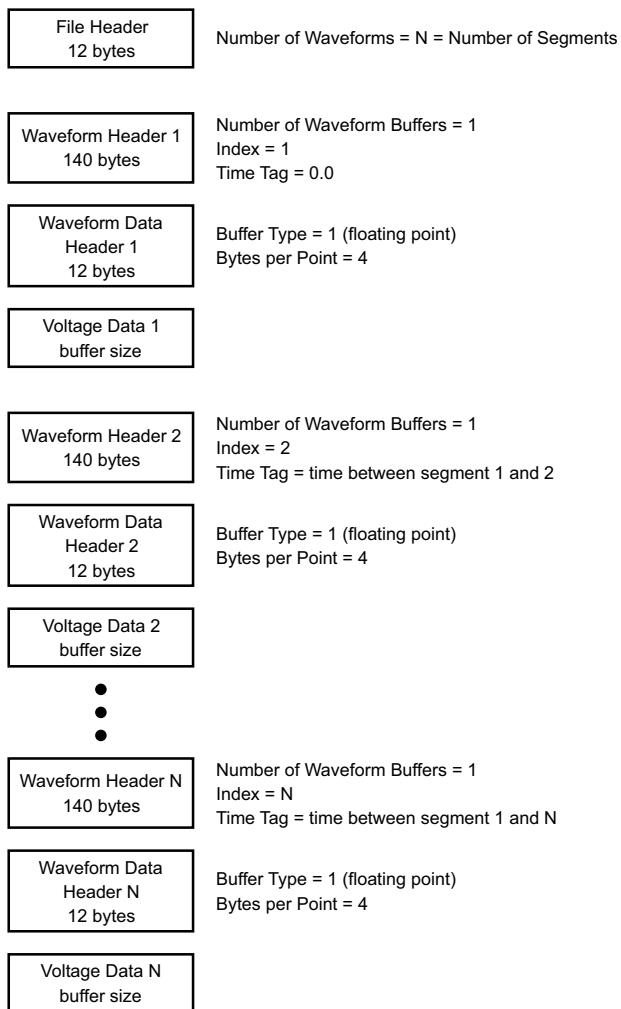
Сбор данных  
всех модулей  
логических  
каналов за один  
цикл

На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл одного цикла сбора с данными всех модулей сохраненных логических каналов.



Сбор данных  
одного  
аналогового  
канала в  
сегментированн  
ую память

На приведенном ниже рисунке показан двоичный файл данных одного аналогового канала, записанных в сегментируемую память.



## Файлы CSV и ASCII XY

- "Структура файлов CSV и ASCII XY" на странице 303
- "Минимальное и максимальное значения в файлах CSV" на странице 303

## 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 существует три строки заголовка, поэтому данные для первого сегмента начинаются со строки 4. Данные второго сегмента начинаются со строки 1004. В столбце «Время» 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 2 Гвыб/с, отбор проб производится каждые 500 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.

$$100 \text{ мкс} \times 2 \text{ Гвыб/с} = 400\,000 \text{ проб}$$

Осциллографу требуется отобразить эти 200 000 проб в 640-пиксельных графах. Осциллограф выполнит прореживание этих 200 000 проб для 640-пиксельных граф, и при таком прореживании отслеживаются минимальные и максимальные значения всех точек, представленных в любой отдельно взятой графе. В этой графе экрана и будут отображаться такие минимальные и максимальные значения.

Подобным же образом сокращается объем полученных данных для создания записи, пригодной для различных видов анализа, например, для измерений или данных CSV. Фактически, такая аналитическая запись (или запись измерения) значительно длиннее 640 точек и может содержать до 65 536 точек. Поскольку число полученных точек превышает 65 536, необходим тот или иной вид прореживания. Средство прореживания для создания записи CSV настроено на выполнение наилучшей оценки всех проб, представляющих каждую точку в записи. То есть, в файле CSV могут не отобразиться минимальное и максимальное значения.






## Официальное уведомление

Официальные уведомления и лицензии в отношении стороннего программного обеспечения для осциллографов InfiniiVision 1200 серии X и EDUX1052A/G со встроенной операционной системой Linux находятся по адресу [www.keysight.com/find/1200X-Series-third-party-software](http://www.keysight.com/find/1200X-Series-third-party-software).




Ссылку на этот список также можно найти на веб-сайте с руководствами по осциллографам Keysight InfiniiVision по адресу [www.keysight.com/find/1200X-Series-manual](http://www.keysight.com/find/1200X-Series-manual).

## Маркировка продукта и нормативная информация

На осциллографах 1200 серии X используются следующие символы.

Символ	Описание
	Внимание – риск поражения электрическим током
	Внимание – см. сопутствующую документацию
	Этот символ указывает на отдельный сбор электрического и электронного оборудования в соответствии с законом ЕС от 13 августа 2005 г. Все электрическое и электронное оборудование запрещается выбрасывать вместе с бытовыми отходами, а следует отправлять на утилизацию (справочная директива WEEE 2002/96/EC).
	Указывает период времени, в течение которого не ожидается утечка или разложение элементов с опасными или токсичными веществами во время нормального использования. Расчетный срок эксплуатации данного изделия составляет сорок лет.
	Знак RCM является зарегистрированным товарным знаком Управления по связи и средствам массовой информации Австралии.



Символ	Описание
 <p>ICES/NMB-001 ISM GRP 1-A ccr.keysight@keysight.com</p>	<p>Знак CE является зарегистрированным товарным знаком Европейского союза.</p> <p>ICES / NMB-001 Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB du Canada. Эта маркировка указывает, что продукт соответствует канадскому стандарту для оборудования, которое является источником помех (ICES-001).</p> <p>Это также символ продукта класса А промышленной научной и медицинской группы 1 (CISPR 11, статья 4).</p>
 <p>C U 267459</p>	<p>Знак CSA является зарегистрированным товарным знаком Канадской ассоциации международных стандартов.</p>
 <p>MSIP-REM-Kst- 1A15150</p>	<p>Знак сертификации Южной Кореи указывает код идентификатора маркировки, который имеет следующий формат:</p> <p>MSIP-REM-YYY-ZZZZZZZZZZZZ.</p>



## 25 Запуск и последовательное декодирование по CAN

Настройка для сигналов CAN / 307

Запуск по CAN / 309

Последовательное декодирование по CAN / 311

Запуск и последовательное декодирование по CAN доступны на осциллографах серии DSOX1200.

### Настройка для сигналов CAN

Настройка заключается в подключении осциллографа к источнику сигнала CAN и указании в меню «Сигналы CAN» источника сигнала, порогового уровня напряжения, скорости передачи данных и контрольной точки.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, используйте программную кнопку **Сигналы**, отображающуюся в меню «Анализ».

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей > Метки > Показать**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 4 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **CAN**.

6 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов CAN.

7 Нажмите кнопку **"Источник"** и выберите канал для сигнала CAN.

Каналу источника CAN будет автоматически присвоена метка.

8 Нажмите программную кнопку **"Порог"** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать уровень порогового напряжения сигнала CAN.

Пороговый уровень напряжения применяется при декодировании, и он используется в качестве уровня запуска, когда для выбранного слота последовательного декодирования установлен тип запуска.

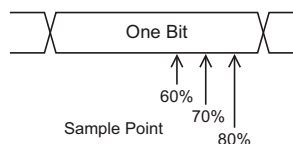
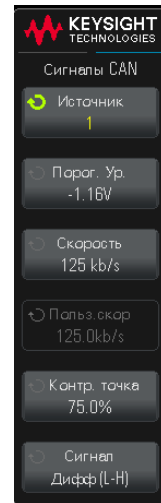
9 Нажмите программную кнопку **"Бод"** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать скорость передачи данных, соответствующую таковой сигнала шины CAN.

Скорость передачи данных CAN может быть установлена в предустановленном диапазоне от 10 Кбит/с до 5 Мбит/с или задана пользователем 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.

Скорость передачи данных по умолчанию составляет 125 кбит/с.

Если скорости сигнала CAN не соответствует ни одно из предустановленных значений, то для указания скорости передачи выберите параметр **"Задано пользователем"**, затем нажмите программную кнопку **"Пользов. скорость"** и поверните ручку ввода.

10 Нажмите программную кнопку **"Контрольная точка"** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать точку между фазовыми сегментами 1 и 2, где измеряется состояние шины. Это позволяет контролировать точку цикла передачи бита, в которой происходит получение значения бита.



**11** Нажмите программную кнопку **"Сигнал"** и выберите тип и полярность сигнала CAN. При этом каналу-источнику также будет автоматически присвоена метка канала.

- **"CAN\_H"** – фактическая дифференциальная шина CAN\_H.
- **"Дифференциал (H-L)"** – сигналы дифференциальной шины CAN, подключенные к аналоговому каналу источника с помощью дифференциального пробника. Подключите контакт «+» пробника к доминантному высокому сигналу CAN (CAN\_H), а «-» — к доминантному низкому сигналу CAN (CAN\_L).

Доминантные низкие сигналы

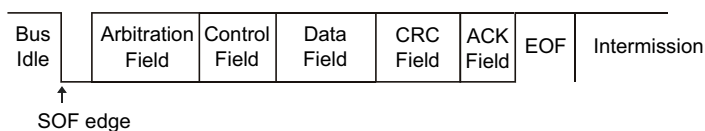
- **"Rx"** – сигнал приема от трансивера шины CAN.
- **"Tx"** – сигнал передачи от трансивера шины CAN.
- **"CAN\_L"** – сигнал фактической дифференциальной шины CAN\_L.
- **"Дифференциал (L-H)"** – сигналы дифференциальной шины CAN, подключенные к аналоговому каналу источника с помощью дифференциального пробника. Подключите контакт «+» пробника к доминантному низкому сигналу CAN (CAN\_L), а «-» — к доминантному высокому сигналу CAN (CAN\_H).

## Запуск по CAN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала CAN, см. раздел **"Настройка для сигналов CAN"** на странице 307.

Запуск по локальной сети контроллеров (CAN) предоставляет возможность запуска по сигналам CAN версии 2.0A и 2.0B.

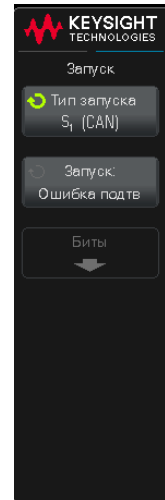
Далее представлен пакет сообщения CAN в сигнале типа CAN\_L.



Действия после настройки осциллографа на получение сигнала CAN.

**1** Нажмите **[Trigger] Запуск**.

- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем поверните ручку ввода для выбора последовательного слота (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигнала CAN.
- 4 Нажмите программную кнопку **"Запустить по:"** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать условие запуска.
  - **SOF — начало пакета** — запуск осциллографа происходит в начале пакета.
  - **ИД удаленного пакета (RTR)** — запуск осциллографа происходит на удаленных пакетах с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
  - **ИД пакета данных (~RTR)** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
  - **ИД удаленного пакета или пакета данных** — запуск осциллографа будет происходить по удаленным пакетам или пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором. Чтобы выбрать идентификатор, нажмите программную кнопку **Биты**.
  - **ИД пакета данных и данные** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам данных, совпадающим с указанным идентификатором, и данным. Нажмите программную кнопку **Биты**, чтобы выбрать идентификатор и задать количество байт и значения данных.
  - **Пакет с ошибкой** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам с активными ошибками CAN.
  - **Все ошибки** — запуск осциллографа будет происходить при обнаружении любой ошибки формы или активной ошибки.
  - **Ошибка подтверждения** — запуск осциллографа будет происходить при рецессивном бите подтверждения (с высоким уровнем).
  - **Пакет перегрузки** — запуск осциллографа будет происходить по пакетам перегрузки CAN.
- 5 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 битов 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, возможно, сигнал CAN достаточно медленный для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Сведения о последовательном декодировании CAN см. в разделе "**Последовательное декодирование по CAN**" на странице 311.

## Последовательное декодирование по CAN

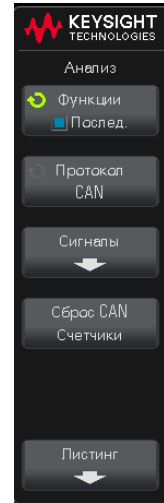
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов CAN, см. раздел "**Настройка для сигналов CAN**" на странице 307.

Для настройки запуска по CAN см. раздел "**Запуск по CAN**" на странице 309.

Настройка последовательного декодирования CAN

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.

- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **CAN**.
- 5 Если осциллограф остановлен, для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/Стоп**.



