

# **Руководство пользователя**



## **Осциллографы с цифровым люминофором серии TDS5000**

**071-1164-01**

Настоящий документ основан на  
микропрограммном обеспечении версии  
1.00 и более поздних версий.

**[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)**

© Tektronix, Inc. Все права защищены.

Изделия корпорации Tektronix защищены патентами и патентными заявками в США и других странах. Приведенные в данном руководстве сведения заменяют любые ранее опубликованные. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077

ТЕКТРОНИКС и ТЕКПРОБЕ являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Microsoft, Windows и Windows ME являются зарегистрированными товарными знаками корпорации Microsoft.

## ГАРАНТИЯ

Корпорация Tektronix гарантирует отсутствие в изготавливаемых и реализуемых изделиях дефектов в материалах и изготовлении в течение 1 (одного) года со дня приобретения. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания корпорации Tektronix, а также предоплата за транспортные услуги возлагается на владельца. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями каких-либо лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильной эксплуатацией изделия или его подключением к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием расходных материалов, отличных от рекомендованных корпорацией Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное с иным оборудованием таким образом, что это увеличило время или сложность обслуживания изделия.

**ДАННАЯ ГАРАНТИЯ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ЗАМЕНЯЕТ ЛЮБЫЕ ДРУГИЕ ЯВНЫЕ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.**



# Содержание

<b>Общие правила по технике безопасности</b> .....	<b>xi</b>
<b>Предисловие</b> .....	<b>xiii</b>
О данном руководстве .....	xiii
Дополнительные руководства и электронные документы .....	xiv
Контакты с компанией Tektronix .....	xv

## Приступая к работе

<b>Описание прибора</b> .....	<b>1-1</b>
Модели .....	1-1
Основные характеристики .....	1-1
Программное обеспечение прибора .....	1-3
Обновление микропрограммного обеспечения .....	1-3
Поддерживаемые пробники .....	1-4
<b>Установка</b> .....	<b>1-7</b>
Распаковка .....	1-7
Проверка характеристик окружающей среды .....	1-8
Подключение периферийных устройств .....	1-8
Включение осциллографа .....	1-10
Выключение осциллографа .....	1-11
Создание диска аварийного восстановления .....	1-11
Резервное копирование файлов пользователя .....	1-12
Установка программного обеспечения .....	1-12
Подключение к компьютерной сети .....	1-15
Настройка работы с двумя экранами .....	1-16
Регулировка контрастности экрана .....	1-18
<b>Предварительная проверка</b> .....	<b>1-19</b>
Необходимое оборудование .....	1-19
Автотесты .....	1-20
Функциональные тесты .....	1-21
Выполнение расширенной диагностики .....	1-31
<b>Принадлежности и варианты комплектации</b> .....	<b>1-33</b>
Варианты комплектации .....	1-33
Принадлежности .....	1-34

## Основы работы

<b>Рабочие схемы</b> .....	<b>2-1</b>
<b>Схема документации</b> .....	<b>2-2</b>
<b>Схема ввода/вывода на передней панели</b> .....	<b>2-4</b>
<b>Схема панели управления: быстрый доступ к наиболее часто используемым функциям</b> .....	<b>2-5</b>
<b>Схема интерфейса пользователя: элементы управления и изображения</b> .....	<b>2-6</b>
<b>Схема изображения: одна масштабная сетка</b> .....	<b>2-7</b>

<b>Схема разъемов задней и боковой панели</b> .....	<b>2-8</b>
Левая боковая панель .....	2-8
Задняя панель .....	2-8
<b>Обзорная схема</b> .....	<b>2-9</b>
Функциональная схема устройства .....	2-9
Общая схема работы .....	2-11

## Справочник

<b>Обзор</b> .....	<b>3-1</b>
<b>Регистрация сигналов</b> .....	<b>3-5</b>
Подключение и регулировка сигналов .....	3-6
Подключение и регулировка сигналов .....	3-7
Настройка входного сигнала .....	3-10
Автоустановка осциллографа .....	3-14
Восстановление заводских настроек осциллографа .....	3-15
Общие сведения о регулировке входного сигнала .....	3-16
Настройка параметров регистрации .....	3-23
Режимы регистрации .....	3-23
Управление параметрами регистрации .....	3-24
Режим прокрутки .....	3-25
Устранение искажений .....	3-26
Несовместимые режимы .....	3-27
Настройка режимов регистрации .....	3-28
Запуск и остановка регистрации .....	3-29
Использование режима прокрутки .....	3-31
Общие сведения об управлении регистрацией данных .....	3-33
Схема аналого-цифрового преобразования .....	3-33
Процесс выборки .....	3-34
Режимы выборки .....	3-34
Запись осциллограммы .....	3-34
Оцифровка в реальном времени .....	3-36
Оцифровка в эквивалентном времени .....	3-36
Интерполяция .....	3-38
Чередование .....	3-39
Использование режима быстрой регистрации .....	3-40
Использование быстрой регистрации .....	3-40
Включение и выключение быстрой регистрации .....	3-43
Настройка формата отображения .....	3-45
<b>Синхронизация</b> .....	<b>3-47</b>
Основные понятия синхронизации .....	3-48
Событие запуска .....	3-48
Источники синхронизации .....	3-48
Типы синхронизации .....	3-49
Режимы синхронизации .....	3-49
Задержка запуска .....	3-50
Связь синхронизации .....	3-51
Положение по горизонтали .....	3-51
Наклон и уровень .....	3-51
Система запуска с задержкой .....	3-52

Синхронизация с передней панели .....	3-52
Настройка запусков .....	3-53
Проверка состояния запуска .....	3-56
Дополнительные параметры синхронизации .....	3-58
Расширенная синхронизация .....	3-62
Запуск по глитчу .....	3-68
Синхронизация по импульсу огибающей .....	3-70
Синхронизация по длительности импульса .....	3-73
Синхронизация по времени перехода .....	3-75
Синхронизация по паузе импульса .....	3-78
Синхронизация по модели .....	3-80
Синхронизация по логическому состоянию .....	3-83
Синхронизация по нарушению времени установки/фиксации .....	3-85
Синхронизация по выходу за пределы окна .....	3-88
Синхронизация по видеосигналу .....	3-90
Последовательный запуск .....	3-93
Использование последовательного запуска .....	3-93
Синхронизация по последовательности .....	3-97
<b>Отображение осциллограмм .....</b>	<b>3-101</b>
Использование функций отображения сигнала .....	3-102
Элементы отображения .....	3-102
Предварительный просмотр регистрации .....	3-103
Методы отображения .....	3-103
Отображение осциллограмм в основной сетке .....	3-107
Настройка отображения сигнала .....	3-109
Использование средств управления отображением .....	3-109
Использование функции увеличения .....	3-114
Использование функции увеличения для осциллограмм .....	3-114
<b>Измерение сигналов .....</b>	<b>3-119</b>
Выполнение автоматических измерений .....	3-119
Использование автоматических измерений .....	3-120
Выполнение автоматических измерений .....	3-123
Измерение фрагмента сигнала .....	3-126
Выполнение курсорных измерений .....	3-128
Типы курсоров .....	3-128
Использование курсоров .....	3-129
Настройка источников курсоров .....	3-132
Использование гистограмм (дополнительная возможность) .....	3-134
Выполнение измерений с помощью гистограмм и сброс параметров гистограмм .....	3-136
Измерения по гистограммам .....	3-138
<b>Создание и использование математических форм сигналов .....</b>	<b>3-139</b>
Сведения о математических формах сигналов .....	3-140
Назначение .....	3-140
Стандартные и дополнительные математические операции .....	3-141
Другие способы использования математических форм сигналов .....	3-142
Использование математических функций .....	3-143
Создание математических форм сигналов .....	3-149
Работа с математическими формами сигналов .....	3-153
Отображение и измерение математических форм сигналов .....	3-154
Определение расчетных спектров сигналов .....	3-158

Использование элементов управления спектральной обработкой	3-159
Выявление искажений	3-181
Выбор предварительно определенных спектральных функций (дополнительные возможности)	3-183
Определение расчетных спектров сигналов	3-184
Определение расчетных спектров сигналов (дополнительные возможности)	3-186
<b>Ввод и вывод данных</b>	<b>3-193</b>
Сохранение и восстановление настроек	3-193
Сохранение настроек	3-196
Вызов настройки	3-198
Сохранение и вызов осциллограмм	3-200
Сохранение осциллограммы	3-201
Вызов осциллограммы	3-203
Удаление опорных сигналов	3-205
Экспорт и копирование записей сигналов	3-207
Экспорт записей сигналов	3-208
Работа с экспортированной осциллограммой	3-212
Копирование записей сигналов	3-214
Печать осциллограмм	3-217
Печать с передней панели	3-217
Печать из меню	3-217
Настройка параметров страницы	3-217
Предварительный просмотр страницы	3-218
Печать непрерывной осциллограммы	3-218
Печать содержимого экрана	3-219
Использование меток даты/времени	3-220
Удаленная связь	3-220
Интерфейсная шина GPIB	3-220
Другие виды подключения	3-220
<b>Работа с электронной справкой</b>	<b>3-221</b>
Использование электронной справки	3-221

## Приложения

<b>Приложение А: Технические характеристики</b>	<b>A-1</b>
Описание приборов и их функций	A-2
Возможности регистрации	A-2
Функции обработки сигналов	A-3
Функции экрана	A-3
Функции измерения	A-4
Функции синхронизации	A-4
Вспомогательные функции	A-4
Таблицы с техническими характеристиками	A-5
<b>Приложение В: Поддерживаемые автоматические измерения</b>	<b>B-1</b>
<b>Приложение С: Чистка</b>	<b>C-1</b>
Чистка внешних поверхностей	C-1
Чистка поверхности экрана	C-1
<b>Приложение D: Команды меню</b>	<b>D-1</b>
Команды меню File	D-1
Команды меню Edit	D-3

---

Команды меню Vertical .....	D-4
Команды меню Horizontal и Acquisition .....	D-5
Команды меню Trigger .....	D-6
Команды меню Display .....	D-8
Команды меню Cursors .....	D-10
Команды меню Measure .....	D-10
Команды стандартного меню Math .....	D-13
Команды расширенного меню Math (дополнительные возможности) .....	D-13
Команды меню Utilities .....	D-15
Команды меню Help .....	D-16
<b>Приложение E: Повышение точности измерений .....</b>	<b>E-1</b>
Компенсация осциллографа .....	E-1
Подключение пробников для калибровки .....	E-3
Калибровка пробников .....	E-3
Компенсация низкочастотных пробников .....	E-5

## Список иллюстраций

Рис. 1-1: Расположение разъемов на боковой и задней панелях .....	1-9
Рис. 1-2: Расположение выключателя On/Standby (Вкл/Ожид) .....	1-10
Рис. 1-3: Область перемещения для панели задач Windows .....	1-17
Рис. 1-4: Универсальное подключение для функциональных тестов (для К 1) .....	1-22
Рис. 1-5: Расположение кнопок каналов .....	1-22
Рис. 1-6: Расположение полей масштабирования по вертикали и по горизонтали .....	1-23
Рис. 1-7: Настройка для теста масштаба времени .....	1-25
Рис. 1-8: Настройка для теста синхронизации .....	1-27
Рис. 1-9: Настройка для теста файловой системы .....	1-29
Рис. 3-1: Обзор системы осциллографа: регистрация сигналов .....	3-5
Рис. 3-2: Системы и регуляторы входа и регистрации данных .....	3-6
Рис. 3-3: Установка диапазона и положения по вертикали для входных каналов .....	3-18
Рис. 3-4: Движение вертикального окна регистрации на осциллограмме при изменении смещения .....	3-19
Рис. 3-5: Определение горизонтального окна регистрации .....	3-20
Рис. 3-6: Общая синхронизация, длина записи и скорость регистрации для всех каналов .....	3-22
Рис. 3-7: Режимы прокрутки .....	3-26
Рис. 3-8: Искажения .....	3-26
Рис. 3-9: Конфигурация цифрового преобразователя .....	3-33
Рис. 3-10: Цифровая регистрация - выборка и оцифровка .....	3-34
Рис. 3-11: Записи осциллограммы и определяющие ее параметры (задержка по горизонтали включена) .....	3-35
Рис. 3-12: Оцифровка в реальном времени .....	3-36
Рис. 3-13: Оцифровка в эквивалентном времени .....	3-37
Рис. 3-14: Обычный экран цифрового запоминающего осциллографа и экран в режиме быстрой регистрации .....	3-41
Рис. 3-15: Экран в обычном режиме и в режиме быстрой регистрации	3-42
Рис. 3-16: Экран быстрой регистрации в формате XY .....	3-45
Рис. 3-17: Общая схема систем осциллографа: синхронизация .....	3-47
Рис. 3-18: Синхронизированные и несинхронизированные сигналы ..	3-48
Рис. 3-19: Настройка задержки может помочь избежать нежелательного запуска .....	3-50

<b>Рис. 3-20: Регуляторы наклона и уровня помогают определить синхронизацию</b> .....	3-52
<b>Рис. 3-21: Пример экранной надписи расширенной синхронизации</b> ..	3-62
<b>Рис. 3-22: Зоны нарушения для запуска по установке/фиксации</b> .....	3-66
<b>Рис. 3-23: Синхронизация по нарушению времени установки/фиксации</b> .....	3-87
<b>Рис. 3-24: Синхронизация при выключенной горизонтальной задержке</b> .....	3-94
<b>Рис. 3-25: Синхронизация при включенной горизонтальной задержке</b>	3-95
<b>Рис. 3-26: Обзор всех сочетаний запуска и горизонтальной задержки</b>	3-96
<b>Рис. 3-27: Общая схема систем осциллографа: настраиваемые функции отображения</b> .....	3-101
<b>Рис. 3-28: Элементы отображения</b> .....	3-102
<b>Рис. 3-29: Положение по горизонтали включает время до опорной точки по горизонтали</b> .....	3-106
<b>Рис. 3-30: Изображение с примечаниями</b> .....	3-120
<b>Рис. 3-31: Методы отслеживания границ диапазона</b> .....	3-121
<b>Рис. 3-32: Методы расчета опорных уровней</b> .....	3-122
<b>Рис. 3-33: Компоненты, определяющие значения временного курсора</b>	3-130
<b>Рис. 3-34: Представление горизонтальной гистограммы и результаты измерений</b> .....	3-135
<b>Рис. 3-35: Математическая форма сигнала, полученная из исходной формы</b> .....	3-139
<b>Рис. 3-36: Спектральный анализ импульса</b> .....	3-140
<b>Рис. 3-37: Функциональное преобразование оцифрованного сигнала</b>	3-140
<b>Рис. 3-38: Производная сигнала</b> .....	3-146
<b>Рис. 3-39: Измерение пиковой амплитуды производной сигнала</b> .....	3-147
<b>Рис. 3-40: Результаты изменения продолжительности и разрешения</b>	3-161
<b>Рис. 3-41: Определение параметров зоны интереса</b> .....	3-162
<b>Рис. 3-42: Результаты регулировки элементов управления частотной области</b> .....	3-164
<b>Рис. 3-43: Результаты измерения опорного уровня</b> .....	3-165
<b>Рис. 3-44: Результаты измерения смещения опорного уровня</b> .....	3-166
<b>Рис. 3-45: Пример результатов при установке порога подавления фазового сдвига</b> .....	3-168
<b>Рис. 3-46: Результат использования функции окна для записи временной области</b> .....	3-170
<b>Рис. 3-47: Пример гребенчатых искажений для окна Хеннинга при отсутствии заполнения нулями</b> .....	3-172
<b>Рис. 3-48: Временные и частотные графики для окна Гаусса</b> .....	3-173
<b>Рис. 3-49: Временные и частотные графики для прямоугольного окна</b>	3-174
<b>Рис. 3-50: Временные и частотные графики для окна Хемминга</b> .....	3-175

<b>Рис. 3-51: Временные и частотные графики для окна Хеннинга . . . . .</b>	<b>3-176</b>
<b>Рис. 3-52: Временные и частотные графики для окна Кайзера-Бесселя . . . . .</b>	<b>3-177</b>
<b>Рис. 3-53: Временные и частотные графики для окна Блэкмена-Харриса . . . . .</b>	<b>3-178</b>
<b>Рис. 3-54: Временные и частотные графики для окна Плоское2 . . . . .</b>	<b>3-179</b>
<b>Рис. 3-55: Экспоненциальное окно во временной и частотной областях . . . . .</b>	<b>3-180</b>
<b>Рис. 3-56: Возникновение частотных искажений в расчетном спектре сигнала . . . . .</b>	<b>3-182</b>
<b>Рис. 3-57: Автоматическая нумерация файлов . . . . .</b>	<b>3-195</b>
<b>Рис. 3-58: Диалоговое окно предварительного просмотра печати . . . . .</b>	<b>3-218</b>
<b>Рис. В-1: Уровни, используемые в измерениях . . . . .</b>	<b>В-4</b>

## Список таблиц

Таблица 1-1: Перечень рекомендуемых пробников .....	1-4
Таблица 1-2: Дополнительные сведения о подключении принадлежностей .....	1-9
Таблица 1-3: Стандартные принадлежности .....	1-34
Таблица 1-4: Дополнительные принадлежности .....	1-35
Таблица 3-1: Дополнительные значащие биты .....	3-23
Таблица 3-2: Выбор режима оцифровки .....	3-38
Таблица 3-3: Влияние чередования на частоту выборки .....	3-39
Таблица 3-4: Пары в формате XY .....	3-46
Таблица 3-5: Логика модели и состояния .....	3-64
Таблица 3-6: Определение и отображение осциллограмм .....	3-104
Таблица 3-7: Настраиваемые элементы отображения .....	3-109
Таблица 3-8: Типы курсоров .....	3-128
Таблица 3-9: Единицы курсоров .....	3-131
Таблица 3-10: Стандартные и дополнительные математические функции .....	3-142
Таблица 3-11: Математические выражения и полученные математические формы сигналов .....	3-143
Таблица 3-12: Элементы управления спектрального анализатора ...	3-159
Таблица 3-13: Характеристики окон .....	3-170
Таблица A-1: Модели TDS5000 .....	A-2
Таблица A-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали .....	A-5
Таблица A-3: Характеристики систем горизонтальной развертки и оцифровки .....	A-13
Таблица A-4: Технические характеристики синхронизации .....	A-15
Таблица A-5: Технические характеристики экрана .....	A-19
Таблица A-6: Технические характеристики портов ввода/вывода ...	A-19
Таблица A-7: Технические характеристики устройств хранения данных .....	A-21
Таблица A-8: Технические характеристики источника питания .....	A-22
Таблица A-9: Механические характеристики .....	A-22
Таблица A-10: Характеристики окружающей среды .....	A-23
Таблица A-11: Сертификация и соответствие стандартам .....	A-24

<b>Таблица В-1: Поддерживаемые измерения и их описание .....</b>	<b>В-1</b>
<b>Таблица D-1: Команды меню File .....</b>	<b>D-1</b>
<b>Таблица D-2: Команды меню Edit .....</b>	<b>D-3</b>
<b>Таблица D-3: Команды меню Vertical .....</b>	<b>D-4</b>
<b>Таблица D-4: Команды меню Horiz/Acq .....</b>	<b>D-5</b>
<b>Таблица D-5: Команды меню Trig .....</b>	<b>D-6</b>
<b>Таблица D-6: Команды меню Display .....</b>	<b>D-8</b>
<b>Таблица D-7: Команды меню Cursors .....</b>	<b>D-10</b>
<b>Таблица D-8: Команды меню Measure .....</b>	<b>D-10</b>
<b>Таблица D-9: Команды стандартного меню Math .....</b>	<b>D-13</b>
<b>Таблица D-10: Команды расширенного меню Math .....</b>	<b>D-13</b>
<b>Таблица D-11: Команды меню Utilities .....</b>	<b>D-15</b>
<b>Таблица D-12: Команды меню Help .....</b>	<b>D-16</b>

# Общие правила по технике безопасности

Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования, необходимо соблюдать приведенные ниже правила техники безопасности. Использование изделия не по назначению представляет потенциальную угрозу для здоровья.

*Обслуживание устройства может выполнять только квалифицированный персонал.*

Во время использования прибора может понадобиться доступ к другим частям системы. Сведения о мерах предосторожности и предупреждения, связанные с эксплуатацией системы, см. в разделах *Общие правила по технике безопасности* других руководств.

## **Пожарная безопасность и предотвращение травм**

**Используйте соответствующий кабель питания.** Подключение к сети питания должно выполняться только кабелем, разрешенным к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет проводиться его эксплуатация.

**Соблюдайте правила подключения и отключения.** Не подключайте и не отключайте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

**Используйте защитное заземление.** Прибор заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий вывод шнура должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подключения к выходам и входам прибора.

**Проверьте допустимые номиналы для всех разъемов.** Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед выполнением соединений просмотрите дополнительные сведения по допустимым номиналам, содержащиеся в руководстве к прибору.

**Не используйте прибор с открытым корпусом.** Использование прибора с *металлическим* корпусом или снятыми защитными панелями не допускается.

**Избегайте прикосновений к оголенным участкам цепи.** Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

**Не пользуйтесь неисправным прибором.** Не следует работать с прибором, если есть подозрение, что прибор поврежден. В этом случае он должен быть проверен квалифицированным специалистом по обслуживанию.

**Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.**

**Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.**

**Не допускайте наличия влаги и загрязнения на поверхности прибора.**

**Обеспечьте соответствующую вентиляцию.** Дополнительные сведения по обеспечению правильной вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

## Символы и обозначения

**Обозначения в данном руководстве.** Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Эти предупреждения используются для описания действий и условий, которые представляют угрозу для жизни или могут причинить вред здоровью.

---



**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Эти предостережения используются для описания действий и условий, которые могут привести к повреждению данного прибора или других приборов.

---

**Обозначения на изделии.** Ниже приводится список возможных обозначений на изделии.

Обозначение DANGER указывает на непосредственную опасность получения травмы.

Обозначение WARNING указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.

Обозначение CAUTION указывает на возможность повреждения данного изделия и другого имущества.

**Символы на изделии.** Ниже приводится список символов на изделии.



Осторожно!  
См. руководство



Осторожно!  
Высокое  
напряжение



Контактный  
вывод защитного  
заземления

# Предисловие

Представляем руководство пользователя для осциллографов серии TDS5000. Оно содержит следующие сведения:

- описание возможностей осциллографа и подготовки прибора к использованию;
- инструкции по эксплуатации осциллографа: управление процедурами накопления отчетов, а также обработки и ввода/вывода данных и другой информации;
- список технических характеристик и принадлежностей осциллографа.

## О данном руководстве

Данное руководство состоит из следующих глав.

- *Приступая к работе*: эта глава содержит инструкции по настройке и установке осциллографа, а также описание процедуры первоначальной проверки.
- *Основы работы*: приводятся карты с описанием различных интерфейсов управления осциллографом, включая переднюю панель и пользовательский интерфейс программного обеспечения. На картах-схемах в разных ракурсах изображено изделие и его основные функции.
- *Справочник*: представляет собой словарь терминов (см. *Обзор* на стр. 3-1), содержащий описание интерфейса и функций осциллографа, а также основные сведения по их использованию. (Электронная справка по программным приложениям осциллографа включает описание интерфейса, основных функций и их использования. Подробное описание всех программных команд см. в *TDS5000 Series Oscilloscope Online Programmer Guide* (Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000).)
- *Приложения*: содержат дополнительные сведения, включая технические характеристики прибора, описание методик измерений и меню, а также сведения о чистке прибора и инструкции по калибровке.

## Дополнительные руководства и электронные документы

Данное руководство входит в комплект стандартной и электронной документации. Основное внимание уделяется установке, а также основным и специальным сведениям, необходимым для эксплуатации изделия. См. ниже список других документов по технической поддержке и обслуживанию осциллографа. (Серийные номера руководств перечислены в разделе *Принадлежности и варианты комплектации* на стр. 1-33.)

Название руководства	Описание
<i>TDS5000 Series Digital Phosphor Oscilloscopes Online Help (Электронная справка для осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000)</i>	Электронная справочная система, интегрированная в пользовательский интерфейс программного приложения, входящего в комплект поставки данного изделия. Файлы справки предварительно установлены на осциллограф.
<i>TDS5000 Series Digital Phosphor Oscilloscopes Reference Manual (Справочное руководство для осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000)</i>	Быстрый доступ к описанию основных функций осциллографа и их использования.
<i>TDS5000 Series OscilloscopeOnline Programmer Guide (Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000)</i>	Перечень программных команд и другие сведения по управлению осциллографом с помощью GPIB <sup>1</sup> .
<i>TDS5000 Series Digital Phosphor Oscilloscopes Service Manual (Руководство по обслуживанию осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000)</i>	Описание процедур по обслуживанию осциллографа на уровне модулей. Дополнительные руководства заказываются отдельно.

- 1** Все эти документы содержатся на компакт-диске с программным обеспечением осциллографов серии TDS5000. Инструкции по установке см. на компакт-диске.

Дополнительные сведения по источникам с описанием рабочих интерфейсов и функций осциллографа см. в *Схеме документации* на стр. 2-2.

## Контакты с компанией Tektronix

<b>Телефон</b>	1-800-833-9200*
<b>Адрес</b>	Tektronix, Inc. Отдел или имя (если известны) 14200 SW Karl Braun Drive P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA
<b>Веб-узел</b>	<a href="http://www.tektronix.com">www.tektronix.com</a>
<b>Отдел продаж</b>	1-800-833-9200, наберите 1*
<b>Отдел обслуживания</b>	1-800-833-9200, наберите 2*
<b>Техническая поддержка</b>	Электронная почта: <a href="mailto:techsupport@tektronix.com">techsupport@tektronix.com</a> 1-800-833-9200, наберите 3* 6:00 - 17:00 (время тихоокеанское)

\* Звонок по этому телефону из Северной Америки бесплатен. По окончании рабочего дня оставьте сообщение на автоответчике. За пределами Северной Америки свяжитесь с торговым представительством или дистрибьютором компании Tektronix. Список представительств находится на веб-узле Tektronix.





# Приступая к работе



# Описание прибора

В этой главе приводится описание осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000. За описанием прибора следуют три раздела.

- Раздел *Установка* содержит описание настройки и подготовки к работе осциллографа, а также сведения о переустановке программного обеспечения, входящего в комплект поставки.
- Раздел *Предварительная проверка* содержит описания процедур по проверке работоспособности и основных функций прибора.
- Раздел *Принадлежности и варианты комплектации* содержит список основных и дополнительных принадлежностей для данного прибора.

## Модели

Данное руководство относится к трем очень похожим моделям осциллографов:

- Цифровой люминофорный осциллограф TDS5052
- Цифровой люминофорный осциллограф TDS5054
- Цифровой люминофорный осциллограф TDS5104

Данное руководство может использоваться для всех перечисленных выше моделей осциллографов, различия между ними в случае необходимости оговариваются.

## Основные характеристики

Осциллографы серии TDS5000 являются высокоэффективными приборами для проверки, отладки и определения параметров сложных электронных устройств. Модели данной серии сочетают в себе исключительно высокую производительность регистрации сигналов, простоту в использовании и возможность подключения к другому оборудованию. Классические (как у аналоговых моделей) элементы-управления, крупный экран с дополнительными функциями сенсорного экрана и графические меню обеспечивают интуитивный интерфейс управления прибором. Интеграция с операционной системой Windows предоставляет небывалые возможности по специальной настройке и расширению функциональности прибора.

Основные характеристики:

- Полоса пропускания до 1 ГГц, частота выборки — 5 Гвыб/с в реальном времени (в зависимости от модели)
- Длина записи до 8 000 000 выборок в зависимости от объема памяти

- Высокая скорость регистрации отсчетов — до 100 000 выборок в секунду, позволяющая имитировать работу аналогового осциллографа и локализовывать сбои, связанные с данными, при проверках на соответствие и производительность
- Погрешность коэффициента усиления по постоянному току по вертикали — 1,5%
- Два или четыре входных канала (с разрешением 8 бит), сигнальный выход для канала 3 (в зависимости от модели), дополнительные вход и выход для сигнала запуска
- Режимы регистрации: выборка, огибающая, пиковая детекция, высокое разрешение и усреднение.
- Полная программируемость с широким набором команд GPIB и интерфейсом на основе сообщений
- Широкий набор режимов запуска, включая запуск по фронту, по логическому состоянию, импульсу, видеосигналу и импульсной последовательности с полосой пропускания до 1 ГГц
- Широкие интегрированные возможности по выполнению измерений, включая измерения по гистограммам, автоматические измерения и статистическая обработка результатов
- Большой цветной экран с диагональю 10,4 дюймов (264,2 мм) с поддержкой цветных оттенков осциллограммы для отображения плотности выборки
- Интуитивный графический интерфейс пользователя с интерактивной справкой
- Встроенный диск для хранения данных
- Широкий выбор различных пробников
- Дополнительный встроенный термопринтер
- Дополнительные функции сенсорного экрана
- Дополнительный дисковод для записи компакт-дисков

## Программное обеспечение прибора

В осциллографе установлено следующее программное обеспечение.

- Системное программное обеспечение. Прибор работает под управлением специально настроенной версии операционной системы Windows ME. Операционная система Windows ME установлена заранее и позволяет пользователю установить другое совместимое программное обеспечение. Не следует пытаться установить какие-либо другие версии операционной системы Windows, отличные от специально поставляемых компанией Tektronix. Для переустановки Windows ME следует использовать компакт-диск *Operating System Restore* (Восстановление операционной системы для осциллографов серии TDS5000), входящий в комплект осциллографа.
- Программное обеспечение прибора TDS5000. Данное предварительно установленное программное обеспечение представляет собой программу осциллографа и работает под управлением Windows ME. Оно обеспечивает интерфейс пользователя и все функции управления осциллографом. При необходимости программу осциллографа можно свернуть или даже закрыть и перезапустить.
- Дополнительное программное обеспечение. Компакт-диск *TDS5000 Series Product Software* (Программное обеспечение для приборов серии TDS5000), поставляемый с осциллографом, содержит дополнительное программное обеспечение и файлы, которые могут оказаться полезными.
  - Файл *Readme*. Текстовый файл, содержащий последние сведения и обновления, не вошедшие в документацию к прибору.
  - Программа электронной справки по программированию GPIB (*GPIB Programmer Online Help*). Справка доступна в формате файла справки Windows и PDF-файла. Она содержит сведения, необходимые при программировании осциллографа с помощью интерфейса GPIB.
  - Процедуры проверки производительности. Компакт-диск содержит инструкции по выполнению ручной проверки производительности.

Инструкции по установке дополнительного программного обеспечения содержатся на компакт-диске *TDS5000 Series Product Software*.

Периодически на веб-узле компании Tektronix появляются новые версии программного обеспечения для осциллографов. См. *Контакты с компанией Tektronix* на стр. xv в предисловии.

## Обновление микропрограммного обеспечения

Компания Tektronix может предлагать обновления микропрограммного обеспечения осциллографа. За дополнительными сведениями обращайтесь к представителям компании Tektronix (см. *Контакты с компанией Tektronix* на стр. xv).

## Поддерживаемые пробники

Таблица 1-1 содержит перечень рекомендуемых пробников для каждой модели осциллографа. После таблицы приведены описания пробников.

**Таблица 1-1: Перечень рекомендуемых пробников**

Пробник	TDS5052	TDS5054	TDS5104
Пассивный, 10X	P5050	P5050	P5050
Пассивный, 100X	P5100	P5100	P5100
Пассивный, 1000K	P6015A	P6015A	P6015A
Активный CMOS/TTL	P6243	P6243	P6245
Все технологии	P6245	P6245	P6245
Дифференциальный цифровой	P6246, P6247, P6248	P6246, P6247, P6248	P6246, P6247, P6248
Высоковольтный дифференциальный	P5205, P5210	P5205, P5210	P5205, P5210
Токовый, только переменный ток	CT-6	CT-6	CT-6
Токовый, переменный/постоянный ток	TCP202	TCP202	TCP202
С низкой емкостью	P6158	P6158	P6158

- P5050 10X — пассивный пробник, 500 МГц
- P5100 100X — пассивный высоковольтный пробник, 250 МГц
- P6015A 1000X — пассивный высоковольтный пробник, 100 МГц
- P6243 — активный высокоскоростной вольтовый пробник на полевых транзисторах, постоянный ток, до 1,0 ГГц
- P6245 — активный высокоскоростной цифровой вольтовый пробник на полевых транзисторах, постоянный ток, до 1,5 ГГц
- P6246 — активный широкополосный дифференциальный пробник, на полевых транзисторах, постоянный ток, до 400 МГц
- P6247 — активный широкополосный дифференциальный пробник, на полевых транзисторах, постоянный ток, до 1 ГГц
- P6248 — активный широкополосный дифференциальный пробник, на полевых транзисторах, постоянный ток, до 1,7 ГГц
- P5205 — активный дифференциальный пробник, 100 МГц
- P5210 — активный дифференциальный пробник, 50 МГц
- TCP202 — токовый пробник, постоянный ток, до 50 МГц, 15 А

- СТ-6 — токовый пробник для временного включения в цепь, от 250 кГц до 2 ГГц, 50 Ом
- P6158 20X — пробник с низкой емкостью, 3 ГГц



# Установка

Данный раздел, посвященный установке, состоит из следующих пунктов.

- *Распаковка.* Стр. 1-7
- *Проверка характеристик окружающей среды.* Стр. 1-8
- *Подключение периферийных устройств.* Стр. 1-8
- *Включение осциллографа.* Стр. 1-10
- *Выключение осциллографа.* Стр. 1-11
- *Создание диска аварийного восстановления.* Стр. 1-11
- *Резервное копирование файлов пользователя.* Стр. 1-12
- *Установка программного обеспечения.* Стр. 1-12
- *Подключение к компьютерной сети.* Стр. 1-15
- *Регулировка контрастности экрана.* Стр. 1-18



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Обязательно создайте диск аварийного восстановления в соответствии с инструкциями на стр. 1-11. Этот диск понадобится при необходимости переустановки Windows ME на жестком диске осциллографа.

---

## Распаковка

В упаковочном списке перечислены стандартные принадлежности, которые должны находиться в упаковочной коробке. Количество пробников зависит от заказанной модели. Необходимо проверить наличие следующих принадлежностей.

- Предназначенный для данной страны шнур питания.
- Три компакт-диска с копиями программного обеспечения, установленного на осциллограф, и дополнительного программного обеспечения, которое может быть полезно пользователю: *TDS5000 Series Operating System Restore* (Восстановление операционной системы для осциллографов серии TDS5000), *TDS5000 Series Product Software* (Программное обеспечение для приборов серии TDS5000) и *Optional Applications Software for Tektronix Windows-Based TDS Instruments* (Дополнительные программы для приборов Tektronix серии TDS на основе Windows). Храните программное обеспечение прибора в надежном месте.
- Все стандартные и заказанные дополнительные принадлежности.

Не забудьте заполнить и отправить карточку регистрации пользователя. Карточка прилагается к данному руководству.

## Проверка характеристик окружающей среды

Перед выполнением каких-либо описанных действий ознакомьтесь с данным разделом. В нем описаны требования к размещению, электропитанию и заземлению для осциллографа.

### Размещение

Осциллограф предназначен для работы на любом столе или на тележке в стандартном положении (на нижних ножках). Для надлежащего охлаждения необходимо наличие не менее 7,7 см (трех дюймов) свободного пространства слева от осциллографа. Необходимое свободное пространство до нижней и задней панелей обеспечивается с помощью ножек осциллографа.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Для обеспечения надлежащего охлаждения не размещайте посторонние предметы на нижней и боковых панелях осциллографа.

---

### Требования к работе

В Приложении А в главе *Технические характеристики* описаны действующие требования к источнику питания, температуре, влажности и высоте над уровнем моря для осциллографа.

## Подключение периферийных устройств

Подключение периферийных устройств аналогично их подключению к персональному компьютеру. Точки подключения изображены на рис. 1-1. Дополнительные сведения о подключении см. в таблице 1-2 на стр. 1-9.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Во избежание повреждений изделия до подключения каких-либо принадлежностей выключите осциллограф и отключите шнур питания из источника электропитания. USB-мышь, клавиатуру и другие устройства USB можно подключать и отключать при включенном питании. См. пункт Выключение осциллографа на стр. 1-11.