**ЗАМЕЧАНИЕ**

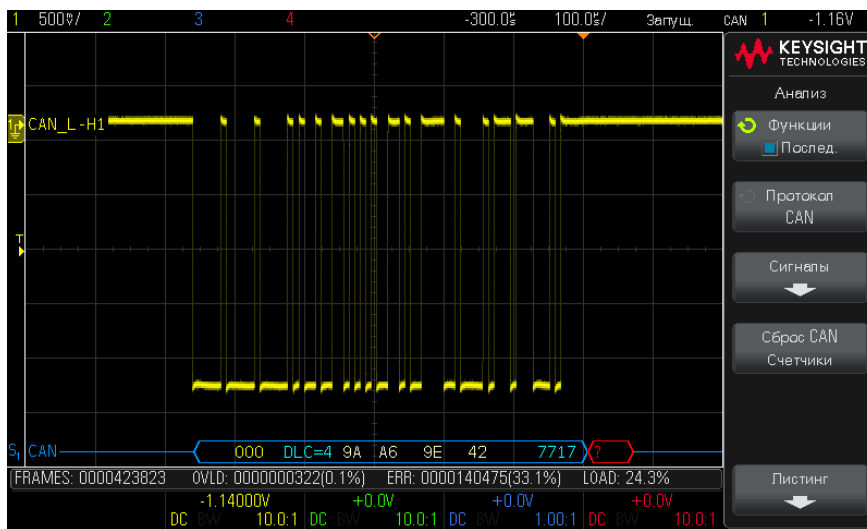
Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, возможно, сигнал CAN достаточно медленный для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Для более удобного перемещения между декодированными данными можно использовать окно **Масштаб** по горизонтали.

- См. также
- ["Интерпретация данных декодирования CAN"](#) на странице 313
  - ["Суммирующее устройство CAN"](#) на странице 314
  - ["Интерпретация данных CAN Lister"](#) на странице 316



## Интерпретация данных декодирования CAN

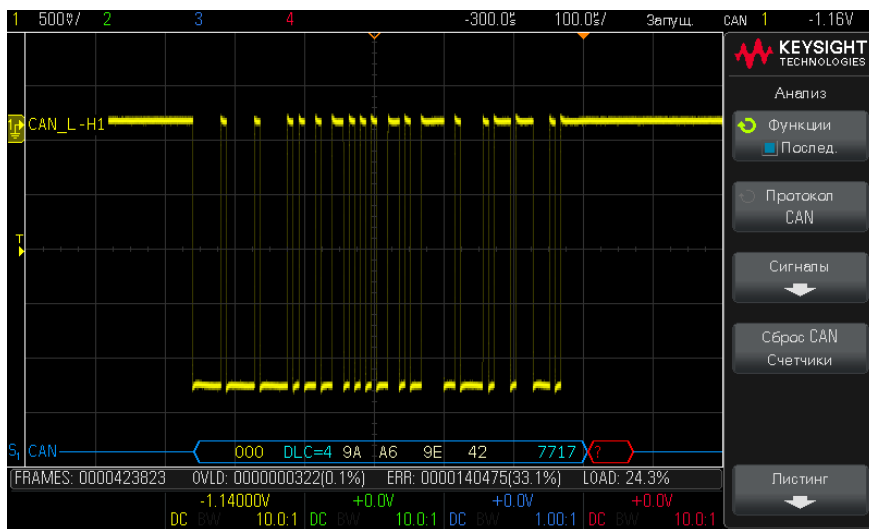


- ИД пакета отображается желтыми цифрами в шестнадцатеричном формате. Автоматически определяются пакеты в 11 или 29 бит.
- Удаленный пакет (RMT) отображается зеленым.
- Код длины данных (DLC) отображается синим для пакетов данных и зеленым для удаленных пакетов.
- Байты данных для пакетов данных отображаются белыми цифрами в шестнадцатеричном формате.
- Данные контроля циклическим избыточным кодом (CRC), если действительны, отображаются синими цифрами в шестнадцатеричном формате, или красными – для обозначения, что декодер осциллографа рассчитал CRC, отличный от CRC входного потока данных.
- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии посередине отображают неактивную шину.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).

- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- Искаженные значения шины (неполные или неопределимые) отображаются розовым цветом.
- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным с пометкой «?».
- Помеченные пакеты с ошибками отображаются красным с пометкой «ERR».

### Суммирующее устройство CAN

Суммирующее устройство CAN обеспечивает возможность непосредственного 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.



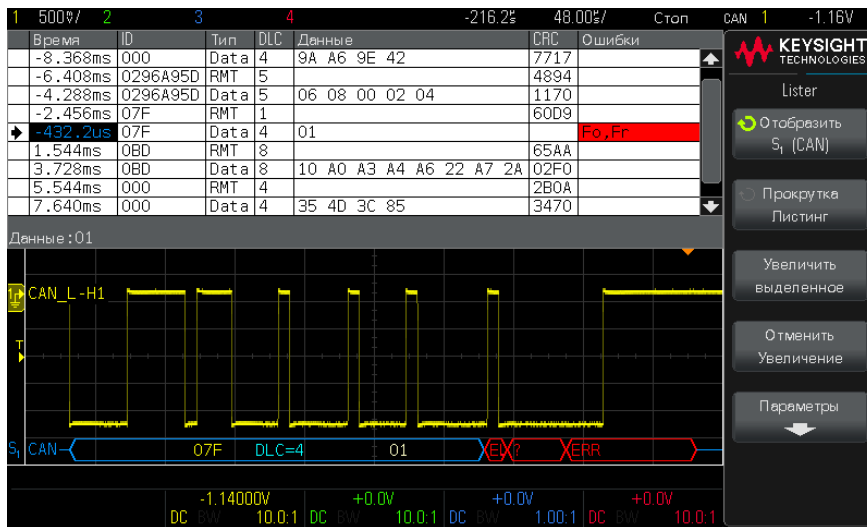
Суммирующее устройство работает постоянно (считая пакеты и высчитывая процентные соотношения), и его показания отображаются, пока выполняется декодирование данных CAN. Суммирующее устройство выполняет расчеты, даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется). Нажатие кнопки

**[Run/Stop] Пуск/стоп** не влияет на суммирующее устройство. При заполнении памяти на счетчике отображается сообщение **ПЕРЕПОЛНЕНИЕ**. Нажатием программной кнопки **Сброс счетчиков CAN** значения счетчиков обнуляются.

- |                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Типы пакетов</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пакеты активных ошибок – это пакеты CAN, в которых узел CAN распознает состояние ошибки в течение передачи удаленного пакета или пакета данных и устанавливает флаг активной ошибки.</li> <li>• 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.</li> </ul>   |
| <b>Счетчик</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Счетчик FRAMES предоставляет общее количество завершенных удаленных пакетов, пакетов данных, пакетов перегрузки и пакетов с активными ошибками.</li> <li>• Счетчик OVLD предоставляет общее количество завершенных пакетов перегрузки и их процента от общего числа пакетов.</li> <li>• Счетчик ERR предоставляет общее количество завершенных пакетов с активными ошибками и их процента от общего числа пакетов.</li> <li>• Индикатор LOAD (загрузка шины) измеряет время активности шины в процентах. Вычисление производится с интервалом в 330 мс, приблизительно каждые 400 мс.</li> </ul> |

Пример: Если пакет данных содержит метку активной ошибки, произойдет приращение счетчиков FRAMES и ERR. Если пакет данных содержит ошибку, которая не является активной, пакет считается частичным и приращения счетчиков не происходит.

## Интерпретация данных CAN Lister



Кроме стандартного столбца «Время», в меню «CAN Lister» также отображаются следующие столбцы:

- ИД — ИД пакета.
- Тип — тип пакета (удаленный пакет (RMT) или данные).
- DLC — код длины данных.
- Данные — байты данных.
- CRC — контроль циклическим избыточным кодом.
- Ошибки — выделяются красным. Ошибки могут быть следующими: ошибка подтверждения (Ack, A), формы (Fo) или пакета (Fr). Различные типы ошибок могут быть сгруппированы, как, например, «Fo,Fr» в предыдущем примере.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.

## 26 Запуск по I2C и последовательное декодирование

Настройка для сигналов I2C / 317

Запуск по I2C / 318

Последовательное декодирование по I2C / 322

Запуск и последовательное декодирование по I2C доступны на осциллографах серии DSOX1200 и EDUX1052A/G.

### Настройка для сигналов I2C

Настройка сигналов I<sup>2</sup>C (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 I<sup>2</sup>C, используйте программную кнопку **Сигналы**, отображающуюся в меню «Анализ»:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей > Метки > Показать**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 4 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **I2C**.

6 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню «Сигналы I<sup>2</sup>C».

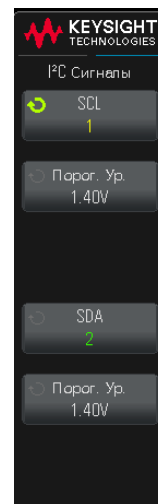
7 Для сигналов SCL (линия синхронизации) и SDA (последовательные данные):

- 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 пороговый уровень напряжения сигнала.

Пороговый уровень напряжения применяется при декодировании, и он используется в качестве уровня запуска, когда для выбранного слота последовательного декодирования установлен тип 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 317.

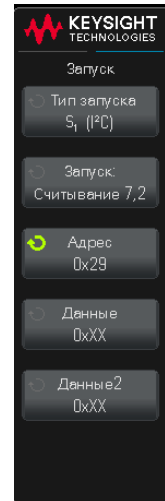
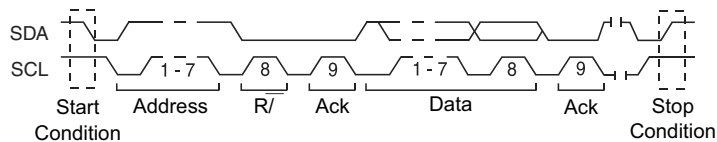
Настроив осциллограф на получение сигналов I2C, можно установить запуск по условию начала/останова, перезапуска, по отсутствию подтверждения, по условию чтения данных EEPROM или по пакету чтения/записи с определенным адресом устройства и значением данных.

- 1 Нажмите **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».

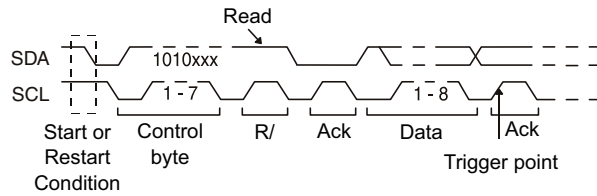
3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем поверните ручку ввода для выбора последовательного слота (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигналов I<sup>2</sup>C.

4 Нажмите программную кнопку **"Запуск:"**, затем с помощью ручки ввода выберите условия запуска:

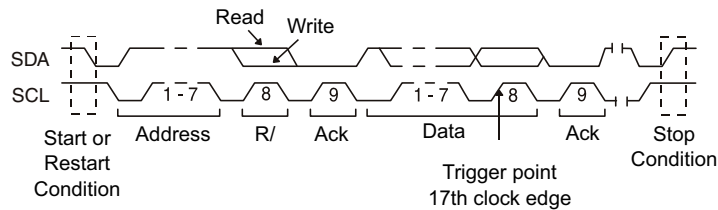
- **Условие начала** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных SDA от старших к младшим при интенсивном цикле синхронизации SCL. В целях запуска (включая запуск по пакетам) перезапуск рассматривается как условие начала.
- **Условие останова** — запуск осциллографа выполняется при передаче данных (SDA) от младших к старшим при интенсивном цикле синхронизации (SCL).



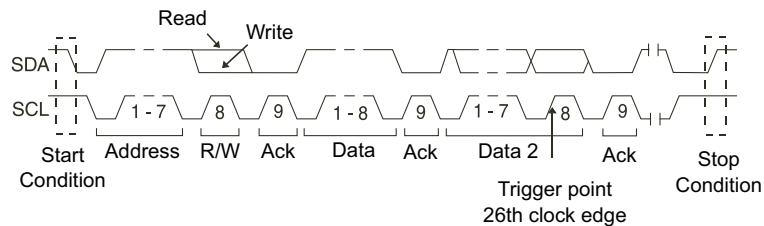
- **Отсутствие подтверждения** — запуск осциллографа выполняется при старших данных SDA во время любого бита синхронизации Ack SCL.
- **Адрес без подтверждения**— осциллограф запускается, когда подтверждение выбранного поля адреса оказывается ложным. Бит чтения/записи игнорируется.
- **Перезапуск** — осциллограф запускается, когда перед условием останова возникает еще одно условие начала.
- **Считывание данных EEPROM**— триггер выполняет поиск значения 1010xxx управляющего байта EEPROM в строке SDA, после которой следует бит Read и бит Ack. Затем выполняется поиск значения данных и классификатора, заданного программными кнопками **"Данные"** и **"Данные -"**. При обнаружении этого события осциллограф запускается на фронте синхроимпульса для бита Ack после байта данных. Байт данных не обязательно должен следовать сразу после управляющего байта.



- **Пакет (начало: адр7: счит: подтв: данные) или Пакет (начало: адр7: зап: подтв: данные)**– запуск осциллографа выполняется в 7-битном режиме адресации по пакету чтения или записи на 17-м фронте синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



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

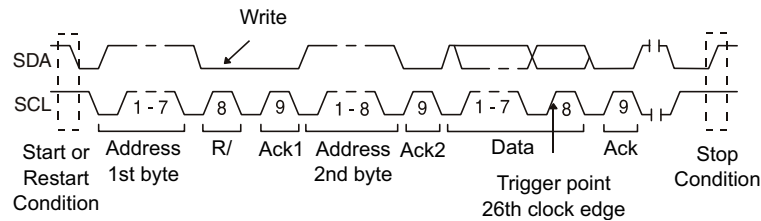


- **Запись по 10 бит** – запуск осциллографа выполняется по 10-битному пакету записи 26-го фронта синхроимпульса, если в шаблоне совпадают все биты. Пакет поступает в следующем формате:

Пакет (начало: байт адреса 1: зап: байт адреса 2: подтв: данные)



В целях запуска перезапуск рассматривается как условие начала.



- 5 Если осциллограф настроен на запуск по условию считывания данных EEPROM, выполните следующие действия.

Нажмите программную кнопку "**Данные -**", чтобы настроить осциллограф на запуск, когда значение данных = (равно), ? (не равно), < (меньше) или > (больше) значения данных, заданных программной кнопкой "**Данные**".

Запуск осциллографа будет выполнен по фронту 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 (0xFF), 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.

Сведения о последовательном декодировании I2C см. в разделе "**Последовательное декодирование по I2C**" на странице 322.

## Последовательное декодирование по I2C

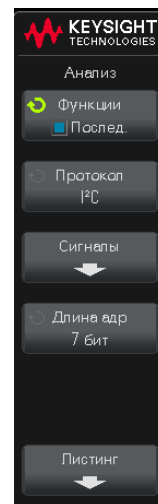
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов I2C, см. раздел "**Настройка для сигналов I2C**" на странице 317.

Для настройки запуска по I2C см. раздел "**Запуск по I2C**" на странице 318.

Настройка последовательного декодирования I2C

- 1** Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2** Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 3** Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.

- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **I2C**.
- 5 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.
- 6 Если осциллограф остановлен, для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/Стоп**.



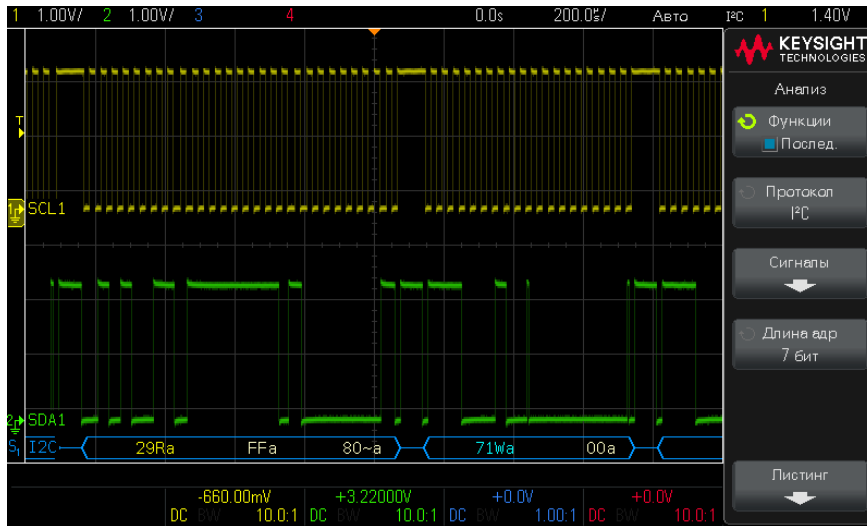
#### ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, возможно, сигналы I2C достаточно медленные для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, 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 324
  - ["Интерпретация данных I2C Lister"](#) на странице 325

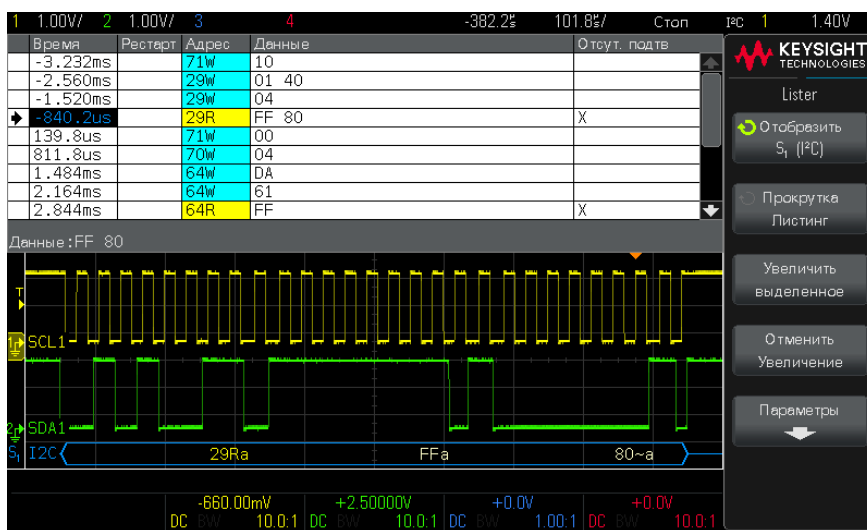
## Интерпретация данных декодирования I2C



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии посередине отображают неактивную шину.
- Декодированные шестнадцатеричные данные:
  - Значения адреса отображаются 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 пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает возможность отображения большего количества данных. Для просмотра данных можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.

- Искорженные 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.

Искорженные данные выделяют розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.



## 27 Запуск и последовательное декодирование по LIN

Настройка для сигналов LIN / 327

Запуск по LIN / 329

Последовательное декодирование по LIN / 331

Запуск и последовательное декодирование по LIN доступны на осциллографах серии DSOX1200.

### Настройка для сигналов LIN

Настройка сигнала LIN (коммутируемая локальная сеть) заключается в подключении осциллографа к источнику последовательного сигнала LIN, а также указании источника сигнала, порогового уровня напряжения, скорости передачи данных, контрольной точки и других параметров сигнала LIN.

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, выполните следующие действия:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей > Метки > Показать**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 4 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **LIN**.

6 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов LIN.

7 Нажмите программную кнопку **Источник**, чтобы выбрать канал, подключенный к линии сигнала LIN.

Каналу источника LIN будет автоматически присвоена метка.

8 Нажмите программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы задать уровень порогового напряжения сигнала LIN в середине сигнала LIN.

Пороговый уровень напряжения применяется при декодировании, и он используется в качестве уровня запуска, когда для выбранного слота последовательного декодирования установлен тип запуска.

9 Нажмите программную кнопку **Скор. пер. данных**, чтобы открыть меню «Скорость передачи данных LIN».

10 Нажмите программную кнопку **Бод** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать скорость передачи данных, соответствующую таковой сигнала шины LIN.

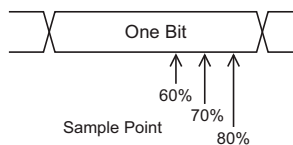
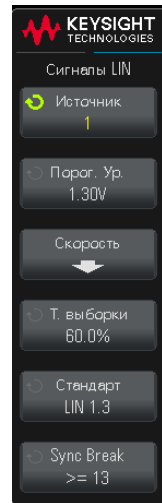
Скорость передачи данных по умолчанию составляет 19,2 кбит/с.

Если скорости сигнала LIN не соответствует ни одно из предустановленных значений, то для указания скорости передачи выберите параметр **Задано пользователем**, затем нажмите программную кнопку **Пользов. скорость** и поверните ручку ввода.

Скорость передачи данных LIN можно установить в диапазоне от 2,4 до 625 кбит/с с шагом 100 бит/с.

11 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню сигналов LIN.

12 Нажмите программную кнопку **Контрольная точка** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать контрольную точку, в которой осциллограф проведет выборку значения бита.





- 13** Нажмите программную кнопку **Стандарт** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать стандарт измерения LIN (LIN 1.3 или LIN 2.0).

Для сигналов LIN 1.2 используйте настройку LIN 1.3. Настройка LIN 1.3 подразумевает, что сигнал соответствует "Таблице действительных значений идентификатора", приведенной в разделе A.2 Спецификации LIN от 12 декабря 2002 г. Если сигнал не соответствует этой таблице, то используйте настройку LIN 2.0.

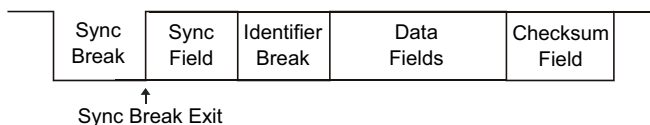
- 14** Нажмите программную кнопку **Прерыв. синхр.** и выберите минимальное число синхроимпульсов, определяющих прерывание синхронизации сигнала LIN.

## Запуск по LIN

Чтобы настроить осциллограф для получения сигнала LIN, см. раздел "**Настройка для сигналов LIN**" на странице 327.

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 **[Trigger] Запуск**.
- 2** Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».

- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем поверните ручку ввода для выбора последовательного слота (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигнала LIN.

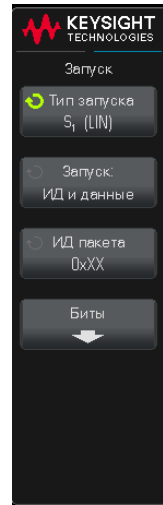
- 4 Нажмите программную кнопку **"Запустить по:"** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать условие запуска.

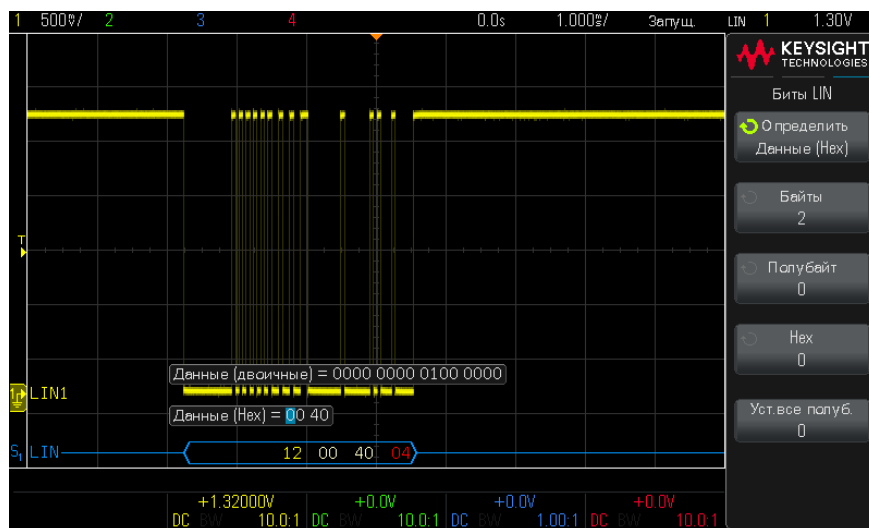
- **Sync** (Sync Break) – запуск осциллографа происходит по переднему фронту на выходе Sync Break сигнала однопроводной шины LIN, который отмечает начало пакета сообщения.
- **ИД** (идентификатор пакета) – запуск осциллографа при обнаружении ИД, равного выбранному значению. Используйте ручку **ввода**, чтобы выбрать значение идентификатора пакета.
- **ИД и Данные** (идентификатор пакета и данные) – запуск осциллографа происходит при обнаружении пакета с идентификатором и данными, совпадающими с выбранными значениями. При запуске по идентификатору пакета и данным выполните следующие действия.

- Чтобы выбрать значение идентификатора пакета, нажмите программную кнопку **"ИД пакета"** и воспользуйтесь ручкой **ввода**.

Обратите внимание на то, что в качестве идентификатора пакета можно выбрать "не имеет значения" 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 битов LIN нажмите и удерживайте искомую кнопку, чтобы вывести на экран фрагмент встроенной справки.

Сведения о декодировании данных LIN см. в разделе "[Последовательное декодирование по LIN](#)" на странице 331.

## Последовательное декодирование по LIN

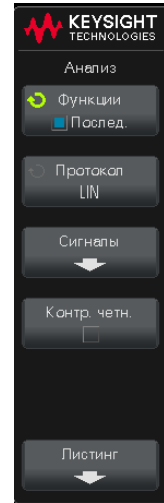
Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов LIN, см. раздел "[Настройка для сигналов LIN](#)" на странице 327.

Для настройки запуска по LIN см. раздел "[Запуск по LIN](#)" на странице 329.

Настройка последовательного декодирования LIN

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.

- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **LIN**.
- 5 Выберите, следует ли включить биты контроля четности в поле идентификатора.
  - a Если требуется замаскировать два верхних бита четности, 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.
- 6 Если осциллограф остановлен, для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/Стоп**.