---

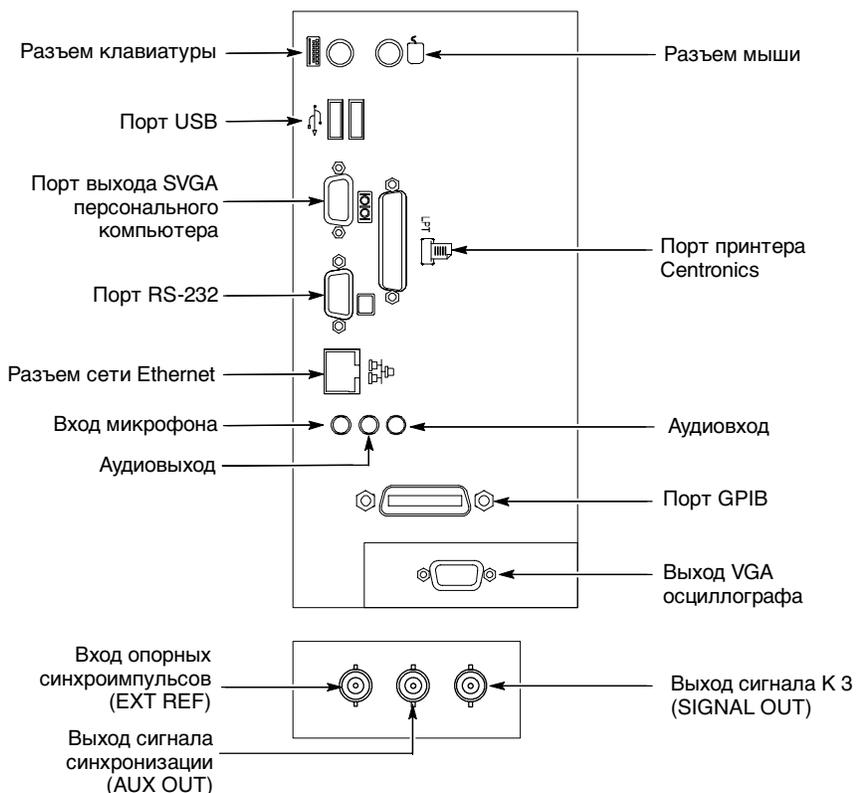


Рис. 1-1: Расположение разъемов на боковой и задней панелях

Таблица 1-2: Дополнительные сведения о подключении принадлежностей

Элемент	Описание
Монитор	При использовании нестандартного монитора может понадобиться изменение свойств экрана в Windows ME для достижения подходящего разрешения монитора.
Принтер	Внешний принтер подключается непосредственно через параллельный порт разъема Centronics. Если разъем принтера - DB-25, используйте кабель для принтера с соответствующим разъемом, поставляемым вместе с принтером. Сведения об использовании принтера см. в разделе <i>Печать осциллограмм</i> на стр. 3-217.
Монтаж в стойке	Сведения об установке см. в инструкциях, поставляемых вместе с монтажным набором.
Другие	Дополнительные сведения об установке принадлежностей, отсутствующие в данном руководстве, см. в файле <i>Readme</i> на компакт-диске <i>TDS5000 Series Product Software</i> .

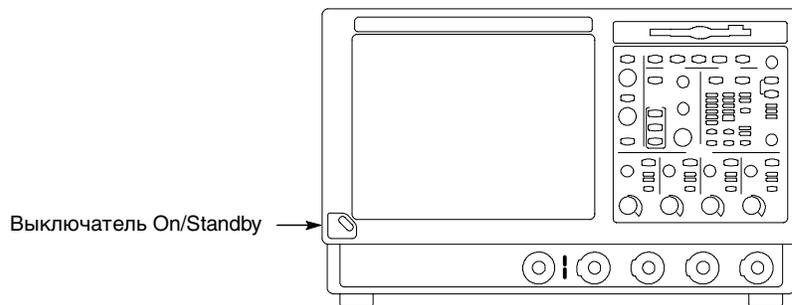
## Включение осциллографа

Чтобы включить осциллограф в первый раз, выполните следующие действия.



**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Для обеспечения правильной работы подключите клавиатуру, мышь и другие принадлежности до первого включения питания изделия.

1. Подключите один конец шнура питания к осциллографу, а другой — к источнику электропитания.
2. При использовании внешнего монитора подключите его шнур питания к источнику электропитания и включите монитор.
3. Нажмите выключатель On/Standby (Вкл/Ожид) для включения осциллографа (расположение выключателя см. на рис. 1-2).



**Рис. 1-2: Расположение выключателя On/Standby (Вкл/Ожид)**

## Выключение осциллографа

При нажатии на передней панели выключателя On/Standby (Вкл/Ожид) начинается процесс завершения работы осциллографа (включая завершение работы операционной системы Windows) для сохранения параметров и дальнейшего перехода в режим ожидания. Не отключайте шнур питания для выключения осциллографа.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если отключить питание осциллографа, вместо того, чтобы завершить его работу с помощью переключателя On/Standby, при следующем включении осциллограф будет настроен в соответствии с заводскими параметрами по умолчанию.

Для запуска процесса завершения работы может потребоваться удерживать переключатель On/Standby до 20 секунд.

---

Чтобы полностью отключить питание осциллографа, выполните процедуру завершения работы, описанную выше, и отключите шнур питания от источника электропитания.

## Создание диска аварийного восстановления

После завершения основного процесса установки следует создать диск аварийного восстановления, который можно использовать для запуска осциллографа в случае сбоя основного аппаратного или программного обеспечения. Храните этот диск в безопасном месте.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Запишите диск и храните его в безопасном месте. С помощью этого диска можно восстановить систему Windows ME без удаления данных на жестком диске осциллографа.

---

На диске восстановления содержатся основные файлы для повторного запуска осциллографа. На нем также хранятся файлы для проверки и форматирования жесткого диска.

Для создания диска аварийного восстановления выполните следующие действия.

1. Сверните окно приложения осциллографа, выбрав в меню File (Файл) команду **Minimize** (Свернуть).
2. В операционной системе Windows нажмите кнопку **Start** (Пуск) и выберите команды **Settings** (Настройка) и **Control Panel** (Панель управления).
3. В окне Control Panel дважды щелкните значок **Add/Remove Programs** (Установка и удаление программ).

4. Откройте вкладку **Startup Disk** (Диск загрузки).
5. Вставьте гибкий диск и следуйте инструкциям на экране для создания загрузочного диска.

## Резервное копирование файлов пользователя

Всегда создавайте резервные копии постоянно используемых файлов пользователя. Для сохранения копий файлов на жестком диске используйте средство архивации данных Windows. Это средство находится в папке System Tools (Служебные), которая в свою очередь расположена в папке Accessories (Стандартные).

Для сохранения копий файлов выполните следующие действия.

1. Закройте приложение осциллографа, выбрав в меню File (Файл) команду **Exit** (Выход).
2. Нажмите кнопку **Start** (Пуск) в операционной системе Windows.
3. Последовательно выберите команды **Programs** (Программы), **Accessories** (Стандартные), **System Tools** (Служебные) и **Backup** (Архивация данных).
4. С помощью мастера архивации данных выберите элементы, для которых необходимо создать резервные копии, и укажите соответствующий путь. Сохранить резервные копии можно как на гибком диске, так и на дополнительном запоминающем устройстве, подключенном к одному из портов на боковых панелях.

## Установка программного обеспечения

Системное и программное обеспечение осциллографа обеспечивается предварительной заводской установкой. При необходимости по какой-либо причине переустановить программное обеспечение обратитесь к инструкциям на компакт-дисках, поставляемых вместе с осциллографом.

### Последние сведения о программном обеспечении

Перед выполнением процедур установки прочтите последние сведения о программном обеспечении (README.TXT) на компакт-диске программного обеспечения изделия. В этом файле содержатся дополнительные сведения, которые отсутствуют в документации продукта.

Чтобы просмотреть файл README.TXT, запустите приложение Windows Notepad (Блокнот) и откройте файл с компакт-диска *TDS5000 Series Product Software*.

**Дополнительное программное обеспечение**

На компакт-диске *TDS5000 Series Product Software* (Программное обеспечение для приборов серии TDS5000) содержится дополнительное программное обеспечение и файлы, которые можно установить на осциллограф или другой персональный компьютер. Сведения об установке см. в инструкциях на компакт-диске.

**Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000.** Сведения по программированию GPIB доступны в виде отдельного файла справки Windows, который можно установить и обратиться к нему, выбрав в меню Help (Справка) команду GPIB Online (Электронная справка GPIB). Для удобства имеется также возможность установить его на компьютер контроллера системы GPIB.

С компьютера контроллера системы можно копировать и вставлять команды из файла электронной справки прямо в тестовые программы. Имеются следующие сведения по программированию:

- данные о конфигурации GPIB для осциллографа;
- списки групп команд и их команды;
- подробные описания команд с синтаксисом и примерами;
- сообщения об ошибках и состоянии;
- примеры программирования.

Сведения по программированию также доступны в виде PDF-файла на компакт-диске *TDS5000 Series Product Software*.

**Ручная процедура проверки производительности.** Это PDF-файл, который можно распечатать. В нем описывается методика ручной проверки производительности осциллографа с помощью общего тестового оборудования.

**Пробные версии дополнительных приложений**

На компакт-диске *Optional Applications Software for Tektronix Windows-Based TDS Instruments* (Дополнительные программы для приборов Tektronix серии TDS на основе Windows) содержатся пробные версии полезных программ, которые можно установить и запустить по пять раз каждую. При необходимости продолжить использование приложения его обновленную версию можно приобрести в центре Tektronix. Сведения об установке см. в инструкциях на компакт-диске.

### **Приложения рабочего стола**

На осциллограф можно установить приложение рабочего стола. Прибор протестирован со следующими установленными продуктами:

- Microsoft Office 98 (Word, Excel, PowerPoint и другие)
- MathCad
- MATLAB

Другие продукты программного обеспечения тоже могут быть совместимы с прибором, однако их работа не проверялась компанией Tektronix. Если после установки программы возникают сбои в работе осциллографа, удалите ее и повторно установите для восстановления правильной работы.

**Выход из приложения осциллографа.** Перед установкой других приложений рабочего стола выйдите из приложения осциллографа. Для этого в меню File (Файл) выберите команду **Exit** (Выход).

### **Варианты комплектации и обновления осциллографов серии TDS5000**

Для некоторых обновлений и вариантов комплектации осциллографов серии TDS5000 имеется программное обеспечение, которое следует установить и/или запустить. Следуйте соответствующим инструкциям для конкретного варианта комплектации.

Компания Tektronix предоставляет ключ, который следует ввести (один раз), чтобы активизировать все заказанные опции и обновления. Для ввода данного ключа в приложении осциллографа в меню Utility (Сервис) выберите команду Option Installation (Установка опции) и следуйте инструкциям на экране.

## Подключение к компьютерной сети

Чтобы обеспечить возможность печати, предоставления общего доступа к файлам, доступа в Интернет и выполнение других коммуникационных функций, можно подключить осциллограф к сети. Перед выполнением подключения выполните следующие действия для предоставления осциллографу доступа к сети.

1. Сначала выключите осциллограф.
2. Присоедините к нему клавиатуру и мышь.
3. Включите осциллограф.
4. Когда начнется загрузка осциллографа, несколько раз нажмите на клавиатуре клавишу **F2** до появления сообщения «Loading SETUP» (Загрузка настройки).
5. В служебной программе настройки BIOS с помощью клавиши с правой стрелкой на клавиатуре выберите меню **Advanced** (Дополнительно).
6. В меню **Advanced** с помощью клавиши со стрелкой вниз выберите команду **Peripheral Configuration** (Конфигурация периферийных устройств) и нажмите клавишу **Enter** (Ввод).
7. В меню **Peripheral Configuration** с помощью клавиши со стрелкой вниз выберите команду **LAN Device** (Устройство ЛВС) и нажмите клавишу **Enter**.
8. С помощью клавиши со стрелкой вниз или вверх выберите значение **Enabled** (Включено) и нажмите клавишу **Enter**.
9. Нажмите клавишу **F10** для сохранения и выхода. При появлении запроса на экране подтвердите сохранение изменений конфигурации.
10. Для определения осциллографа в качестве клиента сети и его настройки используйте служебную программу настройки сети Windows. Эту служебную программу можно запустить с помощью меню **Start** (Пуск) Windows при последовательном выборе команд **Settings >Control Panel** (Настройка, Панель управления) и двойным щелчком значка **Network** (Сеть). Конкретные инструкции по параметрам настройки можно получить у администратора сети.

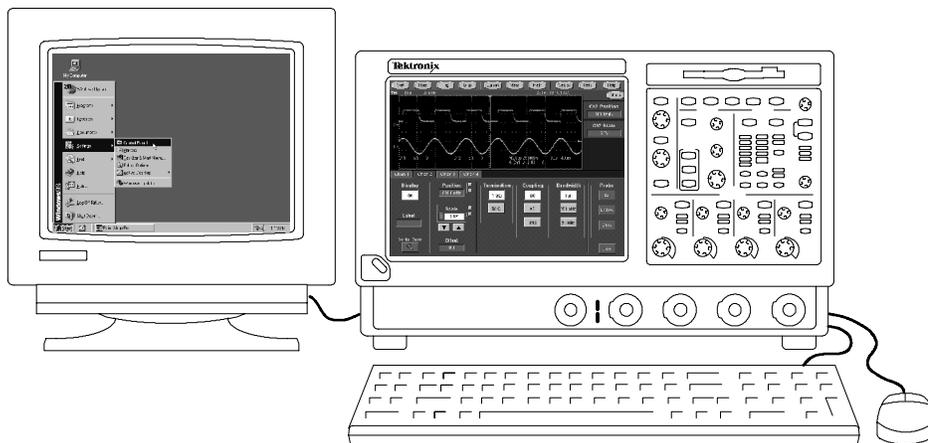
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если требуется отключить осциллограф от сети, выполните описанную выше процедуру, но для команды в шаге 8 выберите значение *Disabled* (Отключено). При отключенном доступе к сети осциллограф будет загружаться быстрее.

---

## Настройка работы с двумя экранами

Чтобы настроить осциллограф для возможности работы с двумя экранами, выполните следующие действия. Эта настройка позволяет просматривать Windows и другие приложения на внешнем мониторе во время работы осциллографа.



1. Отключите шнур питания осциллографа от источника электропитания, чтобы подключить внешний монитор.
2. Подключите к осциллографу клавиатуру и мышь.
3. Подключите внешний монитор к верхнему порту SVGA на боковой панели осциллографа.
4. Включите шнур питания осциллографа в источник электропитания, а затем включите осциллограф и внешний монитор.
5. Просмотрите сообщения на внешнем мониторе, уведомляющее о том, что в операционной системе Windows успешно инициализирован видеоадаптер.
6. Подключение нового монитора должно быть зафиксировано осциллографом. Чтобы установить новые драйверы для монитора, следуйте инструкциям на экране осциллографа.
7. Введите **Ctrl+M** или в меню File (Файл) выберите команду **Minimize** (Свернуть) для сворачивания окна приложения осциллографа.
8. На рабочем столе Windows щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Properties** (Свойства) для открытия диалогового окна Display Properties (Свойства экрана).
9. Откройте вкладку **Settings** (Настройка) и щелкните отключенный монитор в поле экрана.

10. При появлении запроса на включение нового монитора нажмите кнопку **Yes** (Да).
11. Установите разрешение для внешнего монитора.
12. Щелкните область внешнего монитора в поле экрана и перетащите его для правильной ориентации.



**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Не изменяйте разрешение и цветовую палитру для внутреннего ЖК-монитора. Внутреннее разрешение должно быть 640 x 480, а цветовая палитра - High Color (16 бит).

13. Чтобы применить параметры, нажмите кнопку **ОК**. На новом мониторе будет отображаться дополнительная область рабочего стола.

Чтобы наилучшим образом использовать новую область экрана, выполните следующие шаги для перемещения элементов управления Windows на внешний монитор.

1. Щелкните (и удерживайте) панель задач Windows в области, показанной на рис. 1-3, и перетащите ее вверх по направлению ко внешнему монитору. Панель задач сначала переместится на боковую часть внутреннего монитора, затем на боковую часть внешнего монитора и, наконец, на нижнюю часть внешнего монитора.



Чтобы перетащить панель задач, щелкните здесь

**Рис. 1-3: Область перемещения для панели задач Windows**

2. После перемещения панели задач на удобное место отпустите кнопку мыши.
3. На внутреннем мониторе выберите все значки рабочего стола Windows и перетащите их на внешний монитор.
4. При использовании электронной справочной системы для осциллографа ее окна также можно перенести на внешний монитор, чтобы иметь возможность читать их при работе с осциллографом.
5. При запуске любых приложений Windows перетаскивайте окна из приложения на внешний монитор.

## Регулировка контрастности экрана

Если экран осциллографа слишком яркий или темный, выполните следующие действия, чтобы отрегулировать контрастность ЖК-монитора в соответствии с вашими предпочтениями. Для выполнения этой процедуры необходимо иметь подключенную мышь.

1. Правой кнопкой мыши щелкните рабочий стол Windows.
2. Выберите команду **Properties** (Свойства).
3. Откройте вкладку **Settings** (Настройка).
4. Нажмите кнопку **Advanced** (Дополнительно).
5. Откройте вкладку **Chips** (Набор микросхем).
6. Выберите **Gamma** (Гамма).
7. Отрегулируйте ползунок для получения необходимой контрастности.
8. Правой кнопкой мыши щелкните ползунок и выберите команду **Exit** (Выход).

# Предварительная проверка

В данном разделе содержатся инструкции по выполнению процедуры первоначальной проверки. При этой процедуре проверяется правильная работа осциллографа после транспортировки, но не соответствие техническим характеристикам. Процедура состоит из следующих этапов.

- *Автотесты.* На странице 1-20 содержатся инструкции по выполнению автотестов.
- *Функциональные тесты.* На странице 1-21 представлены справочные сведения по измерению временных и амплитудных параметров калибровочного сигнала с разъема PROBE COMPENSATION (Компенсация пробников).
- *Выполнение расширенной диагностики.* На странице 1-31 представлены инструкции по выполнению внутренней автоматической калибровки и расширенной диагностики.

Если осциллограф не прошел один из тестов данного раздела, возможно, придется обратиться в сервисный центр. Чтобы обратиться в центр обслуживания Tektronix, см. раздел *Контакты с компанией Tektronix* на странице xv *Предисловия*.

Проверьте был ли осциллограф установлен в соответствии с инструкциями раздела *Подготовка к работе*, который начинается на странице 1-7. Затем перед выполнением тестов подготовьте следующее оборудование.

## Необходимое оборудование

Для выполнения автотестов какое-либо специальное оборудование не требуется. Для выполнения функциональных тестов необходимо следующее оборудование.

- Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный)
- Отформатированный 3,5-дюймовый гибкий диск на 1,44 Мбайт

## Автотесты

В данной процедуре внутренние программы осциллографа автоматически выполняют проверку его функций и правильность их настройки. Никакого тестового или вспомогательного оборудования не требуется.

<b>Необходимое оборудование</b>	Отсутствует
<b>Подготовка</b>	Включите осциллограф и дайте ему прогреться в течение 20 минут.

1. *Внутренняя диагностика.* Выполните следующие действия для выполнения внутренней диагностики.
  - a. *Выведите на экран меню диагностики системы.*
    - Для перехода из режима панели инструментов в режим меню нажмите кнопку **Menu** (Меню) (крайняя правая кнопка на панели инструментов).
    - В меню Utilities (Сервис) выберите команду **Instrument Diagnostics** (Диагностика прибора), чтобы открыть окно управления диагностикой прибора.
    - Проверьте, что в каждом раскрывающемся списке выбрано значение ALL (Все).
  - b. *Запустите диагностику системы.*
    - Отключите все входные сигналы на всех четырех каналах.
    - В окне управления Instrument Diagnostics нажмите кнопку **Run** (Запуск).
  - c. *Подождите.* При внутренней диагностике выполняется полная проверка соответствующих функций осциллографа, что занимает от пяти до пятнадцати минут. После завершения в окне управления диагностикой отображается результирующее состояние.
  - d. *Убедитесь в отсутствии каких-либо сбоев и сообщений о них.* Все тесты должны быть пройдены успешно. При возникновении сбоев запишите сведения о них и обратитесь в местное представительство компании Tektronix за дополнительными разъяснениями.
  - e. *Выполните процесс компенсации сигнального тракта.*
    - В меню Utilities выберите команду **Instrument Calibration** (Калибровка прибора), чтобы открыть окно управления калибровкой прибора.
    - Для запуска процедуры нажмите кнопку **Calibrate** (Калибровка).

- f. *Подождите.* Для выполнения компенсации сигнального тракта может потребоваться до десяти минут.
  - g. *Проверьте, что процесс компенсации сигнального тракта завершился успешно:* убедитесь, что в текстовом поле Status (Состояние) отображается значение **Pass** (Пройден).
2. *Возврат.* Для закрытия окна управления Instrument Calibration (Калибровка прибора) нажмите кнопку **Close** (Закрыть).

## Функциональные тесты

Данные процедуры служат для проверки правильности работы осциллографа. Для их выполнения требуется следующее оборудование.

- Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный)
- 3,5-дюймовый форматированный гибкий диск на 1,44 Мбайт для проверки файловой системы

---

**ВНИМАНИЕ.** Данные процедуры служат для проверки правильности функционирования осциллографа. Проверка на соответствие техническим характеристикам не производится. Поэтому инструкции таких функциональных тестов, содержащие количественные характеристики осциллограмм, например «пять делений по амплитуде» или «шесть горизонтальных делений периода» и т. п., не следует трактовать как необходимость проверки количественного соответствия параметров осциллограммы указанным значениям.

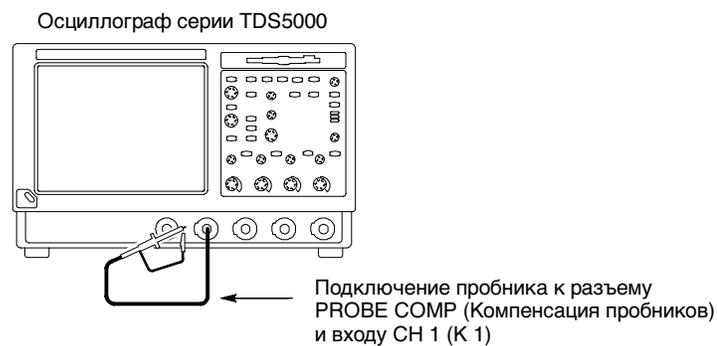
*Не изменяйте положения регуляторов на передней панели, если только это явно не указано в данных процедурах. Для каждой процедуры проверки перед началом проверки функций необходимо установить определенные стандартные параметры настройки осциллографа. При дополнительном изменении этих параметров возможно получение неправильных результатов. В этом случае повторите процедуру с шага 1.*

*Если по инструкции требуется нажать кнопку на передней панели или экранную кнопку, то эта кнопка уже может быть нажата (подсвечена). В этом случае ее нажимать не следует.*

---

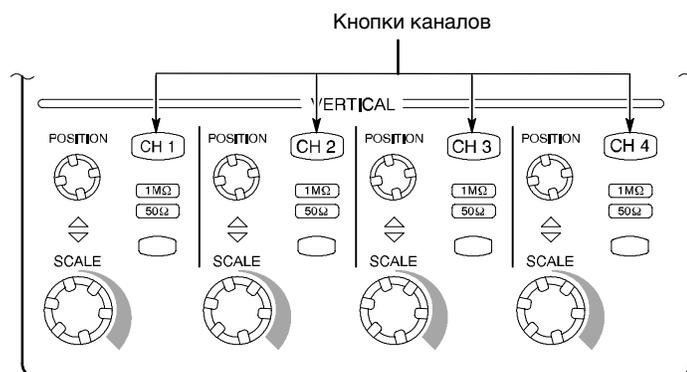
<b>Необходимое оборудование</b>	Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный)
<b>Подготовка</b>	Отсутствует

1. *Инициализируйте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **DEFAULT SETUP** (Настройка по умолчанию).
2. *Подключите источник сигнала.* Подсоедините пробник осциллографа к выходу компенсации пробника и к входному каналу, который необходимо проверить (начиная с К 1), как показано на рис. 1-4.



**Рис. 1-4: Универсальное подключение для функциональных тестов (для К 1)**

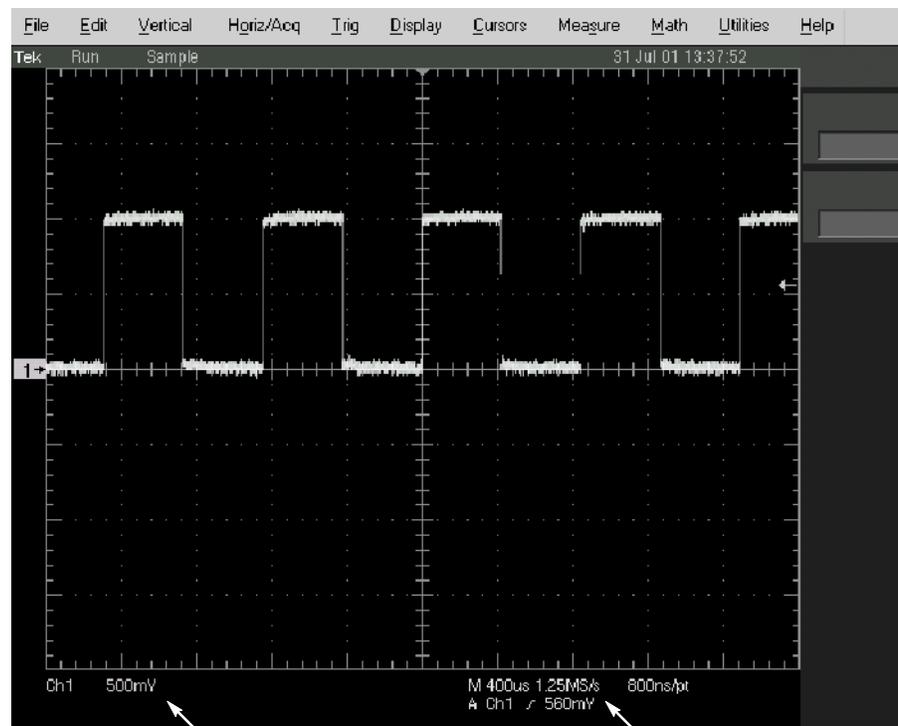
3. *Отключите все каналы.* Если некоторые кнопки каналов на передней панели подсвечены, нажмите их для отключения этих каналов. См. рис. 1-5.



**Рис. 1-5: Расположение кнопок каналов**

4. *Выберите канал для проверки.* Нажмите кнопку канала, который в данный момент проверяется. Кнопка подсвечивается, а осциллограмма сигнала появляется на экране.

5. *Настройте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **AUTO-SET** (Автоустановка). В результате устанавливается нужный масштаб по горизонтали и вертикали для получения приемлемого отображения, а в качестве источника синхронизации - тестируемый канал.
6. *Убедитесь, что канал является действующим.* Проверьте истинность следующих утверждений.
  - Значение поля масштабирования по вертикали (см. рис. 1-6) для тестируемого канала - 500 мВ, а на экране отображается сигнал компенсации искажений пробника прямоугольной формы с амплитудой в 2 деления.



Поле масштабирования по вертикали

Поле масштабирования по горизонтали

**Рис. 1-6: Расположение полей масштабирования по вертикали и по горизонтали**

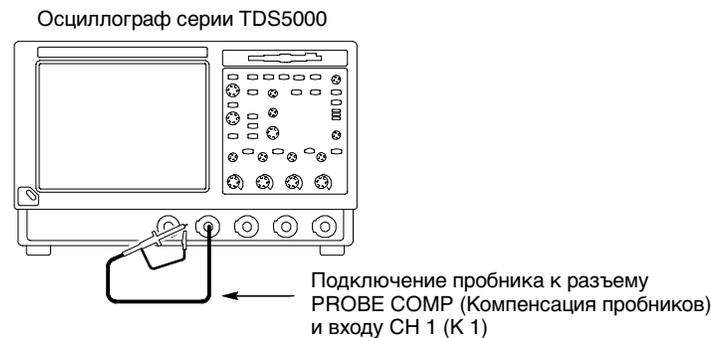
- При повороте на передней панели в группе **VERTICAL** (По вертикали) ручки **POSITION** (Положение) для тестируемого канала осциллограмма перемещается вверх и вниз по экрану.

- При повороте в группе VERTICAL (По вертикали) ручки **SCALE** (Масштаб) против часовой стрелки для тестируемого канала амплитуда сигнала на экране уменьшается. Для увеличения амплитуды ручку следует повернуть по часовой стрелке. При установке ручки в положение **500 mV** (500 мВ) значение амплитуды снова становится равным 2 делениям.
7. *Проверьте, что сбор данных происходит во всех режимах регистрации.* В меню Horiz/Acq (По горизонтали/Регистрация) выберите команду **Horizontal/Acquisition Setup** (По горизонтали/Настройка регистрации) для отображения окна управления Horizontal/Acquisition Setup. Откройте вкладку **Acquisition** (Оцифровка). Выберите каждый из пяти режимов и подтвердите правильность следующих утверждений.
- В режиме **Sample** (Отсчеты) на экране отображается осциллограмма регистрируемого сигнала. (Следует отметить, что для прямоугольного сигнала присутствуют небольшие шумы).
  - В режиме **Peak Detect** (Пиковая детекция) отображается осциллограмма регистрируемого сигнала с максимальными и минимальными значениями (пиками) последовательно отображаемых интервалов выборки. Таким образом, шумы, присутствующие в режиме отсчетов, также видны в данном режиме.
  - В режиме **Hi Res** (Высокое разрешение) на экране отображается осциллограмма регистрируемого сигнала с уменьшенными шумами, которые видны в режиме «Отсчеты».
  - В режиме **Average** (Усреднение) отображается активно зарегистрированный сигнал с шумами, уменьшенными с помощью метода усреднения нескольких регистраций.
  - В режиме **Envelope** (Огибающая) отображается совокупность нескольких зарегистрированных с помощью режима Peak Detect (Пиковая детекция) сигналов.
8. *Проверьте все каналы.* Повторяйте шаги от 2 по 7 до тех пор, пока все четыре входных канала не будут проверены.
9. *Разберите тестовую схему.* Отключите пробник осциллографа от входа канала и разъема компенсации пробника.

## Тест масштаба времени

Необходимое оборудование	Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный)
Подготовка	Отсутствует

1. *Инициализируйте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **DEFAULT SETUP** (Настройка по умолчанию).
2. *Подключите источник сигнала.* Подключите пробник осциллографа к разъему компенсации пробника и входу CH 1 (К 1) как показано на рис. 1-7.



**Рис. 1-7: Настройка для теста масштаба времени**

3. *Настройте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **AUTOSET** (Автоустановка).
4. *Установите масштаб времени.* С помощью ручки **SCALE** (Масштаб) на передней панели в группе **HORIZONTAL** (По горизонтали) укажите значение масштаба по горизонтали, равное **200  $\mu\text{s}/\text{div}$**  (200 мкс/дел). Поле масштаба времени отображается в нижней части масштабной сетки (см. рис. 1-6).
5. *Проверьте действие масштабирования времени.* Проверьте соблюдение следующих условий.
  - Один период сигнала компенсации пробника прямоугольной формы примерно равен пяти горизонтальным делениям экрана для значения масштаба по горизонтали в  $200 \mu\text{s}/\text{div}$ .
  - При повороте ручки **SCALE** по часовой стрелке осциллограмма расширяется (увеличивается количество делений по горизонтали для периода сигнала), а при повороте ручки против часовой стрелки сужается. При значении **200  $\mu\text{s}/\text{div}$**  длина периода снова становится равной пяти делениям.
  - При повороте ручки **POSITION** (Положение) в группе **HORIZONTAL** сигнал сдвигается влево или вправо по экрану.

**6.** Проверьте горизонтальную задержку.

**a.** Расположите передний фронт в центре экрана.

- Поверните в группе HORIZONTAL (По горизонтали) ручку **POSITION** (Положение) так, чтобы передний фронт в точке синхронизации сигнала выровнялся с центром горизонтальной сетки.
- Установите для ручки **SCALE** (Масштаб) в группе HORIZONTAL значение **20  $\mu$ s/div** (20 мкс/дел). Передний фронт сигнала должен отображаться в центре сетки, а задний — за пределами экрана.

**b.** Включите и установите горизонтальную задержку.

- В меню Horiz/Acq (По горизонтали/Регистрация) выберите команду **Horizontal/Acquisition Setup** (По горизонтали/Настройка регистрации) для отображения окна управления Horizontal/Acquisition Setup.
- Откройте в появившемся диалоговом окне вкладку **Horizontal**.
- На этой вкладке щелкните **Delay Mode** (Режим задержки) для включения режима задержки.
- Для отображения всплывающей вспомогательной клавиатуры щелкните текстовое поле управления **Horiz Delay** (Горизонтальная задержка). Чтобы открыть эту клавиатуру, щелкните значок вспомогательной клавиатуры. С ее помощью установите значение горизонтальной задержки равное **500  $\mu$ s** (500 мкс) и нажмите клавишу **ENTER**.

**c.** Проверьте осциллограмму. Убедитесь, что задний фронт сигнала находится на расстоянии нескольких делений от центра сетки.

**d.** Отрегулируйте горизонтальную задержку. Поверните верхнюю многофункциональную ручку для изменения значения горизонтальной задержки. Проверьте, что задний фронт сдвигается по горизонтали. На передней панели в группе HORIZONTAL поверните ручку **POSITION**. Проверьте аналогичное действие этой ручки (с ее помощью также можно отрегулировать значение задержки, но только при включенном режиме задержки).

**e.** Проверьте функцию включения и выключения задержки.

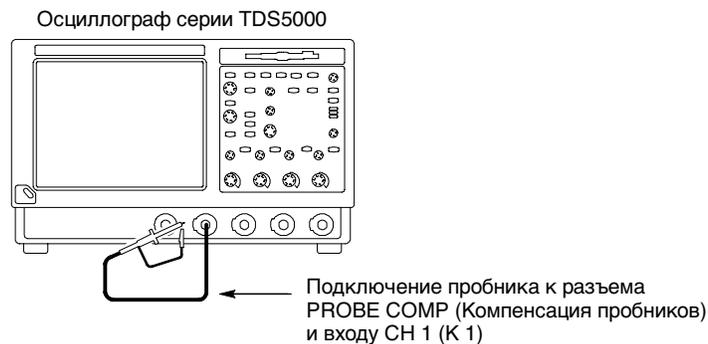
- На передней панели HORIZONTAL поверните ручку **POSITION**, чтобы разместить задний фронт в центре экрана по горизонтали.
- Установите для ручки **SCALE** в группе HORIZONTAL значение **40 ns/div** (40 нс/дел). Задний фронт должен находиться около центра сетки. В противном случае повторно отрегулируйте значение задержки для установки заднего фронта по центру экрана.

- Нажмите на передней панели кнопку **DELAY** (Задержка) несколько раз, чтобы отключить, включить и снова отключить режим задержки. Проверьте быстрое переключение отображения между двумя точками во времени (передним и задним фронтами сигнала).
7. *Разберите тестовую схему.* Отключите пробник от входа канала и разъема компенсации пробника.

## Тест синхронизации

<b>Необходимое оборудование</b>	Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный)
<b>Подготовка</b>	Отсутствует

1. *Инициализируйте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **DEFAULT SETUP** (Настройка по умолчанию).
2. *Подключите источник сигнала.* Подключите пробник осциллографа к разъему компенсации пробника и входу CH 1 (К 1) как показано на рис. 1-8.



**Рис. 1-8: Настройка для теста синхронизации**

3. *Настройте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **AUTOSET** (Автоустановка).
4. *Проверьте основные функции системы синхронизации.* Убедитесь в соблюдении следующих условий.
  - Показания уровня запуска для А-системы (основной) запуска изменяется с помощью ручки **LEVEL** (Уровень) на передней панели в группе **TRIGGER** (Синхронизация).
  - Поворотом ручки **LEVEL** можно запускать и не запускать синхронизацию прямоугольного импульса. (Оставьте сигнал несинхронизированным.)

- При нажатии на передней панели в группе TRIGGER (Синхронизация) ручки **LEVEL** уровень запуска устанавливается в точку 50% амплитуды сигнала и запускается сигнал, который был оставлен несинхронизированным. (Оставьте сигнал синхронизированным.)
5. *Проверьте функции системы синхронизации с задержкой.*
- a. *Настройте синхронизацию с задержкой.*
    - В меню Trig (Запуск) выберите команду **A-B Trigger Seq** (Последовательность запуска A-B) для отображения окна управления Trigger Setup (Настройка запуска). В окне открывается вкладка A→B Seq (Последовательность от A к B).
    - В группе A Then B (B после A) щелкните **Trig After Time** (Запуск через указанное время).
    - Справа в окне управления щелкните текстовое поле **B Trig Level** (Уровень запуска B).
  - b. *Убедитесь в выполнении следующих условий.*
    - Значение поля B Trig Level изменяется при повороте нижней многофункциональной ручки.
    - После поворота нижней многофункциональной ручки сигнал компенсации пробника прямоугольной формы может быть как синхронизированным, так и несинхронизированным. (Оставьте сигнал синхронизированным).
  - c. *Проверьте счетчик синхронизации с запуском.*
    - Для отображения всплывающей вспомогательной клавиатуры щелкните текстовое поле управления **Trig Delay** (Задержка запуска). Чтобы открыть эту клавиатуру, щелкните значок вспомогательной клавиатуры.
    - Щелкните вспомогательную клавиатуру для ввода времени задержки запуска в 1 секунду и нажмите клавишу **ENTER**.
    - Проверьте, что на передней панели в группе TRIGGER индикатор **READY** (Готовность) загорается раз в секунду при обновлении осциллограммы на экране.
6. *Разберите тестовую схему.* Отключите пробник от входного канала и разъема компенсации пробника.

## Тест файловой системы

<b>Необходимое оборудование</b>	Пассивный пробник осциллографа 10X (P5050 или аналогичный) Форматированный 3,5-дюймовый гибкий диск на 1,44 Мбайт
<b>Подготовка</b>	Отсутствует

1. *Инициализируйте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **DEFAULT SETUP** (Настройка по умолчанию).
2. *Подключите источник сигнала.* Подключите пробник осциллографа к разъему компенсации пробника и входу CH 1 (К 1), как показано на рис. 1-9.