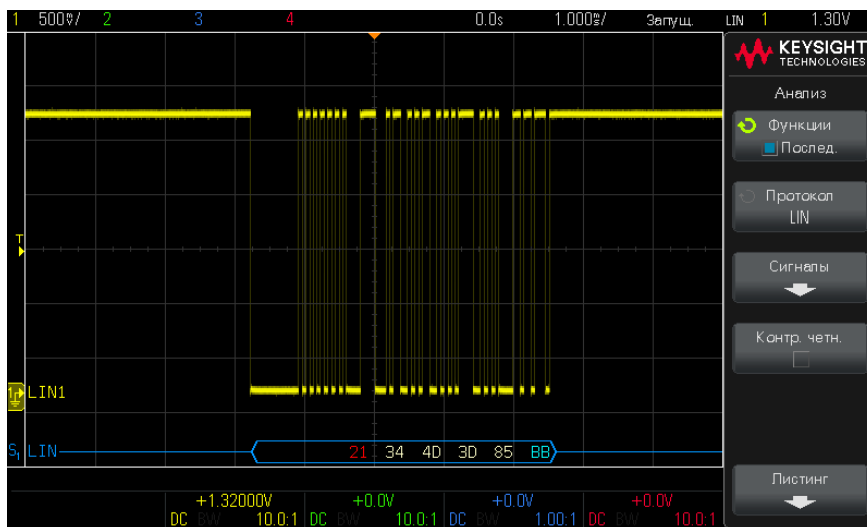
#### ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, возможно, сигнал LIN достаточно медленный для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, 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 333
  - ["Интерпретация данных LIN Lister"](#) на странице 334

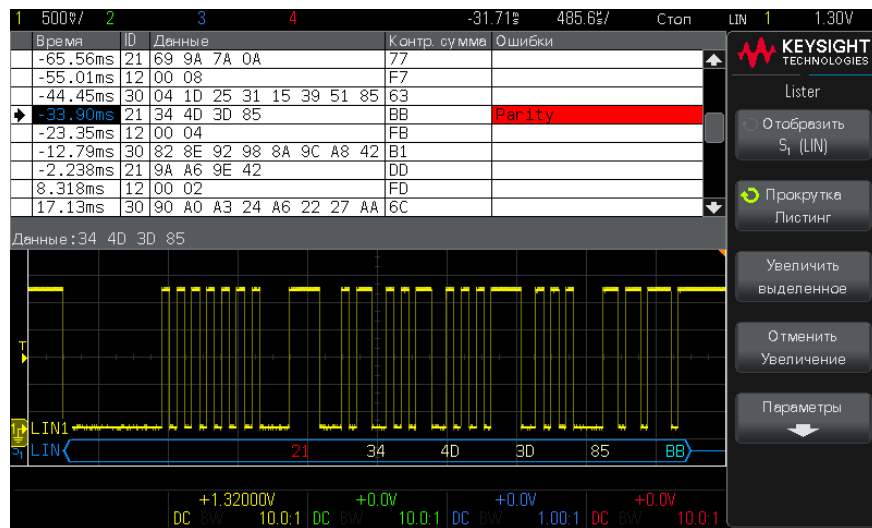
## Интерпретация данных декодирования LIN



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии по середине отображают неактивную шину (только для LIN 1.3).
- Шестнадцатеричный идентификатор и биты контроля четности (если включены) отображаются желтым цветом. Если обнаружена ошибка четности, то шестнадцатеричный идентификатор и биты контроля четности (если включены) отображаются красным.
- Шестнадцатеричные значения декодированных данных отображаются белым.
- Контрольная сумма для LIN 1.3 отображается синим цветом, если верна, и красным, если нет. Для LIN 2.0 контрольная сумма всегда отображается белым цветом.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.

- Неизвестные значения шины (неопределенные или ошибочные) отображаются красным.
- При наличии ошибки в поле синхронизации отобразятся красные символы SYNC.
- Если число символов в заголовке превысит указанное в стандарте, то отобразятся красные символы THM.
- Если общее число пакетов превысит указанное в стандарте, то отобразятся красные символы TFM (только для LIN 1.3).
- Сигнал активации LIN 1.3 обозначается синими символами WAKE. Если за сигналом активации не последует действительного ограничителя активации, то будет обнаружена ошибка, обозначаемая красными символами WUP.

## Интерпретация данных LIN Lister



Кроме стандартного столбца «Время», в меню «LIN Lister» также отображаются следующие столбцы:

- ID — ID пакета.
- Данные — байты данных (только для LIN 1.3).
- Контрольная сумма — (только для LIN 1.3).
- Данные и контрольная сумма- (только для LIN 2.0).

- Ошибки — выделяются красным.

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.





## 28 Запуск и последовательное декодирование по SPI

Настройка сигналов SPI / 337

Запуск по SPI / 344

Последовательное декодирование по SPI / 346

Запуск и последовательное декодирование по SPI доступны на осциллографах серии DSOX1200. 2-канальные осциллографы серии DSOX1200 поддерживают 3-проводную шину SPI (тактовый сигнал, данные и CS). 4-канальные осциллографы серии DSOX1200 поддерживают 4-проводную шину SPI (тактовый сигнал, MOSI, MISO и CS).

### ЗАМЕЧАНИЕ

Одновременно можно декодировать данные только одной последовательной шины SPI.

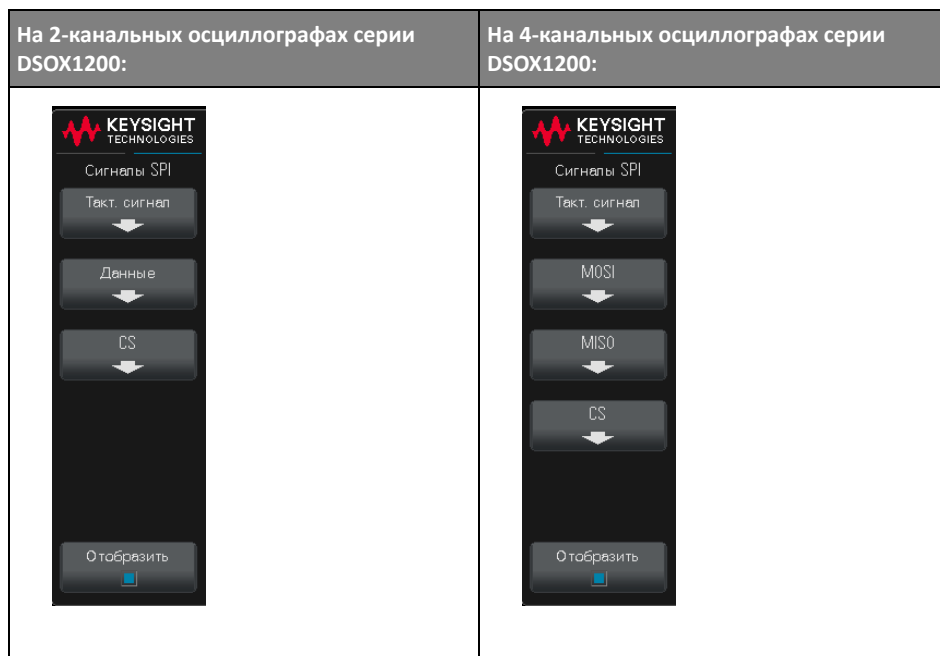
### Настройка сигналов SPI

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 для получения сигналов SPI, используйте программную кнопку **Сигналы**, отображающуюся в меню «Анализ»:

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей > Метки > Показать**, чтобы включить метки.

- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 4 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **SPI**.
- 6 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов SPI.



- 7 Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал**, чтобы открыть меню «Тактовый сигнал SPI».

В меню «Тактовый сигнал SPI» выполните следующие действия:

- a** Нажмите программную кнопку **Тактовый сигнал** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный к линии синхронизации SPI.

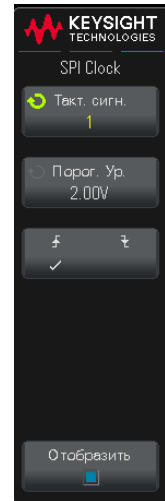
Каналу источника автоматически будет присвоена метка CLK.

- b** Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения тактового сигнала.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.

- c** Нажмите программную кнопку отклонения ( $\uparrow$   $\downarrow$ ), чтобы выбрать передний или задний фронт для источника тактовых сигналов.

Эта кнопка позволяет выбрать фронт синхроимпульса, который осциллограф будет использовать для фиксации последовательных данных. При включении параметра **Показывать сведения** на графике отображаются изменения, отражающие текущее состояние тактового сигнала.



- 8 На 2-канальных осциллографах серии DSOX1200 (поддерживающих 3-проводной SPI) нажмите программную кнопку **Данные**, чтобы открыть меню «Данные SPI».

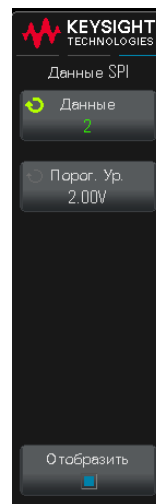
В меню «Данные SPI» выполните следующие действия:

- a Нажмите программную кнопку **Данные** 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 «Данные».

- b Нажмите программную кнопку **Порог**, затем с помощью ручки ввода выберите уровень порогового напряжения данных.

Уровень порогового напряжения используется при декодировании, и, когда для выбранного слота последовательного декодирования будет настроен тип запуска, он станет уровнем запуска.



- 9 На 4-канальных осциллографах серии DSOX1200 (поддерживающих 4-проводной SPI) нажмите программную кнопку **MOSI**, чтобы открыть меню «SPI MOSI».

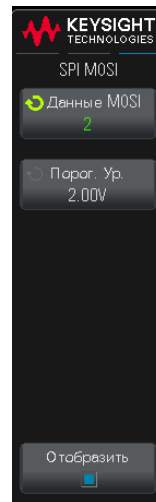
В меню «SPI MOSI» выполните следующие действия:

- 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** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать 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.



- 10** На 4-канальных осциллографах серии DSOX1200 (поддерживающих 4-проводной SPI) (дополнительная функция) нажмите программную кнопку **MISO**, чтобы открыть меню «SPI MISO».

В меню «SPI MISO» выполните следующие действия:

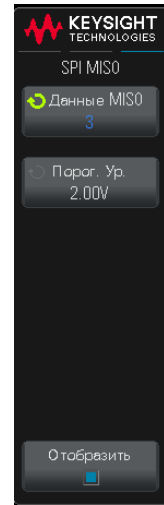
- a** Нажмите программную кнопку **Данные MISO** и с помощью ручки ввода выберите канал, подсоединенный ко второй линии последовательных данных SPI. (Если выбранный канал отключен, включите его.)

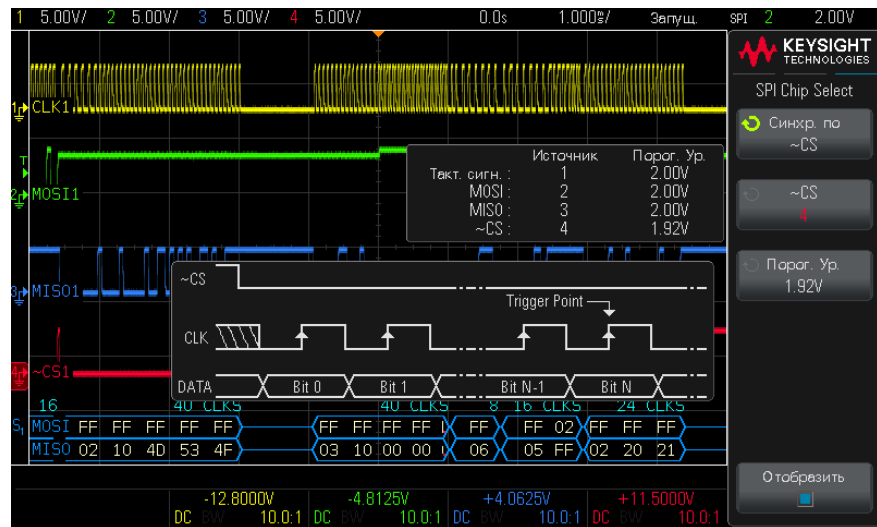
Каналу источника автоматически будет присвоена метка MISO.

- b** Нажмите программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать 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.

- 11** 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 будет 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.

В качестве значения "Тайм-аут" можно установить любую величину в диапазоне от 100 нс до 10 с.

При нажатии программной кнопки **Сформировать пакет по** на графике **Показать сведения** 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 функции **Показать сведения** 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 337.

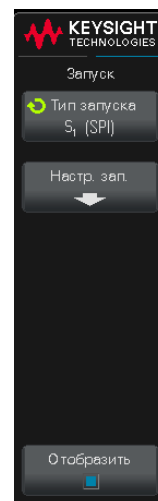
Настроив осциллограф на получение сигналов SPI, можно выполнять запуск по шаблону данных в начале периода формирования пакета. Длину строки последовательных данных можно задать в диапазоне от 4 до 32 бит.

Если выбран запуск по SPI и включена функция **Показать сведения**, отобразится график текущего состояния сигнала пакета, крутизны такта, числа битов данных и значений битов данных.

- 1** Нажмите **[Trigger] Запуск**.

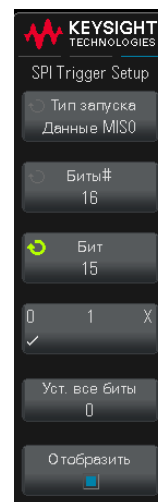


- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем поверните ручку ввода для выбора последовательного слота (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигналов SPI.
- 4 Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню «Настройки запуска по SPI».



- 5 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать условие 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.
- 6 Нажмите программную кнопку **Число бит** и с помощью ручки ввода задайте число бит (**Число бит**) 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.

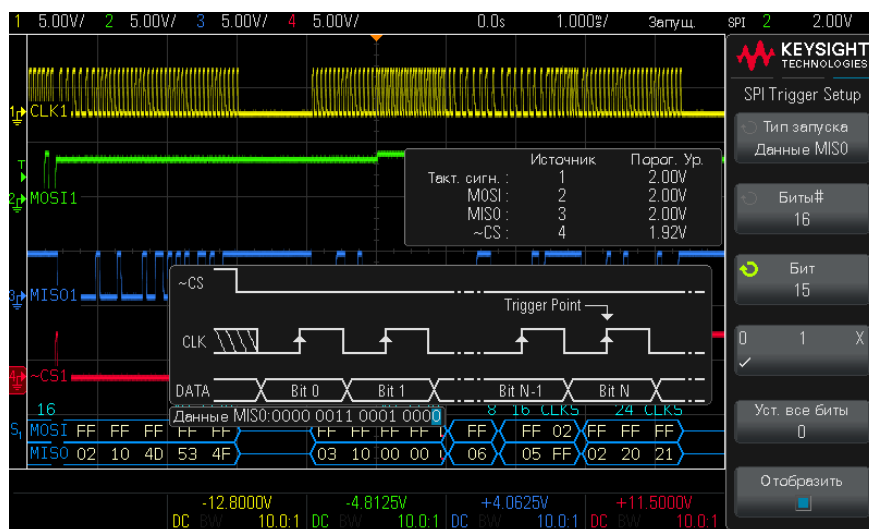


7 Для каждого бита в строке данных MOSI/MISO выполните следующие действия:

- 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**.

Сведения о декодировании SPI см. в разделе "[Последовательное декодирование по SPI](#)" на странице 346.

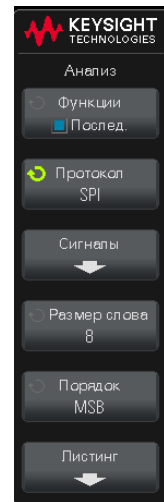
## Последовательное декодирование по SPI

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов SPI, см. раздел "[Настройка сигналов SPI](#)" на странице 337.

Для настройки запуска по SPI см. раздел "**Запуск по SPI**" на странице 344.

Настройка последовательного декодирования SPI

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **SPI**.
- 5 Нажмите программную кнопку **Размер слова**, затем поверните ручку ввода, чтобы выбрать число битов в слове.
- 6 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.
- 7 Если осциллограф остановлен, для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/Стоп**.



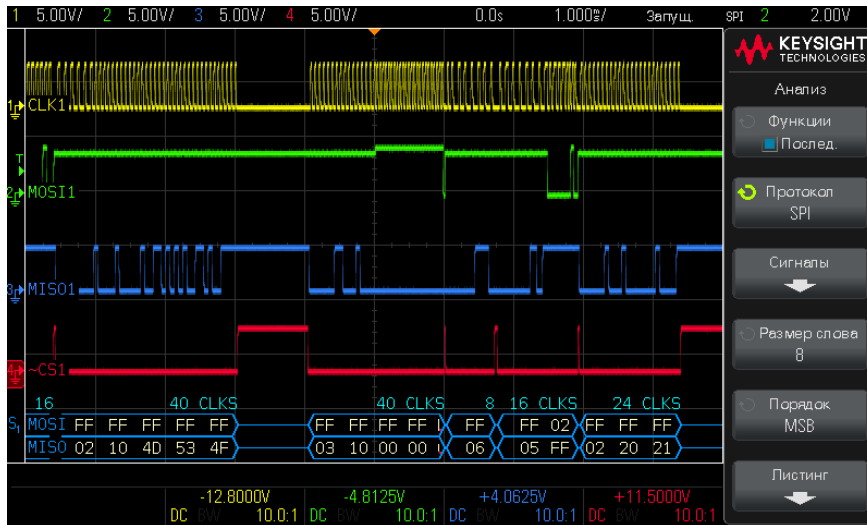
#### ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, возможно, сигнал SPI достаточно медленный для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, 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.

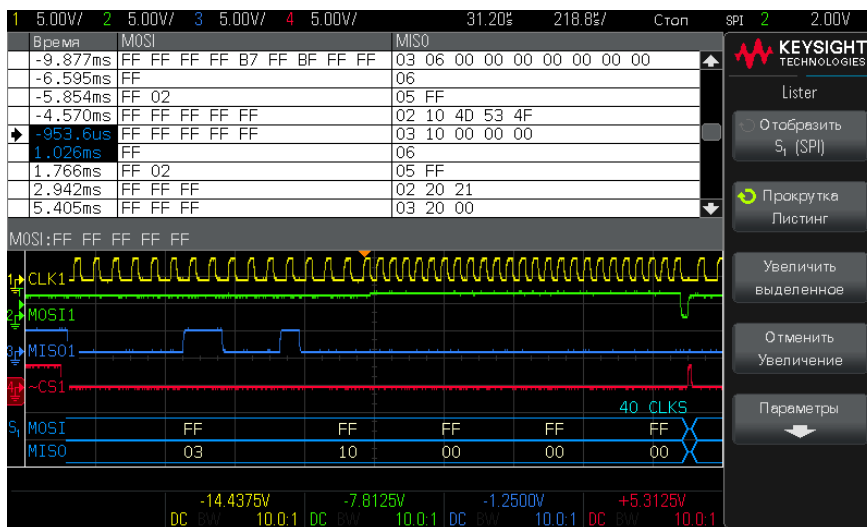
- См. также
- "**Интерпретация данных декодирования SPI**" на странице 348
  - "**Интерпретация данных SPI Lister**" на странице 349

## Интерпретация данных декодирования SPI



- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии посередине отображают неактивную шину.
- Число тактов в пакете отображается светло-голубым цветом над пакетом справа.
- Шестнадцатеричные значения декодированных данных отображаются белым.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Наличие в строке декодирования красных точек означает наличие данных, которые не отображаются. Для их просмотра можно выполнить прокрутку или увеличить коэффициент развертки.
- 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 SPI Lister также содержит следующие столбцы.

- Данные — байты данных (MOSI и MISO).

Искаженные данные выделяются розовым. Когда это происходит, следует задать для времени/деления развертки меньшее значение и снова запустить процесс.



# 29 Запуск по UART/RS232 и последовательное декодирование

Настройка сигналов UART/RS232 / 351

Запуск UART/RS232 / 354

Последовательное декодирование по UART/RS232 / 356

Запуск и последовательное декодирование по UART/RS232 доступны на осциллографах серии DSOX1200 и EDUX1052A/G.

## Настройка сигналов UART/RS232

Настройка осциллографа для получения сигналов UART/RS232

- 1 Нажмите кнопку **[Display] Дисплей > Метки > Показать**, чтобы включить метки.
- 2 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 3 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 4 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 5 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **UART/RS232**.


6 Нажмите программную кнопку **Сигналы**, чтобы открыть меню сигналов UART.

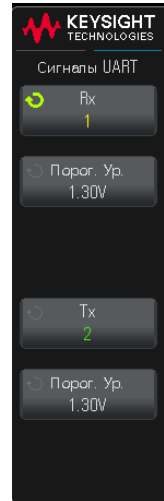
7 Следующие действия выполните для сигналов Rx и Tx.

- a Подключите канал осциллографа к источнику сигнала тестируемого устройства.
- b Нажмите программную кнопку **Rx** или **Tx** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать канал для сигнала.
- c Нажмите соответствующую программную кнопку **Порог** и поверните ручку ввода, чтобы выбрать пороговый уровень напряжения сигнала.

Пороговый уровень напряжения применяется при декодировании, и он используется в качестве уровня запуска, когда для выбранного слота последовательного декодирования установлен тип запуска.

Для каналов-источников сигнала автоматически устанавливаются метки RX и TX.

8 Нажмите  кнопку «Назад», чтобы вернуться в меню «Анализ».





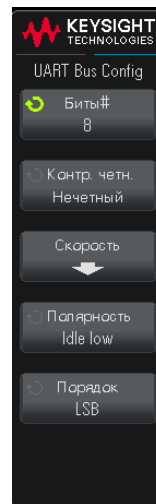
- 9 Нажмите программную кнопку **Настройка шины**, чтобы открыть меню настройки шины UART.

Задайте следующие параметры.

- a **Число бит** – задайте количество бит в словах UART/RS232, аналогичное количеству на тестируемом устройстве (от 5 до 9 бит).
- b **Четность** – выберите нечетное, четное или нулевое значение в соответствии с контролем четности на тестируемом устройстве.
- c **Скорость** – последовательно нажмите программные кнопки **Скор. пер. данных** и **Скорость**, а затем выберите скорость передачи данных, аналогичную скорости сигнала тестируемого устройства. Если требуемая скорость передачи данных не отображается в списке, выберите **Задано пользователем** на программной кнопке «Скорость», а затем выберите нужную скорость передачи данных с помощью программной кнопки **Пользов. скорость**.

Скорость передачи данных UART можно установить в диапазоне от 1,2 кбит/с до 10,0000 Мбит/с с шагом 100 бит/с.

- d **Полярность** – выберите низкое значение при бездействии или высокое значение при бездействии в соответствии с состоянием тестируемого устройства при бездействии. Для RS232 выберите низкое значение при бездействии.
- e **Порядок битов** – решите, какой бит (старший (MSB) или младший (LSB)) должен следовать за начальным битом сигнала от тестируемого устройства. Для RS232 выберите значение LSB.



#### ЗАМЕЧАНИЕ

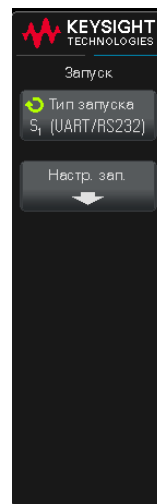
На экране последовательного декодирования старший бит всегда отображается слева независимо от заданного порядка битов.

## Запуск UART/RS232

Сведения о настройке осциллографа для получения сигналов UART/RS-232 см. в разделе "**Настройка сигналов UART/RS232**" на странице 351.

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 **[Trigger] Запуск**.
- 2 Нажмите программную кнопку **Тип запуска** в меню «Запуск».
- 3 Нажмите программную кнопку **Тип запуска**, затем поверните ручку ввода для выбора последовательного слота (Послед. 1), на котором выполняется декодирование сигналов UART/RS232.

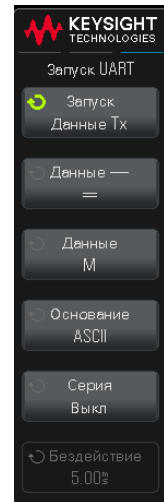


- 4 Нажмите программную кнопку **Настройка запуска**, чтобы открыть меню «Настройки запуска по UART».

- 5 С помощью программной кнопки **Основание** выберите «Шестнадцатерич.» или «ASCII» в качестве основания, отображаемого на программной кнопке «Данные» в меню настройки запуска UART.

Обратите внимание, что настройка этой программной кнопки не влияет на выбранное основание дисплея декодирования.

- 6 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). Запускается, только когда 9-й бит (предупреждение) равен 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). Запускается, только когда 9-й бит (предупреждение) равен 0. Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).



- **Rx X:данные** — используется, когда длина слов данных тестируемого устройства составляет 9 битов, включая бит предупреждения (9-й бит). Выполняется запуск на указанном байте данных независимо от значения 9-го бита (предупреждение). Указанный байт данных применяется к 8 самым младшим битам (за исключением 9-го бита (предупреждение)).
  - Аналогичные варианты доступны для Tx.
  - **Ошибка четности Rx или Tx** — осциллограф запускается при обнаружении ошибок четности на основе настройки в меню настройки шины UART.
- 7 Если выбрано условие запуска со словом **Данные** в описании (например, **Данные Rx**), нажмите программную кнопку **Данные:** и выберите классификатор равенства. Можно установить запуск, когда значение данных равно, не равно, меньше или больше заданного значения.
  - 8 С помощью программной кнопки **Данные** выберите значение данных для сравнения. Эта кнопка используется вместе с кнопкой **Данные:**.
  - 9 Дополнительно: С помощью программной кнопки **Серия** можно выполнить запуск N-ного пакета (1-4096) после выбранного времени бездействия. Для выполнения запуска должны быть выполнены все условия запуска.
  - 10 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, возможно, сигналы UART/RS232 достаточно медленные для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, затем нажмите программную кнопку **Режим**, чтобы изменить режим запуска с **Авто** на **Нормальный**.

Сведения о последовательном декодировании UART/RS232 см. в разделе "[Последовательное декодирование по UART/RS232](#)" на странице 356.

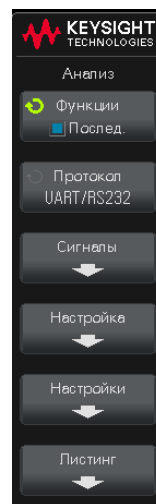
## Последовательное декодирование по UART/RS232

Чтобы настроить осциллограф для получения сигналов UART/RS232, см. раздел "[Настройка сигналов UART/RS232](#)" на странице 351.

Для настройки запуска по UART/RS232 см. раздел "**Запуск UART/RS232**" на странице 354.

Настройка последовательного декодирования UART/RS232

- 1 Нажмите кнопку **[Analyze] Анализ**.
- 2 Нажмите кнопку **Функции**, затем выберите **Последовательная шина**.
- 3 Снова нажмите кнопку **Функции** (или нажмите ручку ввода), чтобы включить отображение последовательной шины.
- 4 Нажмите программную кнопку **Режим** и выберите **UART/RS232**.
- 5 Нажмите кнопку **Настройки**.