**Рис. 1-9: Настройка для теста файловой системы**

3. *Вставьте тестовый диск.* Вставьте гибкий диск в дисковод в верхней части передней панели.
4. *Настройте осциллограф.* Нажмите на передней панели кнопку **AUTOSET** (Автоустановка).
5. *Установите масштаб времени.* В группе **HORIZONTAL** (По горизонтали) установите ручку **SCALE** (Масштаб) в положение **1 ms/div** (1 мс/дел). Поле масштаба времени отображается в нижней части сетки.
6. *Сохраните параметры настройки.*
  - a. В меню **File** (Файл) выберите команду **Instrument Setup** (Настройка прибора). В результате откроется окно управления параметрами настройки устройств.
  - b. В группе **Save Settings to File** (Сохранение параметров настройки в файл) нажмите кнопку **Save** (Сохранить). Отобразится диалоговое окно **Save Instrument Setup As** (Сохранение параметров настройки устройства как).



## Выполнение расширенной диагностики

При расширенной диагностике и автокалибровке выполняется более детальная проверка функциональности, чем при начальной проверке и диагностике включения.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Дайте осциллографу прогреться в течение 20 минут до выполнения автокалибровки.

---

Отсоедините от осциллографа все подключенные пробники. В меню Utilities (Сервис) выберите команду **Instrument Calibration** (Калибровка прибора) для запуска автокалибровки и команду **Instrument Diagnostics** (Диагностика прибора) для запуска расширенной диагностики. Результаты проверки отображаются в соответствующих окнах управления.



# Принадлежности и варианты комплектации

В данном разделе перечислены стандартные и дополнительные принадлежности, доступные для осциллографа, а также варианты комплектации.

## Варианты комплектации

Для осциллографа можно заказать следующее дополнительное оборудование.

- Опция 1P. Встроенный термопринтер
- Опция 16. Дисковод для записи компакт-дисков
- Опция 17. Дополнительные 128 Мбайт оперативной памяти RAM
- Опция 18. Интерфейс сенсорного экрана
- Опция 1R. Монтажный набор (включая оборудование и инструкции для конфигурации с монтажом в стойке)
- Опция 1M. Создание записей большой длины: 500 КВыб на канал, максимум 2 МВыб
- Опция 2M. Создание записей большой длины: 2 МВыб на канал, максимум 8 МВыб
- Опция 1K. Тележка для осциллографа K420
- Дополнительные опции для пробника
  - Опция 33. Добавление низкоемкостного пассивного пробника P6158 на 3 ГГц
  - Опция 34. Добавление дифференциального пробника P6247 на 1 ГГц
  - Опция 35. Добавление активного пробника P6243 на 1 ГГц
  - Опция 37. Добавление активного пробника P6245 на 1,5 ГГц
  - Опция 39. Добавление дифференциального пробника P6248 на 1,7 ГГц
  - Опция 53. Добавление пассивного пробника P5050 на 500 МГц
- Дополнительные опции по шнурам питания для региональных стандартов
  - Опция A1. Европа, универсальный 220 В, 50 Гц
  - Опция A2. Великобритания, 240 В, 50 Гц

- Опция А3. Австралия, 240 В, 50 Гц
- Опция А5. Швейцария, 220 В, 50 Гц
- Опция А99. Шнур электропитания отсутствует
- Опция АС. Китай, 240 В, 50 Гц
- Предложения по обслуживанию
  - Опция D1. Отчет с данными калибровки
  - Опция С3. Три года обслуживания по калибровке
  - Опция D3. Проверочные данные для обслуживания по калибровке в опции С3
  - Опция R3. Продление гарантии на ремонт до трех лет
- Предложения по программному обеспечению
  - Опция 2А. Программное обеспечение для расширенного анализа (редактор формул, спектральное БПФ и гистограммы)
  - Опция J1. Программное обеспечение для анализа дрожания и временного анализа (TDSJIT2)
  - Опция J2. Программное обеспечение для измерений дисковогода (TDSDDM2)
  - Дополнительные средства USB. Программное обеспечение для проверки соответствия USB2.0 (TDSUSBS)

## Принадлежности

В данном разделе представлены стандартное и дополнительное оборудование для осциллографа.

### Стандартные принадлежности

Принадлежности, поставляемые с осциллографом.

**Таблица 1-3: Стандартные принадлежности**

Принадлежности	Серийный номер
<i>Упаковочный список для осциллографов серии TDS5000</i>	071-1003-xx
<i>Руководство пользователя для осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000</i>	071-0876-xx

Таблица 1-3: Стандартные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Серийный номер
Справочное руководство по осциллографам с цифровым люминофором серии TDS5000 Английский Французский Немецкий Итальянский Испанский Португальский Японский Корейский Китайский (упрощенное письмо) Китайский (традиционное письмо)	020-2398-xx
Помощь по подключению и анализу данных	071-1046-xx
Компакт-диск <i>TDS5000 Series Product Software</i> (Программное обеспечение для приборов серии TDS5000) содержит приложения, электронную справку, <i>TDS5000 Series Online Programmer Guide</i> (Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000) (электронная справка по программированию GPIB и PDF), сведения о проверке технических характеристик в формате PDF, последние сведения, сведения VISA)	063-3508-00
Компакт-диск <i>TDS5000 Series Operating System Restore</i> (Восстановление операционной системы для осциллографов серии TDS5000)	063-3509-00
Компакт-диск <i>Optional Applications Software for Tektronix Windows-Based TDS Instruments</i> (Дополнительные программы для приборов Tektronix серии TDS на основе Windows)	063-3478-00
Сертификаты калибровки NIST, MIL-STD-45662A и ISO9000	--
Шнур питания стандарта США	161-0230-xx
Мышь	119-6298-00
Передняя крышка	200-4651-00
Два (TDS5052) или четыре (TDS5054) пассивных пробника 10x на 500 МГц	P5050

**Дополнительные принадлежности**

Принадлежности, перечисленные в таблице 1-4, можно заказать для использования вместе с осциллографом в любое время после публикации данного руководства. Дополнения, изменения и подробные сведения см. в текущем каталоге Tektronix.

Таблица 1-4: Дополнительные принадлежности

Принадлежности	Серийный номер
<i>TDS5000 Series Digital Phosphor Oscilloscopes Service Manual</i> (Руководство по обслуживанию осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000)	071-1004-xx
Клавиатура USB	119-6633-xx
Тележка для осциллографа с дополнительным лотком для мыши K420	K420, 436-0317-00

**Таблица 1-4: Дополнительные принадлежности (прод.)**

<b>Принадлежности</b>	<b>Серийный номер</b>
Ящик для перевозки	016-1522-00
Термопринтер (с пятью рулонами бумаги)	655-4920-00
Бумага для термопринтера (один рулон)	016-1897-00
Монтажный набор для осциллографов серии TDS5000	016-1887-00
Адаптер калибровки, компенсации пробника, а также компенсации фазового сдвига (требуется наличие отдельного генератора импульсов)	067-0405-00
Фиксатор видеомонитора	013-0278-00
Пассивный пробник 10x на 500 МГц	P5050
Пробник P6158 с делителем 20x	P6158
Дифференциальный пробник P6247 на 1 ГГц	P6247
Высокочастотный активный пробник P6243 на 1 ГГц	P6243
Высокочастотный активный пробник P6245 на 1,5 ГГц	P6245
Дифференциальный пробник P6245 на 1,7 ГГц	P6248
Дифференциальный пробник P6246 на 400 МГц	P6246
Токовый пробник TCP202	TCP202
Токовый пробник CT-6	CT-6
Система измерения постоянного/переменного тока AM503S	AM503S
Адаптер AMT75 на 1 ГГц, 75 Ом	AMT75
Высоковольтный дифференциальный пробник P5205	P5205
Высоковольтный дифференциальный пробник P5210	P5210
Высоковольтный пробник P5100	P5100
Высоковольтный пробник P5105A	P6105A
Дифференциальный предусилитель AD400A	AD400A
Оптический/электрический преобразователь P6701B (многорежимный)	P6701B
Оптический/электрический преобразователь P6703B (однорежимный)	P6703B
Фиксатор видеомонитора	013-0278-00
Перо	016-1441-00
Записываемый компакт-диск	063-3551-00
Перезаписываемый компакт-диск	063-3552-00
Бумага для печати	016-1897-00
Программное обеспечение для анализа дрожания и временного анализа (TDSJIT2)	TDSJIT2
Программное обеспечение для измерений параметров дискового TDSDDM2	TDSDDM2
Набор для проверки соответствия USB2.0 TDSUSBS	TDSUSB2
Программное обеспечение только проверки соответствия USB2.0 TDSUSBS	TDSUSBS

**Таблица 1-4: Дополнительные принадлежности (прод.)**

<b>Принадлежности</b>	<b>Серийный номер</b>
Средства для проверки соответствия TDSUSBS USB2.0	TDSUSBF
Программное обеспечение WSTRO WaveStar для осциллографов; дистанционное управление инструментами и сбором данных	WSTRO
Программное обеспечение Wavewriter AWG и программное обеспечение для создания сигналов	S3FT400
Программное обеспечение VocalLink для голосового управления	VCLNKP
Кабель GPIB (1 М)	012-0991-01
Кабель GPIB (2 М)	012-0991-00
Кабель RS-232	012-1298-00
Кабель Centronics	012-1250-00





# **Основы работы**



## Рабочие схемы

Данная глава состоит из ряда схем, в которых описаны системы осциллографа и их работа, а также документация.

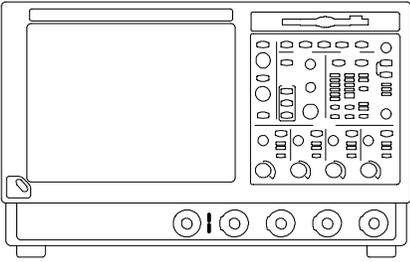
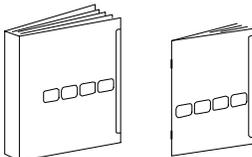
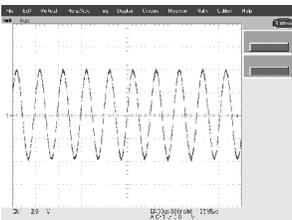
- Раздел *Схема документации* на стр. 2-2, в котором приведен список документов для данного осциллографа.
- Раздел *Схема ввода/вывода на передней панели* на стр. 2-4, в котором описаны порты ввода/вывода и периферийные устройства.
- Раздел *Схема панели управления* на стр. 2-5, в котором описаны элементы передней панели осциллографа и содержатся перекрестные справочные сведения для каждого элемента.
- Раздел *Схема интерфейса пользователя* на стр. 2-6, в котором описаны элементы приложения интерфейса пользователя, обеспечивающие полное управление осциллографом.
- Раздел *Схема изображения* на стр. 2-7, в котором описаны элементы и функции экранов одной и нескольких масштабных сеток.
- Раздел *Обзорная схема* на стр. 2-9, в котором описаны высокий уровень работы операционных блоков и операционный цикл осциллографа.

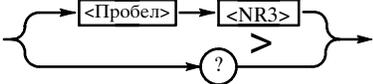
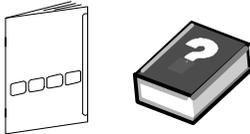
Обучающие процедуры доступны в электронном виде как часть электронной справки.

Сведения о настройке и установке осциллографа см. в главе 1 *Приступая к работе*.

# Схема документации

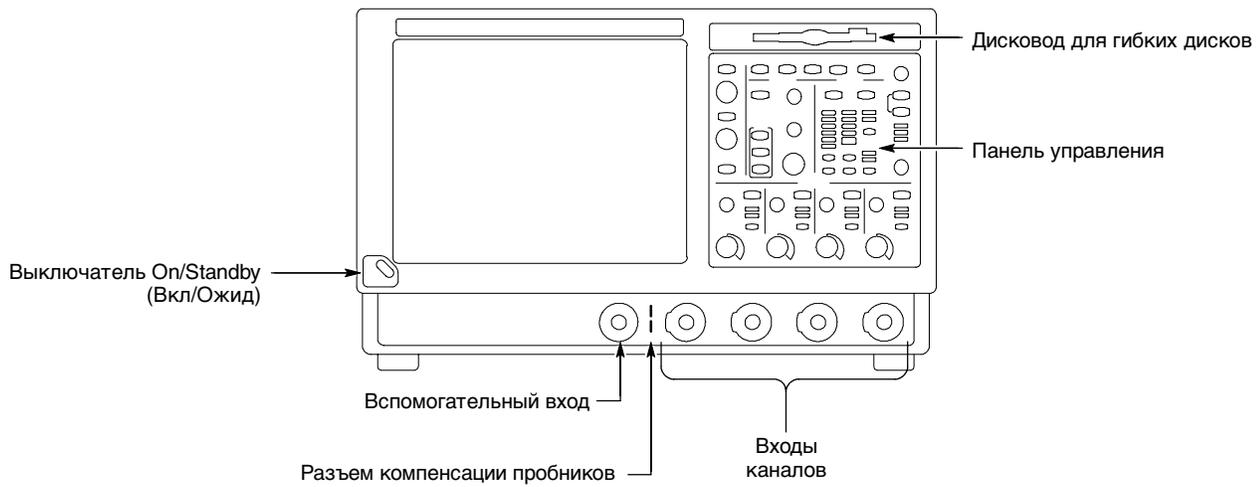
Данный осциллограф поставляется со специальным набором документов, описывающих особые функции прибора и интерфейса. В следующей таблице приведены ссылки на каждый документ для функций осциллографа и поддерживаемых им интерфейсов.

Предмет	Документ	Описание
<b>Установка, спецификация и функции (обзоры)</b> 	<b>Руководство пользователя Справочник</b> 	<p>Краткий перечень функций осциллографа и сведения об их использовании см. в <i>Справочнике</i>.</p> <p>В <i>Руководстве пользователя</i> см. следующие общие сведения об осциллографе: процедуры, необходимые для включения, технические характеристики, схемы элементов управления интерфейсом пользователя, обзоры и общие сведения о возможностях осциллографа.</p> <p>Дополнительные сведения об использовании прибора см. в <i>Электронной справочной системе</i>.</p>
<b>Полные сведения об эксплуатации и справочные сведения графического интерфейса</b> 	<b>Электронная справочная система</b> 	<p>Сведения практически о всех элементах управления и элементах на экране см. в электронной справке, доступ к которой осуществляется через интерфейс осциллографа.</p> <p>В электронной справке содержатся инструкции по использованию функций осциллографа. См. раздел <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

Предмет	Документ	Описание
<p><b>Команды GPIB</b></p> 	<p><b>Электронное руководство по программированию</b></p> 	<p>Данное руководство позволяет быстро вспомнить синтаксис команды и, при необходимости, скопировать ее. Ознакомьтесь со сведениями о связи, обработке ошибок и других данных об использовании GPIB. Это руководство находится на компакт-диске программного обеспечения прибора.</p>
<p><b>Средства анализа и подключения</b></p>	<p><b>Выполнение анализа и подключения для осциллографа</b></p> <p><b>Руководство по программированию TekVISA</b></p> 	<p>TekVISA состоит из различных средств анализа и подключения, которые можно установить и настроить для осциллографа. Дополнительные сведения см. в разделе <i>Analysis and Connectivity Support</i> (Поддержка средств анализа и подключения) электронной справки прибора.</p>

При выполнении проверки рабочих характеристик и самостоятельного обслуживания данного осциллографа, возможно, понадобится обратиться к дополнительному руководству по обслуживанию прибора. См. раздел *Принадлежности и варианты комплектации* на стр. 1-33.

## Схема ввода/вывода на передней панели



# Схема панели управления: быстрый доступ к наиболее часто используемым функциям

Кнопки запуска и остановки регистрации, а также запуска одиночного цикла регистрации. Состояние регистрации отображается индикаторами ARM, READY и TRIG'D. Стр. 3-56.

Ручка настройки яркости сигнала. Стр. 3-44.

Кнопка включения и отключения быстрой регистрации. Стр. 3-40.

Ручки и кнопки для установки параметров синхронизации. Кнопка **ADVANCED** (Дополнительно) служит для отображения дополнительных функций синхронизации. Стр. 3-47 и 3-62.

Кнопка включения и отключения курсоров. Стр. 3-128.

Кнопка создания печатной копии изображения. Стр. 3-217.

Кнопка возврата к заводским настройкам по умолчанию. Стр. 3-15.

Регулировка масштаба, положения, задержки и разрешения длины записи. Стр. 3-20.

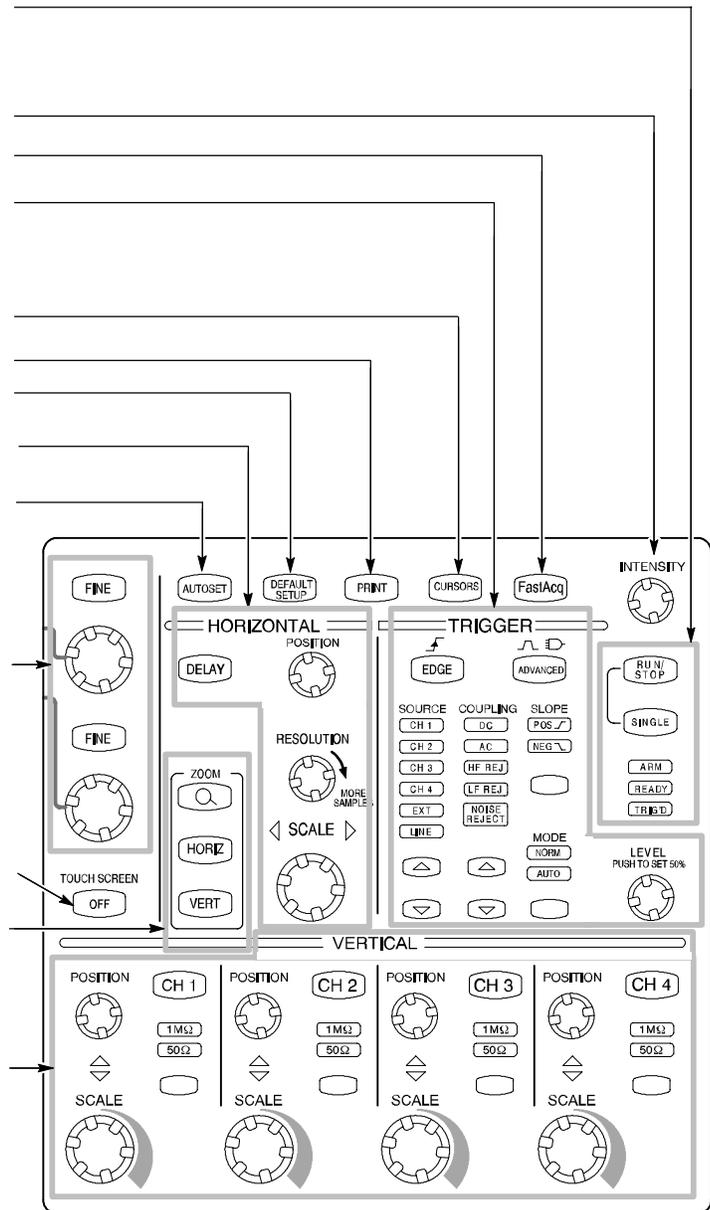
Кнопка автоматической установки параметров отображения по вертикали и горизонтали, а также синхронизации в зависимости от выбранных каналов. Стр. 3-14.

Многофункциональные ручки параметров для регулировки выбранных на экране параметров. Кнопка **Fine** (Точная настройка) служит для переключения между режимами обычной и точной настройки для соответствующей ручки. Стр. 3-131.

Кнопка включения и отключения дополнительной функции сенсорного экрана. Стр. 1-33.

Кнопка **ZOOM** (Лупа) для вывода на экран увеличенной масштабной сетки. Кнопки **HORIZ** (Гориз) и **VERT** (Верт) для назначения многофункциональным ручкам функций установки масштаба и положения по горизонтали или по вертикали. Стр. 3-114.

Кнопки включения и отключения отображения каналов. Ручки регулировки масштаба и положения, кнопки выбора входного согласованного сопротивления. Стр. 3-6.



# Схема интерфейса пользователя: элементы управления и изображения

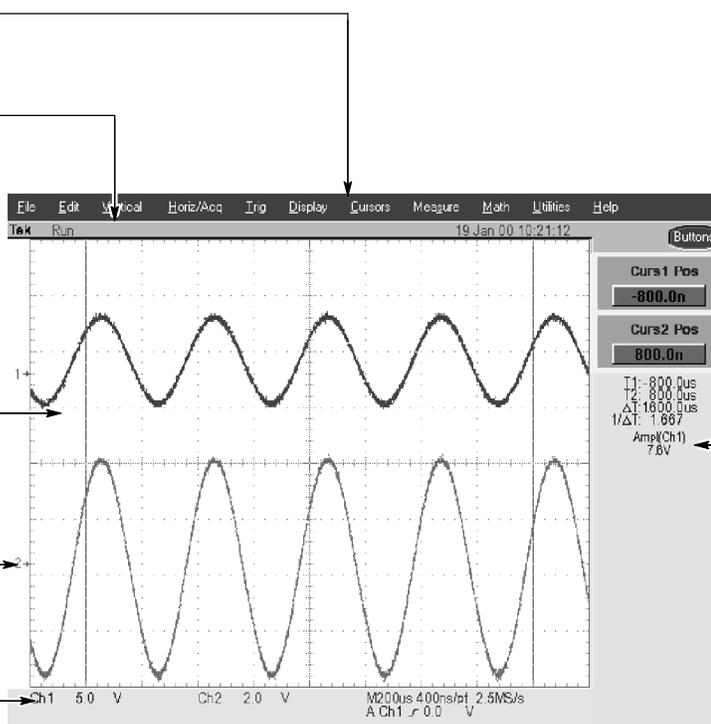
**Строка меню.** Доступ к данным ввода/вывода, печати, электронной справочной системе и функциям осциллографа

**Строка состояния.** Отображение состояния оцифровки, режима и количества периодов, а также состояния запуска, даты и времени

**Экран.** Здесь отображаются входной, опорный и расчетный сигналы, а также курсоры

**Курсор осциллограммы.** Изменение вертикального положения осциллограммы путем перетаскивания курсора. На сенсорном экране выберите курсор, а затем измените положение и масштаб с помощью многофункциональных ручек

**Элементы управления состоянием.** Быстрый доступ к данным по горизонтали и вертикали, а также к сведениям о значениях запуска, масштаба и параметров



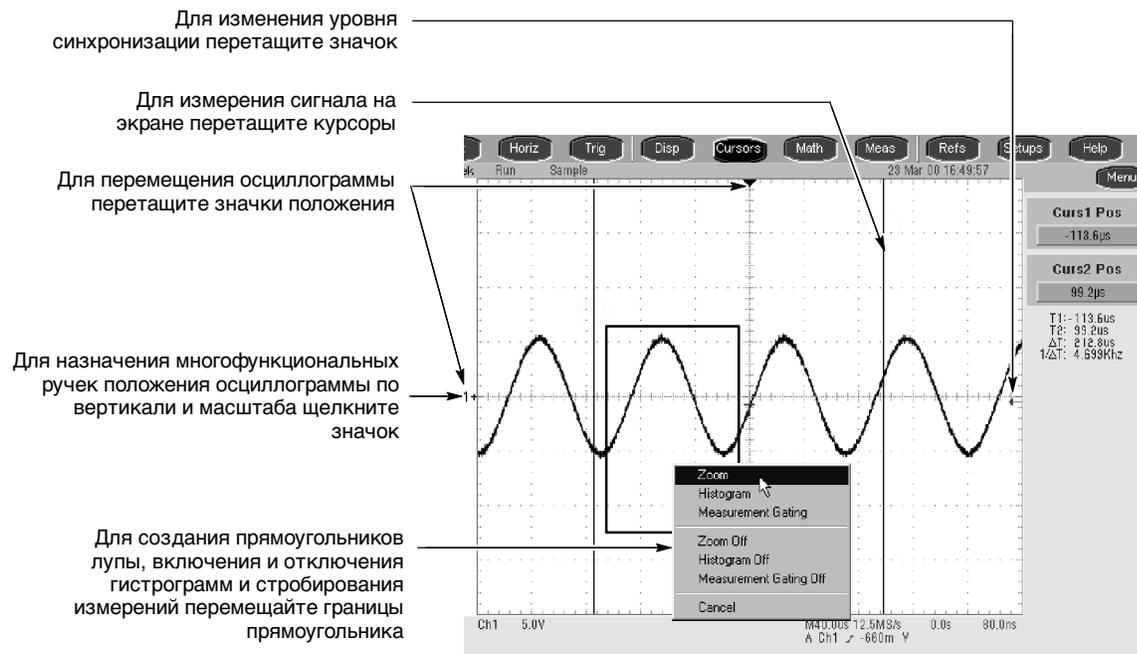
**Кнопки/меню.** Эта кнопка позволяет переключаться между режимами панели инструментов и строки меню

**Поля многофункциональных ручек.** В этих полях можно точно указать значения параметров, управляемых многофункциональными ручками

**Экранные надписи.** В данной области отображаются показания курсоров и результаты измерений. Надписи можно выбрать в меню или на панели задач

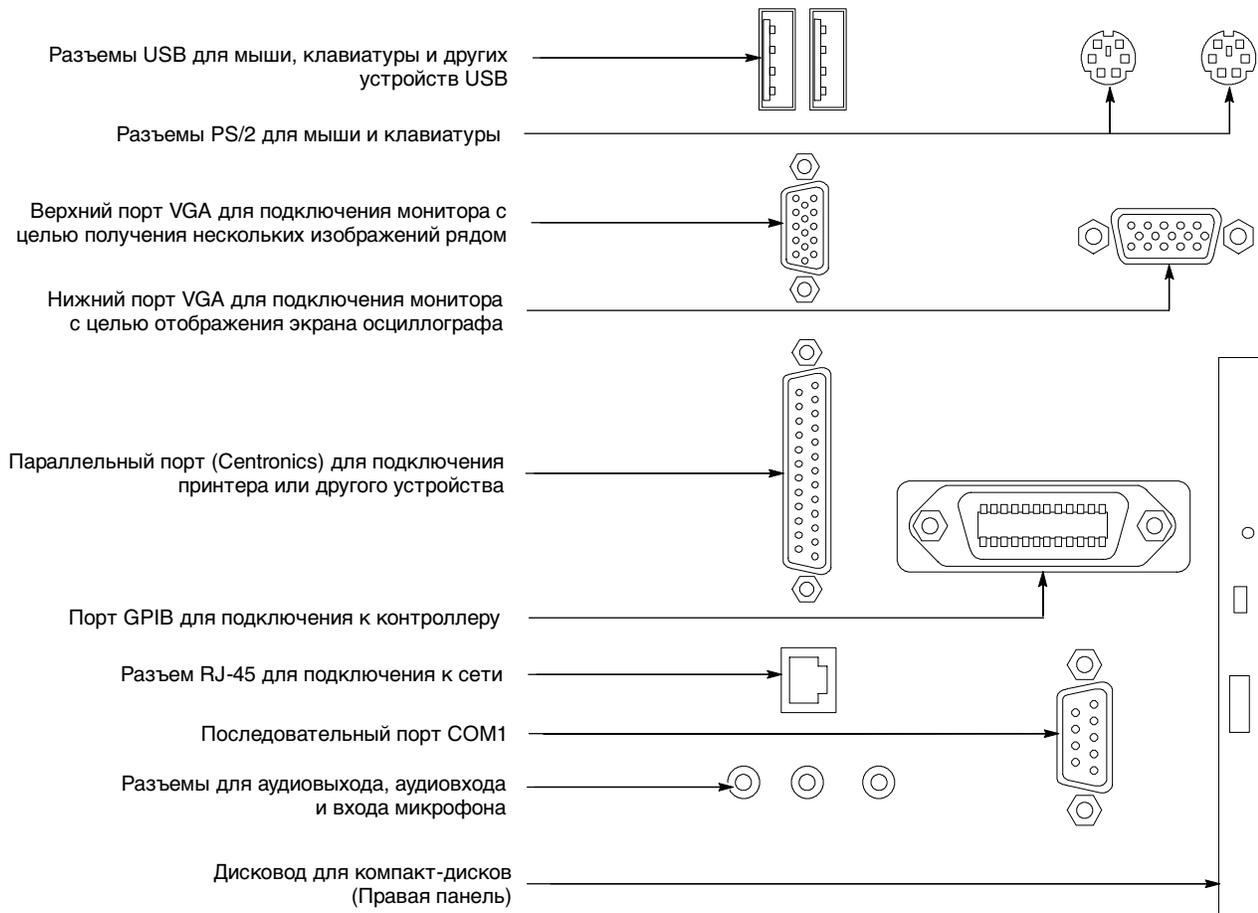
Если отображается меню управления, они перемещаются к масштабной сетке

## Схема изображения: одна масштабная сетка

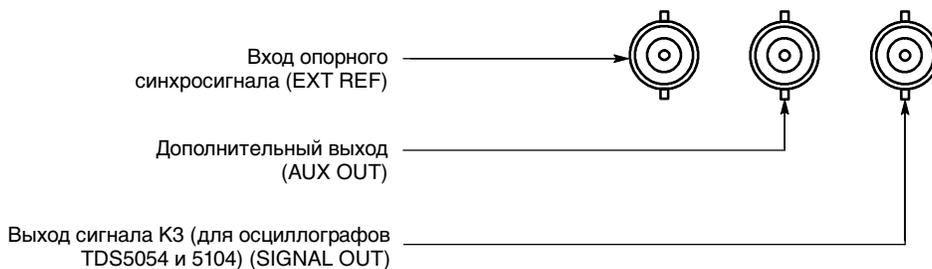


# Схема разъемов задней и боковой панели

## Левая боковая панель



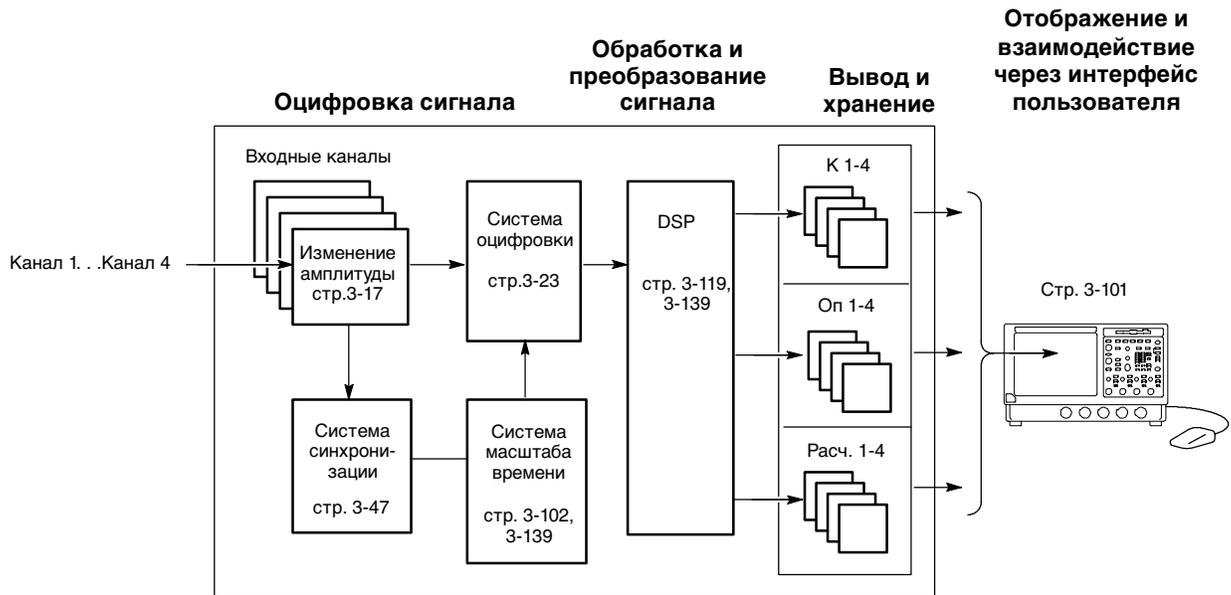
## Задняя панель



# Обзорная схема

Следующие разделы содержат общее описание процессов регистрации, обработки и вывода данных.

## Функциональная схема устройства



Осциллограф состоит из четырех основных функциональных подсистем высокого уровня (включающих как аппаратное, так и программное обеспечение) для обработки данных.

- **Система оцифровки сигнала.** Служит для регистрации подаваемых на вход сигналов с использованием следующих подсистем.
  - **Входные каналы.** Служат для регулировки уровня входного сигнала (преимущественно с использованием аналогового оборудования) перед преобразованием этого сигнала в цифровую форму.
  - **Система синхронизации.** Служит для обнаружения определенных событий во входном сигнале и оповещения системы масштабирования времени о возникновении события запуска.

- **Система масштаба времени.** Служит для запуска рабочего цикла системы оцифровки. Говоря более общими словами, эта система синхронизирует захват цифровых отсчетов системой оцифровки с событиями запуска, генерируемыми системой синхронизации.
- **Система оцифровки.** Служит для преобразования и сохранения аналогового сигнала в цифровом формате.
- **Система обработки и преобразования сигнала.** Служит для преобразования и обработки сигналов, выбранных пользователем (сигналы каналов, опорные и/или расчетные сигналы). Примерами обработки и преобразования сигнала могут служить автоматические измерения, спектральные формы сигнала и получение гистограмм.
- **Отображение и взаимодействие через интерфейс пользователя.** Сюда включены вывод (и иногда ввод) элементов данных осциллографа в удобной пользователю форме и управление входными сигналами пользователем.

Ниже приведен обзор процесса, включающий описание всех этапов цикла операций осциллографа на высоком уровне.

## Общая схема работы

Обзор процесса	Описание блока процесса
<pre> graph TD     Start([Сброс Прерывание Включение Отключение Подготовка]) --&gt; Wait[Ожидание...]     Wait --&gt; Apply[Применение настроек]     Apply --&gt; Collect1[Сбор данных до запуска]     Collect1 --&gt; Start1{Запуск выполнен?}     Start1 -- Нет --&gt; Collect1     Start1 -- Да --&gt; Collect2[Сбор данных после запуска]     Collect2 --&gt; End1{Запись данных завершена?}     End1 -- Нет --&gt; Collect2     End1 -- Да --&gt; Ready[Осциллограмма готова]     Ready --&gt; Stop{Условие остановки выполнено?}     Stop -- Да --&gt; Wait     Stop -- Нет --&gt; Apply   </pre>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работа осциллографа начинается в режиме ожидания. Он переходит в это состояние при включении питания, при изменении большинства управляющих параметров и при завершении процедур регистрации.</li> <li>2. Изменение управляющих параметров происходит непосредственно при их изменении пользователем. При нажатии кнопки RUN/STOP (Запуск/остановка) в положение RUN (Запуск) оборудование осциллографа начинает работу.</li> <li>3. Регистрация отсчетов осуществляется осциллографом, пока не будет заполнен интервал записи сигнала (канал) до точки запуска.</li> <li>4. Затем осциллограф переходит в режим ожидания запуска. Регистрация продолжается с постоянным обновлением данных для интервала до запуска, пока не будет выполнено условие запуска или запуск не будет произведен принудительно (только в режиме автоматической синхронизации). При этом производится запуск.</li> <li>5. Регистрация отсчетов выполняется осциллографом, пока не будет заполнен интервал записи сигнала (канал) после точки запуска.</li> <li>6. Если выбран режим усреднения или огибающей, данная запись добавляется к общей результирующей записи, создаваемой в этих режимах. Процесс циклически возвращается к шагу 3 для получения дополнительных записей оцифрованного сигнала, пока не будет обработано столько фрагментов сигнала, сколько необходимо для текущего режима оцифровки, а затем выполнение процесса переходит к шагу 7.</li> <li>7. На данном этапе зарегистрированная запись помещена в память ЦСП (DSP), а осциллограф готов к измерению ее параметров, отображению на экране и т. п.</li> </ol> <p>Затем осциллограф проверяет выполнение заданного пользователем условия остановки и либо возвращается в состояние ожидания, либо переходит к шагу 3.</p>





# Справочник



# Обзор

В этой главе содержится подробное описание функций цифровых люминофорных осциллографов серии TDS5000. При чтении данной главы примите во внимание следующее.

- Каждый раздел содержит общие сведения, необходимые для эффективной работы с осциллографом, а также общее описание процедур использования функций прибора.
- Эти процедуры по возможности основаны на использовании элементов управления передней панели.
- Низкоуровневые подробные процедуры использования функций содержатся в электронной справочной системе.

Следующая таблица содержит список задач и разделов, в которых они рассмотрены.

Задачи или разделы	Подзадачи или подразделы	Заголовок раздела	Содержание	Номер страницы
Входные сигналы	Регистрация сигналов	<i>Регистрация сигналов</i>	Обзор содержания раздела	3-5
		<i>Подключение и регулировка сигналов</i>	Обзор методов подключения и регулировки сигналов, а также их параметров	3-6
		<i>Автоустановка осциллографа</i>	Автоматическая настройка регистрации сигналов, систем синхронизации и входных каналов	3-14
		<i>Общие сведения о регулировке входного сигнала</i>	Основные сведения о регулировке входных сигналов	3-16
		<i>Настройка параметров регистрации</i>	Настройка параметров регистрации данных и режима прокрутки	3-23
		<i>Настройка режимов регистрации</i>	Настройка системы регистрации	3-28
		<i>Общие сведения об элементах управления параметрами регистрации</i>	Общие сведения об элементах управления параметрами регистрации	3-33
		<i>Использование режима быстрой регистрации</i>	Обзор и настройка режима быстрой регистрации	3-40

Задачи или разделы	Подзадачи или подразделы	Заголовок раздела	Содержание	Номер страницы
Входные сигналы	Синхронизация сигналов	<i>Синхронизация</i>	Общие сведения об основных операциях синхронизации	3-47
		<i>Синхронизация с передней панели</i>	Использование регуляторов синхронизации по фронту на передней панели	3-52
		<i>Расширенная синхронизация</i>	Обзор и настройка синхронизации по определенному импульсу и логическим условиям	3-62
		<i>Последовательный запуск</i>	Обзор и настройка запуска после времени задержки и запуска по событиям	3-93
Функции отображения	Использование экрана	<i>Отображение осциллограмм</i>	Использование функций экрана и настройка экрана	3-101
		<i>Использование функций отображения сигнала</i>	Обзор функций и настройка экрана	3-102
		<i>Настройка отображения сигнала</i>	Настройка экрана	3-109
		<i>Использование функции увеличения</i>	Обзор и использование функции увеличения	3-114
Обработка данных (вычисления)	Выполнение измерений	<i>Измерение сигналов</i>	Подготовка к проведению измерений	3-119
		<i>Выполнение автоматических измерений</i>	Обзор и настройка выполнения автоматических измерений	3-119
		<i>Выполнение курсорных измерений</i>	Обзор и настройка выполнения курсорных измерений	3-128
		<i>Использование гистограмм (дополнительные возможности)</i>	Обзор и подготовка к работе с гистограммами	3-134
	Математические операции (+, -, /, *, интеграл, дифференциал, среднее, инверсия, квадратный корень, десятичный логарифм, натуральный логарифм, абсолютная величина, действительное число, фаза и образ)	<i>Создание и использование математических форм сигналов</i>	Функции обработки сигналов, извлечения фрагментов сигналов и т. п.	3-139
Операции спектрального расчета	<i>Определение расчетных спектров сигналов</i>	Функции анализа частотной области сигнала.	3-158	

<b>Задачи или разделы</b>	<b>Подзадачи или подразделы</b>	<b>Заголовок раздела</b>	<b>Содержание</b>	<b>Номер страницы</b>
Ввод и вывод данных	Все переданные и загруженные сигналы, результаты расчетов и прочие данные	<i>Ввод и вывод данных</i>	Основной вывод для передачи и загрузки любых данных в осциллограф или из него.	3-193
		<i>Сохранение и восстановление настроек</i>	Общие сведения о сохранении и восстановлении настроек	3-193
		<i>Сохранение и вызов осциллограмм</i>	Общие сведения и настройка сохранения и вызова осциллограмм	3-200
		<i>Удаление опорных сигналов</i>	Настройка удаления опорных сигналов	3-205
		<i>Экспорт и копирование записей сигналов</i>	Общие сведения об экспорте осциллограмм и использовании экспортированных сигналов, а также их настройка	3-207
		<i>Печать осциллограмм</i>	Общие сведения и настройка печати осциллограмм	3-217
		<i>Использование меток даты/времени</i>	Общие сведения и настройка отображения даты и времени	3-220
Удаленная связь	Интерфейсная шина GPIB	<i>Удаленная связь</i>	Информация о программировании осциллографа по интерфейсной шине GPIB	3-220
Справка	Использование электронной справки	<i>Работа с электронной справкой</i>	Сведения о работе с электронной справкой	3-221



# Регистрация сигналов

Для обработки сигналов необходимо их предварительно зарегистрировать. Данный осциллограф поставляется со средствами регистрации сигналов, что позволяет осуществлять их обработку. В следующих разделах обсуждаются регистрация сигналов и их оцифровка для преобразования в записи сигналов.

- *Подключение и регулировка сигналов.* Подключение сигналов к каналам осциллографа; масштабирование и позиционирование сигналов, определение масштаба времени для регистрации сигналов.
- *Настройка параметров регистрации.* Выбор подходящего режима регистрации сигналов; запуск и остановка регистрации.
- *Общие сведения об управлении регистрацией данных.* Общая информация о процессе регистрации и оцифровки данных.
- *Использование режима быстрой регистрации.* Использование режима быстрой регистрации для снятия и отображения нестационарных сигналов, таких как выбросы и огибающие импульсов, которые часто пропускаются за длительное время простоя, характерное для работы цифрового запоминающего осциллографа.

Рис. 3-1 демонстрирует место этого процесса в общей схеме работы осциллографа.

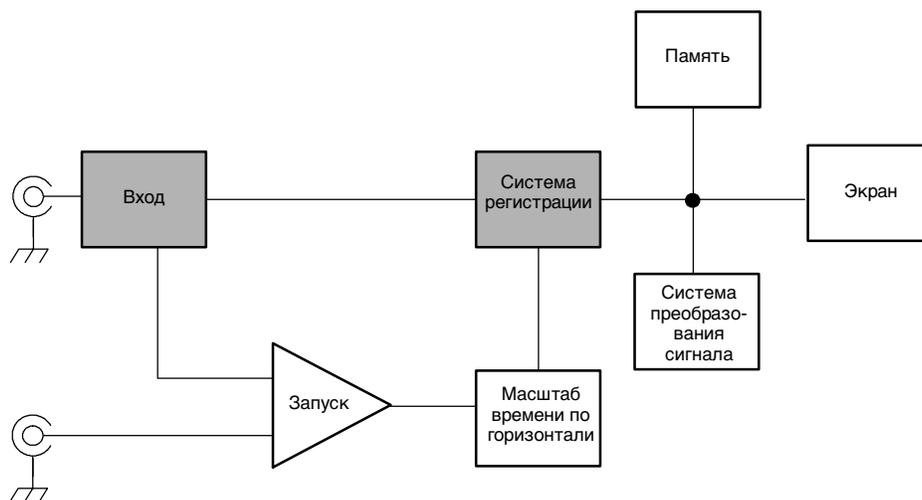


Рис. 3-1: Обзор системы осциллографа: регистрация сигналов

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В этом разделе описано, как регуляторы управления по вертикали и горизонтали контролируют регистрацию активных сигналов. Эти регуляторы также определяют отображение активных и производных сигналов (математических сигналов, эталонных сигналов и т. д.). Сведения об отображении сигналов см. в следующих разделах:

- Отображение осциллограмм на стр. 3-101;
- Создание и использование математических форм сигналов на стр. 3-139.

## Подключение и регулировка сигналов

В данном разделе приводится обзор средств осциллографа, относящихся к настройке входного сигнала для сбора и оцифровки отсчетов. Рассматриваются следующие вопросы:

- включение каналов и регулировка масштаба, положения и смещения по вертикали;
- настройка масштаба и положения по горизонтали, а также доступ к регуляторам длины записи и позиции запуска;
- установка основной синхронизации сигнала.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Терминология: в данном руководстве используются термины вертикальное окно регистрации и горизонтальное окно регистрации. Эти термины относятся к вертикальному и горизонтальному диапазонам сегмента входного сигнала, которые регистрируются системой сбора данных. Эти термины не относятся к окнам, отображаемым на экране.

Рис. 3-2 демонстрирует модель для каждого входного канала.

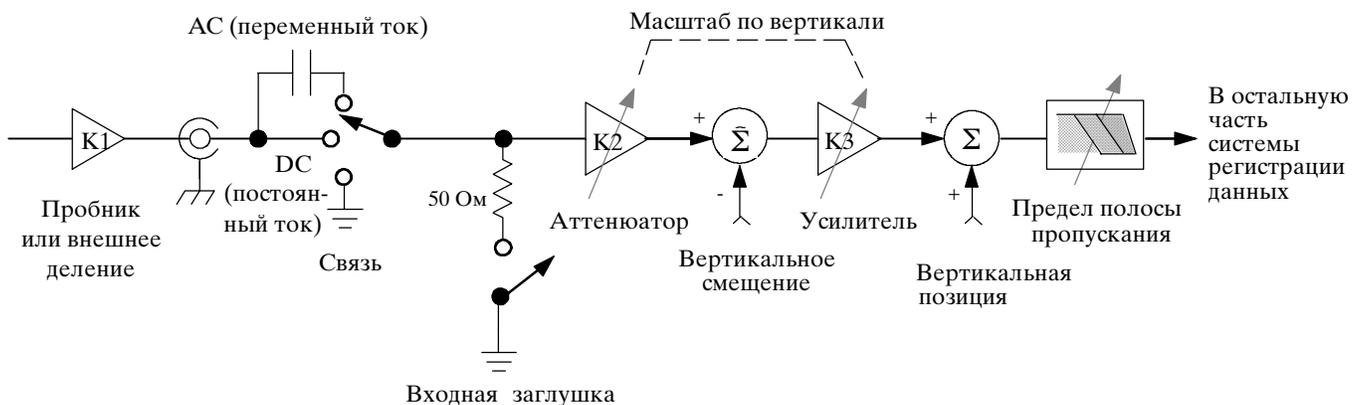


Рис. 3-2: Системы и регуляторы входа и регистрации данных

Регулировка входного сигнала должна обеспечить условия, при которых осциллограф наилучшим образом регистрирует данные, предназначенные для обработки. Для этого требуются следующие действия.

- Задание масштаба по вертикали, определяющего размер вертикального окна регистрации для каждого канала, который обеспечивает полный или частичный захват амплитуды входного сигнала. Когда задается масштаб по вертикали, обеспечивающий захват части входного сигнала (для разрешения деталей), регулятор смещения по вертикали определяет, какая часть входного сигнала захватывается вертикальным окном регистрации.
- Задание масштаба по горизонтали, определяющего размер горизонтального окна регистрации, который обеспечивает захват требуемой части входных сигналов. Задание позиции по горизонтали для определения задержки окна относительно момента запуска, а также для определения части входного сигнала (потока данных), которая захватывается горизонтальным окном регистрации.

Дополнительные сведения об окнах регистрации см. в разделе *Общие сведения о регулировке входного сигнала* на стр. 3-16.

Данный осциллограф позволяет автоматически отслеживать и выдавать устойчивое изображение сигнала в нужном масштабе. Кнопка **AUTOSET** (Автоустановка) обеспечивает автоматическую настройку регуляторов осциллографа, соответствующую характеристикам входного сигнала. Автоустановка выполняется гораздо быстрее, чем последовательная настройка этих элементов вручную.

Кроме того, осциллограф позволяет выполнить сброс и возврат к заводской настройке по умолчанию с помощью кнопки **DEFAULT SETUP** (Настройка по умолчанию) на передней панели.

Использование некоторых регуляторов входного сигнала или иных средств может быть ограничено действием других настроек. Смещение напряжения несовместимо с эталонными осциллограммами, поскольку смещение задается регулятором регистрации.

## **Подключение и регулировка сигналов**

В следующих разделах подробно описаны способы настройки и регистрации сигналов.

**Пробники и подключение сигналов.** Выберите пробник или кабель, который подает сигнал на осциллограф. Выбирайте пробник или кабель, наилучшим образом подходящий для задач регистрации, таких как подключение пробника для проверки цифровой схемы или проверка подключения через кабели BNC для определения характеристик устройства. Подключение к осциллографу зависит от приложения.

Компания Tektronix предоставляет широкий набор пробников и кабелей для данного устройства. См. список TDS5000-совместимых пробников в разделе *Принадлежности и варианты комплектации* на стр. 1-33. Принадлежности для подключения, отвечающие вашим требованиям к пробникам, можно также найти в каталоге Tektronix. Дополнительные сведения о конкретном пробнике см. в документации, поставляемой с пробником.

Допускается использование до четырех каналов регистрации. Сигнал с каждого канала можно отобразить в виде осциллограммы и/или использовать данные канала для создания других осциллограмм, таких как математические формы сигналов и эталонные осциллограммы.

**Тип входа.** Для всех осциллографов и пробников указывается максимальный уровень сигнала. (Точные пределы для данного прибора приведены в Приложении А, *Технические характеристики*.) Не допускается превышение этого предела, даже мгновенное, из-за возможного повреждения входного канала. При необходимости для предотвращения возможного превышения пределов следует использовать внешние аттенюаторы.

Тип связи определяет непосредственную подачу входного сигнала на входной канал (связь по постоянному току), подключение через конденсатор, блокирующий постоянную составляющую (связь по переменному току), или отсутствие подключения (связь по цепи заземления).

Входное сопротивление каждого входного канала составляет 1 МОм или 50 Ом. Для правильного согласования нагрузки сигналов при использовании коаксиальных кабелей или для поддержки активных пробников, предназначенных для работы в среде 50 Ом, можно выбрать сопротивление 50 Ом с помощью кнопки согласования нагрузки соответствующего канала на передней панели.

Для каждого пробника предполагается выбор конкретного типа связи и согласованной нагрузки. Тип связи и входное сопротивление отображаются на экране. Если осциллограф определяет тип связи и требуемую согласованную нагрузку для пробника, либо неявно с помощью интерфейса TEKPROBE, либо при выполнении калибровки пробника, то осциллограф устанавливает тип связи и согласованную нагрузку на входе.

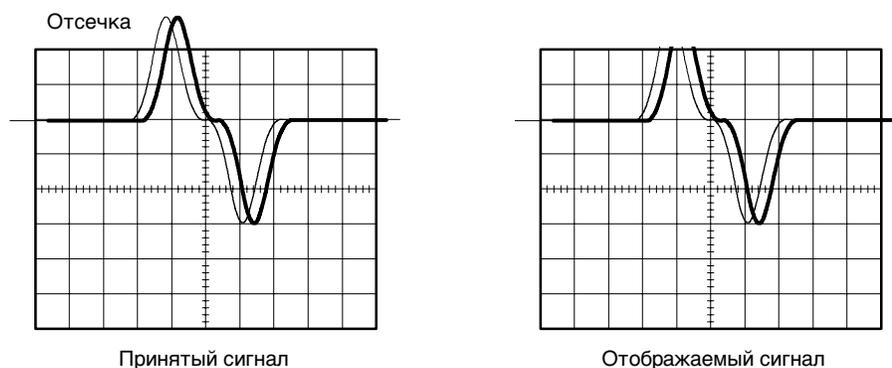
При использовании нагрузки 50 Ом на любом канале необходимо учитывать следующее.

- При установке режима связи по переменному току (AC) сигналы с частотой ниже 200 кГц отображаются осциллографом неточно.
- Максимальный масштаб в вольтах на деление для канала уменьшается осциллографом с 10 В до 1 В (или с 100 В до 10 В при использовании пробника с коэффициентом передачи X10), так как сигналы, подходящие для более высоких значений импеданса, могут перегрузить вход с импедансом 50 Ом.

- Если подключается активный пробник, осциллограф переключается на нагрузку 50 Ом и связь по постоянному току. Активные пробники приводят также к уменьшению максимального значения вольт на деление.

**Масштабирование и позиционирование** Регуляторы масштабирования и позиционирования определяют часть входного сигнала, поступающую в систему регистрации.

- Масштаб и положение по вертикали и смещение постоянной составляющей используются для отображения представляющих интерес характеристик сигнала, а также во избежание отсечки. (См. последующее *Примечание.*) Описание вертикального окна регистрации см. в разделе *Использование вертикального окна регистрации* на стр. 3-17.



- Масштаб, положение и разрешение (длину записи) по горизонтали задают для того, чтобы запись зарегистрированного сигнала включала представляющие интерес атрибуты сигнала с достаточной частотой выборки. Эти параметры определяют горизонтальное окно регистрации, описанное в разделе *Использование горизонтального окна регистрации* на стр. 3-20.

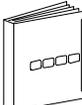
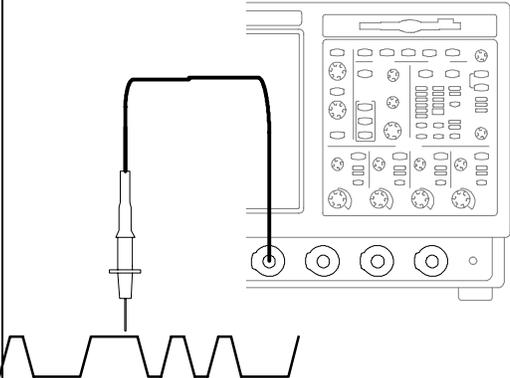
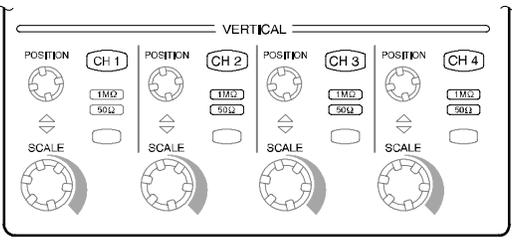
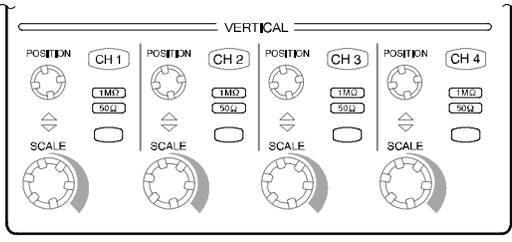
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Часть сигнала вне вертикального окна регистрации отсекается. В результате данные ограничиваются верхней и нижней границами вертикального окна регистрации. Это приводит к неточностям в амплитудных измерениях. См. раздел *Использование вертикального окна регистрации* на стр. 3-17.

**Запуск и отображение.** Регуляторы запуска задают область регистрации сигнала и с помощью экрана обеспечивают интерактивное масштабирование, позиционирование и смещение осциллограмм. См. разделы *Синхронизация* на стр. 3-47 и *Отображение осциллограмм* на стр. 3-101.

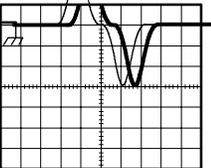
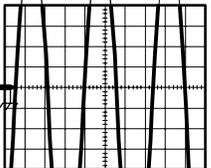
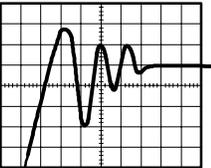
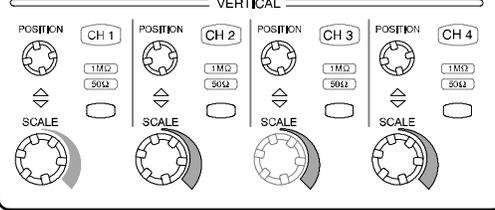
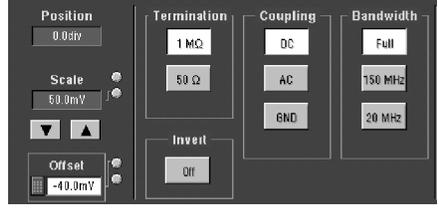
**Гибкий доступ к средствам управления.** В настоящем руководстве рассматриваются основные средства настройки, которая выполняется сначала с передней панели, а затем с помощью интерфейса пользователя приложений.

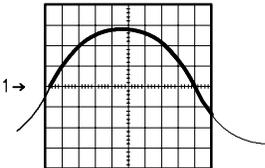
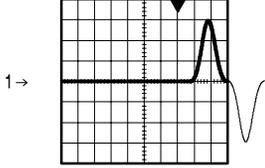
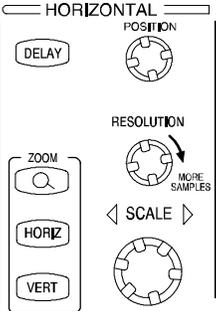
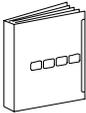
### Настройка входного сигнала

Следующая процедура используется для задания параметров масштаба и положения при регистрации входного сигнала. Для получения дополнительных сведений воспользуйтесь электронной справкой при выполнении этой процедуры.

Обзор	Настройка входного сигнала	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Система регистрации должна быть настроена на непрерывную работу.</p>	 <p>См. описание настройки системы регистрации на стр. 3-28 и настройки запуска на стр. 3-47.</p>
<p><b>Подключение входного сигнала</b></p>	<p>2. Подключите пробник к источнику входного сигнала с помощью подходящих средств подключения.</p> <p><b>Примечание.</b> Дополнительные сведения о подключении входного сигнала см. в электронной справке окна управления настройкой по вертикали.</p>	
<p><b>Выбор канала входного сигнала</b></p>	<p>3. Нажмите одну из кнопок выбора канала CH 1-CH 4 (К 1-К 4), чтобы выбрать канал входного сигнала.</p> <p>Когда канал выбран, включается подсветка кнопки выбора канала.</p>	
<p><b>Выбор входной нагрузки</b></p>	<p>4. Нажмите кнопку входной нагрузки для переключения между входным сопротивлением 1 МОм и 50 Ом.</p> <p><b>Совет.</b> Некоторые пробники автоматически устанавливают значение согласованной нагрузки.</p>	

Обзор	Настройка входного сигнала	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор типа связи на входе</b></p>	<p>5. Откройте окно управления настройкой по вертикали, нажав кнопку Vert (Верт) на панели инструментов или выбрав команду Vertical Setup (Настройка по вертикали) в меню Vertical (По вертикали). Чтобы изменить тип связи на входе, выберите вкладку соответствующего канала и нажмите одну из следующих кнопок:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ DC (Постоянный ток) для связи как по постоянной, так и по переменным составляющим входного сигнала;</li> <li>■ AC (Переменный ток) для связи только по переменным составляющим входного сигнала;</li> <li>■ GND (Закорочен) для отсоединения входного сигнала от системы регистрации.</li> </ul> <p>Нажмите кнопку Close (Заккрыть) для закрытия окна.</p>	
<p><b>Инвертирование канала</b></p>	<p>6. Нажмите кнопку Invert (Инверсия) для включения или отключения инверсии выбранной осциллограммы. Когда кнопка Invert находится в положении On (Вкл), выбранная осциллограмма математически инвертируется (отражается) относительно оси нулевого напряжения. Никаких следов обычной осциллограммы на экране не остается.</p>	

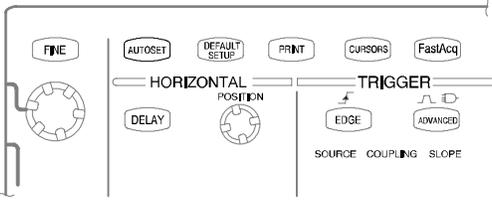
Обзор	Настройка входного сигнала	Элементы управления и ссылки
<p><b>Настройка вертикального окна регистрации</b></p>	<p>7. С помощью ручек регулировки по вертикали установите масштаб и положение осциллограммы на экране.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Позиционирование по вертикали</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Масштабирование по вертикали</p>  </div> </div> <p>Перетаскивание маркера сигнала также приводит к изменению положения осциллограммы.</p> <p>8. Откройте окно управления настройкой по вертикали, как описано на шаге 5. Чтобы изменить смещение, щелкните элемент управления Offset (Смещение) и установите смещение с помощью многофункциональной ручки.</p> 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 20px;"> <p style="text-align: center;">VERTICAL</p>  </div> 

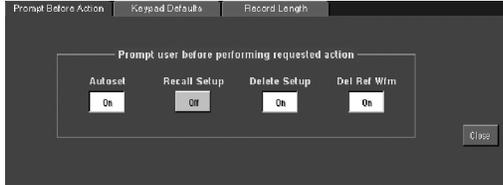
Обзор	Настройка входного сигнала	Элементы управления и ссылки
<p><b>Настройка горизонтального окна регистрации</b></p>	<p>9. С помощью ручек регулировки по горизонтали установите масштаб и положение осциллограммы на экране и задайте длину записи.</p> <p>Перетаскивание значка опорного индикатора также приводит к изменению положения осциллограммы.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Масштабирование по горизонтали</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Позиционирование по горизонтали</p> </div> </div> <p>Ручка Resolution (Разрешение) задает длину записи и интервал дискретизации. (См. обсуждение на стр. 3-21.)</p> <p>Если требуется стабилизировать экран, нажмите регулятор синхронизации LEVEL (Уровень), чтобы задать уровень синхронизации 50%.</p>	
<p><b>Вызов справки</b></p>	<p>10. Для получения дополнительных сведений об элементах управления, описанных в данной процедуре, обращайтесь к электронной справке окна управления настройкой по вертикали и/или окна управления настройкой по горизонтали и регистрации.</p>	
<p><b>Продолжение настройки регистрации</b></p>	<p>11. Чтобы закончить настройку регистрации, необходимо задать режим регистрации и приступить к регистрации данных.</p>	 <p>См. раздел <i>Настройка режимов регистрации</i> на стр. 3-28.</p>

## Автоустановка осциллографа

Автоустановка автоматически выполняет настройку элементов управления осциллографа (регистрации, экрана, синхронизации и настройки по горизонтали и по вертикали) исходя из характеристик входного сигнала. Автоустановка выполняется гораздо быстрее, чем последовательная настройка этих элементов вручную. После подключения входного сигнала воспользуйтесь кнопкой Autoset (Автоустановка) для автоматической настройки осциллографа.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Средства автоустановки могут изменять положение осциллограммы по вертикали для наилучшего отображения. Вертикальное смещение всегда устанавливается равным 0 В.

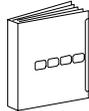
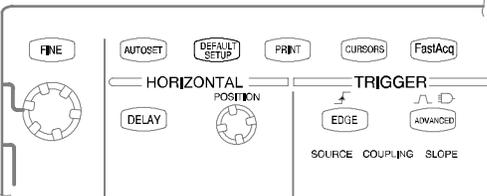
Обзор	Выполнение автоматической настройки осциллографа	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Необходимо подключить сигналы к каналам. Необходимо обеспечить источник синхронизации.</p>	 <p>Сведения о настройке синхронизации см. на стр. 3-47 данного руководства.</p>
<p><b>Выполнение автоустановки</b></p>	<p>2. Нажмите кнопку AUTOSET для выполнения автоустановки.</p> <p>Если во время автоматической установки отображаются один или несколько каналов, то для установки масштаба и синхронизации по горизонтали осциллограф использует канал с наименьшим номером. Управлять масштабом по вертикали для каждого канала можно независимо.</p> <p>Если при автоматической установке каналы не отображаются, осциллограф включает первый канал CH 1 (K 1) и устанавливает для него масштаб.</p>	
<p><b>Отмена автоустановки</b></p>	<p>3. После операции автоустановки автоматически открывается окно управления отменой автоустановки. Нажмите кнопку Undo (Отменить), если требуется отменить последнюю операцию автоустановки.</p> <p>Отменяются только результаты настройки параметров в последней операции автоустановки. Измененные пользователем параметры, которые не управляются операцией автоустановки, сохраняют свои значения.</p>	

Обзор	Выполнение автоматической настройки осциллографа	Элементы управления и ссылки
<p><b>Отображение приглашения</b></p>	<p>4. Выберите команду User Preferences (Пользовательская настройка) в меню Utilities (Сервис) для отображения окна приглашений перед действиями. Для переключения между режимами OFF (Выкл) и ON (Вкл) нажимайте кнопку Autoset (Автоустановка):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ OFF задает немедленное выполнение автонастройки при нажатии кнопки AUTOSET;</li> <li>■ ON задает вывод приглашения при нажатии кнопки AUTOSET.</li> </ul> <p>Для сохранения выбранных параметров нажмите кнопку Close (Закреть).</p>	

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Окно управления отменой автоустановки остается на экране до открытия другого окна управления. После закрытия окна управления отменой автоустановки последнюю операцию автоустановки можно отменить, выбрав команду *Undo Last Autoset (Отмена последней автоустановки)* в меню *Edit (Правка)*. Последняя операция автоустановки немедленно отменяется без открытия окна управления отменой автоустановки.

### Восстановление заводских настроек осциллографа

Для восстановления стандартных заводских настроек осциллографа выполните следующие действия:

Обзор	Восстановление заводских настроек осциллографа	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Необходимо подать питание и включить осциллограф.</p>	 <p>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</p>
<p><b>Восстановление первоначальных настроек</b></p>	<p>2. Нажмите кнопку DEFAULT SETUP (Настройка по умолчанию).</p>	

## Общие сведения о регулировке входного сигнала

Данный раздел содержит общие сведения, помогающие эффективно выполнить настройку окна регистрации для каждого канала.

**Вход.** Необходимо помнить, что осциллограф выполняет сбор отсчетов в режиме реального времени или в режиме случайной выборки в эквивалентном времени. Обе системы оцифровки предоставляют данные предварительного запуска с помощью триггера, останавливающего уже выполняющееся накопление отсчетов. Обе системы оцифровки также выполняют выборку для входного сигнала после его масштабирования, обеспечивая лучшую защиту входного сигнала и динамического диапазона.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Во избежание повреждения прибора не перегружайте входные каналы. Соблюдайте правила безопасности по статическому напряжению.

---

**Параметры автоустановки.** При автоустановке производится выборка из входного сигнала и на основании полученных данных предпринимается попытка выполнения следующих действий.

- Оценка амплитудного диапазона входного сигнала с установкой размера и смещения по вертикали для вертикального окна регистрации для регистрации сигнала с хорошим разрешением и без отсечки.
- Установка запуска приблизительно по среднему уровню сигнала при автоустановке и переключение в режим запуска по фронту сигнала.
- Оценка времени перехода сигнала и установка масштаба по горизонтали, обеспечивающего отображение 2 или 3 циклов входного сигнала.

Иногда автоустановка не позволяет правильно отобразить сложный входной сигнал. В этом случае необходимо выполнить настройку масштаба, синхронизации и регистрации вручную. К сбою автоустановки могут привести следующие условия.

- Отсутствие сигнала.
- Сигналы с экстремальной или переменной скважностью.
- Сигналы с несколькими периодами или с нестационарными периодами.
- Слишком слабые сигналы.
- Сигнал с нераспознаваемым условием синхронизации.
- Сигналы с частотой < 20 Гц.
- Сигналы с частотой, превышающей полосу пропускания осциллографа.

**Использование вертикального окна регистрации.** Размер, положение и смещение по вертикали для каждого канала можно задавать независимо от других каналов. Масштаб и смещение по вертикали определяют вертикальное окно регистрации для каждого канала. Регистрируется часть амплитуды сигнала, попадающая в вертикальное окно; остальные части сигнала (если имеются) не регистрируются.

Регулятор смещения задает вычитание постоянного уровня из входного сигнала перед применением коэффициента масштабирования по вертикали. После применения к разности коэффициента масштабирования регулятор положения по вертикали задает добавление к сигналу постоянного числа делений.

Регуляторы масштаба и положения по вертикали следующим образом влияют на вертикальное окно регистрации и отображаемые осциллограммы.

- Заданное число вольт на деление определяет вертикальный размер окна регистрации. Такое масштабирование окна позволяет уместить в нем осциллограмму полностью или только ее часть. Рис. 3-3 на стр. 3-18 демонстрирует два вертикальных окна регистрации, содержащих целую осциллограмму, но только в одном окне вся осциллограмма отображается на экране в пределах масштабной сетки.

---

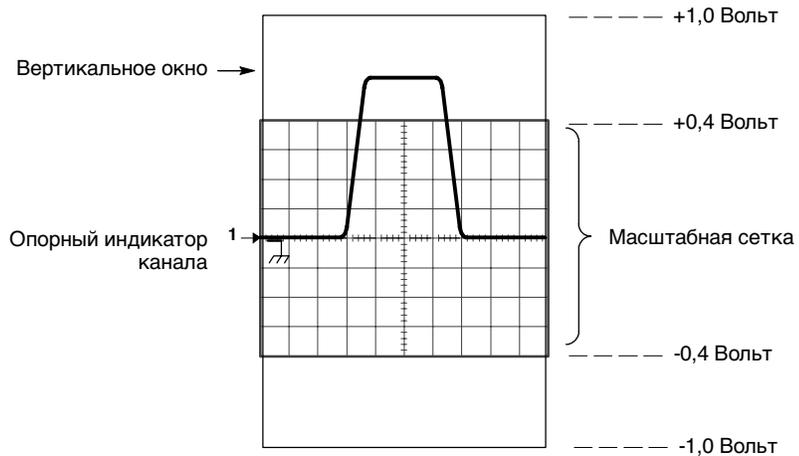
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Автоматические амплитудные измерения (например, по полному размаху или среднеквадратичные) будут точными для вертикальных окон, аналогичных показанным на рис. 3-3а и b, поскольку ни одна из осциллограмм не отсекается (т. е. зарегистрированы оба сигнала). Однако, если амплитуда сигнала выходит за рамки вертикального окна регистрации, то при регистрации данных происходит отсечка. Отсечка данных приводит к неточностям при использовании автоматических амплитудных измерений. Отсечка также приводит к неточным амплитудным значениям сигналов, которые сохраняются или экспортируются для использования в других программах.

Если при изменении масштаба математического сигнала имеет место отсечка сигнала, это не влияет на результаты амплитудных измерений математического сигнала.

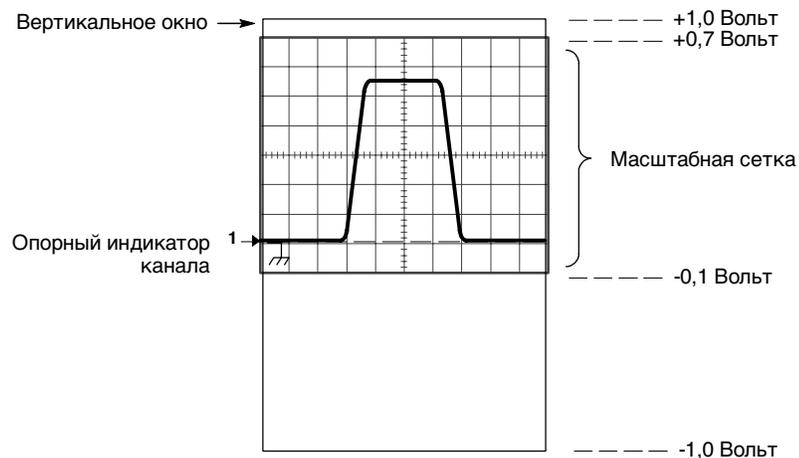
---

- Положение по вертикали влияет на отображение масштабной сетки относительно вертикального окна регистрации (положение задается элементом управления отображением). Рис. 3-3b демонстрирует, как регулятор положения по вертикали смещает масштабную сетку сигнала по вертикали в окне регистрации для размещения зарегистрированного сигнала в пределах масштабной сетки. Это все, что делает регулятор положения по вертикали; он не влияет на регистрируемые данные в отличие от регуляторов масштаба и смещения по вертикали.

- a. Параметр SCALE (Масштаб) определяет размер вертикального окна регистрации. Данное окно имеет размер 100 мВ/дел x 20 делений (10 делений масштабной сетки и ±5 делений для положения)



- b. Вертикальное положение может изменить расположение экранной масштабной сетки в окне регистрации, смещая ее таким образом, чтобы осциллограмма попадала на масштабную сетку



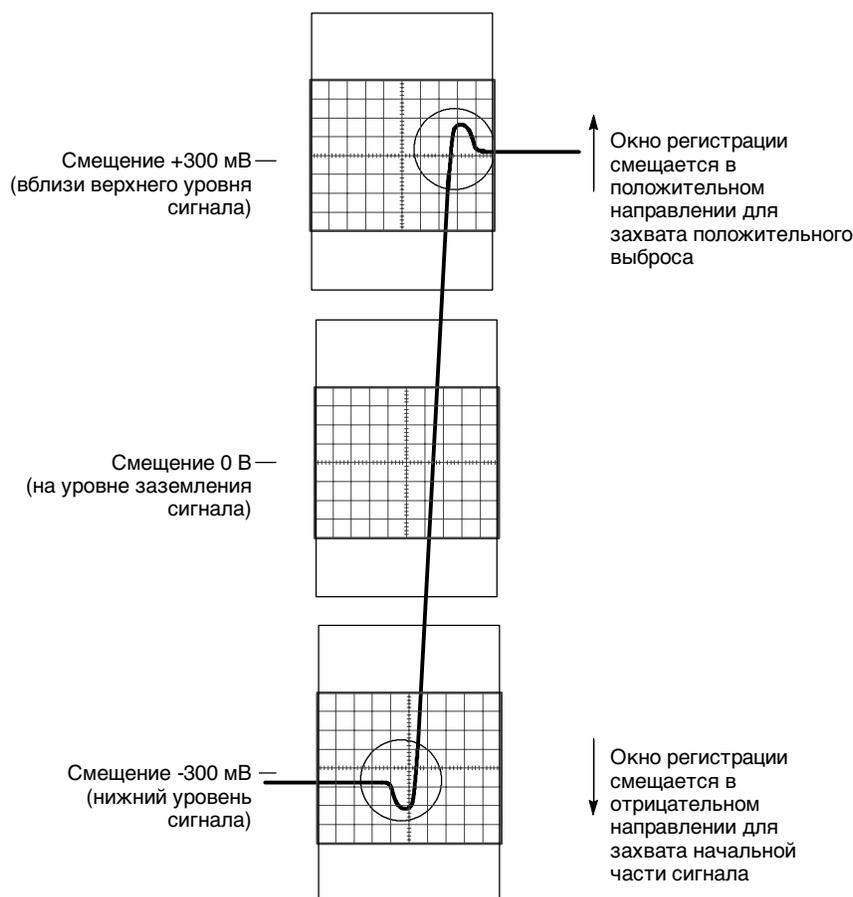
**Рис. 3-3: Установка диапазона и положения по вертикали для входных каналов**

Регулятор смещения по вертикали влияет на вертикальное окно регистрации и отображаемые осциллограммы следующим образом.

- Центр диапазона по вертикали (окна) всегда совпадает со значением смещения. Диапазон представляет уровень напряжения в середине вертикального окна регистрации. При отсутствии смещения (нулевом значении), как показано на рис. 3-3 а и б, это уровень напряжения равен нулю (т. е. заземлению).