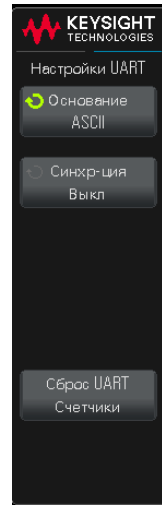


- 6 В меню «Настройки UART» нажмите программную кнопку **Основание**, чтобы выбрать основание (шестнадцатеричное, двоичное или ASCII) для отображения декодированных слов.

- При отображении слов с основанием ASCII используется 7-битный формат ASCII. Допустимые символы ASCII находятся в пределах от 0x00 до 0x7F. Для отображения данных с основанием 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 UART/RS232» для параметра **Номера битов** задано значение 9, 9-й бит (предупреждение) отображается слева от значения ASCII (которое получено из 8 младших битов).

- 7 Дополнительно: Нажмите программную кнопку **Кадрирование** и выберите значение. Выбранное значение отобразится на дисплее декодирования голубым цветом. Однако в случае ошибки контроля четности данные отобразятся красным.

- 8 Если осциллограф остановлен, для сбора и декодирования данных нажмите кнопку **[Run/Stop] Пуск/Стоп**.



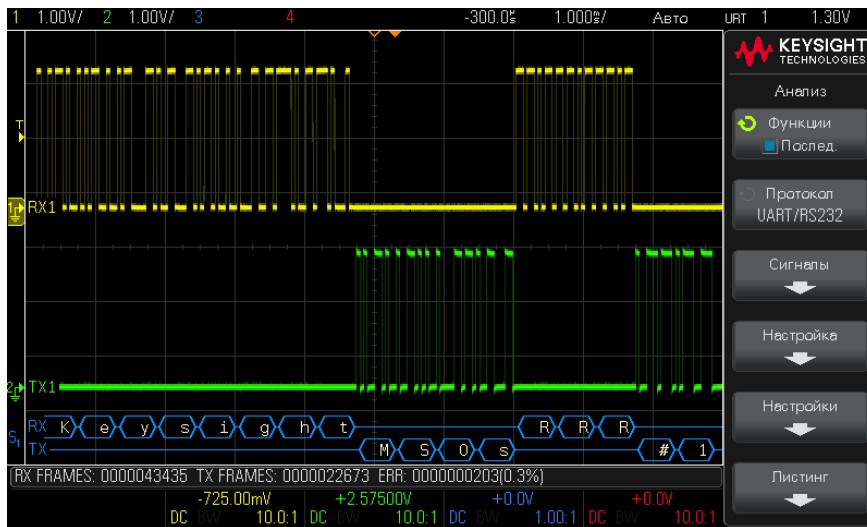
### ЗАМЕЧАНИЕ

Если настройка не обеспечивает устойчивого запуска, возможно, сигналы UART/RS232 достаточно медленные для автоматического запуска осциллографа. Нажмите кнопку **[Trigger] Запуск**, 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 359
  - ["Суммирующее устройство UART/RS232"](#) на странице 360
  - ["Интерпретация данных UART/RS232 в Lister"](#) на странице 361

## Интерпретация данных декодирования UART/RS232

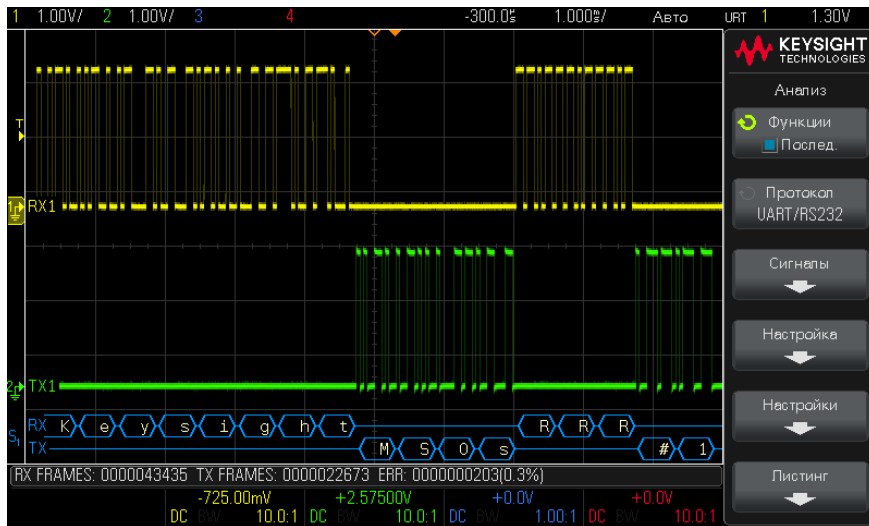


- Угловые сигналы отображают активную шину (внутри пакета/кадра).
- Синие линии посередине отображают неактивную шину.
- При использовании 5-8-битных форматов декодированные данные отображаются белым (в двоичном, шестнадцатеричном виде или ASCII).
- При использовании 9-битного формата все слова данных, включая 9-й бит, отображаются зеленым. 9-й бит отображается слева.
- Выбранное значение слова данных для синхронизации отображается светло-голубым. При использовании 9-битного формата для слов данных 9-й бит также будет отображаться светло-голубым.
- Если места внутри границ пакета недостаточно, то декодированный текст в его конце будет сокращен.
- Наличие розовых вертикальных штрихов означает, что для просмотра декодированных данных следует увеличить масштаб развертки (и запустить процесс снова).
- Если настройка масштабирования по вертикали не допускает отображения всех доступных декодированных данных, то в декодированной шине вместо скрытых данных будут отображаться красные точки. Для просмотра скрытых данных следует увеличить коэффициент развертки.

- Неизвестные (неопределенные) шины выделяются красным.
- В случае ошибки четности связанное слово данных (включающее 5-8 битов и дополнительный 9-й бит) отображается красным.

## Суммирующее устройство UART/RS232

Суммирующее устройство UART/RS232 состоит из счетчиков, которые позволяют напрямую измерять качество и эффективность работы шины. Суммирующее устройство отображается на экране, если для параметра «Декодирование UART/RS232» установлено значение включения в меню «Анализ».



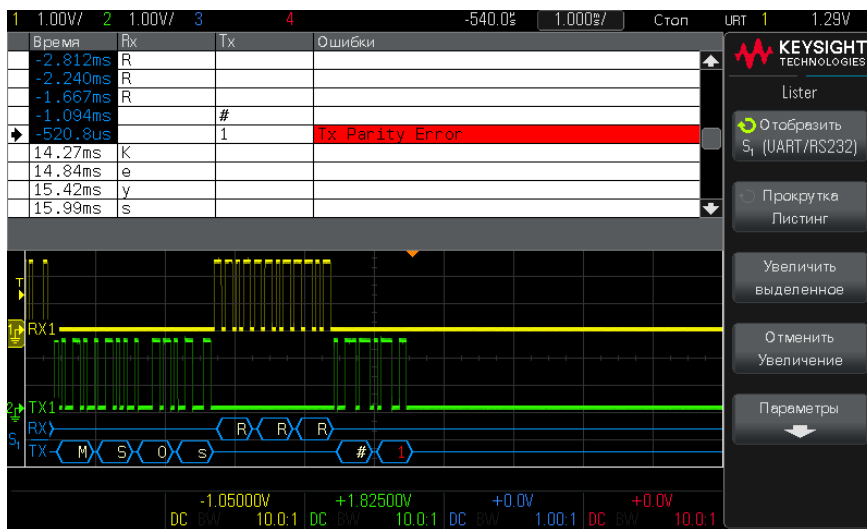
Суммирующее устройство работает (считает пакеты и вычисляет процент пакетов с ошибками), даже если осциллограф остановлен (сбор данных не ведется).

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 заполнении памяти на счетчике отображается сообщение **ПЕРЕПОЛНЕНИЕ**.

Чтобы обнулить значения счетчиков, достаточно нажать программную кнопку **Сброс счетчиков UART** в меню настройки UART.



## 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.



# Предметный указатель

## Символы

«Предел ПП?» на дисплее цифрового вольтметра, 218

## A

AC RMS - измерение "Полный экран", 188  
AC RMS - измерение N-циклов, 188  
AM (амплитудная модуляция), выходной сигнал генератора, 234  
AutoIP, 259, 260

## D

DC RMS - измерение "N-циклы", 188  
DC RMS - измерение "Полный экран", 187  
DHCP, 259, 260  
DVM (цифровой вольтметр), 217

## F

f(t), 83  
FM (частотная модуляция), выходной сигнал генератора, 236  
FRA (анализ частотных характеристик), 221  
FSK (манипуляция сдвигом частоты), выходной сигнал генератора, 237

## G

g(t), 83

## I

IP-адрес, 259, 277  
IP-адрес DNS, 259  
IP-адрес шлюза, 259

## S

SCL, запуск по I2C, 318  
SDA, 317  
SDA, запуск по I2C, 318

## U

USB, извлечь устройство, 41  
USB, устройство CD, 263  
USB-накопитель, 41  
USB-принтер, 251  
USB-принтеры, поддерживаемые, 251  
USB-устройство не распознано, 257  
USB-флэш-накопитель, 41

## X

X при Макс. Y при БПФ, 181  
X при Мин. Y при БПФ, 181

## Z

Z-гашение, 54

## A

Автомасштабирование, 28  
автомасштабирование отображаемых каналов, 266  
Автомасштабирование, отмена, 29  
автоматические измерения, 177, 179  
автоматическое приращение, 247

Автонастройка, БПФ, 73, 88, 90  
автономное подключение, 260  
авторское право, 2  
активная последовательная шина, 313, 324, 333, 348, 359  
альбомный режим, 254  
амплитуда генератора сигналов, анализ частотных характеристик, 224  
амплитудная модуляция (AM), выходной сигнал генератора, 234  
амплитудно-частотная характеристика, 152  
Анализ сегментов, 164  
анализ сегментов, 163  
анализ частотных характеристик (FRA), 221  
аналоговые фильтры, настройка, 87  
аналоговые фильтры, регулировка, 71  
аналоговый канал, затухание пробника, 66  
аналоговый канал, настройки, 59

## B

безопасная очистка, 250  
белый шум, добавление в вывод генератора сигнала, 233  
библиотека меток по умолчанию, 111  
библиотека, метки, 109  
биты, запуск по SPI, 345  
блок памяти для получения данных, сохранение, 244  
быстрая остановка изображения, 275  
быстрая отладка автомасштаба, 266  
быстрая печать, 275

быстрое восстановление, 275  
 Быстрое действие «Быстрая печать», 251  
 быстрое измерение всех данных, 274  
 быстрое сохранение, 275  
 быстрый сброс экрана, 275

## В

В эфф., единицы БПФ по вертикали, 73  
 веб-интерфейс, 277  
 веб-интерфейс, доступ, 278  
 веб-страница «Утилиты прибора», 287  
 верньер, канал, 39, 63  
 версии микропрограмм, 287  
 версия ПО, 272  
 вертикальное расширение, 39, 61  
 включение, 26  
 включение канала, 39  
 влажность (условия окружающей среды), 293  
 внешнее запоминающее устройство, 41  
 внешний запуск, 145  
 внешний запуск, входной импеданс, 146  
 внешний запуск, диапазон входного сигнала, 147  
 внешний запуск, единицы пробника, 147  
 внешний запуск, затухание пробника, 147  
 внешний запуск, порог входного сигнала, 147  
 внешний запуск, цифровой сигнал, 147  
 возврат устройства для проведения обслуживания, 274  
 восстановление, 275  
 восстановление файлов маски, 248  
 восстановление файлов настройки, 248  
 восстановление файлов через веб-интерфейс, 285

восстановление, быстрое восстановление, 275  
 временная развертка, 51  
 время задержки (подготовки), 165  
 время нарастания осциллографа, 154  
 время нарастания, осциллограф, 154  
 время нарастания, сигнал, 155  
 время подготовки, 165  
 время сохранения данных, 244  
 время сохранения, данные, 244  
 время, измерения, 190  
 время, подготовка, 165  
 встроенная справка, 44  
 вход EXT TRIG как входной сигнал по оси Z, 54  
 ВЧ-заграждение, 144  
 вязь канала по переменному току, 62  
 выбор значений, 34  
 выбор, значения, 34  
 выбрано, 262  
 выключатель питания, 26, 33  
 высота над уровнем моря (условия окружающей среды), 293  
 выход генератора сигналов, 268  
 выход генератора сигналов шума, 231  
 выход запуск, 268  
 выход запуска, тест по маске, 207, 268  
 выход, запуск, 268  
 выходной сигнал генератора постоянного тока, 230

## Г

гарантия, 2, 273  
 гарантийные технические характеристики, 291  
 гауссова амплитудно-частотная характеристика, 153  
 гашение, 54  
 генератор сигналов, 227  
 генератор сигналов, тип сигнала, 227  
 глубина, модуляция АМ, 235

## Д

данные анализа частотной характеристики, сохранение, 226  
 данные однократного запуска, 35  
 двоичные данные (.bin), 295  
 двоичные данные MATLAB, 296  
 двоичные данные в MATLAB, 296  
 двоичные данные, пример программы для чтения, 299  
 декодирование CAN, каналы-источники, 308  
 децибелы, единицы БПФ по вертикали, 73  
 децибелы, единицы измерения функции БПФ по вертикальной оси, 89  
 диаграмма Бодэ, анализ частотных характеристик, 224  
 диапазон, БПФ, 88  
 диапазон, вход внешнего запуска, 147  
 дискретизация, общие сведения, 151  
 диспетчер файлов, 261  
 дисплей, детали сигнала, 99  
 дисплей, интерпретация, 43  
 дисплей, метки программных кнопок, 44  
 дисплей, послесвечение, 101  
 дисплей, строка состояния, 43  
 Длительность - измерение, 193  
 Длительность + измерение, 193

## Е

Единицы БПФ по вертикали, 73  
 единицы измерения курсора, 171  
 единицы измерения курсоров коэффициент X, 171  
 единицы измерения курсоров коэффициент Y, 171  
 единицы измерения по вертикальной оси, БПФ, 89  
 Единицы измерения функции БПФ по вертикальной оси, 89  
 единицы измерения, курсор, 171

единицы измерения,  
математика, 84  
единицы измерения, пробник, 65  
единицы измерений фазы X, 171  
Единицы по вертикали, БПФ, 73  
единицы пробника, 65  
единицы, математические  
функции, 84  
единицы, пробник внешнего  
запуска, 147

### 3

заводские настройки по  
умолчанию, 250  
заграждение от высокочастотного  
шума, 144  
заграждение от низкочастотного  
шума, 143  
Загрузить из, 247  
загрузка файла, 261  
задержка, 144  
задержка развертки, 55  
запись измерений, 244  
запуск RS232, 354  
запуск UART, 354  
запуск по CAN, 309  
запуск по I2C, 318  
запуск по LIN, 329  
Запуск по SPI, 344  
Запуск по видеосигналам, 126  
запуск по времени  
нарастания/спада, 123  
запуск по длительности  
импульса, 118  
запуск по импульсной помехе, 118  
запуск по любому фронту, 117  
запуск по настройке и  
удержанию, 124  
запуск по отклонению, 116  
запуск по пакету, I2C, 320  
запуск по фронту, 116  
запуск по чередованию  
фронт, 117  
запуск по шаблону, 121  
запуск сбора данных, 35  
запуск, внешний, 145  
запуск, задержка, 144  
запуск, источник, 116

запуск, общая информация, 114  
запуск, определение, 114  
запуск, принудительный, 115  
запуск, режим/связь, 139  
запуск, сигнал Gen Out, 268  
заранее определенные метки, 108  
заставка, экран, 264  
затухание пробника, 66  
затухание пробника, внешний  
запуск, 147  
затухание, пробник, внешний  
запуск, 147  
захват помех, 158  
захват серий импульсов, 163  
Заявление о соответствии, 293  
значение постоянной  
составляющей при вычислении  
FFT, 77  
значения, выбор, 34

### И

Идентификатор хоста, 272  
извлечь USB-накопитель, 262, 263  
изменение сетевого пароля, 289  
измерение "X при макс Y", 197  
измерение "X при мин Y", 197  
измерение "стд отклонение", 188  
Измерение (-) длительности, 193  
Измерение (+) длительности, 193  
Измерение амплитуды, 183  
Измерение в режиме "Рабочий  
цикл", 193  
измерение верхнего уровня, 184  
Измерение времени  
нарастания, 194  
Измерение времени спада, 194  
Измерение выброса на  
фронте, 180  
измерение выброса на  
фронте, 185  
Измерение задержки, 180  
измерение задержки, 194  
измерение количества  
отрицательных импульсов, 198  
измерение количества  
положительных  
импульсов, 198  
Измерение максимума, 183  
Измерение минимума, 183  
Измерение основания, 185  
Измерение отрицательного  
выброса, 186  
Измерение отрицательного  
выброса на фронте, 181  
Измерение периода, 190  
Измерение полной  
амплитуды, 183  
измерение скорости передачи в  
битах, 193  
Измерение фазы, 181  
измерение фазы, 195  
измерение частоты, 191  
измерение, быстрое измерение  
всех данных, 274  
измерения, 179  
Измерения FFT, 76  
измерения с общим снимком, 181  
измерения с помощью  
курсоров, 167  
Измерения счетчика, 192  
измерения счетчика заднего  
фронта, 199  
измерения счетчика переднего  
фронта, 199  
измерения, автоматические, 177  
измерения, время, 190  
измерения, выброс на фронте, 180  
измерения, задержка, 180  
измерения, напряжение, 182  
измерения, отрицательный выброс  
на фронте, 181  
измерения, фаза, 181  
изображение сигнала, контрольная  
точка, 263  
импульсный выходной сигнал  
генератора, 230  
имя файла, новое, 247  
имя хоста, 277  
имя хост-системы, 259  
инвертирование сигнала, 64  
инвертировать цвета  
координатной сетки, 242  
индикатор времени задержки, 58  
индикатор запуска «Авто?», 141  
индикатор запуска «Запуц.?», 141  
индикатор запуска  
«Запущено», 141

индикатор запуска, Авто?, 141  
индикатор запуска, Запуш.?, 141  
индикатор запуска, Запущено, 141  
индикатор точки отсчета  
времени, 58  
Интервал, БПФ, 72  
интерфейс LAN, удаленное  
управление, 257  
информация о версии  
микропрограммного  
обеспечения, 278  
искажение, аналоговый канал, 66  
источник питания, 42

## К

калибровка, 271  
канал, аналоговый, 59  
канал, верньер, 39, 63  
канал, единицы пробника, 65  
канал, инвертирование, 64  
канал, искажение, 66  
канал, кнопки  
включения/выключения, 39  
канал, ограничение полосы  
пропускания, 63  
канал, положение, 62  
канал, связь, 62  
канал, чувствительность по  
вертикали, 61  
категория измерения,  
определения, 292  
категория перенапряжения, 293  
клавиатура, USB, 105, 110, 247,  
254, 265  
Клавиша Принуд., 38  
классификатор, длительность  
импульса, 120  
кнопка "Быстрое действие", 274  
Кнопка «Назад», 33  
кнопка «Сбор», 55  
Кнопка «Яркость», 33  
Кнопка Автомасштаб, 34  
Кнопка Анализ, 36  
Кнопка БПФ, 39  
Кнопка Быстрое действие, 37  
Кнопка Внешн., 41  
Кнопка Генер. сигналов, 39, 40

кнопка горизонтального  
масштаба, 35  
Кнопка Дисплей, 37  
Кнопка Запуск, 38  
Кнопка запуска, запуск, 139  
кнопка защиты от калибровки, 42  
Кнопка Измерения, 36, 177  
Кнопка Курсоры, 36  
Кнопка Масштаб, 35  
Кнопка Математика, 40  
Кнопка Настройки по  
умолчанию, 34  
кнопка однократного запуска, 150  
Кнопка Сбор, 35, 48, 160  
кнопка Сбор, 52  
Кнопка Сохр. на устр-ве USB, 37  
Кнопка  
Сохранить/Восстановить, 37  
Кнопка Справка, 39  
Кнопка Утилиты, 37  
Кнопка Шина, 69  
кнопки (клавиши), передняя  
панель, 31  
Кнопки инструментов, 37  
Кнопки управления работой, 35  
компенсация пассивных  
пробников, 30, 40  
компенсация пробника, 40  
компенсация пробника, требуется  
настройка 10:1, 30  
контроль длины, 244  
контроль яркости, 99  
контрольная точка, изображение  
сигнала, 263  
конфигурация по умолчанию, 28  
Короткие импульсы, 190  
Краткая справка, 44  
курсоры, ручную, 169  
курсоры, двоичные, 169  
курсоры, отслеживание  
сигнала, 169  
курсоры, шестнадцатеричные, 170

## Л

линия синхронизации, запуск по  
I2C, 318  
лицевая панель, удаленная, 280

логические предустановки  
генератора сигналов, 232  
логические предустановки,  
генератор сигналов, 232  
Ложные низкочастотные  
сигналы, 77  
локализованная накладка на  
переднюю панель, 41

## М

максимальная частота  
дискретизации, 156  
максимальная частота  
сигнала, 151  
максимальное входное  
напряжение, 292  
манипуляция сдвигом частоты  
(FSK), выходной сигнал  
генератора, 237  
маркировка, продукт, 304  
маска подсети, 259  
маска, сигнал Gen Out, 268  
масштабирование и прокрутка, 48  
математика,  $1*2$ , 86  
математика,  $1/2$ , 86  
математика, амплитуда/фаза  
БПФ, 87  
математика, БПФ, 71  
математика, деление, 86  
математика, единицы  
измерения, 84  
математика, преобразование  
функций по арифметическим  
операциям, 83  
математика, умножение, 86  
математика, функции, 81  
математическая функция  
амплитуды БПФ, 87  
математическая функция БПФ, 71  
математическая функция  
вычитания, 85  
математическая функция  
деления, 86  
математическая функция  
сложения, 85  
математическая функция  
умножения, 86

математическая функция фазы БПФ, **87**  
 математическая функция фильтра низких частот, **92**  
 математическая функция фильтра, нижние частоты, **92**  
 математические операторы, **84**  
 математические преобразования, **86**  
 математические функции, вычитание, **85**  
 математические функции, единицы, **84**  
 математические функции, использование математической функции сигнала, **82**  
 математические функции, масштаб, **84**  
 математические функции, сложение, **85**  
 математические функции, смещение, **84**  
 меры безопасности, **27**  
 меры предосторожности при транспортировке, **274**  
 места сохранения, навигация, **246**  
 Место, **247**  
 место, **262**  
 метки, **107**  
 метки каналов, **107**  
 метки программных кнопок, **44**  
 метки, автоматическое приращение, **110**  
 метки, библиотека по умолчанию, **111**  
 модуляция, выходной сигнал генератора, **233**

## Н

нажать для перехода, **246, 262**  
 названия пунктов меню, **44**  
 накладка, локализованная, **41**  
 наложение спектров, **151**  
 Наложение спектров, БПФ, **77**  
 напряжение, измерения, **182**  
 настройка автомасштаба, **266**  
 настройка по умолчанию, **250**

настройка, анализ частотных характеристик (FRA), **222**  
 настройки генератора сигналов по умолчанию, восстановление, **238**  
 настройки интерфейса ввода/вывода, **257**  
 настройки по умолчанию, **28**  
 настройки по умолчанию, генератор сигналов, **238**  
 настройки, восстановление, **248**  
 настройки, по умолчанию, **28**  
 неактивная последовательная шина, **313, 324, 333, 348, 359**  
 нелинейные искажения, **87**  
 необработанная запись сбора данных, **244**  
 необходимая полоса пропускания осциллографа, **155**  
 необходимая полоса пропускания, осциллограф, **155**  
 неопределенное состояние, **170**  
 неполная дискретизация сигналов, **151**  
 новая метка, **109**  
 номер модели, **272, 277**  
 нормальный режим, **156, 157**  
 нормальный режим сбора данных, **157**  
 нормативная информация, **304**  
 НЧ заграждение, **143**

## О

Об осциллографе, **272**  
 область измерений, **44**  
 область информации, **44**  
 обновление ПО и микропрограммы, **294**  
 обновления для микропрограммы, **294**  
 обновления для ПО, **294**  
 общий снимок, быстрое действие, **274**  
 объем памяти и частота дискретизации, **156**  
 ограничение полосы пропускания, **63**

одиночный цикл сбора данных, **142**  
 однократные события, **150**  
 окно Блэкмана-Харриса БПФ, **72**  
 Окно Блэкмана-Харриса функции БПФ, **89**  
 Окно БПФ, **72, 89**  
 Окно БПФ с плоской вершиной, **72**  
 окно измерения с экраном масштаба, **202**  
 Окно команд SCPI, **281**  
 Окно с плоской вершиной функции БПФ, **89**  
 окно Хеннинга БПФ, **72**  
 Окно Хэннинга функции БПФ, **89**  
 Окно, БПФ, **72, 89**  
 операторы, математические, **84**  
 опорные сигналы, **93**  
 определения измерений, **179**  
 органы управления и разъемы передней панели, **31**  
 органы управления, передняя панель, **31**  
 Основной порт USB, **41**  
 останов сбора данных, **35**  
 остановка изображения, **275**  
 остановка изображения, быстрая остановка изображения, **275**  
 отклонение, модуляция FM, **236**  
 отклонения частоты, модуляция FM, **236**  
 отключение сетевого пароля, **289**  
 отображение аналоговой шины, **69**  
 отображение результатов нескольких циклов сбора данных, **150**  
 отображение, область, **44**  
 отслеживание курсоров, **169**  
 очистка, **273**  
 очистка дисплея, **159**  
 очистка, безопасная, **250**

## П

Пакет Keysight IO Libraries Suite, **282**  
 палитра, **242**  
 память осциллографа, **114**