- Когда изменяется смещение по вертикали, средний уровень напряжения смещается относительно нуля. Это приводит к смещению вертикального окна регистрации вверх или вниз на осциллограмме. Когда амплитуды входных сигналов меньше, чем размер окна, кажется, что осциллограмма сигнала движется в окне. Фактически, как это продемонстрировано на примере большого сигнала, смещение приводит к сдвигу центра вертикального окна регистрации вверх и вниз относительно входного сигнала. Рис. 3-4 демонстрирует, как смещение окна регистрации определяет часть амплитуды сигнала, которая захватывается в окне.
- Применение отрицательного смещения приводит к сдвигу вертикального диапазона вниз относительно уровня постоянной составляющей входного сигнала. Аналогично, применение положительного смещения приводит к сдвигу вертикального диапазона вверх. См. рис. 3-4.

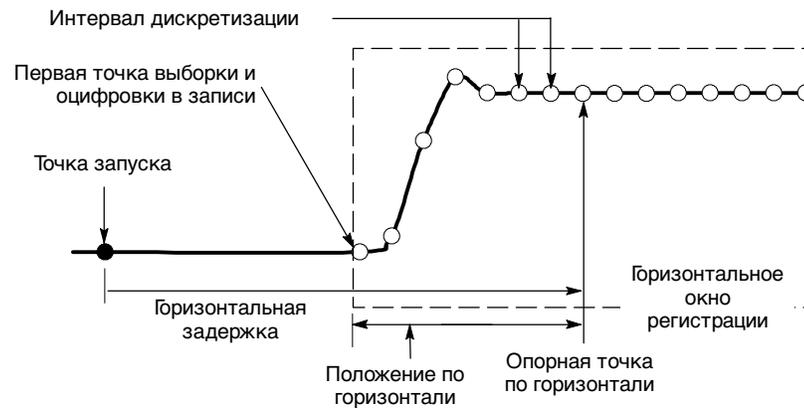
Вертикальное окно = 200 мВ (10 дел X 10 мВ/дел + (+/-5 делений положения))



**Рис. 3-4: Движение вертикального окна регистрации на осциллограмме при изменении смещения**

**Использование горизонтального окна регистрации.** Пользователь осциллографа имеет возможность определить горизонтальное окно регистрации, т. е. задать параметры, определяющие сегмент входного сигнала, при регистрации которого образуется запись осциллограммы. (Общие сведения см. в разделе *Запись осциллограммы* на стр. 3-34.) Эти общие параметры определяют горизонтальное окно регистрации, которое применяется сразу ко всем каналам. (См. раздел *Независимые и общие окна* на стр. 3-22.) Эти параметры представлены на рис. 3-5.

- *Условие синхронизации.* Определяет точку сигнала, по которой синхронизируется осциллограф.
- *Положение по горизонтали.* Определяет число элементов выборки до и после запуска, т. е. число элементов до и после точки запуска.
- *Горизонтальная задержка.* Определяет время от точки запуска до опорной точки по горизонтали.
- *Масштаб по горизонтали и длина записи сигнала (число элементов выборки).* Определяют размер окна по горизонтали относительно любого сигнала. Эти параметры позволяют масштабировать окно так, чтобы в нем умещался фронт сигнала, цикл или несколько циклов.



**Рис. 3-5: Определение горизонтального окна регистрации**

**Масштаб по горизонтали, длина записи, интервал дискретизации, разрешение.** Эти связанные параметры определяют горизонтальное окно регистрации. Поскольку горизонтальное окно регистрации должно уместиться на экране в 10 делениях по горизонтали, то в большинстве случаев можно задать временной интервал горизонтального окна регистрации (10 делений  $\times$  масштаб), как описано ниже. Одновременное задание длины записи в выборках неявно устанавливает разрешение, интервал дискретизации и частоту выборки для горизонтального окна регистрации (записи сигнала). Между этими параметрами существуют следующие соотношения.

1. *Временной интервал (секунды) = 10 дел (размер окна)  $\times$  Масштаб по горизонтали (сек/дел)*
2. *Временной интервал (секунды) = Интервал дискретизации (секунд/элемент)  $\times$  Длина записи (точек), где Временной интервал представляет размер горизонтального окна регистрации, а*

$$\text{Интервал дискретизации (секунд/элемент)} = \text{Разрешение (секунд/элемент)} = 1/\text{Частота выборки (точек/сек)}$$

Следует отметить, что именно интервал дискретизации изменяется соответственно значениям временного интервала окна (и масштаба) и длины записи. Эти параметры изменяются следующим образом.

- Если изменяется длина записи или временной интервал, то соответственно изменяется интервал дискретизации. Интервал дискретизации может изменяться до максимального значения частоты выборки, минимального значения интервала дискретизации и максимального разрешения.
- Если интервал дискретизации достигает нижнего предела, то при уменьшении временного интервала (при более быстрой настройке масштаба) должна уменьшаться длина записи либо должен увеличиваться временной интервал (вызывая более медленную настройку масштаба), если увеличивается длина записи (задаваемая пользователем). Эти параметры связаны соотношением:

$$\text{Макс. длина записи} = \text{Временной интервал} \div \text{Мин. интервал дискретизации}$$

Например, при настройке 200 пс/дел и 10 делениях длина записи должна составлять 500 точек:

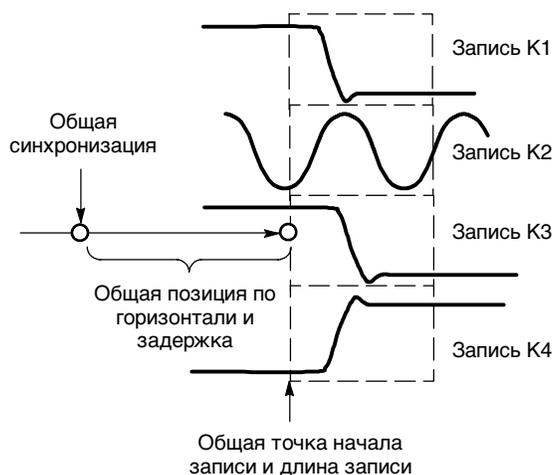
$$\text{Макс. длина записи 500 точек} = (10 \text{ дел} \times 200 \text{ пс/дел}) \div 4 \text{ пс/точка}$$

$$\text{Макс. длина записи} = 500 \text{ точек}$$

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Как следует из описанной операции, разрешение и эквивалентные параметры, интервал дискретизации и частота выборки, являются производными и не могут задаваться непосредственно. Однако в любое время можно проверить разрешение по показанию разрешения на экране. Кроме того, ручка RESOLUTION (Разрешение) на передней панели для изменения плотности выборки фактически изменяет длину записи.

В предыдущем обсуждении предполагалось, что масштаб по горизонтали остается постоянным. Вместо этого можно удерживать постоянной частоту выборки, выбрав константу Hold Sample Rate (Постоянная частота выборки) на вкладке Record Length (Длина записи) окна управления User Preferences (Пользовательская настройка).

**Независимые и общие окна.** Одно и то же горизонтальное окно регистрации осциллографа применяется ко всем каналам, по которым принимаются данные. В отличие от вертикального окна регистрации, в котором размер и смещение задаются независимо для каждого канала, одни и те же значения времени на деление, разрешения (длины записи) и положения по горизонтали (от общей точки синхронизации) применяются одновременно ко всем каналам. Одно событие запуска от единственного источника синхронизации будет определять расположение общего горизонтального окна регистрации для всех активных каналов, которое можно изменить с помощью регулятора положения по горизонтали. См. рис. 3-6.



**Рис. 3-6: Общая синхронизация, длина записи и скорость регистрации для всех каналов**

## Настройка параметров регистрации

Этот раздел содержит обзор средств начала и прекращения регистрации данных и средств обработки осциллографом зарегистрированных данных.

### Режимы регистрации

Доступны следующие режимы регистрации данных.

- *Sample (Выборка)*. На осциллографе не выполняется последующая обработка зарегистрированных данных. Сохраняется первая точка из каждого *интервала оцифровки*. Интервал оцифровки представляет время записи сигнала, деленное на длину записи. Режим выборки используется по умолчанию.
- *Peak Detect (Пиковая детекция)*. Попеременно осциллограф сохраняет минимальную точку в одном интервале оцифровки и максимальную точку в следующем интервале оцифровки. Этот режим применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени.
- *Hi Res (Высокое разрешение)*. Точка записи создается на осциллографе путем усреднения всех точек, зарегистрированных в интервале оцифровки. В режиме высокого разрешения получают осциллограммы с более высоким разрешением, но с меньшей шириной полосы. Этот режим применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени.

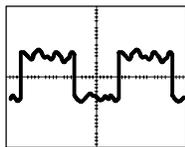
Основным преимуществом режима высокого разрешения является возможность повышения разрешения вне зависимости от входного сигнала. Таблица 3-1 показывает, что в режиме высокого разрешения можно получить до 15 значащих битов. Следует отметить, что повышение разрешения ограничивается скоростями ниже 40 нс/дел.

Таблица 3-1: Дополнительные значащие биты

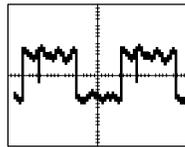
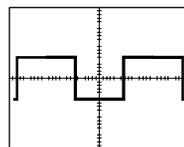
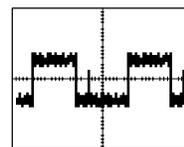
Масштаб времени	Значащие биты	Полоса пропускания
40 нс и быстрее	8 бит	> 550 МГц
80 нс - 200 нс	9 бит	> 110 МГц
400 нс - 1 мкс	10 бит	> 22 МГц
2 мкс - 4 мкс	11 бит	> 5,5 МГц
10 мкс - 20 мкс	12 бит	> 1,1 МГц
40 мкс	13 бит	> 550 кГц
100 мкс - 200 мкс	14 бит	> 110 кГц
1 мкс и медленнее	15 бит	> 55 кГц

- *Envelope (Огибающая)*. При регистрации сигнала осциллограф постоянно удерживает текущие минимальные и максимальные значения в соседних интервалах дискретизации, что приводит к созданию огибающей указанного числа сигналов. После достижения указанного числа сигналов выполняется очистка данных и процесс начинается заново. Этот процесс аналогичен режиму пиковой детекции с тем исключением, что в режиме огибающей накапливаются пиковые значения для многих событий запуска.
- *Average (Усреднение)*. Указанное число сигналов преобразуется осциллографом в зарегистрированную осциллограмму, представляющую усредненный входной сигнал. Этот режим позволяет снизить уровень случайных шумов.

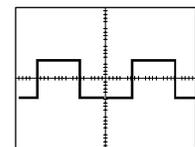
Различие между режимами демонстрируется на примере прямоугольного сигнала с шумами. Режим усреднения характеризуется уменьшением шума, тогда как в режиме огибающей захватываются амплитуды шумов.



Выборка

Пиковая  
детекцияВысокое  
разрешение

Огибающая



Усреднение

### Управление параметрами регистрации

Существуют две основные возможности управления режимом регистрации. Для этого используются кнопки передней панели или команда Run/Stop (Пуск/стоп) в меню Horiz/Acq (По горизонтали/Регистрация).

- *Кнопка RUN/STOP (Пуск/стоп)* Нажмите эту кнопку, чтобы настроить осциллограф на начало и остановку регистрации только при нажатии кнопки Run/Stop в этом окне или кнопки RUN/STOP на передней панели. Если кнопка переключена в положение Run (Пуск), регистрация начинается после действительного события запуска. Если кнопка переключена в положение Stop (Стоп), регистрация немедленно останавливается. На одиночный запуск это не влияет.
- *Кнопка Single Sequence (Одиночный запуск)* Нажмите эту кнопку (или кнопку SINGLE (Одиночный запуск) на передней панели), чтобы осциллограф останавливал регистрацию после завершения полного цикла регистрации. Дополнительные сведения см. в описании шага 4 *Установка режима* на стр. 3-28.

**Общие средства управления.** Аналогично регуляторам параметров по горизонтали, средства управления регистрацией применяются ко всем активным каналам. Например, невозможно одновременно установить режим выборки для канала 1 и режим огибающей для канала 2. Невозможно остановить регистрацию на канале 4 (если он включен), когда регистрация продолжается на остальных каналах.

**Режим прокрутки**

В режиме прокрутки изображение на экране аналогично регистрации низкочастотных сигналов на самописце. Режим прокрутки позволяет видеть уже зарегистрированные точки сигнала, не дожидаясь полной записи осциллограммы. Например, если в обычном режиме регистрации задан масштаб по горизонтали 1 секунда на деление, для полной записи сигнала требуются 10 секунд. Без использования режима прокрутки появления осциллограммы на экране приходится ждать 10 секунд. Режим прокрутки позволяет видеть результаты практически мгновенно.

**Режим прокрутки без синхронизации.** В режиме прокрутки без синхронизации новые зарегистрированные точки данных появляются на правом крае записи сигнала, в то время как предыдущие точки данных сдвигаются влево. Чтобы остановить регистрацию данных, на передней панели нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) (см. рис. 3-7).

Режим прокрутки без синхронизации используют для наблюдения за медленными процессами. Операции математической обработки и измерений применяют после остановки регистрации с помощью кнопки RUN/STOP.

**Режим прокрутки без синхронизации с одиночным запуском.** В режиме прокрутки без синхронизации с одиночным запуском новые зарегистрированные точки данных появляются на правом крае записи осциллограммы, в то время как точки ранее полученных данных осциллограммы сдвигаются влево. Регистрация автоматически прекращается после полной записи осциллограммы (см. рис. 3-7).

Режим прокрутки без синхронизации с одиночным запуском используют для сохранения данных для последующего просмотра. Например, при 20 секундах на деление и длине записи 30 К накапливаются точки данных с общей продолжительностью 12 000 секунд.

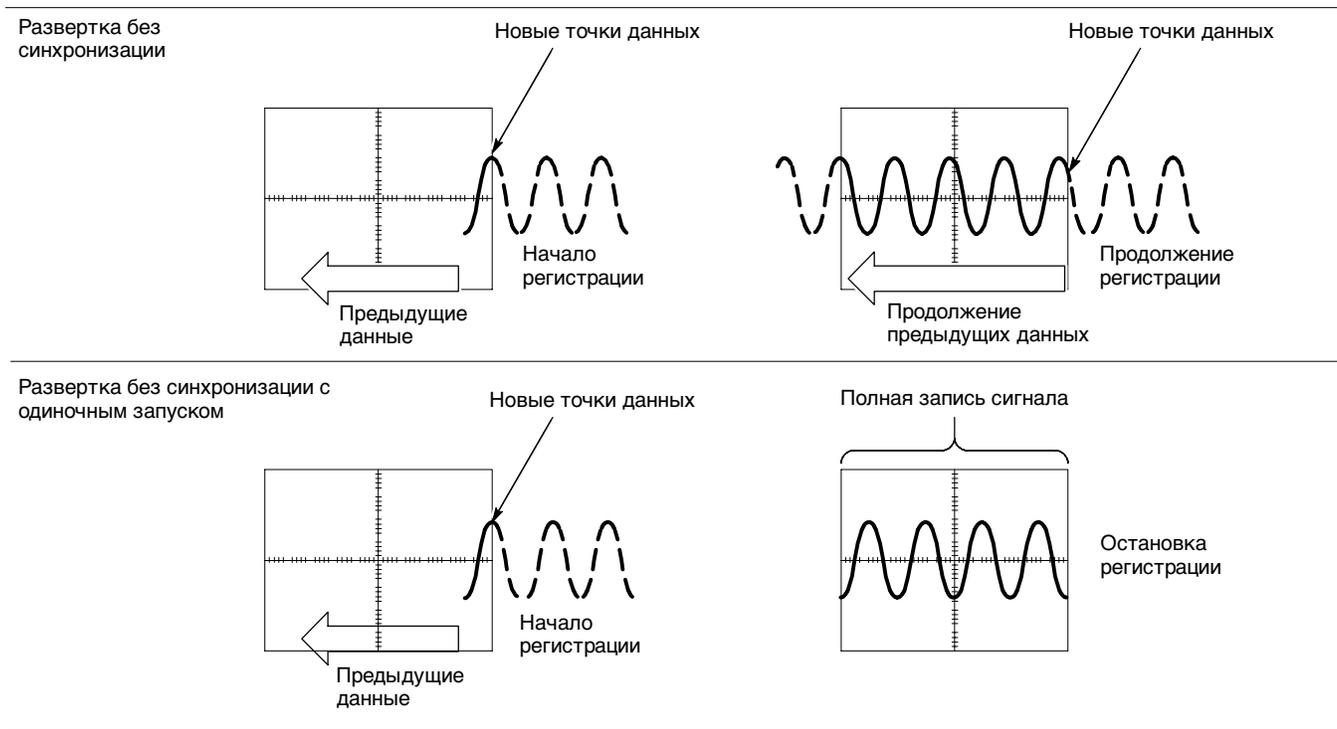


Рис. 3-7: Режимы прокрутки

### Устранение искажений

При некоторых условиях сигнал может искажаться. Когда сигнал искажается, он может отображаться на экране с частотами, более низкими, чем у фактического сигнала на входе, или отображаться нестабильно даже при включенном режиме TRIG'D (С синхронизацией). Искажения возникают из-за того, что осциллограф не выполняет выборку с частотой, достаточной для аккуратного воспроизведения формы сигнала. (См. рис. 3-8.)

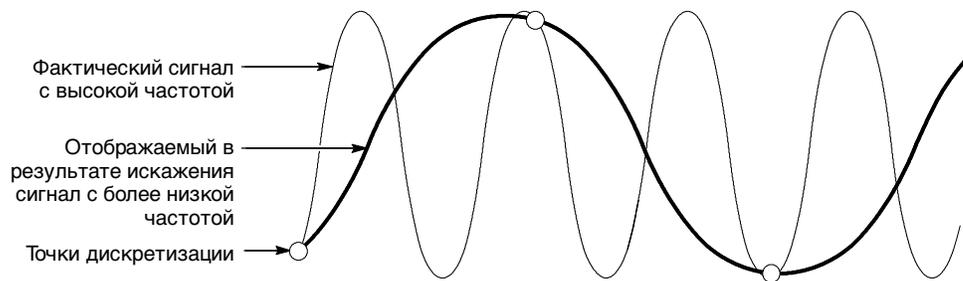


Рис. 3-8: Искажения

**Устранение искажений.** Чтобы быстро проверить возможное наличие искажений, следует медленно увеличить масштаб по горизонтали (величину времени на деление). Если форма отображаемой осциллограммы существенно изменяется или осциллограмма становится стабильной при более быстрой настройке масштаба времени, то, вероятно, сигнал отображается с искажениями.

Во избежание искажений выборку для входного сигнала следует производить с частотой, более чем вдвое превышающей максимальную частотную составляющую сигнала. Например, для аккуратного представления сигнала без искажений выборку для сигнала с гармоникой 500 МГц необходимо производить с частотой, превышающей 1 ГГц. Следующие приемы помогут избежать искажения сигнала.

- Отрегулируйте масштаб по горизонтали.
- Нажмите кнопку AUTOSET (Автоустановка).
- Переключитесь в режим регистрации Envelope (Огибающая). В режиме огибающей проводится поиск точек с максимальными и минимальными значениями по многим циклам регистрации; этот режим со временем позволяет обнаруживать более высокочастотные компоненты.

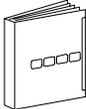
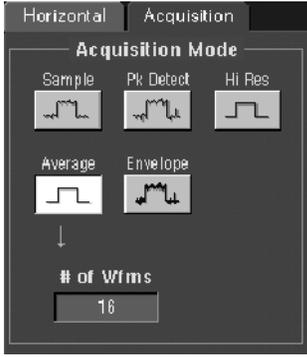
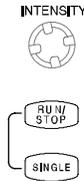
### Несовместимые режимы

В следующей таблице представлены средства и режимы регистрации, несовместимые с другими средствами и режимами.

Несовместимость с	Регулятор/средство	Объяснение
Опорная осциллограмма (Ref1-Ref4 (Op1-Op4))	Смещение напряжения	Смещение является средством управления регистрацией, а не отображением
Одиночный цикл регистрации	Усреднение	Регистрация продолжается, пока не будет выполнена регистрация и усреднение указанного числа сигналов
Одиночный цикл регистрации	Огибающая	Регистрация продолжается, пока не будет выполнена регистрация и построение огибающей для указанного числа сигналов
Измерения	Развертка	Измерения невозможны до остановки регистрации

### Настройка режимов регистрации

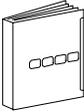
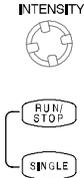
Следующую процедуру используют для установки режима регистрации данных и указания способа начала и остановки регистрации. Для получения дополнительных сведений воспользуйтесь электронной справкой при выполнении этой процедуры.

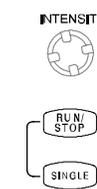
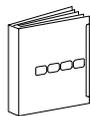
Обзор	Настройка режимов регистрации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Необходимо подать питание на осциллограф и выполнить настройку параметров по горизонтали и по вертикали. Необходимо также выполнить настройку синхронизации.</p>	 <p>Подробнее о настройке синхронизации см. на стр. 3-47.</p>
<p><b>Доступ к режимам регистрации</b></p>	<p>2. Выберите команду Acquisition Mode (Режим регистрации) в меню Horiz/Acq (По горизонтали/Регистрация), чтобы открыть окно управления режимом регистрации данных.</p>	
<p><b>Выбор режима регистрации</b></p> <p><b>Задание числа сигналов (только для режимов усреднения и огибающей)</b></p>	<p>3. Нажмите кнопку режима регистрации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sample (Выборка)</li> <li>■ Peak Detect (Пиковая детекция)</li> <li>■ Hi Res (Высокое разрешение)</li> <li>■ Envelope (Огибающая)</li> <li>■ Average (Усреднение)</li> </ul> <p>Для режимов усреднения и огибающей выберите число зарегистрированных сигналов, по которым определяется усредненная осциллограмма или огибающая.</p>	
<p><b>Настройка режима Stop (Остановка)</b></p>	<p>4. Нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) на передней панели для переключения между состояниями начала и остановки регистрации данных.</p> <p>5. Нажмите кнопку SINGLE (Одиночный) для регистрации количества сигналов, достаточного для выбранного режима регистрации данных.</p>	

Обзор	Настройка режимов регистрации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор оцифровки в реальном или эквивалентном времени</b></p>	<p>Чтобы ограничить осциллограф оцифровкой в реальном времени или разрешить выбор между оцифровкой в реальном и эквивалентном времени:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку Horiz (Гориз) на панели инструментов или выберите команду Horizontal/Acquisition Setup (Настройка по горизонтали/Регистрация) в меню Horiz/Acq, чтобы открыть окно управления настройкой по горизонтали и регистрации. Выберите вкладку Acquisition (Регистрация).</li> <li>Выберите для режима Equivalent Time (Эквивалентное время) параметр Auto (Авто) или Off (Выкл). <ul style="list-style-type: none"> <li>Auto (Авто) задает выбор наиболее подходящего режима оцифровки либо в реальном, либо в эквивалентном времени (см. таблицу 3-2).</li> <li>Off (Выкл) задает работу осциллографа только с оцифровкой в реальном времени.</li> </ul> </li> </ol>	 

### Запуск и остановка регистрации

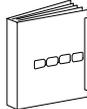
Следующая процедура используется для начала и остановки регистрации данных.

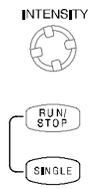
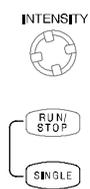
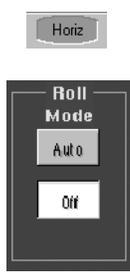
Обзор	Запуск и остановка регистрации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Необходимо выполнить настройку параметров по горизонтали и по вертикали. Необходимо также выполнить настройку синхронизации.</li> </ol>	 <p>См. описание настройки элементов управления на стр. 3-28 и настройки запуска на стр. 3-47.</p>
<p><b>Начало регистрации</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Проверьте, что включены все каналы регистрации данных (используйте кнопки каналов; при необходимости см. стр. 3-10). Для начала регистрации нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) на передней панели.</li> </ol>	

Обзор	Запуск и остановка регистрации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Остановка регистрации</b></p>	<p>3. Нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) для остановки регистрации данных. Регистрация будет также остановлена, если в обычном режиме запуска будет прекращена синхронизация.</p>	<p>INTENSITY</p> 
<p><b>Единичная регистрация</b></p>	<p>4. Нажмите кнопку SINGLE (Одиночный) для запуска регистрации и записи количества сигналов, достаточного для выбранного режима регистрации данных.</p>	<p>INTENSITY</p> 
<p><b>Дополнительная справка</b></p>	<p>5. См. ссылки справа.</p>	 <p>См. раздел <i>Настройка режимов регистрации</i> на стр. 3-28.</p>

**Использование режима прокрутки**

Следующая процедура используется для настройки регистрации в режиме прокрутки.

Обзор	Настройка режима прокрутки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Необходимо выполнить настройку параметров по горизонтали и по вертикали. Необходимо также выполнить настройку синхронизации.</p>	 <p>См. описание настройки системы регистрации на стр. 3-28 и настройки запуска на стр. 3-47.</p>
<p><b>Включение режима прокрутки</b></p>	<p>2. Нажмите кнопку Horiz (Гориз) на панели инструментов, чтобы открыть окно управления настройкой по горизонтали и регистрации. Выберите вкладку Acquisition (Регистрация).</p> <p>3. Нажмите кнопку Auto (Авто) в группе Roll Mode (Режим прокрутки) для включения режима прокрутки.</p> <p>Разрешение, длина записи, масштаб по горизонтали и число активных каналов являются зависимыми переменными. Таким образом, наиболее быстрая настройка масштаба по горизонтали при запуске режима прокрутки составляет 100 мс/дел, длина записи составляет 500 (разрешение 2 мс), режим регистрации — либо выборка, либо пиковая детекция, должны быть включены 1 или 2 канала. При увеличении длины записи или числа каналов значение времени на деление, необходимое для перехода в режим прокрутки, соответствует более медленным процессам.</p> <hr/> <p><b>Примечание.</b> Режимы огибающей и усреднения не позволяют включить режим прокрутки. В режиме высокого разрешения режим прокрутки запускается при разрешении 4 мс или более высоком.</p> <hr/>	 

Обзор	Настройка режима прокрутки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Включение режима прокрутки для одиночного запуска</b></p>	<p>4. Нажмите кнопку SINGLE (Одиночный) для регистрации количества сигналов, достаточного для выбранного режима регистрации данных. Должен быть установлен либо режим выборки, либо режим пиковой детекции.</p>	
<p><b>Отключение режима прокрутки</b></p>	<p>5. Чтобы отключить регистрацию в режиме прокрутки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ если не включен режим одиночного запуска, нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) для остановки режима прокрутки;</li> <li>■ если включен режим одиночного запуска, регистрация в режиме прокрутки останавливается автоматически при достижении длины полной записи.</li> </ul>	
<p><b>Отключение режима прокрутки</b></p>	<p>6. Нажмите кнопку Horiz (Гориз) на панели инструментов, чтобы открыть окно управления настройкой по горизонтали и регистрации. Выберите вкладку Acquisition (Регистрация).</p> <p>7. Нажмите кнопку Off (Выкл) в группе Roll Mode (Режим прокрутки) для отключения режима прокрутки. Режим прокрутки также отключается, когда устанавливается масштаб по горизонтали 200 мс на деление или более быстрый. Если длина записи превышает 500 точек, режим прокрутки отключается при значениях времени на деление, соответствующих более медленным процессам.</p> <hr/> <p><i>Примечание. Переключение в режим огибающий или усреднения также приведет к отключению режима прокрутки.</i></p> <hr/>	

## Общие сведения об управлении регистрацией данных

Данный раздел содержит общие сведения о процессах регистрации и оцифровки данных, помогающие эффективно выполнить настройку окна регистрации для каждого канала. В данном разделе рассматриваются следующие темы:

- оборудование, используемое для регистрации данных;
- процесс оцифровки, режимы оцифровки и запись осциллограммы;
- циклы обычного режима регистрации и быстрой регистрации.

### Схема аналого-цифрового преобразования

Прежде чем сигнал может быть зарегистрирован, он должен пройти через входной канал, в котором выполняется его масштабирование и преобразование в цифровую форму. В каждом канале имеются выделенный входной усилитель и цифровой преобразователь, как показано на рис. 3-9; каждый канал может выдавать поток цифровых данных, из которого осциллограф извлекает записи сигналов. Дополнительные сведения о масштабировании, позиционировании и смещении постоянной составляющей для каналов см. в разделе *Подключение и регулировка сигналов* на стр. 3-6.

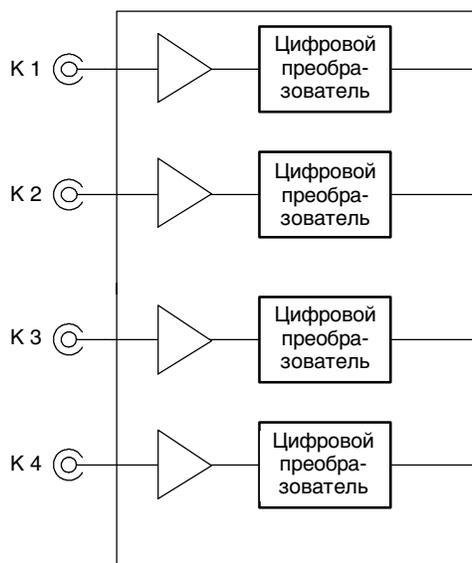


Рис. 3-9: Конфигурация цифрового преобразователя

## Процесс выборки

Регистрацией называется процесс выборки данных из аналогового сигнала, их оцифровки и последующей сборки в запись сигнала, которая сохраняется в памяти. Таким образом, результатом выборки является запись сигнала для каждого события запуска (см. рис. 3-11 на стр. 3-35). В цифровую форму преобразуется часть сигнала, попадающая в вертикальный диапазон усилителя. См. рис. 3-10.



Рис. 3-10: Цифровая регистрация — выборка и оцифровка

## Режимы выборки

Система регистрации осциллографа может обрабатывать собранные данные, выполняя для них усреднение или построение огибающей, в результате чего формируются скорректированные записи сигналов. После создания записи сигнала (скорректированной или нет), можно использовать средства пост-обработки для дальнейшей обработки этой записи на осциллографе: выполнить измерения, математическую обработку сигнала и т. д. Описание режимов регистрации см. в разделе *Режимы регистрации* на стр. 3-23.

## Запись осциллограммы

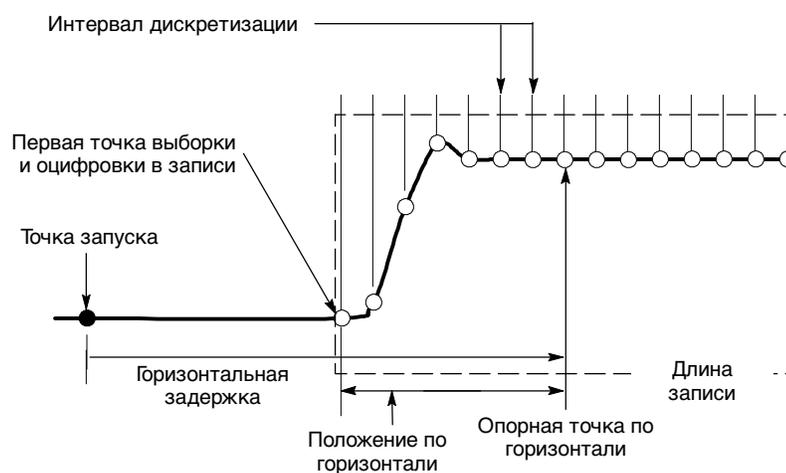
В то время как выборка из входного сигнала является источником данных для записи сигнала на конкретном входном канале, осциллограф строит запись сигнала с использованием общих параметров (влияющих на сигналы на всех каналах).

Рис. 3-11 демонстрирует влияние общих параметров на запись осциллограммы. Эти параметры определяют количество собираемых данных и из какой порции потока данных они извлекаются. Таковыми являются следующие параметры.

- *Интервал дискретизации.* Время между точками выборки при регистрации данных.
- *Длина записи.* Количество точек выборки, образующих полную запись осциллограммы.
- *Точка запуска.* Точка запуска отмечает опорное нулевое значение времени в записи осциллограммы. Все точки осциллограммы размещаются во времени — в положительном или отрицательном направлении относительно точки запуска.

- *Горизонтальное положение.* Когда задержка по горизонтали отключена, горизонтальное положение представляет время от первого элемента выборки (первой точки в записи осциллограммы) до точки запуска (в процентах от числа элементов до точки запуска). Точка запуска и опорная точка по горизонтали соответствуют одному времени в записи осциллограммы.

Когда включена задержка по горизонтали, время задержки регулируется ручкой HORIZONTAL POSITION (Горизонтальное положение). Задержка по горизонтали определяет время от точки запуска до опорной точки по горизонтали.



**Рис. 3-11: Записи осциллограммы и определяющие ее параметры (задержка по горизонтали включена)**

Как показано на рис. 3-11, осциллограф записывает точки в порядке слева направо.

После снятия и оцифровки всех точек запись осциллограммы сохраняется в памяти и становится доступной для отображения (или использования для математической обработки, в накопителях и т. д.).

Обсуждение элементов управления, используемых для регистрации записей осциллограмм, см. в разделе *Использование горизонтального окна регистрации* на стр. 3-20 и *Масштаб по горизонтали, длина записи, интервал дискретизации, разрешение* на стр. 3-21.

### Оцифровка в реальном времени

Двумя общими способами выборки являются выборка в *реальном времени* и выборка в *эквивалентном времени*. Данный осциллограф использует как выборку в реальном времени, так и выборку в эквивалентном времени.

При выборке в реальном времени осциллограф выполняет оцифровку всех точек, зарегистрированных после *одного* события запуска (см. рис. 3-12). Оцифровку в реальном времени всегда следует использовать для регистрации одиночных или нестационарных сигналов.

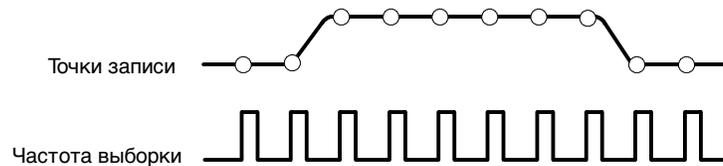


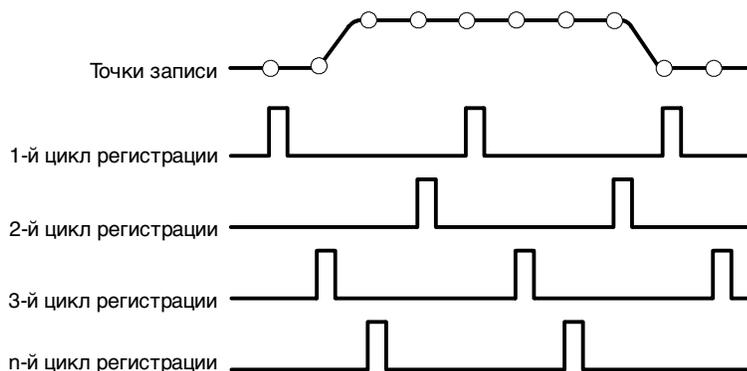
Рис. 3-12: Оцифровка в реальном времени

### Оцифровка в эквивалентном времени

Оцифровка в эквивалентном времени может использоваться для превышения максимальной частоты выборки, соответствующей режиму реального времени, но только при выполнении двух условий.

- Для параметра Equivalent Time (Эквивалентное время) должен быть выбран режим Auto (Авто). (Вкладка Acquisition (Регистрация) в окне управления настройкой по горизонтали и регистрацией.).
- Масштаб времени осциллографа устанавливает частоту выборки, слишком высокую для получения в режиме реального времени достаточного количества точек записи осциллограммы.

Если выполнены оба условия, осциллограф снимает несколько точек для каждого события запуска и со временем получает достаточное количество точек для создания записи осциллограммы. Вкратце, осциллограф выполняет *множественную* регистрацию *повторяющегося* сигнала и в результате получает плотность точек, необходимую для создания записи осциллограммы. (См. рис. 3-13.) Оцифровку в эквивалентном времени следует использовать только для повторяющихся сигналов.



**Рис. 3-13: Оцифровка в эквивалентном времени**

Скорость выборки и число включенных каналов влияют на режим, используемый осциллографом для регистрации сигналов.

- Оцифровка в реальном времени всегда используется осциллографом при более медленных значениях масштаба времени. Более быстрые настройки заставляют осциллограф переключаться из режима оцифровки в реальном времени в режим оцифровки в эквивалентном времени, если для режима Equivalent Time (Эквивалентное время) выбран параметр Auto (Авто).
- Предел, при котором осциллограф должен переключаться из режима оцифровки в реальном времени в режим оцифровки в эквивалентном времени, может быть повышен за счет использования цифровых преобразователей отключенных каналов для регистрации данных на включенных каналах.

Таблица 3-2 демонстрирует настройки масштаба времени, при которых осциллограф переходит от оцифровки в реальном времени (**РВ**) к оцифровке в эквивалентном времени (**ЭВ**). Эти данные относятся ко всем моделям серии TDS5000.

**Таблица 3-2: Выбор режима оцифровки**

Число каналов	1	2	3 или 4
<b>Масштаб времени</b>			
≥ 800 пс/точка	РВ	РВ	РВ
400 пс/точка	РВ	РВ	ЭВ
200 пс/точка	РВ	ЭВ	ЭВ
≤ 100 пс/точка	ЭВ	ЭВ	ЭВ

Используемый осциллографом тип оцифровки в эквивалентном времени называется *случайной (или стохастической) оцифровкой в эквивалентном времени*. Хотя точки снимаются последовательно во времени, они случайным образом располагаются относительно точки запуска. Оцифровка оказывается случайной, поскольку часы осциллографа идут асинхронно относительно входного сигнала и события запуска сигнала. Точки снимаются осциллографом независимо от положения точки запуска и отображаются согласно времени между моментом снятия точки и событием запуска.

### Интерполяция

Данный осциллограф может выполнять интерполяцию осциллограмм между снятыми точками. Это делается только в том случае, когда фактических точек недостаточно для непрерывного отображения осциллограммы. Например, если параметр ZOOM (Увеличение) задает последовательное растягивание осциллограммы, осциллограф выполняет интерполяцию для создания недостающих промежуточных точек. Используются два вида интерполяции: линейная и по формуле  $\sin(x)/x$ . (Для регистрации дополнительных точек осциллограф может также использовать оцифровку в эквивалентном времени; см. раздел *Оцифровка в эквивалентном времени* на стр. 3-36.)

- *Линейная интерполяция*: дополнительные точки записи располагаются на прямой линии, соединяющей реально зарегистрированные точки. Считается, что все интерполируемые точки лежат на этой прямой для соответствующих моментов времени. Линейная интерполяция хорошо подходит для сигналов с крутыми фронтами, таких как последовательность импульсов.

- *Интерполяция функцией  $\sin(x)/x$* : дополнительные точки записи рассчитываются с помощью графика функции, проходящего между реально зарегистрированными точками. Предполагается, что все интерполируемые точки лежат на этой кривой. Это особенно удобно при регистрации гладких сигналов, например синусоидальных. Интерполяция по формуле  $\sin(x)/x$  также допустима и в общем случае, хотя при этом возможны положительные или отрицательные выбросы для быстро нарастающих сигналов.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При использовании любого типа интерполяции можно настроить отображение так, чтобы яркость фактических точек на экране была больше яркости интерполяционных точек. См. раздел *Стиль отображения* на стр. 3-110.

---

## Чередование

Для повышения частоты оцифровки без использования оцифровки в эквивалентном времени осциллограф может выполнять чередование каналов. Ресурсы оцифровки неиспользуемых каналов осциллографа (т. е. отключенных каналов) могут применяться на используемых (включенных) каналах. Таблица 3-3 демонстрирует, как чередование цифровых преобразователей при выполнении выборки на канале повышает максимальную частоту оцифровки.

Если установлен масштаб по горизонтали, приводящий к превышению максимальной частоты оцифровки для числа используемых каналов (см. табл. 3-3), осциллограф не сможет получить достаточное число точек для создания записи осциллограммы. В этом случае для получения дополнительных точек осциллограф будет переключаться из режима оцифровки в реальном времени в режим оцифровки в эквивалентном времени. (См. раздел *Оцифровка в эквивалентном времени* на стр. 3-36.)

**Таблица 3-3: Влияние чередования на частоту выборки**

Число используемых каналов	Максимальная частота оцифровки в режиме реального времени (все модели)
Один	5 Гвыб/с
Два	2,5 Гвыб/с
Три или четыре	1,25 Гвыб/с

## Использование режима быстрой регистрации

В режиме быстрой регистрации уменьшается время простоя между регистрируемыми точками сигнала, характерное для регистрации сигналов на цифровых запоминающих осциллографах. Это позволяет в режиме быстрой регистрации снимать и отображать нестационарные сигналы, такие как выбросы и огибающие импульсов, которые часто упускаются за длительное время простоя, которое является частью нормального режима работы цифрового запоминающего осциллографа. Режим быстрой регистрации позволяет также отображать особенности сигналов с яркостью, отражающей частоту их возникновения.

Быстрые режимы отображения XY и XYZ также позволяют получить сведения о яркости при регистрации непрерывных несинхронизированных данных со входных каналов.

Следующие режимы и средства являются несовместимыми с режимом быстрой регистрации:

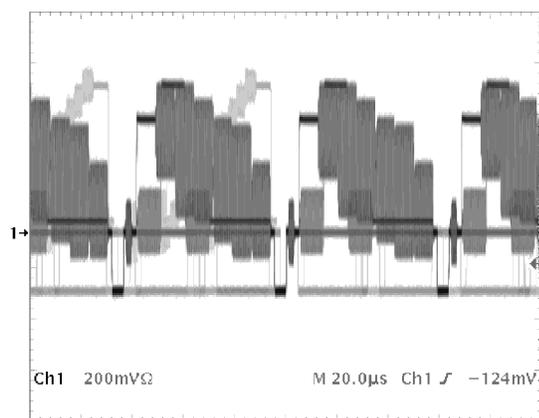
- режим масштабирования;
- режимы пиковой детекции, огибающей, усреднения и одиночного запуска;
- интерполяция (вместо этого используется обычный режим регистрации);
- векторы в режиме оцифровки в эквивалентном времени (осциллограммы отображаются как наборы точек);
- сохранение неактивных осциллограмм;
- расчетные сигналы;
- измерения.

### Использование быстрой регистрации

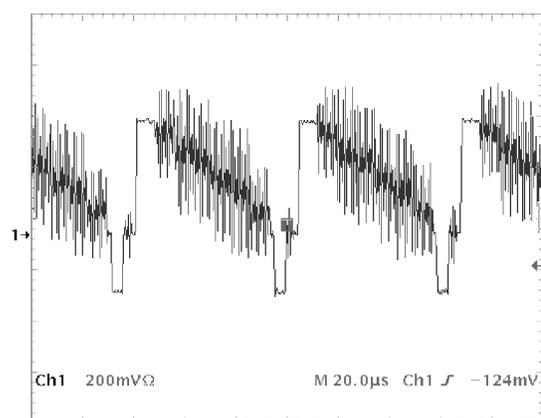
Следующие факторы учитываются при выборе режима регистрации данных.

**Автоматический выбор.** При быстрой регистрации автоматически выбираются длина записи и частота выборки, оптимизирующая отображаемое изображение за счет минимизации времени простоя. В режиме быстрой регистрации выбираются частота выборки до 1,25 Гвыб/с и длина записи до 1 000 000 точек, а затем выполняется сжатие до 500 пикселей, образующих максимальное содержимое экрана.

**Скорость захвата сигналов.** Рисунки 3-14 и 3-15 иллюстрируют отличие режима быстрой регистрации от обычного режима, используемого цифровыми запоминающими осциллографами. Следует отметить, что в обычном режиме выполняется обычный цикл «захват сигнала - оцифровка сигнала - обновление памяти осциллограммы - отображение осциллограммы». В обычном режиме пропускаются события, имеющие место в течение длительного времени простоя. Типичной скоростью захвата сигналов является частота 50 сигналов в секунду.



Экран в режиме быстрой регистрации



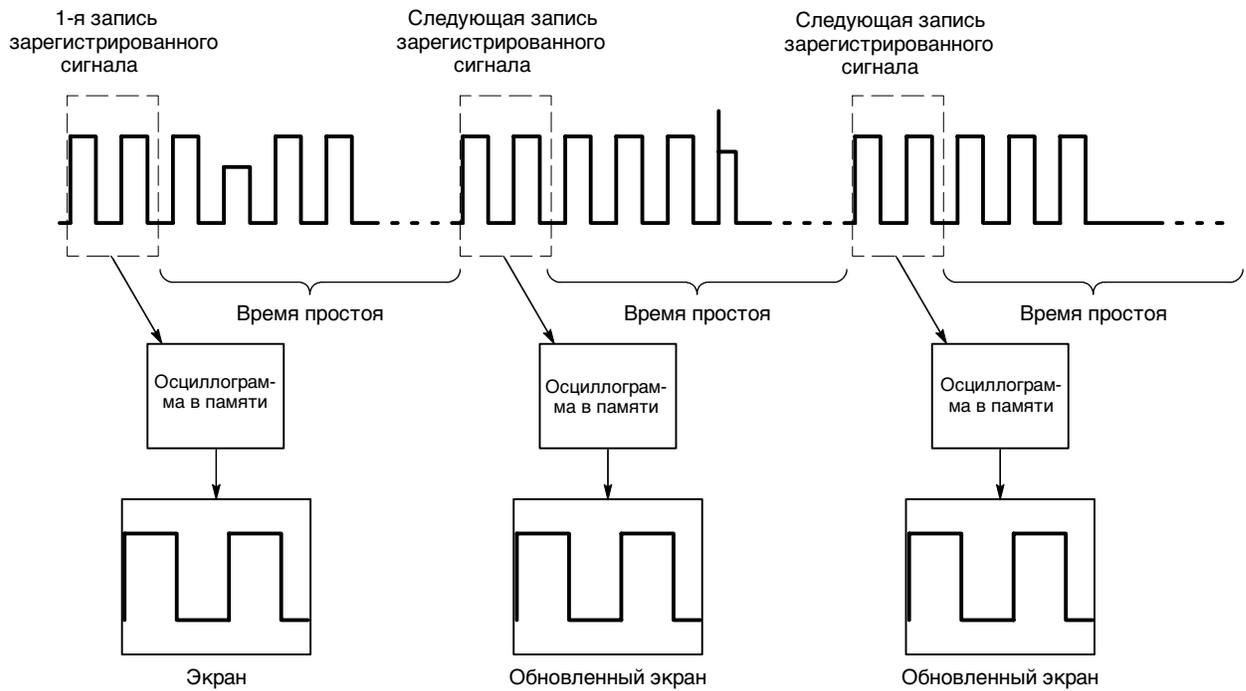
Обычный экран цифрового запоминающего осциллографа

**Рис. 3-14: Обычный экран цифрового запоминающего осциллографа и экран в режиме быстрой регистрации**

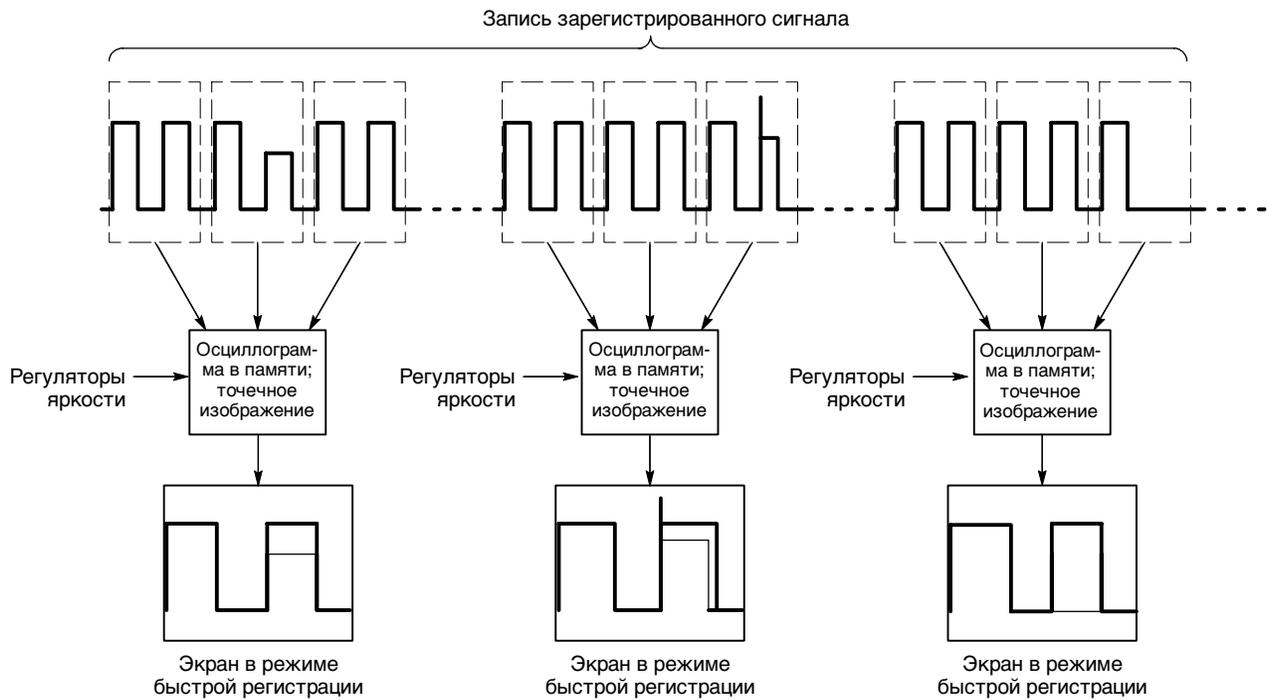
В режиме быстрой регистрации скорость захвата сигналов увеличивается до 100 000 сигналов в секунду, что приводит к многократному обновлению массива осциллограммы между моментами ее вывода на экран. Очень высокая скорость захвата существенно повышает вероятность накопления в памяти провалов, выбросов и других редких событий. Экран осциллографа при этом обновляется с обычной частотой. Для отображения осциллограмм можно задать регулируемую или автоматически выбираемую яркость (дополнительные сведения см. на стр. 3-44).

В режиме быстрой регистрации для каждой точки в массиве осциллограммы добавляется информация о яркости или полутонах, как на аналоговом осциллографе. Массив осциллограммы является двумерным массивом отображаемых пикселей. При каждой регистрации сигнала снимаемые значения прибавляются к значениям экранных пикселей.

**Обычный режим**



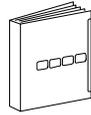
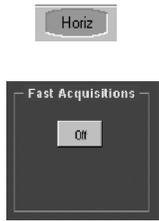
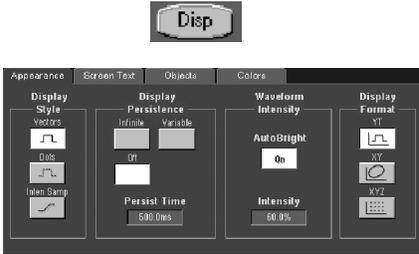
**Режим быстрой регистрации**

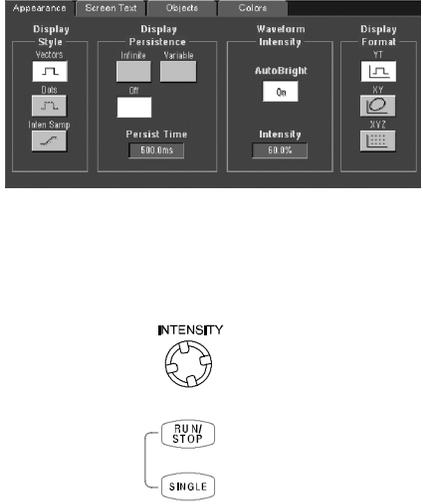
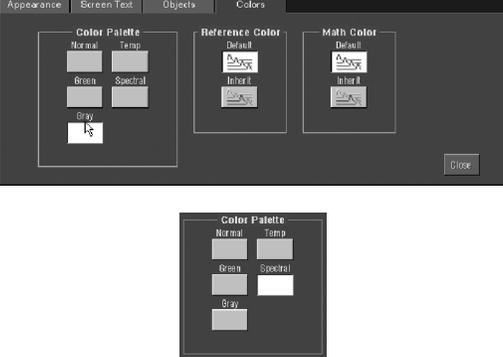


**Рис. 3-15: Экран в обычном режиме и в режиме быстрой регистрации**

## Включение и выключение быстрой регистрации

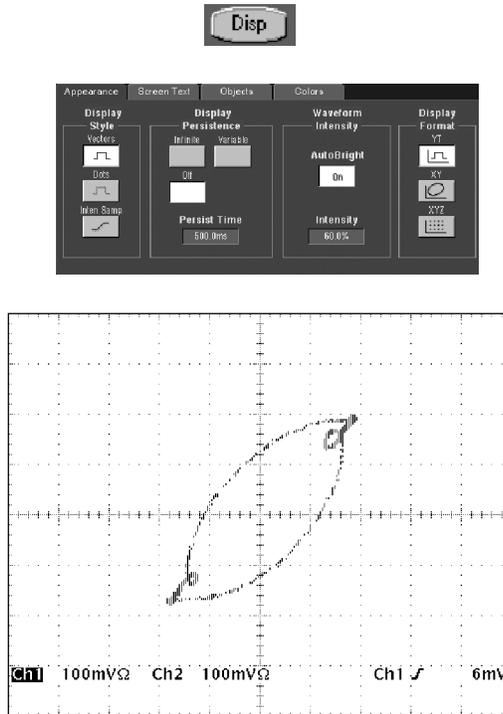
Следующую процедуру используют для настройки режима быстрой регистрации.

Обзор	Включение и выключение быстрой регистрации	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<p>1. Необходимо выполнить настройку параметров по горизонтали и по вертикали. Необходимо также выполнить настройку синхронизации.</p>	 <p>См. описание настройки системы регистрации на стр. 3-28 и настройки запуска на стр. 3-47.</p>
Включение режима быстрой регистрации	<p>2. Нажмите кнопку Horiz (Гориз) на панели инструментов, чтобы открыть окно управления настройкой по горизонтали и регистрации. Выберите вкладку Acquisition (Регистрация).</p> <p>3. Для переключения режима нажмите кнопку Fast Acquisitions (Быстрая регистрация) или нажмите кнопку FastAcq на передней панели.</p> <p>По умолчанию задается состояние On (Вкл). Режим быстрой регистрации остается включенным до его отключения пользователем или до выбора режима, несовместимого с режимом быстрой регистрации.</p>	
Настройка вида экрана	<p>4. Нажмите кнопку DISP (Экран) на панели инструментов или выберите команду Display Setup (Настройка экрана) в меню Display. Окно управления отображением открывается на вкладке Appearance (Вид).</p> <p>5. В группе Display Style (Стиль отображения) нажмите кнопку Vectors (Векторы), Dots (Точки) или Inten Samp (Выборки повышенной яркости). По умолчанию выбирается стиль Dots.</p> <p>6. В группе Display Persistence (Послесвечение) нажмите кнопку Off (Выкл) или Variable (Переменное). По умолчанию выбирается режим Off, и экран очищается при каждом отображении нового массива осциллограммы. Описание переменного послесвечения см. на стр. 3-109.</p> <p>7. Если выбран режим Variable (Переменное), выберите параметр Persist Time (Время послесвечения) и задайте время послесвечения (затухания).</p>	

Обзор	Включение и выключение быстрой регистрации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Задание параметров показаний на экране</b></p>	<p>8. В окне управления Display Setup (Настройка экрана) выберите вкладку Objects (Объекты).</p> <p>9. Нажимайте кнопку Display Date/Time (Отображение даты/времени) для переключения режима между состояниями On (Вкл) и Off (Выкл).</p>	
<p><b>Настройка яркости</b></p>	<p>10. В окне управления Display Setup выберите вкладку Appearance (Вид).</p> <p>11. В группе Waveform Intensity (Яркость осциллограммы) нажимайте кнопку AutoBright (Автояркость) для переключения режима между состояниями On и Off.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ On автоматически задает максимальную яркость для значения, соответствующего наиболее частому событию.</li> <li>■ Off задает вид экрана, как у аналогового осциллографа. Яркость отображаемых точек зависит от частоты синхронизации.</li> </ul> <p>12. Для регулировки яркости следует вращать ручку INTENSITY (Яркость) на передней панели или щелкнуть элемент управления Intensity и ввести значение яркости либо с клавиатуры, либо вращая ручку общего назначения.</p>	
<p><b>Выбор цветовой палитры</b></p>	<p>13. В окне управления Display Setup выберите вкладку Color (Цвет).</p> <p>14. Нажмите кнопку Color Palette (Цветовая палитра). В режиме быстрой регистрации палитры Temp (Температура) и Spectral (Спектральная) обеспечивают более детальное отображение, чем другие палитры.</p> <p>Описание каждой палитры см. в разделе <i>Цветовая палитра</i> на стр. 3-110.</p>	

## Настройка формата отображения

Осциллограммы отображаются на осциллографе в одном из трех форматов: YT, XY или XYZ. Следующую процедуру используют для задания формата отображения.

Обзор	Настройка формата отображения	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор формата</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку DISP (Экран) на панели инструментов. Окно управления настройкой экрана открывается на вкладке Appearance (Вид).</li> <li>Выберите формат YT, XY или XYZ. <ul style="list-style-type: none"> <li>YT является обычным форматом отображения для осциллографа. Отображается изменение напряжения сигнала (вертикальная ось) во времени (горизонтальная ось).</li> <li>В формате XY по точкам сравниваются значения напряжения в двух записях осциллограмм (см. рис. 3-16). Это означает, что осциллограф отображает график зависимости данных одного канала от другого. Поток данных является непрерывным без записей осциллограмм. Для формата XY требуется режим быстрой регистрации. Этот формат особенно удобен для изучения фазовых зависимостей. Если в режиме YT для расположения изображения в центре экрана задается смещение по вертикали, то изображение в формате XY помещается в центр экрана и каждое экранное деление режима YT образует экранное деление в режиме XY.</li> </ul> </li> </ol> <p>В формате XY каждый канал назначается определенной оси, как показано в таблице 3-4, и отображается как часть пары значений XY. Если отображается только один источник, то осциллограф автоматически включает другой для образования пары. Более того, после включения формата XY выбор любого источника включает парный для него; отключение любого источника удаляет обоих с экрана.</p> <p>В формате XY поддерживаются только точечные изображения, хотя для него можно включить послесвечение. Выбор стиля Vector (Вектор) не влияет на экран при выбранном формате XY.</p>	 <p><b>Рис. 3-16: Экран быстрой регистрации в формате XY</b></p>

Обзор	Настройка формата отображения	Элементы управления и ссылки
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ В формате XYZ поточечно сравнивается уровень напряжения на каналах К 1 (X) и К 2 (Y) в записи осциллограммы, как и в формате XY. Для формата XYZ требуется режим быстрой регистрации. Яркость отображаемой осциллограммы модулируется значениями записи сигнала на канале К 3 (Z). Формат XYZ не синхронизируется. Сигнал со значением -5 делений (включая положение и смещение) на К 3 приводит к пустому экрану; а сигнал со значением +5 делений задает максимальную яркость.</li> </ul> <p>В форматах XY и XYZ допустимыми являются гистограммы, а элементы управления по горизонтали игнорируются. Формат XYZ доступен только на моделях TDS5054 и TDS5104.</p>	
<p><b>Дополнительная справка</b></p>	<p><b>3.</b> Дополнительные сведения об элементах управления, описанных в данной процедуре, см. в электронной справке.</p>	

**Таблица 3-4: Пары в формате XY**

Пара XY	Источник для оси X	Источник для оси Y
К 1 и К 2	К 1	К 2
К 3 и К 4	К 3	К 4

# Синхронизация

Чтобы использовать осциллограф для получения выборки сигнала и его оцифровки в запись сигнала, которую требуется обработать, необходимо задать условия синхронизации. В данном разделе содержатся общие сведения и процедуры использования основных элементов синхронизации.

- *Основные понятия синхронизации:* основные принципы синхронизации, включая тип, источник, связь, задержку, режим и т. д.
- *Синхронизация с передней панели:* использование элементов управления синхронизацией на передней панели.
- *Дополнительные параметры синхронизации:* получение доступа к общим функциям синхронизации в окне управления Trigger Setup (Настройка запуска).
- *Расширенная синхронизация:* типы запуска, которые можно использовать для синхронизации осциллографа по определенным условиям.
- *Последовательный запуск:* комбинирование основной системы запуска А и системы запуска с задержкой В для записи уникальных событий.

На рис. 3-17 показано место системы запуска в общей схеме работы осциллографа.

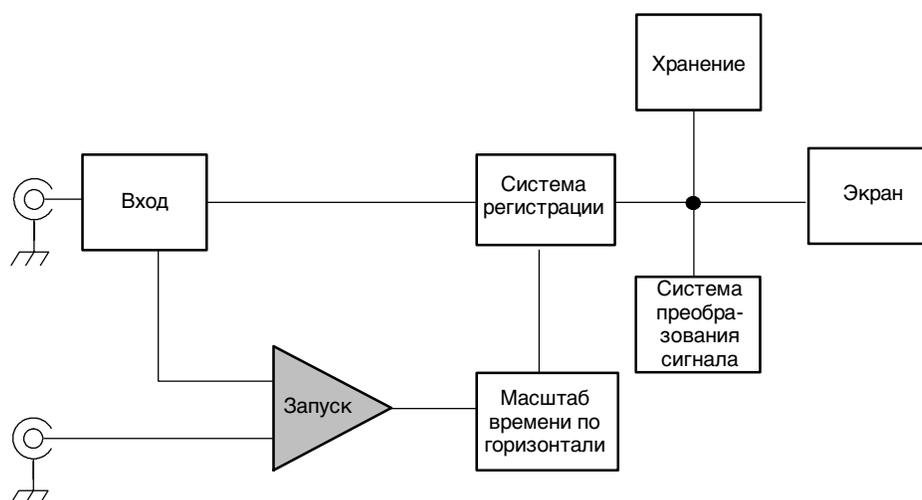


Рис. 3-17: Общая схема систем осциллографа: синхронизация

## Основные понятия синхронизации

Триггеры позволяют создавать удобные для восприятия осциллограммы из отображаемых сигналов. (См. рис. 3-18.) В этом осциллографе имеется ряд режимов запуска по фронту импульса и ряд сложных режимов запуска.



**Рис. 3-18: Синхронизированные и несинхронизированные сигналы**

### Событие запуска

Событие запуска устанавливает точку нуля времени в записи сигнала. Все данные записи сигнала располагаются по времени относительно этой точки. Осциллограф последовательно собирает и сохраняет достаточное количество точек выборки для заполнения части записи сигнала в интервале до запуска (эта часть осциллограммы отображается до или левее события запуска на экране). Когда происходит событие запуска, осциллограф начинает регистрировать выборки для построения части записи сигнала в интервале после запуска (отображается после (правее) события запуска). После выявления события запуска осциллограф не воспримет другое событие запуска до завершения регистрации данных и истечения времени задержки.

### Источники синхронизации

Источник синхронизации генерирует сигнал, который запускает регистрацию. Используйте источник запуска, синхронизированный с отображаемым и регистрируемым сигналом. Запуск можно выполнить с помощью следующих источников.

- *Входные каналы* — являются наиболее часто используемым источником синхронизации. В зависимости от используемой модели можно выбрать один из двух или из четырех входных каналов. Канал, выбранный в качестве источника синхронизации, будет функционировать вне зависимости от того, отображается он или нет.
- *Сеть переменного тока* чаще всего используется при отслеживании сигналов, связанных с частотой в силовых линиях (это сигналы таких устройств, как осветительное оборудование и источники питания). Поскольку осциллограф генерирует запуск из силовой линии, вход синхронизации использовать не нужно.

- *Вспомогательная синхронизация* (вход AUX IN) является пятым источником, который можно использовать как вход синхронизации, когда четыре входных канала используются для других сигналов. Например, можно выполнить синхронизацию по тактовому сигналу при отображении четырех других логических сигналов. Чтобы воспользоваться вспомогательной синхронизацией, подключите сигнал ко вспомогательному входному разъему на передней панели. Входной разъем несовместим с большинством пробников и не позволяет отображать вспомогательный сигнал синхронизации.

## Типы синхронизации

Данный осциллограф поддерживает следующие категории типов синхронизации.

- Синхронизация *по фронту* является самым простым и наиболее часто используемым типом синхронизации, который позволяет работать как с аналоговыми, так и с цифровыми сигналами. Событие запуска по фронту сигнала происходит, когда источник синхронизации проходит заданный уровень напряжения в указанном направлении (нарастание или снижение напряжения сигнала).
- *Импульсная синхронизация* — специальная синхронизация, которая используется преимущественно для цифровых сигналов. Поддерживаются следующие типы импульсной синхронизации: по глитчу, огибающей, окну, переходу и по истечении заданного времени. Импульсная синхронизация доступна только при основном запуске.
- Синхронизация *по логическому сигналу* — специальная синхронизация, которая используется преимущественно для цифровых логических сигналов. Два класса синхронизации осциллографа, модель и состояние, основаны на логическом операторе, выбранном для источника синхронизации. В третьем типе — запуск по установке и фиксации — запуск выполняется, когда данные одного источника синхронизации изменяют свое состояние в течение времени установки и фиксации, указанного относительно источника синхроимпульсов в другом источнике синхронизации. Синхронизация по логическому сигналу доступна только при основном запуске.
- Запуск по *видеосигналу* используется для синхронизации осциллографа по полям или строкам видеосигнала. Имеется возможность воспользоваться одним из нескольких предварительно установленных форматов видеосигнала или указать пользовательский формат.

## Режимы синхронизации

Режим запуска определяет работу осциллографа в отсутствие события запуска.

- *Обычный режим* запуска позволяет осциллографу регистрировать сигналы только в том случае, если они синхронизированы. Если запуск не выполнен, осциллограф не регистрирует сигнал, а на экране отображается запись последнего зарегистрированного сигнала. При отсутствии последнего сигнала никакие сигналы на экране не отображаются (см. рис. 3-18).

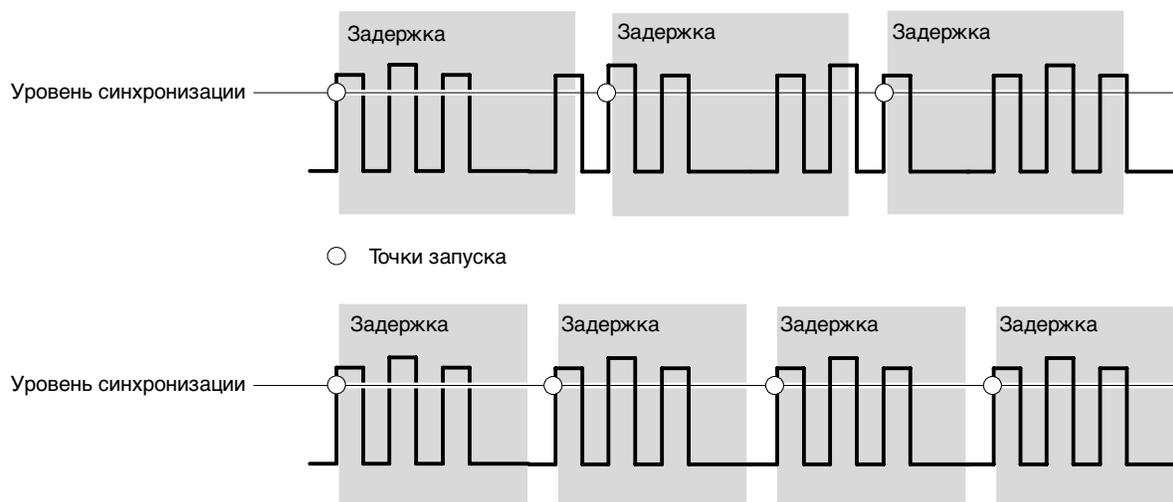
- Режим *автоматического* запуска позволяет осциллографу регистрировать сигнал, даже если синхронизация не была выполнена. В автоматическом режиме используется таймер, который запускается после возникновения события запуска. Если другое событие запуска не произошло до истечения времени ожидания таймера, осциллограф выполняет принудительный запуск. Продолжительность времени ожидания события запуска зависит от настройки масштаба времени.

Если в автоматическом режиме принудительный запуск выполнен при отсутствии действительного события запуска, сигнал на экране не синхронизируется (см. рис. 3-18). Другими словами, успешные регистрации не будут синхронизированы в одной точке сигнала, и, следовательно, осциллограмма будет перемещаться по экрану. Если произойдет действительный запуск, изображение на экране станет устойчивым.

### Задержка запуска

Задержка запуска помогает стабилизировать синхронизацию. Когда осциллограф распознает событие запуска, он отключает систему синхронизации на время регистрации. Кроме того, система синхронизации остается отключенной во время периода задержки, следующего за каждой регистрацией. Настройте задержку для получения стабильной синхронизации, если осциллограф запускается по нежелательным событиям запуска, как показано на рис. 3-19.

Ряд цифровых импульсов представляет хороший пример сложного сигнала. Все импульсы имеют одинаковую форму, поэтому существует множество возможных точек запуска. Не все из них дадут одно и то же изображение. Период задержки позволяет осциллографу выполнить запуск по правильному фронту, что обеспечивает устойчивое изображение.



При длительной задержке верхнего сигнала возникает нестабильность синхронизации. При более короткой задержке, установленной для нижнего сигнала, синхронизация все время выполняется по фронту первого импульса, что позволяет устранить нестабильность.

**Рис. 3-19: Настройка задержки может помочь избежать нежелательного запуска**

Задержка может быть установлена от 250 нс (минимально возможная задержка) до 12 секунд (максимально возможная задержка). Для получения сведений о задании задержки см. раздел *Установка задержки* на стр. 3-58. Имеется возможность установить значение задержки по умолчанию. Задержка по умолчанию — это «общее» значение, которое применяется в большинстве случаев и изменяется в соответствии с горизонтальной шкалой. Оно равно пятикратному текущему значению масштаба по горизонтали.

### Связь синхронизации

Связь синхронизации определяет часть сигнала, передаваемую в цепь синхронизации. При запуске по фронту могут использоваться все допустимые типы связи: по постоянной составляющей, по переменному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума. Во всех типах расширенной синхронизации используется только связь по переменному току. Описание каждого типа связи см. в разделе *Установка связи синхронизации* на стр. 3-55.

### Положение по горизонтали

Положение по горизонтали — настраиваемая функция, которая определяет место выполнения запуска в записи сигнала. Она позволяет выбрать объем данных, регистрируемых осциллографом, до и после события запуска. Часть записи до синхронизации — это *интервал до запуска*. Часть записи после синхронизации — это *интервал после запуска*.

Данные интервала до запуска могут оказаться полезными при устранении неполадок. Например, при попытке найти причину нежелательного глитча в проверяемой цепи можно выполнить запуск по глитчу и увеличить интервал до запуска, чтобы записать данные до глитча. Анализируя, что произошло перед глитчем, можно получить информацию, которая поможет обнаружить источник глитча.

### Наклон и уровень

Элемент управления наклоном определяет фронт (нарастающий или нисходящий), на котором осциллограф выполняет поиск точки запуска (см. рис. 3-20). Задайте наклон для запуска, используя кнопку SLOPE (Наклон) на передней панели для переключения между нарастающим и нисходящим фронтом.

Регулятор уровня определяет место на фронте, соответствующее точке запуска. (См. рис. 3-20.) Задать уровень синхронизации позволяет ручка LEVEL (Уровень) на передней панели. Нажмите ручку LEVEL, чтобы автоматически установить уровень равным 50% амплитуды сигнала.



**Рис. 3-20: Регуляторы наклона и уровня помогают определить синхронизацию**

### Система запуска с задержкой

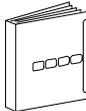
Имеется возможность выполнять синхронизацию с помощью только основной системы запуска (А) или сочетания основного запуска (А) и запуска с задержкой (В) для синхронизации по последовательным событиям. При использовании последовательного запуска система запуска активизируется событием запуска А, а событие запуска В синхронизирует осциллограф при выполнении условия запуска В. У запусков А и В обычно бывают разные источники. Условие запуска В может быть основано на времени задержки или определенном количестве подсчитанных событий. Сведения об использовании системы запуска с задержкой см. в разделе *Последовательный запуск* на странице 3-93.

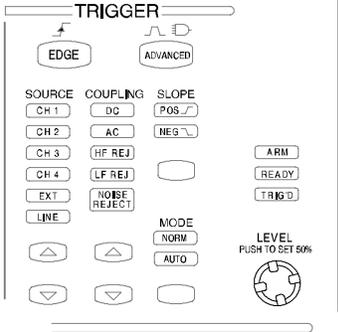
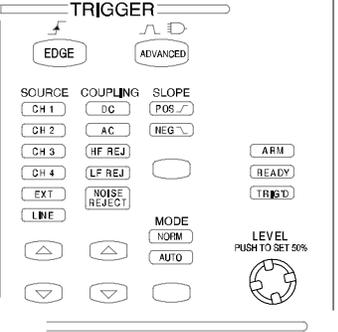
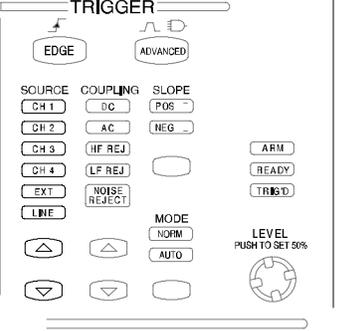
## Синхронизация с передней панели

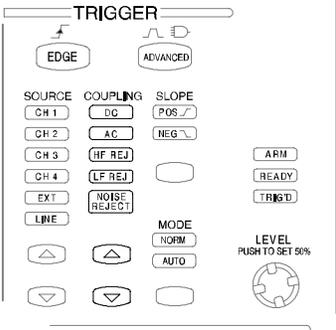
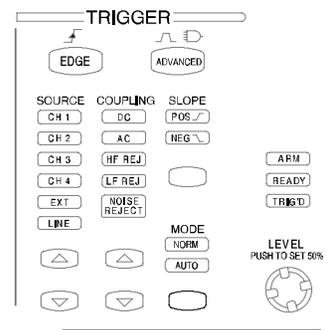
Передняя панель позволяет быстро получить доступ к наиболее часто используемым средствам управления запуском. Экранные надписи синхронизации показывают состояние системы запуска.