- память, сегментированная, **163**  
 параметры конфигурации  
     сети, **278**  
 параметры печати, **254**  
 параметры, печать, **254**  
 пароль (сеть), изменение или  
     отключение, **289**  
 пароль (сеть), установка, **288**  
 пассивные пробники,  
     компенсация, **30**  
 перегрузка по входным каналам,  
     избегание, **60**  
 передняя панель, языковая  
     накладка, **41**  
 перекрестные помехи, **87**  
 перекрестные помехи между  
     входными каналами,  
     минимизация, **60**  
 переменное послесвечение, **101**  
 печать, **275**  
 печать дисплея, **251**  
 печать экрана, **251**  
 печать, альбомная, **254**  
 печать, быстрая печать, **275**  
 пилообразный выходной сигнал  
     генератора, **230**  
 повреждения при  
     транспортировке, **25**  
 повреждения,  
     транспортировка, **25**  
 подавление шума, **143**  
 подключение к ПК, **260**  
 подключение к сети LAN, **259**  
 подключение сетевого  
     принтера, **253**  
 подключение, к ПК, **260**  
 подключения для анализа  
     частотных характеристик  
     (FRA), **221**  
 положение по вертикали, **62**  
 положение, аналоговый, **62**  
 полоса пропускания, **272**  
 полоса пропускания  
     осциллографа, **152**  
 полоса пропускания,  
     осциллограф, **152**  
 полярность импульса, **119**  
 пользовательская калибровка, **271**  
 порог, измерения аналоговых  
     каналов, **199**  
 пороги измерений, **199**  
 пороговое напряжение, вход  
     внешнего запуска, **147**  
 Порт LAN, **42**  
 Порт устройства USB, удаленное  
     управление, **42**  
 порт устройства USB, удаленное  
     управление, **257**  
 Последовательное декодирование  
     по CAN, **311**  
 последовательное декодирование  
     по I2C, **322**  
 последовательное декодирование  
     по LIN, **331**  
 последовательное декодирование  
     по SPI, **346**  
 последовательное декодирование  
     по UART/RS232, **356**  
 последовательные данные, **317**  
 последовательные данные, запуск  
     по I2C, **318**  
 послесвечение, **101**  
 послесвечение, постоянное, **150**  
 послесвечение, удалить, **102**  
 постобработка, **177**  
 постоянное послесвечение, **101**,  
     **150, 158**  
 постпусковые данные, **49**  
 пояснение, добавление, **103**  
 предпусковые данные, **49**  
 Предупреждения, **2**  
 преобразования,  
     математические, **86**  
 примеры файлов двоичных  
     данных, **299**  
 принтер, USB, **41, 251**  
 принудительный запуск, **115**  
 приспособления, **25, 294**  
 проблемы с искажениями, **71**  
 проблемы с перекрестными  
     помехами, **71**  
 пробник, затухание, **66**  
 пробники, **294**  
 пробники, пассивные,  
     компенсация, **30**  
 пробники, подключение к  
     осциллографу, **27**  
 проверка пробника, **65**  
 программная кнопка Адреса, **260**  
 программная кнопка длины, **243**  
 программная кнопка  
     изменения, **260**  
 программная кнопка Имя  
     хоста, **260**  
 программная кнопка  
     настройки, **259, 260**  
 программная кнопка настройки  
     LAN, **259, 260**  
 программное обеспечение  
     осциллографа InfiniiView Offline  
     N8900A, **240**  
 программные кнопки, **9, 33**  
 Прозрачные фоны, **264**  
 прокрутка и масштабирование, **48**  
 прокрутка файлов, **261**  
 прореживание выборок, **156**  
 прореживание, для записи  
     измерения, **303**  
 прореживание, для экрана, **303**  
 просачивание спектральных  
     составляющих БПФ, **78**  
 просачивание спектральных  
     составляющих, БПФ, **78**  
 прямое подключение, **260**  
 Прямоугольное окно БПФ, **72**  
 прямоугольное окно функции  
     БПФ, **89**  
 прямоугольные волны, **153**  
 прямоугольный выходной сигнал  
     генератора, **230**
- ## Р
- Разрешение БПФ, **75**  
 Разъем Demo, **40**  
 разъем Gen Out, **268**  
 Разъем входа EXT TRIG, **43**  
 Разъем входа Ext Trig, **41**  
 Разъем заземления, **40**  
 разъем кабеля питания, **42**  
 разъемы на задней панели, **42**  
 разъемы, задняя панель, **42**  
 разъемы, передняя панель, **31**  
 раскрыть сведения, **61**  
 расчетная нагрузка на выходе  
     генератора сигналов, **232**



- расчетная нагрузка на выходе, генератор сигналов, **232**
- расширение относительно, **39**
- расширение по, **263**
- расширение по нижнему уровню, **264**
- расширение по центру, **264**
- регистрация удаленных команд, **269**
- режим «ХУ», **51, 52**
- режим быстрого запуска, **275**
- режим высокого разрешения, **156, 162**
- режим запуска «Авто», **140**
- режим запуска «Нормальный», **140**
- режим запуска, «Авто» или «Нормальный», **140**
- режим запуска, режим быстрого запуска, **275**
- режим обнаружения пиков, **156, 157, 158**
- режим прокрутки, **51**
- режим сбора данных, **156**
- режим сбора данных «Усреднение», **156**
- режим сбора данных методом усреднения, **160**
- режим сбора данных, высокое разрешение, **162**
- режим сбора данных, нормальный, **157**
- режим сбора данных, обнаружение пиков, **157**
- режим сбора данных, усреднение, **160**
- режим сбора, сохранить во время автомасштабирования, **267**
- режим совместимости USB, **258**
- режимы сбора данных, **149**
- результаты, анализ частотной характеристики (FRA), **224**
- Рекомендации по измерениям с использованием БПФ, **75**
- руководство программиста, **283**
- Ручка ввода, **34**
- Ручка ввода, нажать для выбора, **34**
- ручка горизонтального положения, **35**
- ручка задержки, **49**
- Ручка Курсоры, **36**
- ручка масштабирования по вертикали, **39, 40**
- ручка положения коэффициента развертки, **49**
- ручка положения по вертикали, **39, 40**
- Ручка уровня, **38**
- Ручки и кнопки вертикальной развертки, **59**
- Ручки и кнопки горизонтальной развертки, **47**
- ручки, передняя панель, **31**
- ## С
- самопроверка лицевой панели, **272**
- самопроверка оборудования, **271**
- самопроверка, лицевая панель, **272**
- самопроверка, оборудование, **271**
- сбор данных, **149, 160**
- сброс статистики по маске, **275**
- сброс статистики по маске, быстрый сброс статистики по маске, **275**
- сброс экрана, быстрый сброс экрана, **275**
- связь видов запуска, **142**
- связь канала по постоянному току, **62**
- связь, запуск, **142**
- связь, канал, **62**
- сегментированная память, **163**
- сегментированная память, время подготовки, **165**
- сегментированная память, сохранение сегментов, **243**
- серия, захват серий импульсов, **163**
- серийный номер, **272, 277**
- сетевое напряжение, **26**
- сеть, подключение, **259**
- сигма, минимум, **206**
- сигнал, отслеживание курсоров, **169**
- сигнал, печать, **251**
- сигнал, сохранение/экспорт, **239**
- сигнал, яркость, **99**
- сигналы постоянного тока, проверка, **141**
- сигналы с шумами, **140**
- синусоидальный выходной сигнал генератора, **230**
- скорости фронтов, **155**
- случайный шум, **140**
- снимок экрана через веб-интерфейс, **283**
- соответствии, Заявление о, **293**
- состояние калибровки, **287**
- состояние, пользовательская калибровка, **273**
- сохранение, **275**
- сохранение данных, **239**
- сохранение файла, **261**
- сохранение файлов настроек, **241**
- сохранение файлов с помощью веб-интерфейса, **284**
- сохранение, быстрое сохранение, **275**
- сохранение/восстановление с помощью веб-интерфейса, **283**
- Сохранить в, **247**
- сохранить сегмент, **243**
- спецификация, **291**
- список меток, **111**
- список меток, загрузка из текстового файла, **110**
- справка, встроенная, **44**
- Среднее значение - измерение "N-циклы", **187**
- Среднее значение - измерение "Полный экран", **187**
- Средства управления запуском, **38**
- Средства управления измерением, **36**
- средства управления последовательным декодированием, **36**
- Средства управления разверткой, **47, 51**

статистика, тест по маске, 208  
степень загрязнения, 293  
степень загрязнения, определения, 293  
строка подключения VISA, 277  
строка состояния, 43  
суммирующее устройство CAN, 314  
суммирующее устройство UART, 360  
суммирующее устройство, CAN, 314  
суммирующее устройство, UART/rs232, 360  
счетчик пакетов CAN, 314  
счетчик пакетов UART/RS232, 360  
счетчик, пакет CAN, 314  
счетчик, пакет UART/RS232, 360  
считывание данных EEPROM, запуск по I2C, 319

## Т

тайм-аут меню, программная кнопка, 44  
тайм-аут, меню программных кнопок, 44  
температура (условия окружающей среды), 293  
теория дискретизации, 151  
теория дискретизации Найквиста, 151  
теория, дискретизация, 151  
тест по маске, выход запуска, 207, 268  
тест с золотыми сигналами, 203  
тест, маска, 203  
тестирование по маске, 203  
технические характеристики, 291  
тип запуска, CAN, 309  
тип запуска, I2C, 318  
тип запуска, LIN, 329  
тип запуска, RS232, 354  
тип запуска, SPI, 344  
тип запуска, UART, 354  
Тип запуска, видеосигнал, 126  
тип запуска, время нарастания/спада, 123

тип запуска, длительность импульса, 118  
тип запуска, импульсная помеха, 118  
тип запуска, настройка и удержание, 124  
тип запуска, отклонение, 116  
тип запуска, фронт, 116  
тип запуска, шаблон, 121  
тип координатной сетки, 102  
тип сетки, 102  
тип сигнала, генератор сигналов, 227  
типы запуска, 38, 114  
точная настройка масштаба развертки, 57  
точная настройка, масштаб развертки, 57  
требования к вентиляции, 26  
требования к питанию, 26  
требования к частоте, источник питания, 26

## У

удаление файла, 261  
Удаленная лицевая панель, 280, 281  
удаленное программирование, веб-интерфейс, 281  
удаленное программирование, пакет Keysight IO Libraries, 282  
удаленное управление, 257  
удаленные команды, регистрация, 269  
удалить послесвечение, 102  
удалить символ, 247  
управление временем/дел. по горизонтали, 35  
Управление математическими функциями, 40  
Управление по вертикали, 39  
Управление прибором, 279  
Управление прибором через браузер, 280, 281  
управление, удаленное, 257  
уровень заземления, 60  
уровень запуска, 115  
уровень, запуск, 115

условие адреса без подтверждения, запуск по I2C, 319  
условие начала, I2C, 319  
условие останова, I2C, 319  
условие отсутствия подтверждения, запуск по I2C, 319  
условие перезапуска, запуск по I2C, 319  
условия окружающей среды, 293  
установленные лицензии, 272  
установленные модули, 287  
утилиты, 257

## Ф

фактическая частота дискретизации, 156  
файл, сохранение, восстановление, загрузка, 261  
файлы CSV, минимальное и максимальное значения, 303  
файлы журнала сбоя, экспорт, 272  
файлы маски, восстановление, 248  
файлы настройки, сохранение, 241  
фильтры, 91  
фильтры, математические, 91  
флэш-накопитель, 41  
Формат файла ASCII, 240  
Формат файла BIN, 241  
Формат файла BMP, 240  
Формат файла CSV, 240  
Формат файла PNG, 240  
формат файла, ASCII, 240  
формат файла, BIN, 241  
формат файла, BMP, 240  
формат файла, CSV, 240  
формат файла, PNG, 240  
формат файловой системы exFAT, 263  
формат файловой системы EXT2, 263  
формат файловой системы EXT3, 263  
формат файловой системы EXT4, 263

формат файловой системы  
FAT, 263

формат файловой системы  
FAT16, 263

формат файловой системы  
FAT32, 263

формат файловой системы  
NTFS, 263

функции идентификации,  
веб-интерфейс, 286

функции обслуживания, 270

## Х

характеристики, 291

хост-порт USB, 251

## Ц

Центр, БПФ, 72

центр, БПФ, 89

цифровой вольтметр (DVM), 217

цифровой сигнал, вход внешнего  
запуска, 147

## Ч

частота дискретизации, 6

частота дискретизации и объем  
памяти, 156

частота дискретизации  
осциллографа, 154

частота дискретизации,  
осциллограф, 152, 154

частота дискретизации, текущая  
отображаемая частота, 48

Частота Найквиста, 77

частота скачка, модуляция FSK, 237

частота, Найквист, 151

частотная модуляция (FM),  
выходной сигнал  
генератора, 236

частоты развертки, анализ  
частотных характеристик, 224

часы, 267

чувствительность по  
вертикали, 39, 40, 61

## Ш

шаблон, запуск по SPI, 346

шаблон, передняя панель, 41

широковещание DNS, 259

шум, высокочастотный, 144

шум, добавление в вывод  
генератора сигнала, 233

шум, низкочастотный, 143

## Э

экран масштаба, окно измерения  
с, 202

экранная заставка, 264

экспорт сигнала, 239

Элементы управления  
разверткой, 35

Элементы управления сбором  
данных, 35

энергонезависимая память,  
безопасная очистка, 250

энергопотребление, 26

эффективное значение в В,  
единицы измерения функции  
БПФ по вертикальной оси, 89

## Я

язык графического интерфейса  
пользователя, 45

язык интерфейса пользователя, 45

Язык краткой справки, 45

язык, пользовательский интерфейс  
и краткая справка, 45

яркость координатной сетки, 103

яркость сетки, 103

яркость сигналов, 33