Регуляторы SLOPE (Наклон), COUPLING (Связь) и SOURCE (Источник) функционируют только при синхронизации по фронту сигнала. Чтобы получить доступ к дополнительным средствам управления запуском, откройте окно управления Trigger Setup (Настройка запуска), нажав кнопку ADVANCED (Дополнительно) (дополнительные сведения см. в разделе *Расширенная синхронизация* на странице 3-62).

**Настройка запусков** Следующая процедура служит для настройки запуска с помощью регуляторов передней панели.

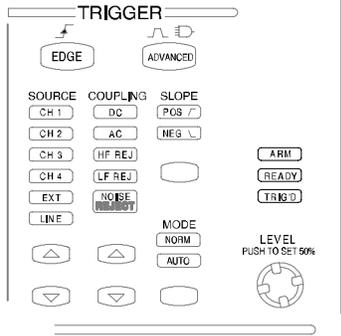
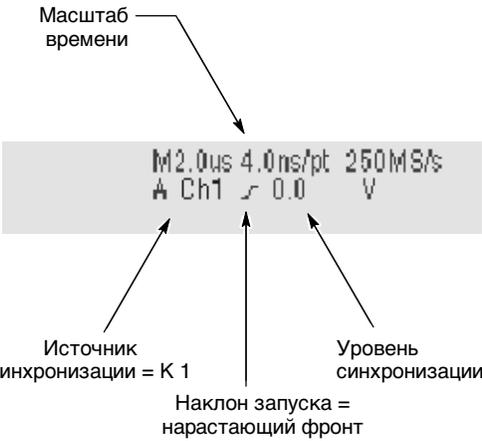
Действие	Синхронизация с передней панели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Запустите регистрацию, нажав кнопку RUN (Пуск) (загорится индикатор RUN/STOP (Пуск/стоп)), и задайте вертикальные и горизонтальные параметры регистрируемого сигнала.</p>	 <p>Подробнее о настройке режима регистрации см. на стр. 3-23.</p>
<p><b>Выбор типа запуска</b></p>	<p>2. Нажмите кнопку EDGE (Фронт), чтобы выбрать синхронизацию по фронту, или кнопку ADVANCED (Дополнительно), чтобы открыть окно управления Trigger Setup (Настройка запуска), чтобы настроить другие типы запуска.</p>	
<p><b>Выбор наклона запуска</b></p>	<p>3. Воспользуйтесь кнопками POS (Пол) и NEG (Отр) в группе SLOPE (Наклон) для переключения между запусками по нарастающему или нисходящему фронту:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ кнопка POS позволяет переключиться в режим синхронизации по нарастающему фронту сигнала;</li> <li>■ кнопка NEG позволяет переключиться в режим синхронизации по нисходящему фронту сигнала.</li> </ul> <p>Кроме того, наклон можно задать в окне управления Trigger Setup.</p>	

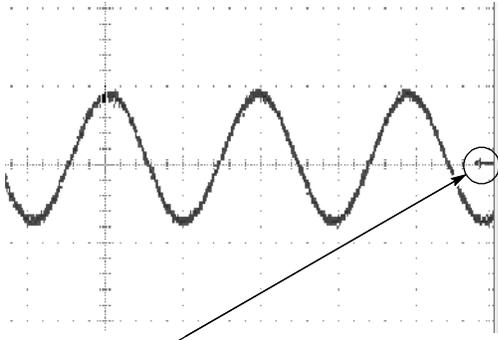
Действие	Синхронизация с передней панели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка уровня синхронизации</b></p>	<p>4. Чтобы изменить уровень синхронизации при запуске по фронту (или пороговые уровни для синхронизации по логическому сигналу или по импульсу) вручную, поверните ручку LEVEL (Уровень). Уровень также можно задать в окне управления Trigger Setup (Настройка запуска).</p>	 <p>The diagram shows the TRIGGER control panel with the following settings: SOURCE (CH 1), COUPLING (DC), SLOPE (POS), CH 2 (AC), CH 3 (HF REJ), CH 4 (LF REJ), EXT (NOISE REJECT), LINE, MODE (NORM), and a LEVEL knob set to 50%. There are also buttons for ARM, READY, and TRIG D.</p>
<p><b>Установка уровня синхронизации на 50%</b></p>	<p>5. Чтобы быстро установить уровень синхронизации на 50% от диапазона напряжений сигнала, нажмите ручку LEVEL. Осциллограф устанавливает уровень синхронизации в половину амплитуды сигнала синхронизации. Данная функция не влияет на другие типы синхронизации.</p> <p>Кроме того, можно выбрать вкладку Set 50% (Установка на 50%) в окне управления Trigger Setup.</p>	 <p>The diagram shows the TRIGGER control panel with the LEVEL knob set to 50%. The settings are the same as in the previous diagram.</p>
<p><b>Выбор источника синхронизации</b></p>	<p>6. Воспользуйтесь кнопками со стрелками в группе SOURCE (Источник) для выбора источника.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CH 1 - CH 4 (К 1 - К 4) — входные каналы. Канал, выбранный в качестве источника синхронизации, будет функционировать вне зависимости от того, отображается он или нет.</li> <li>■ EXT (Внш) — пятый, неотображаемый вспомогательный (внешний) источник синхронизации. Чтобы воспользоваться вспомогательной синхронизацией, подключите источник к разъему AUX IN на передней панели.</li> <li>■ LINE (Линия) — это сеть переменного тока. Синхронизация выполняется осциллографом и входной сигнал подавать не нужно. Уровень синхронизации зафиксирован на 0 В.</li> </ul>	 <p>The diagram shows the TRIGGER control panel with the SOURCE knob set to CH 1. The settings are the same as in the previous diagrams.</p>

Действие	Синхронизация с передней панели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка связи синхронизации</b></p>	<p>7. Воспользуйтесь кнопками со стрелками в группе COUPLING (Связь) для установки связи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ при значении DC (Постоянный ток) пропускаются как постоянная, так и переменная составляющие входящего сигнала;</li> <li>■ при значении AC (Переменный ток) пропускаются только переменные составляющие входного сигнала;</li> <li>■ при значении HF REJ (Подавление ВЧ) ослабляются сигналы с частотой выше 30 кГц;</li> <li>■ при значении LF REJ (Подавление НЧ) ослабляются сигналы с частотой менее 80 кГц;</li> <li>■ Значение NOISE REJECT (Подавление шума) обеспечивает пониженную чувствительность, что снижает вероятность ошибочного запуска по шуму.</li> </ul>	 <p>The diagram shows the TRIGGER control panel with the following settings: SOURCE (CH 1), COUPLING (DC), SLOPE (POS), CH 2 (AC), CH 3 (HF REJ), CH 4 (LF REJ), EXT (NOISE REJECT), LINE, MODE (NORM), and a LEVEL knob set to 50%. Other buttons include ARM, READY, and TRIGD.</p>
<p><b>Выбор режима запуска</b></p>	<p>8. Воспользуйтесь кнопкой MODE (Режим) для переключения между режимами NORM (Обычный) и AUTO (Автоматический):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ в режиме NORM для регистрации сигнала необходимо действительное событие запуска;</li> <li>■ в режиме AUTO сигнал регистрируется, даже если не происходит действительного события запуска.</li> </ul> <p>Имейте в виду, что в автоматическом режиме зарегистрированные сигналы могут быть не синхронизированы.</p>	 <p>The diagram shows the TRIGGER control panel with the MODE knob set to AUTO. All other settings are the same as in the previous diagram.</p>

**Проверка состояния запуска**

Чтобы узнать о состоянии и настройках цепи синхронизации, воспользуйтесь индикаторами состояния синхронизации, экранными надписями и экраном.

Действие	Проверка состояния запуска	Элементы управления и ссылки
<p><b>Состояние запуска по индикаторам состояния запуска</b></p>	<p>1. Чтобы быстро определить состояние запуска, проверьте индикаторы ARM (Подготовка), READY (Готовность) и TRIG'D (С запуском).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Если индикатор TRIG'D включен, осциллограф выявил допустимый запуск и заполняет интервал записи сигнала после точки запуска.</li> <li>■ Если включен индикатор READY, осциллограф может принять допустимый запуск и находится в состоянии ожидания его выполнения.</li> <li>■ Если включен индикатор ARM, цепь синхронизации заполняет интервал записи сигнала до точки запуска.</li> <li>■ Если включены индикаторы TRIG'D и READY, выявлено допустимое состояние запуска А и прибор ожидает запуска с задержкой. После распознавания запуска с задержкой начинается заполнение интервала записи задержанного сигнала после точки запуска.</li> <li>■ Если индикаторы ARM, TRIG'D и READY выключены, регистрация прекращена.</li> </ul>	
<p><b>Состояние запуска по экранной надписи регистрации</b></p>	<p>2. Чтобы быстро определить значения некоторых ключевых параметров запуска, проверьте экранную надпись запуска в нижней части экрана. Экранные надписи различаются для запусков по фронту и сложных запусков.</p>	

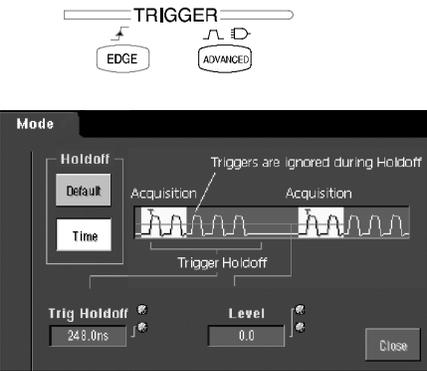
Действие	Проверка состояния запуска	Элементы управления и ссылки
<p><b>Уровень синхронизации на экране</b></p>	<p>3. Чтобы просмотреть уровень синхронизации на осциллограмме, включите индикатор уровня синхронизации (маркер). Для получения инструкций по настройке индикатора см. раздел <i>Настройка отображения сигнала</i> на стр. 3-109.</p> <p>Индикатор уровня синхронизации отображается на экране до тех пор, пока отображается канал, обеспечивающий источник синхронизации. Имеется возможность выбрать один из двух типов индикаторов уровня синхронизации: горизонтальная полоса или стрелка в правой части координатной сетки.</p>	 <p>Индикатор уровня синхронизации позволяет отобразить уровень запуска на записи сигнала. Этот индикатор можно перемещать для задания уровня синхронизации.</p>

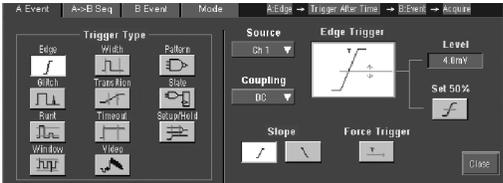
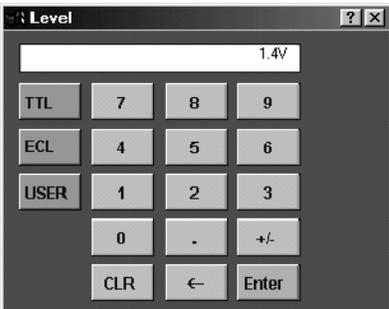
## Дополнительные параметры синхронизации

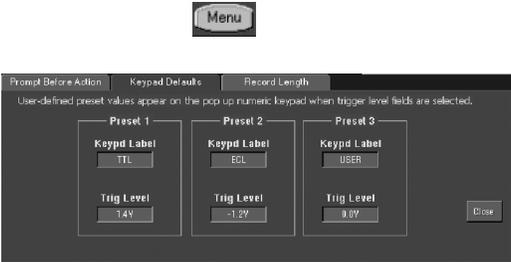
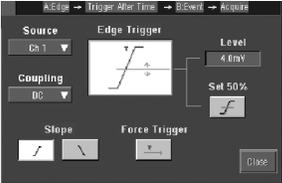
Некоторые дополнительные параметры синхронизации доступны только в окне управления Trigger Setup (Настройка запуска):

- Задержка
- Предварительные установки уровня синхронизации
- Принудительный запуск
- Одиночный запуск

Следующие процедуры служат для настройки дополнительных параметров синхронизации. Для получения дополнительных сведений воспользуйтесь электронной справкой при выполнении этой процедуры.

Действие	Дополнительные параметры синхронизации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка задержки</b></p>	<p>Измените время задержки, чтобы стабилизировать синхронизацию (см. раздел <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50). Чтобы установить задержку, выполните следующие действия.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>2. В окне управления Trigger Setup выберите вкладку <b>Mode</b> (Режим).</li> <li>3. Нажмите кнопку <b>Default</b> (По умолчанию) или <b>Time</b> (Время): <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Кнопка <b>Default</b> позволяет воспользоваться стандартным временем задержки осциллографа, которое в пять раз больше текущего значения масштаба по горизонтали. Стандартное значение подходит для большинства случаев синхронизации.</li> <li>■ Задание времени позволяет указать значение задержки, что может повысить устойчивость синхронизации. Это время используется при всех значениях масштаба по горизонтали.</li> </ul> </li> <li>4. Чтобы задать значение времени, нажмите кнопку <b>Trig Holdoff</b> (Задержка запуска) и введите значение времени с помощью многофункциональной ручки. Диапазон возможных значений задержки составляет от 1,5 мс до 12 сек.</li> </ol>	 <p>The diagram shows the TRIGGER menu with two options: EDGE and ADVANCED. Below it is a screenshot of the Mode window. The Mode window has a 'Holdoff' section with 'Default' and 'Time' buttons. A waveform is shown with 'Acquisition' and 'Trigger Holdoff' labels. Below the waveform are 'Trig Holdoff' (248.0ns) and 'Level' (0.0) controls, and a 'Close' button.</p>

Действие	Дополнительные параметры синхронизации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор предварительно установленного уровня синхронизации</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>6. В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие А).</li> <li>7. Нажмите кнопку в группе Trigger Type (Тип запуска), чтобы выбрать тип запуска, например Edge (По фронту), в котором будет использоваться настройка уровня. Если индикатор Level (Уровень) отображается в правой части экрана вместе с индикаторами настройки типа запуска, в режиме запуска используется настройка уровня.</li> <li>8. Нажмите кнопку Level, а затем значок клавиатуры, чтобы открыть ее. Нажмите кнопку TTL (ТТЛ), ECL (ЭСЛ) или USER (Пользовательский): <ul style="list-style-type: none"> <li>■ кнопка TTL позволяет зафиксировать уровень синхронизации на +1,4 В;</li> <li>■ кнопка ECL позволяет зафиксировать уровень синхронизации на -1,3 В;</li> <li>■ Кнопка USER позволяет зафиксировать уровень запуска на напряжении, предварительно установленном пользователем (см. шаги 9 –12).</li> </ul> <p>Если цена одного деления составляет менее 200 мВ, осциллограф устанавливает уровни синхронизации ТТЛ или ЭСЛ ниже стандартных уровней ТТЛ и ЭСЛ. Данное понижение вызвано тем, что диапазон уровней синхронизации зафиксирован на значении <math>\pm 12</math> делений от центра. При 100 мВ (следующее меньшее значение после 200 мВ) диапазон составляет <math>\pm 1,2</math> В, что меньше стандартных уровней для ТТЛ (+1,4 В) или эмиттерно-связанной логики (-1,3 В).</p> </li> </ol>	  

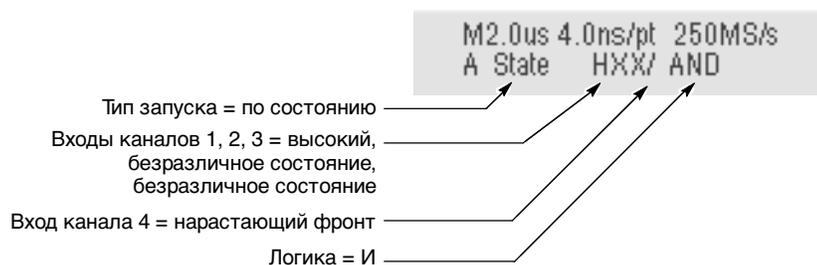
Действие	Дополнительные параметры синхронизации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Определение новых предварительных установок уровней запуска</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Если строка меню не отображается, нажмите кнопку Menu (Меню) на панели инструментов.</li> <li>10. Выберите в меню Utilities (Сервис) команду User Preferences (Пользовательская настройка). Откроется окно управления User Preferences.</li> <li>11. Выберите вкладку Keypad Defaults (Стандартные настройки клавиатуры).</li> <li>12. Выберите требуемый уровень синхронизации и настройте предварительную установку с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> <li>13. При необходимости нажмите кнопку Keypad Label (Надпись клавиатуры) и измените надпись с помощью всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	
<p><b>Принудительный запуск</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>15. В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие A) или B Event (Событие B).</li> <li>16. Нажмите Edge (Фронт).</li> <li>17. Чтобы осциллограф немедленно выполнил принудительную регистрацию одного сигнала даже без события запуска, нажмите кнопку Force Trigger (Принудительный запуск).</li> </ol> <p>Принудительный запуск полезен в том случае, если в обычном режиме запуска входной сигнал не обеспечивает действительного запуска. Нажмите кнопку Force Trigger, чтобы быстро подтвердить наличие сигнала для регистрации осциллографом. Затем определите способ запуска по сигналу (например нажмите ручку LEVEL (Уровень), чтобы установить уровень на 50%, проверьте настройки источника синхронизации и т. д.).</p> <p>Осциллограф выполнит принудительный запуск даже в том случае, если этот режим выбран до окончания времени задержки перед запуском. Однако эта кнопка не действует, если регистрация данных остановлена.</p>	 

Действие	Дополнительные параметры синхронизации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Одиночный запуск</b></p>	<p><b>18.</b> Чтобы выполнить запуск по следующему действительному событию запуска, а затем остановиться нажмите кнопку SINGLE (Одиночный) на передней панели.</p> <p><b>19.</b> Чтобы выйти из режима одиночного запуска, нажмите кнопку RUN/STOP (Пуск/стоп) на передней панели.</p> <p>Функция кнопки SINGLE зависит от режима регистрации данных. При регистрации в режимах выборки, пиковой детекции или высокого разрешения оцифровка прекращается после регистрации одного сигнала. В режимах усреднения или огибающей оцифровка прекращается после регистрации N сигналов, где N — заданное число усреднений или огибающих.</p> <p>Одиночный запуск недоступен в режиме быстрой регистрации.</p>	

## Расширенная синхронизация

В данном разделе описывается порядок работы с расширенной синхронизацией: *глитч*, *огibaющая*, *длительность*, *переход* (скорость нарастания), *модель*, *состояние*, *установка/фиксация*, *окно*, *видеосигнал* и *пауза*.

Проверить состояние расширенной синхронизации можно с помощью экранной надписи. Экранная надпись содержит сведения о типе запуска, в ней также отображаются источники, уровни и другие параметры, которые важны для данного определенного типа запуска. На рис. 3-21 представлен пример экранной записи для типа запуска по состоянию.



**Рис. 3-21: Пример экранной надписи расширенной синхронизации**

Ниже приводится описание каждого сложного запуска.

**Запуск по глитчу.** Запуск по глитчу выполняется, если осциллограф обнаруживает, что длительность импульса больше или меньше некоторого указанного времени. В данном осциллографе можно задать запуск или отклонение по глитчу любой полярности.

**Запуск по огibaющей.** Запуск по огibaющей выполняется, когда осциллограф обнаруживает короткий импульс, который пересекает один порог, но не пересекает второй до повторного пресечения первого. В данном осциллографе можно задать обнаружение положительного или отрицательного импульса огibaющей либо только тех, длительность которых превышает определенную минимальную величину. Импульсы огibaющий могут также распознаваться по логическому состоянию других каналов.

**Запуск по длительности.** Запуск по длительности выполняется, если осциллограф обнаруживает импульс, который находится в пределах либо за пределами определенного диапазона времени. Данный осциллограф позволяет выполнять запуск по положительной или отрицательной длительности импульса.

**Запуск по времени перехода.** Синхронизация по переходу основывается на наклоне (отношение изменения напряжения к изменению по времени) фронта импульса. Запуск по переходу служит для запуска осциллографа по фронту импульса, который проходит два порога за время большее или меньшее указанного. Имеется возможность настроить данный осциллограф для запуска по нарастающему или нисходящему фронту.

**Запуск по истечении заданного времени.** Запуск по истечении заданного времени выполняется, если осциллографом *не* обнаружен ожидаемый переход импульса. Если переход импульса произойдет до истечения указанного времени ожидания (обычная ситуация), запуск не выполняется.

**Запуск по модели.** Запуск по модели выполняется, если входные сигналы, поступающие в выбранную логическую функцию, вызывают изменение ее состояния на «Истина» или «Ложь». При использовании запуска по модели задаются следующие параметры:

- Предварительное условие для каждого логического входа: высокий и низкий логический уровень, а также «безразличное состояние»; логические входы являются каналами осциллографа
- Двоичная логическая функция: «И», «И-НЕ», «ИЛИ» или «ИЛИ-НЕ»
- Условие синхронизации: логическая функция принимает значение «Истина» (высокий логический уровень) или «Ложь» (низкий логический уровень) и является ли условие «Истина» ограниченным по времени

Логические условия запуска по модели сведены в таблицу 3-5.

**Запуск по состоянию.** Запуск по состоянию выполняется, если входные сигналы, подаваемые в логическую функцию, вызовут изменение ее состояния на «Истина» или «Ложь» во время изменения состояния тактового входа. При использовании запуска по состоянию задаются следующие параметры:

- Предварительное условие для логического входа — каналы 1-3 (канал 1 в TDS5052)
- Направление изменения состояния для входа таймера — канал 4 (канал 2 в TDS5052)
- Двоичная логическая функция: «И», «И-НЕ», «ИЛИ» или «ИЛИ-НЕ» (недоступно в TDS5052)
- Условие синхронизации: двоичная функция принимает состояние «Истина» (высокий логический уровень) или «Ложь» (низкий логический уровень)

Логические условия запуска по состоянию сведены в таблицу 3-5.

Таблица 3-5: Логика модели и состояния

Модель	Состояние	Определение <sup>1, 2</sup>
 И	 Тактовое И	Если <i>все</i> предварительные условия, выбранные для логических входов, <sup>3</sup> истинны, осциллограф выполнит синхронизацию.
 И-НЕ	 Тактовое И-НЕ	Если <i>не все</i> предварительные условия, выбранные для логических входов, <sup>3</sup> истинны, осциллограф выполнит синхронизацию.
 ИЛИ	 Тактовое ИЛИ	Если хотя бы <i>одно</i> из предварительных условий, выбранных для логических входов, <sup>3</sup> истинно, осциллограф выполнит синхронизацию.
 ИЛИ-НЕ	 Тактовое ИЛИ-НЕ	Если <i>ни одно</i> из предварительных условий, выбранных для логических входов, <sup>3</sup> не истинно, осциллограф выполнит синхронизацию.

- <sup>1</sup> В режимах запуска по состоянию указанные условия должны выполняться при изменении состояния входа таймера.
- <sup>2</sup> Определения, представленные здесь, верны для параметра Goes TRUE (Переход в логическое состояние «Истина») в меню Trigger When (Условие запуска). Если в этом меню выбран параметр Goes False (Переход в логическое состояние «Ложь»), поменяйте местами условия для «И» и «И-НЕ», а также «ИЛИ» и «ИЛИ-НЕ» для всех типов моделей и состояний.
- <sup>3</sup> При использовании режима запуска по модели логическими входами являются каналы 1, 2, 3 и 4. В режиме запуска по состоянию канал 4 становится входом синхроимпульса, а остальные каналы выполняют функции логических входов. (В TDS5052 входом синхроимпульса является канал 2.)

**Запуск по установке/фиксации** Запуск по установке/фиксации выполняется при изменении состояния логического входа в интервале времени установки и фиксации относительно источника синхроимпульсов. При использовании запуска по установке/фиксации задаются следующие параметры:

- Канал, являющийся логическим входом (источник данных), и канал, по которому передается тактовый сигнал (источник синхроимпульсов).
- Направления фронта тактового импульса
- Уровень синхроимпульсов и уровень данных, которые используются в осциллографе для определения выполняемой операции: передачи тактирующего импульса или данных
- Периоды установки и фиксации, которые вместе определяют интервал времени относительно источника синхроимпульсов

Данные, которые изменяют состояние в пределах зоны нарушения времени установки/фиксации, запускают осциллограф. На рис. 3-22 показано, как выбранные переходы установки и фиксации влияют на расположение данной зоны относительно таймера.

При запуске по установке/фиксации зона нарушения установки/фиксации служит для определения момента, когда проявляется нестабильность данных при значительном сближении со временем их синхронизации. После окончания каждого периода задержки запуска осциллограф проверяет источники данных и тактовых импульсов. При обнаружении фронта тактового импульса осциллограф проверяет обрабатываемый поток данных (из источника данных) для выполнения переходов в зоне нарушения установки/фиксации. Если это произойдет, осциллограф запустится с точки запуска, расположенной на фронте тактового импульса.

При положительном значении периодов установки и фиксации (наиболее часто встречающийся случай) зона нарушения установки/фиксации расположена так, что она перекрывает фронт тактового импульса. (См. верхнюю осциллограмму на рис. 3-22.) Осциллограф обнаруживает и синхронизирует данные, которые не стабилизируются в течение длительного промежутка времени до получения тактового импульса (нарушение времени установки) или после его получения (нарушение времени фиксации).

Отрицательные значения периодов установки или фиксации смещают зону нарушения установки/фиксации так, что она располагается до или после фронта тактового импульса. (См. нижнюю и среднюю осциллограммы на рис. 3-22.) Затем осциллограф может обнаружить нарушения временного диапазона, которые произошли до или после получения тактового импульса.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Период фиксации должен быть не более чем на 2,5 нс меньше половины тактового периода (период фиксации  $\leq$  (период/2) – 2,5 нс), в противном случае осциллограф не выполнит запуск (предполагается 50% скважность тактового сигнала).

---

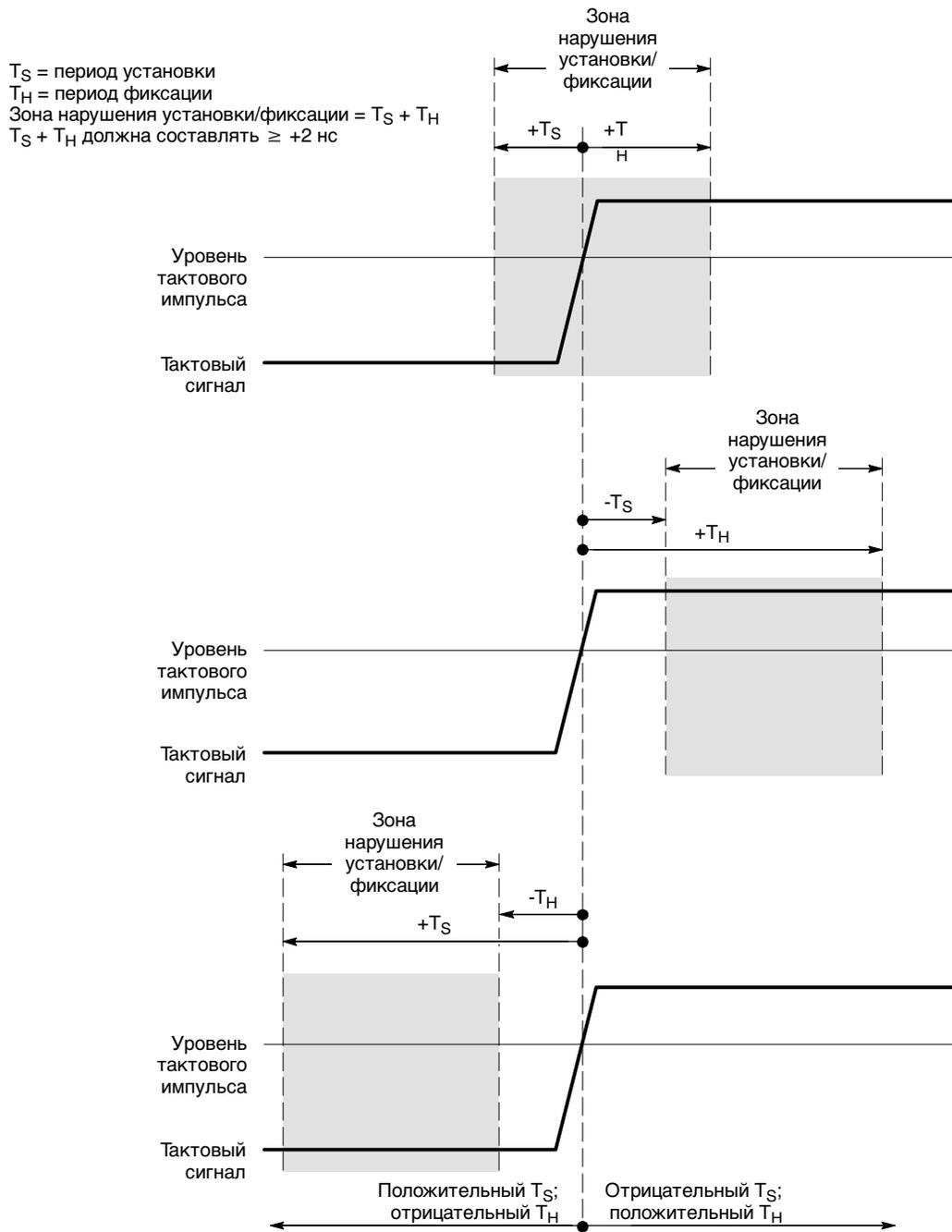
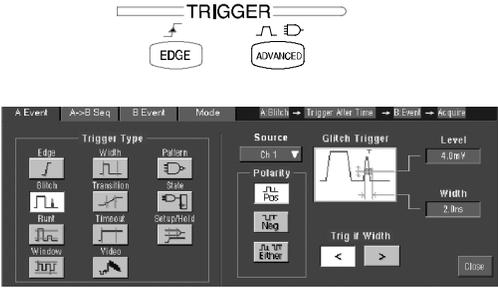
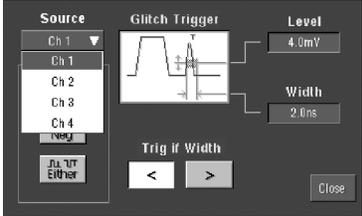
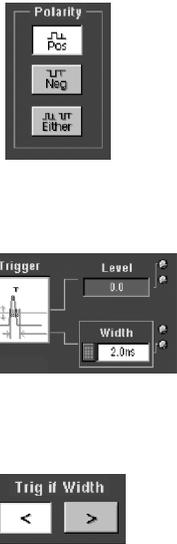


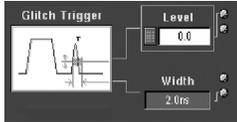
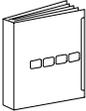
Рис. 3-22: Зоны нарушения для запуска по установке/фиксации

**Синхронизация по окну.** Синхронизация по окну служит для выполнения запуска в осциллографе, когда входной сигнал поднимается выше верхнего порогового уровня или опускается ниже нижнего порогового уровня. После установки этих уровней можно указать, когда требуется выполнять синхронизацию в приборе — при входе сигнала в пороговое окно или при выходе из него. Имеется возможность уточнить событие запуска с помощью интервалов времени или логических состояний других каналов.

**Запуск по видеосигналу.** Запуск по видеосигналу служит для синхронизации осциллографа по указанным полям или строкам композитного видеосигнала. Выберите один из предварительно заданных форматов сигналов или укажите пользовательский формат. Поддерживаются только форматы композитных сигналов. Графические форматы отображения, такие как RGB и VGA, не поддерживаются.

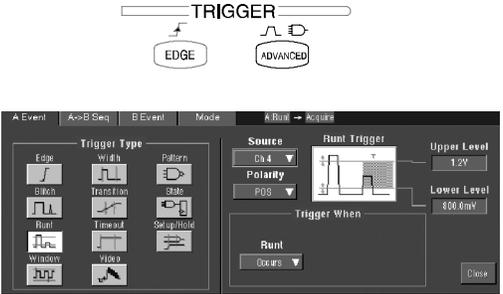
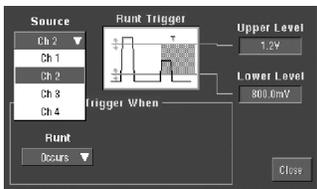
**Запуск по глитчу** Следующая процедура служит для обнаружения глитча и запуска по нему или для отклонения глитча.

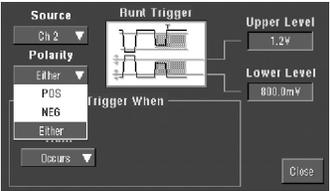
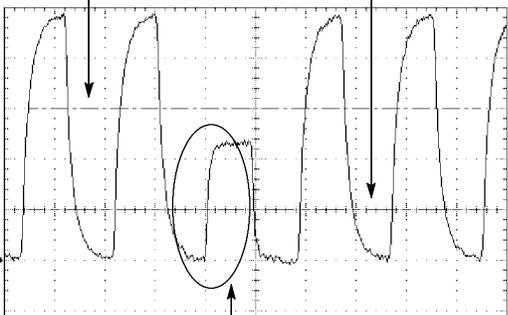
Действие	Запуск по глитчу	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор запуска по глитчу</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие А).</li> <li>Нажмите кнопку <b>Glitch</b> (Глитч).</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку <b>Source</b> (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	
<p><b>Выбор полярности и длительности</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>Polarity</b> (Полярность), чтобы задать полярность глитча: <ul style="list-style-type: none"> <li>Pos (Пол) при положительных импульсах.</li> <li>Neg (Отр) при отрицательных импульсах.</li> <li>Either (Любой) при как положительных, так и отрицательных импульсах.</li> </ul> </li> <li>Чтобы задать длительность глитча, нажмите кнопку <b>Width</b> (Длительность) и укажите длительность глитча с помощью многофункциональной ручки или клавиатуры.</li> <li>Чтобы задать запуск по глитчам, длительность которых больше или меньше определенного значения, нажмите: <ul style="list-style-type: none"> <li>кнопку <b>Trig if Width &lt;</b> (Запуск при длительности) &lt; для запуска по импульсам, длительность которых меньше указанной;</li> <li>кнопку <b>Trig if Width &gt;</b> для запуска по импульсам, длительность которых больше указанной.</li> </ul> </li> </ol>	

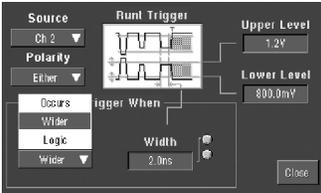
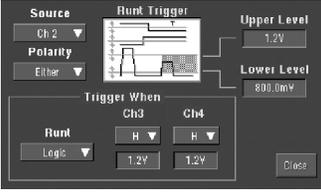
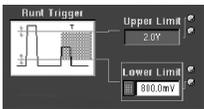
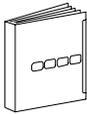
Действие	Запуск по глитчу	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка уровня</b></p>	<p>8. Нажмите кнопку Glitch Trigger Level (Уровень синхронизации по глитчу) и с помощью многофункциональной ручки, клавиатуры или кнопки LEVEL (Уровень) на передней панели установите уровень, который должен быть пройден глитчем для распознавания осциллографом.</p> <p>Имеется возможность указать значение уровня, соответствующее семейству логических схем ТТЛ или ЭСЛ, нажав кнопку TTL (ТТЛ) или ECL (ЭСЛ) на всплывающей клавиатуре Level.</p>	
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>9. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

**Синхронизация по импульсу огибающей**

Данная процедура служит для обнаружения импульса огибающей и запуска по нему. Осциллограф позволяет выполнять поиск положительных и отрицательных импульсов огибающей. Эти импульсы можно также отбирать по времени или логическому состоянию других каналов. - -

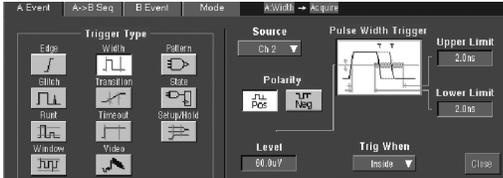
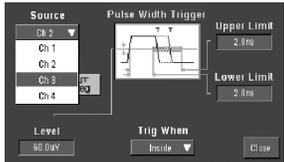
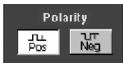
Действие	Запуск по импульсу огибающей	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по огибающей</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>2. В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие А).</li> <li>3. Нажмите кнопку Runt (Огибающая).</li> </ol>	 <p>The diagram shows two trigger options: 'EDGE' and 'ADVANCED'. Below this is a screenshot of the oscilloscope's Trigger Setup window. The 'Trigger Type' section has 'Runt' selected. The 'Source' is set to 'Ch 4', 'Polarity' is 'POS', and 'Trigger When' is set to 'Occurs'. The 'Upper Level' is 1.2V and the 'Lower Level' is 800.0mV.</p>
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Чтобы указать канал, который будет источником импульсной синхронизации, нажмите кнопку Source (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	 <p>The screenshot shows the 'Source' dropdown menu open, listing 'Ch 2', 'Ch 1', 'Ch 2', 'Ch 3', and 'Ch 4'. 'Ch 1' is selected. The rest of the window settings are the same as in the previous screenshot.</p>

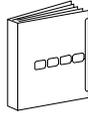
Действие	Запуск по импульсу огибающей	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор полярности</b></p>	<p>5. Выберите значение полярности, чтобы задать направление импульса огибающей. Синхронизация выполняется в точке перехода нисходящего фронта импульса через первый (нижний) порог без перехода второго порогового уровня (верхнего). Полярность, выбранная в окне Polarity (Полярность), определяет порядок прохождения порога для выполнения запуска по огибающей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pos (Пол) при положительных импульсах. Сначала нижний порог должен быть пройден нарастающим фронтом, затем без пересечения верхнего порога этот порог должен быть пройден нисходящим фронтом.</li> <li>■ Neg (Отр) при отрицательных импульсах. Сначала верхний порог должен быть пройден нисходящим фронтом, затем без пересечения нижнего порога этот порог должен быть пройден нарастающим фронтом.</li> <li>■ Either (Любой) при как положительных, так и отрицательных импульсах. Сначала один из порогов должен быть пройден в любом направлении, а затем без пересечения другого порога этот же порог должен быть пройден в обратном направлении.</li> </ul> <p>При всех трех настройках синхронизация выполняется в точке повторного перехода импульса огибающей через первый порог.</p>	 <p>Выбранный прямоугольник запуска верхнего порога</p> <p>Невыбранный прямоугольник запуска нижнего порога</p>  <p>Импульс огибающей проходит только первый порог, затем повторно пересекает его и запускает регистрацию</p>

Действие	Запуск по импульсу огибающей	Элементы управления и ссылки
<p><b>Уточнение запуска по огибающей</b></p>	<p>6. Чтобы уточнить запуск по импульсу огибающей, нажмите кнопку <b>Trigger When Runt</b> (Условие запуска по огибающей) и выберите в списке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Occurs</b> (Происх) для запуска по всем импульсам огибающей независимо от их длительности;</li> <li>■ <b>Wider</b> (Длительнее) для запуска только по тем импульсам огибающей, длительность которых превышает минимальную заданную длительность. Введите длительность с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры;</li> <li>■ <b>Logic</b> (Логика) для запуска по импульсу огибающей, удовлетворяющего логическим условиям. Если осциллографом обнаружен импульс огибающей, проверяется логическое состояние двух других доступных каналов и запуск выполняется только при выполнении соответствующих условий. Каждый канал может иметь высокое (H), низкое (L) или «безразличное» (X) значение. Значение считается высоким, если входное напряжение канала превышает указанное пороговое напряжение. Значение считается низким, если входное напряжение канала ниже указанного порогового напряжения. Задайте «безразличное» состояние для всех каналов, которые не используются в данной модели. (Доступно только в моделях TDS5054 и TDS5104.)</li> </ul>	 
<p><b>Установка порогов</b></p>	<p>7. Чтобы установить пороговые уровни, нажмите кнопку <b>Upper Limit</b> (Верхний предел) или <b>Lower Limit</b> (Нижний предел) и воспользуйтесь многофункциональными ручками или всплывающей клавиатурой для задания значений.</p> <p><b>Совет.</b> Чтобы задать пороговые уровни с помощью индикатора уровня синхронизации, откройте окно управления <b>Display Setup</b> (Настройка экрана) и нажмите кнопку <b>Long</b> (Протяженность) на вкладке <b>Objects</b> (Объекты).</p>	
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>8. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

## Синхронизация по длительности импульса

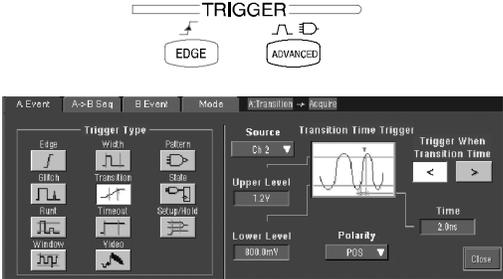
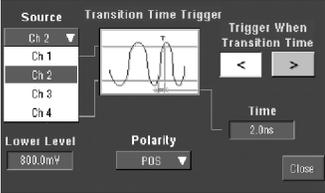
Данная процедура служит для обнаружения импульса, длительность которого больше или меньше указанного диапазона, и запуска по нему.

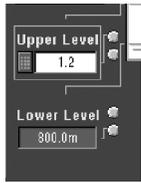
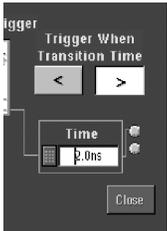
Действие	Запуск по длительности импульса	Элементы управления и ссылки
Выбор синхронизации по длительности	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие A).</li> <li>Нажмите кнопку Width (Длительность).</li> </ol>	 
Выбор источника	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку Source (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	
Выбор полярности	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы задать полярность импульса, нажмите кнопку Pos (Пол) (для положительных импульсов) или Neg (Отр) (для отрицательных импульсов).</li> </ol>	
Задание диапазона	<ol style="list-style-type: none"> <li> <p>Чтобы задать диапазон длительностей импульсов в единицах времени, нажмите кнопку Upper Limit (Верхний предел) или Lower Limit (Нижний предел) и введите значения с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Upper Limit — максимально допустимая длительность импульса, которая распознается источником синхронизации.</li> <li>Lower Limit — минимально допустимая длительность импульса. В осциллографе значение нижнего предела всегда меньше значения верхнего предела или равно ему.</li> </ul> </li> <li>Нажмите кнопку Trigger When (Условие запуска) и выберите Inside (Внутри) для запуска по импульсам, попадающим в указанный диапазон, или Outside (Снаружи) для запуска по импульсам, находящимся вне указанного диапазона.</li> </ol>	 
Установка уровня	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку Level (Уровень) и установите уровень синхронизации с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	

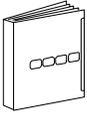
Действие	Запуск по длительности импульса	Элементы управления и ссылки
<b>Задание режима и задержки</b>	<b>9.</b> Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

## Синхронизация по времени перехода

Данная процедура служит для обнаружения фронтов импульсов, которые проходят расстояние между двумя порогами за время большее или меньшее указанного, и запуска по ним. Имеется возможность настроить данный осциллограф для запуска по нарастающему или нисходящему фронту.

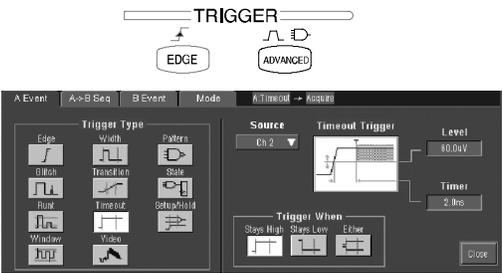
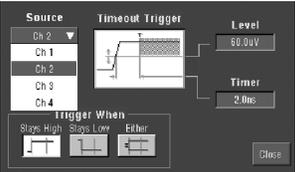
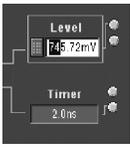
Действие	Запуск по времени перехода	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по переходу</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие А).</li> <li>Нажмите кнопку <b>Transition</b> (Переход).</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку <b>Source</b> (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	
<p><b>Выбор полярности</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите значение полярности, чтобы задать направление фронта импульса. <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Pos</b> (Пол) для отслеживания времени перехода (скорости нарастания) нарастающих фронтов импульсов. Фронт должен сначала пройти нижний порог, а потом — верхний.</li> <li><b>Neg</b> (Отр) для отслеживания времени перехода (скорости нарастания) нисходящих фронтов импульсов. Фронт должен сначала пройти верхний порог, а потом — нижний порог.</li> <li><b>Either</b> (Любой) для отслеживания как нарастающих, так и нисходящих фронтов импульсов. Фронт должен сначала пройти один из порогов, а затем — другой порог.</li> </ul> </li> </ol>	

Действие	Запуск по времени перехода	Элементы управления и ссылки
<p><b>Задание времени перехода</b></p>	<p>6. Значения пороговых уровней и разницы по времени определяют значение времени перехода (скорости нарастания). Параметры уровня определяют составляющую напряжения в скорости нарастания (Вольт/сек). Нажмите кнопку Upper Level (Верхний уровень) или Lower Level (Нижний уровень) и задайте значения соответствующих уровней с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <p>Имеется возможность указать значение уровня, соответствующее семейству логических схем ТТЛ или ЭСЛ, нажав кнопку TTL (ТТЛ) или ECL (ЭСЛ) на всплывающей клавиатуре Level (Уровень).</p> <p><b>Совет.</b> Чтобы задать пороговые уровни с помощью индикатора уровня синхронизации, откройте окно управления Display Setup (Настройка экрана) и нажмите кнопку Long (Протяженность) на вкладке Objects (Объекты).</p> <p>7. Чтобы завершить установку скорости нарастания (времени перехода), укажите временную составляющую, нажав кнопку Time (Время) и задав временную разницу с помощью многофункциональной ручки или клавиатуры.</p> <p>8. Нажмите кнопку Trigger When Transition Time (Запуск при времени перехода) &lt; для выполнения запуска, когда время перехода меньше указанного ранее. Нажмите кнопку Trigger When Transition Time &gt; для выполнения запуска, когда время перехода превышает указанное ранее значение времени.</p> <p>Если выбран вариант Trigger When Transition Time (Запуск при времени перехода) &gt; (больше чем) и осциллограф не выполняет запуск, то, возможно, скорость нарастания фронта импульса слишком велика. Чтобы проверить скорость фронта импульса, перейдите в режим запуска по фронту. Выполните запуск по фронту импульса и определите время, за которое фронт проходит расстояние между верхним и нижним уровнями, установленными для данного запуска. Осциллограф не позволяет выполнять запуск по переходу для фронтов импульсов, которые проходят расстояние между пороговыми уровнями за время, не превышающее 600 пс.</p> <p>Кроме того, для надежного запуска по времени перехода длительность импульса должна составлять 75 нс или более. Меньшая длительность импульсов может привести к запускам по неправильному наклону или к невыполнению запуска. Перейдите в режим запуска по фронту и проверьте длительность импульса, если ожидаемый запуск по времени перехода не выполняется.</p>	  

Действие	Запуск по времени перехода	Элементы управления и ссылки
<b>Задание режима и задержки</b>	<b>9.</b> Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

## Синхронизация по паузе импульса

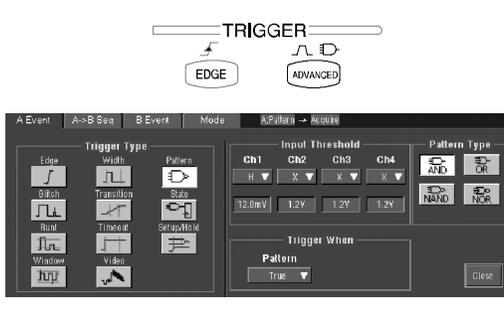
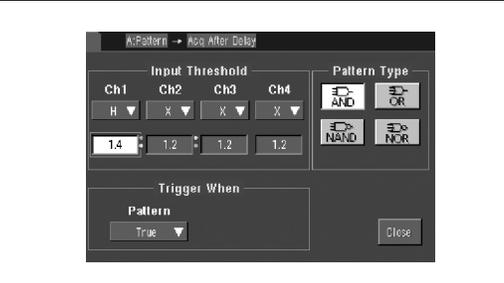
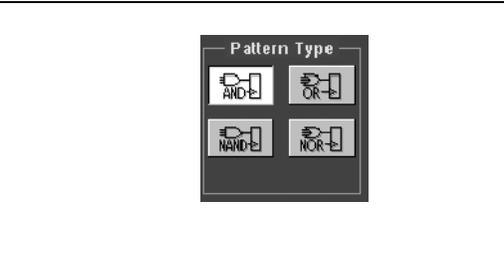
Данная процедура служит для обнаружения импульсов, длительность которых выше указанной, и запуска по ним. Осциллограф выполняет запуск по истечении указанного периода времени.

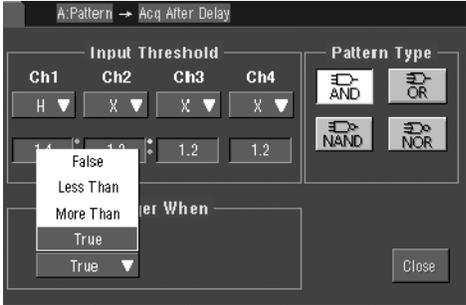
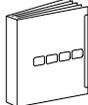
Действие	Запуск по паузе импульса	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по истечении заданного времени</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие А).</li> <li>Нажмите кнопку <b>Timeout</b> (Пауза).</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку <b>Source</b> (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	
<p><b>Установка уровня</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы установить уровень для синхронизации по истечении заданного времени, нажмите кнопку <b>Level</b> (Уровень) и введите уровень напряжения с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol> <p>Имеется возможность указать значение уровня, соответствующее семейству логических схем ТТЛ или ЭСЛ, нажав кнопку <b>TTL</b> (ТТЛ) или <b>ECL</b> (ЭСЛ) на всплывающей клавиатуре <b>Level</b>.</p>	
<p><b>Установка таймера</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы установить таймер паузы, нажмите кнопку <b>Timer</b> (Таймер) и задайте время с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	

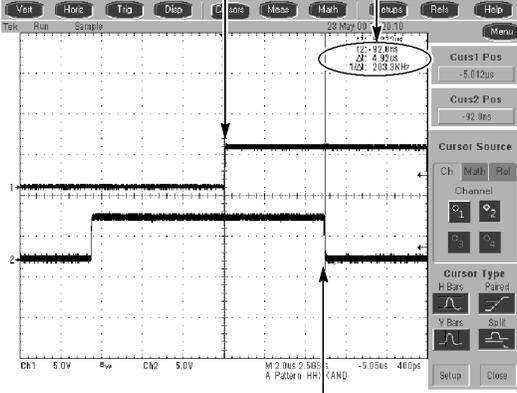
Действие	Запуск по паузе импульса	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка порога импульса</b></p>	<p>7. Чтобы установить порог импульса, нажмите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Stay High (Остается высоким) для запуска, если уровень сигнала выше уровня синхронизации в течение времени, превышающим значение паузы (таймер);</li> <li>■ Stay Low (Остается низким) для запуска, если уровень сигнала ниже уровня синхронизации в течение времени, превышающего значение паузы (таймера);</li> <li>■ Either (Любой) для запуска, если уровень сигнала выше или ниже уровня синхронизации в течение времени, превышающего значение паузы (таймера).</li> </ul>	
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>8. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

### Синхронизация по модели

Данная процедура служит для запуска осциллографа, если сигнал, подаваемый на логические входы, приводит к изменению состояния выбранной функции на «Истина» или «Ложь». Кроме того, можно указать логические условия, выполнение которых в течение заданного времени приведет к запуску осциллографа.

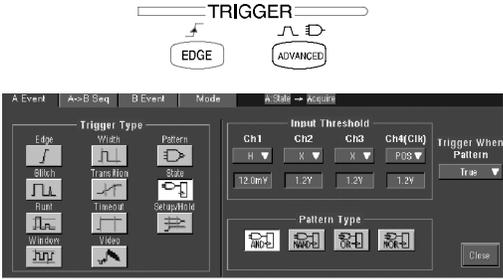
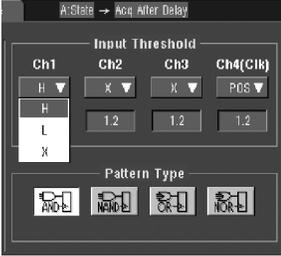
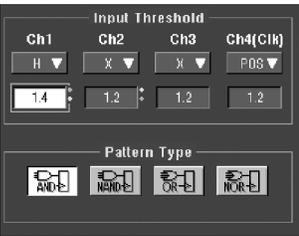
Действие	Запуск по модели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по модели</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие А).</li> <li>Нажмите кнопку Pattern (Модель).</li> </ol>	
<p><b>Определение входов модели</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите входное значение в раскрывающемся списке для каждого канала. Входы каналов комбинируют для создания логической модели. Каждый канал может иметь высокое (H), низкое (L) или «безразличное» (X) значение. Значение считается высоким, если входное напряжение канала превышает указанное пороговое напряжение. Значение считается низким, если входное напряжение канала ниже указанного порогового напряжения. Задайте «безразличное» состояние для всех каналов, которые не используются в данной модели.</li> </ol>	
<p><b>Установка пороговых напряжений</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы задать пороговые напряжения, выберите элемент управления порогом канала и установите каждый порог с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	
<p><b>Выбор логической модели</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите двоичную логическую функцию для объединения входных каналов. Осциллограф запустится по тактовому импульсу, если входные сигналы соответствуют указанной логической модели.</li> </ol> <p>Для получения сведений о логических функциях для синхронизации по модели см. стр. 3-64.</p>	

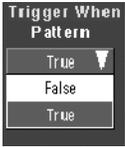
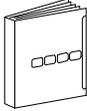
Действие	Запуск по модели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор условий запуска</b></p>	<p>7. В списке Pattern (Модель) группы Trigger When (Условие запуска) выберите True (Истина) для переключения осциллографа, если логические модели находятся в состоянии «Истина». Выберите False (Ложь) для переключения осциллографа, если логические модели находятся в состоянии «Ложь».</p> <p>Пункты списка More Than (Более чем) и Less Than (Менее чем) используются для указания дополнительных временных условий для запуска по модели. Инструкции см. в шаге 9.</p>	
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>8. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

Действие	Запуск по модели	Элементы управления и ссылки
<p><b>Определение временных параметров для запуска по модели</b></p>	<p>9. Запуск по логической модели можно уточнить с помощью временных параметров, т. е. можно задать значение времени, в течение которого состояние двоичной логической функции должно быть «Истина». Выберите значение Less Than (Менее чем) или More Than (Более чем) в списке Pattern (Модель) группы Trigger When (Условие запуска). Затем в группе Trigger When нажмите кнопку Time (Время) и задайте значение времени с помощью многофункциональной ручки или клавиатуры.</p> <p>Если выбран параметр Less Than и задано значение времени, входные условия должны поддерживать логическую функцию «Истина» в течение времени, меньшего указанного. И, наоборот, чтобы получить состояние «Истина», если выбран параметр More Than, необходимо, чтобы состояние «Истина» двоичной функции сохранялось в течение времени, превышающего указанное.</p> <p>Точка запуска определяется осциллографом следующим образом.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ожидается изменение состояния логической функции на «Истина».</li> <li>■ Запускается таймер и ожидается переход логической функции в состояние «Ложь».</li> <li>■ Полученное значение времени сравнивается с заданным и, если состояние «Истина» продлилось дольше (более чем время) или меньше (менее чем время), выполняется синхронизация сигнала в точке перехода логической функции в состояние «Ложь». Это время обычно отличается от заданного.</li> </ul> <p>На рисунке задержка между курсорами вертикальной полосы — это время нахождения логической функции в состоянии «Истина». Поскольку это время (4,9 нс) превышает значение времени для параметра More Than (3,0 нс), осциллограф выполнит синхронизацию именно в этой точке, а не по прошествии 3,0 нс после установления состояния «Истина».</p>	 <p>Логическая функция (И) принимает состояние ИСТИНА</p> <p>Логическая функция находится в состоянии ИСТИНА</p>  <p>Логическая функция переходит в состояние ЛОЖЬ и запускает регистрацию</p> <p>Время, в течение которого логическая функция должна находиться в состоянии ИСТИНА, равно 3,0 нс</p>

### Синхронизация по логическому состоянию

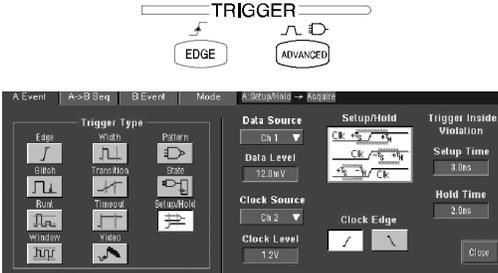
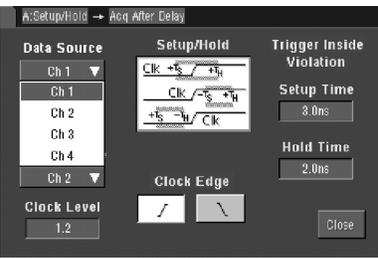
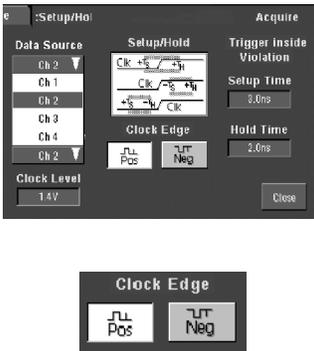
Данная процедура служит для запуска осциллографа, если все логические входы выбранной функции вызывают изменение ее состояния на «Истина» или «Ложь» при изменении состояния тактового входа (канал 4). (В TDS5052 тактовым входом является канал 2.)

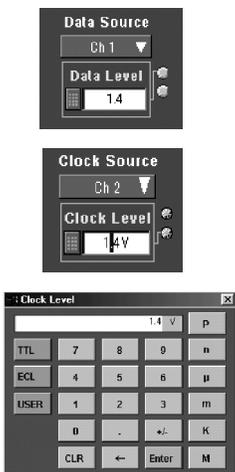
Действие	Запуск по состоянию	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по состоянию</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие А).</li> <li>Нажмите кнопку <b>State</b> (Состояние).</li> </ol>	
<p><b>Определение входов по состоянию</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите входное значение в раскрывающемся списке для каждого канала. Каналы 1, 2 и 3 являются входами данных (канал 1 доступен только в TDS5052). Канал 4 (канал 2 в TDS5052) необходимо подключить к источнику тактового сигнала.</li> </ol> <p>Входы каналов комбинируют для создания логической модели. Каждый канал может иметь высокое (H), низкое (L) или «безразличное» (X) значение. Значение считается высоким, если входное напряжение канала превышает указанное пороговое напряжение. Значение считается низким, если входное напряжение канала ниже указанного порогового напряжения. Задайте «безразличное» состояние для всех каналов, которые не используются в данной модели.</p>	
<p><b>Установка пороговых напряжений</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы задать пороговые напряжения, выберите элемент управления порогом канала и укажите каждый порог с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	

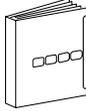
Действие	Запуск по состоянию	Элементы управления и ссылки
<p><b>Определение логики</b></p>	<p>6. Выберите двоичную логическую функцию для сочетания логических входов. Осциллограф запускается по фронту тактового импульса, если входные сигналы соответствуют указанной логической модели. (Регуляторы Pattern Type (Тип модели) не отображаются в данном окне управления для модели TDS5052.)</p> <p>Определение логических функций для режимов запуска по модели см. на стр. 3-64.</p>	
<p><b>Выбор условий запуска</b></p>	<p>7. Воспользуйтесь списком Pattern (Модель) в группе Trigger When (Условие запуска) для определения момента запуска осциллографа. Выберите True (Истина) для переключения осциллографа, если логические модели переходят в состояние «Истина». Выберите False (Ложь) для переключения осциллографа, если логические модели переходят в состояние «Ложь».</p> <p>Для простейшей операции оставьте параметр True. Параметр False позволяет выполнить логическое дополнение выходного значения выбранной функции модели (например «И» до «И-НЕ» или «ИЛИ-НЕ» до «ИЛИ»).</p>	
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>8. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

## Синхронизация по нарушению времени установки/фиксации

Данная процедура служит для обнаружения нарушений времени установки и фиксации и запуска по ним. Время установки и фиксации определяет область нарушения относительно источника синхроимпульса. Данные, попадающие в область нарушения, считаются неправильными.

Действие	Запуск по нарушению времени установки/фиксации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по установке/фиксации</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие A).</li> <li>Нажмите кнопку <b>Setup/Hold</b> (Установка/фиксация).</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника данных</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы выбрать канал, который подключается к сигналу данных, нажмите кнопку <b>Data Source</b> (Источник данных) выберите требуемый источник в списке. Не выбирайте один канал для источников данных и тактового импульса.</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника тактовых импульсов и установка фронта</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы выбрать канал, по которому передается тактовый импульс, фронт, используемый для таймера, нажмите кнопку <b>Clock Source</b> (Источник тактовых импульсов) и выберите источник из списка. <i>Не</i> выбирайте один канал для источников данных и тактовых импульсов.</li> <li>Группа <b>Clock Edge</b> (Фронт тактового импульса) позволяет указать, по какому фронту тактового сигнала — нарастающему (левая кнопка) или нисходящему (правая кнопка) — выполняется запуск осциллографа. Нажмите соответствующую кнопку в группе <b>Clock Edge</b>.</li> </ol>	

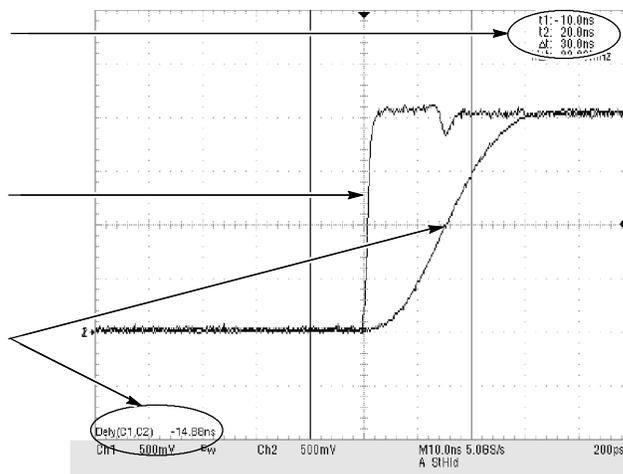
Действие	Запуск по нарушению времени установки/фиксации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка уровней данных и тактового сигнала</b></p>	<p>7. Чтобы установить уровень передачи данных, нажмите кнопку Data Level (Уровень данных) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p>8. Уровень тактового сигнала используется в данном осциллографе для определения фронта тактового импульса. Точка, в которой тактовый сигнал пересекает уровень тактового сигнала, является опорной, от которой измеряются параметры времени установки и фиксации. Чтобы установить пороговый уровень тактового сигнала, нажмите кнопку Clock Level (Уровень тактового сигнала) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p>Для уровней тактового сигнала и данных можно задать значение, соответствующее семейству логических схем ТТЛ или ЭСЛ, на всплывающей клавиатуре Level (Уровень).</p>	
<p><b>Задание значений времени установки и фиксации</b></p>	<p>9. Щелкните поле Setup Time (Период установки) и задайте время установки относительно таймера с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p>10. Щелкните поле Hold Time (Период фиксации) и задайте время установки относительно таймера с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p>Положительное время установки всегда предшествует фронту синхрои́мпульса, а положительное время фиксации — следует за фронтом синхрои́мпульса. Время установки опережает время фиксации по крайней мере на 2 нс (<math>T_S + T_H \geq 2 \text{ нс}</math>). Попытка установить одно из значений времени с разницей менее 2 нс приведет к изменению значения другого времени для выполнения данного ограничения.</p> <p>На рис. 3-23 представлен пример запуска по нарушению установки и фиксации.</p> <p>В большинстве случаев для периодов установки и фиксации указываются положительные значения. При положительных значениях осциллограф выполняет запуск, если источник данных устанавливается внутри времени установки до получения тактового сигнала или если он переключается в пределах времени фиксации после получения тактового сигнала. Данную зону нарушения установки/фиксации можно сместить, введя отрицательные значения. См. рис. 3-22 на стр. 3-66.</p>	

Действие	Запуск по нарушению времени установки/фиксации	Элементы управления и ссылки
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p><b>11.</b> Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

Курсоры ограничивают зону нарушения/фиксации, которая равна сумме времени установки и времени фиксации (30 нс).

Осциллограф распознает нарушение и запускается по фронту тактового импульса.

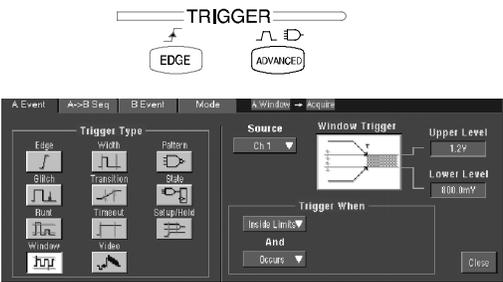
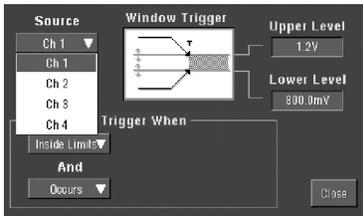
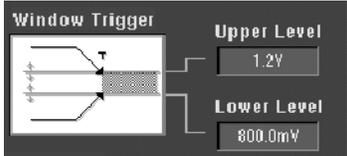
Данные (K1) передаются в интервале  $\approx 14,88$  нс после нарушения тактовым сигналом предела времени фиксации.

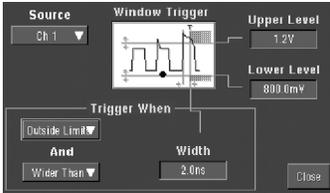
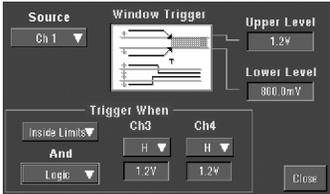
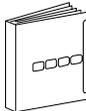


**Рис. 3-23: Синхронизация по нарушению времени установки/фиксации**

### Синхронизация по выходу за пределы окна

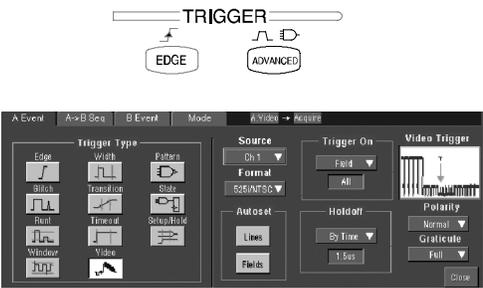
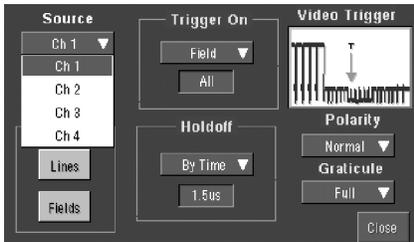
Данная процедура служит для запуска осциллографа, когда входной сигнал поднимается выше верхнего порогового уровня или опускается ниже нижнего порогового уровня.

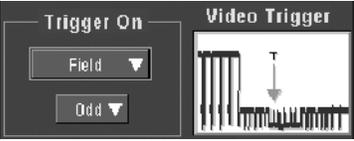
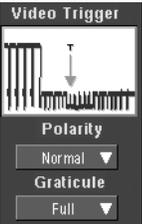
Действие	Запуск по выходу за пределы окна	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по окну</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нажмите кнопку <b>ADVANCED</b> (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>2. В окне управления <b>Trigger Setup</b> (Настройка запуска) выберите вкладку <b>A Event</b> (Событие A).</li> <li>3. Нажмите кнопку <b>Window</b> (Окно).</li> </ol>	 <p>The diagram shows two buttons: 'EDGE' and 'ADVANCED'. Below it is a screenshot of the 'Trigger Setup' window. The 'A Event' tab is selected. The 'Trigger Type' section has 'Edge' selected. The 'Source' is set to 'Ch 1'. The 'Window Trigger' section shows a signal waveform with a shaded window between 'Upper Level' (1.2V) and 'Lower Level' (800.0mV). The 'Trigger When' section has 'Inside Limits' selected.</p>
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку <b>Source</b> (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	 <p>The screenshot shows the 'Source' dropdown menu open, listing 'Ch 1', 'Ch 2', 'Ch 3', and 'Ch 4'. The 'Window Trigger' section is visible in the background, showing the same signal waveform and levels as in the previous screenshot.</p>
<p><b>Установка порогов</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Верхний и нижний пороговые уровни определяют границы окна по напряжению. Чтобы установить пороговые уровни, нажмите кнопку <b>Upper Level</b> (Верхний уровень) или <b>Lower Level</b> (Нижний уровень) и воспользуйтесь многофункциональными ручками или всплывающей клавиатурой для задания значений.</li> </ol>	 <p>The close-up screenshot shows the 'Upper Level' control set to '1.2V' and the 'Lower Level' control set to '800.0mV'. The signal waveform and window are visible in the background.</p>

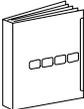
Действие	Запуск по выходу за пределы окна	Элементы управления и ссылки
<p><b>Уточнение запуска по окну</b></p>	<p>6. Чтобы уточнить запуск по окну, выберите с помощью элементов управления в группе Trigger When (Условие запуска) соответствующую комбинацию параметров. Учтите, что элементы управления в группе Trigger When изменяются в зависимости от выбранных параметров.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inside Limits (В пределах) и Occurs (Происх) или Outside Limits (За пределами) и Occurs (Происх): осциллограф запускается, если сигнал поступает в окно, заданное пороговыми уровнями, или покидает его.</li> <li>■ Inside Limits и Wider Than (Длительностью более) или Outside Limits и Wider Than: осциллограф запускается, если сигнал поступает в окно, заданное пороговыми уровнями, или покидает его в течение времени, заданного длительностью.</li> <li>■ Inside Limits и Logic (Логика) или Outside Limits и Logic: при обнаружении осциллографом сигнала, поступающего в окно, заданное пороговыми уровнями, или покидающего его, проверяется логическое состояние одного или двух доступных каналов и запуск выполняется только в том случае, если соответствующие условия выполняются. Каждый канал может иметь высокое (H), низкое (L) или «безразличное» (X) значение. Значение считается высоким, если входное напряжение канала превышает указанное пороговое напряжение. Значение считается низким, если входное напряжение канала ниже указанного порогового напряжения. Задайте «безразличное» состояние для всех каналов, которые не используются в данной модели. (Задание логических состояний доступно только в моделях TDS5054 и TDS5104.)</li> </ul>	 
<p><b>Задание режима и задержки</b></p>	<p>7. Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.</p>	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

### Синхронизация по видеосигналу

Данная процедура служит для обнаружения видеосигнала и запуска по нему. Поддерживаются только форматы композитных сигналов. Графические форматы отображения, такие как RGB и VGA, не поддерживаются.

Действие	Запуск по видеосигналу	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор синхронизации по видеосигналу</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите кнопку ADVANCED (Дополнительно) на передней панели.</li> <li>В окне управления Trigger Setup (Настройка запуска) выберите вкладку A Event (Событие A).</li> <li>Нажмите кнопку Video (Видео).</li> </ol>	
<p><b>Выбор источника</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации, нажмите кнопку Source (Источник) и выберите источник из списка.</li> </ol>	
<p><b>Выбор формата</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите формат видеосигнала из нескольких предварительно заданных форматов сигналов или укажите пользовательский формат. Если выбран предварительно заданный формат, нажмите кнопку Lines (Строки) или Fields (Поля) в группе Autoset (Автоустановка), чтобы оптимизировать осциллограф для просмотра полей или строк в выбранном формате.</li> </ol> <p>Если выбран формат сигнала Custom (Пользовательский), параметры автоустановки недоступны. Укажите тип сканирования (параметры Interlaced (Чередов) и Progressive (Прогресс)) и частоту сканирования.</p> <p>Пользовательские частоты сканирования позволяют выполнять синхронизацию по нешироковещательным видеосигналам со специальными частотами сканирования. Выберите частоту сканирования сигнала: 15–20 кГц, 20–25 кГц, 25–35 кГц, 35–50 кГц или 50–65 кГц.</p>	

Действие	Запуск по видеосигналу	Элементы управления и ссылки
<b>Задание места выполнения запуска по видеосигналу</b>	<p>6. Выберите значение в раскрывающемся списке Trigger On (Запуск по), чтобы указать место выполнения запуска на видеосигнале:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Если задан параметр Field (Поле), выберите в раскрывающемся списке значение Odd (Нечетные), Even (Четные) или All (Все).</li> <li>■ Если выбран параметр Line # (Строка #), задайте номер строки с помощью многофункциональной ручки. Номера строк сворачиваются по достижении их предела. Диапазон номеров строк зависит от формата.</li> </ul> <p>Если выбран формат NTSC, сначала прокрутите все нечетные строки, а затем четные строки с помощью многофункциональной ручки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Если для строк выбран параметр All, запуск выполняется по всем строкам.</li> </ul>	 
<b>Задание типа задержки</b>	<p>7. В группе Holdoff (Задержка) выберите параметр By Time (По времени) или By Fields (По полям) и измените значение с помощью многофункциональной ручки. Если выбран формат Custom (Пользовательский), доступен только параметр By Time.</p>	
<b>Выбор полярности и масштабной сетки</b>	<p>8. Задайте полярность, выбрав параметр Normal (Обычная) или Inverted (Инвертированная).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Обычная полярность позволяет выполнить запуск как правило по отрицательной полярности, поэтому нарастающий фронт синхросигнала является отрицательным в большинстве стандартных форматов.</li> <li>■ Инверсная полярность используется при проверке цепей, в которых инвертируется видеосигнал.</li> </ul> <p>9. Все типы масштабных сеток доступны в раскрывающемся списке. Масштабная сетка IRE обычно используется с сигналами NTSC, масштабная сетка mV (мВ) обычно используется со всеми другими сигналами.</p>	

Действие	Запуск по видеосигналу	Элементы управления и ссылки
<b>Задание режима и задержки</b>	<b>10.</b> Для всех стандартных типов запуска можно задать режим и задержку. См. раздел <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и раздел <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58. Для получения дополнительных сведений о режиме запуска и задержке см. разделы <i>Режимы синхронизации</i> на стр. 3-49 и <i>Задержка запуска</i> на стр. 3-50.	 <p>Сведения о настройке режима и задержки см. в разделах <i>Выбор режима запуска</i> на стр. 3-55 и <i>Установка задержки</i> на стр. 3-58.</p>

## Последовательный запуск

При работе с несколькими сигналами можно воспользоваться последовательным запуском для записи более сложных событий. При последовательном запуске основной запуск А активизирует систему запуска, а запуск с задержкой В служит для синхронизации осциллографа при выполнении определенных условий. Имеется возможность выбрать одно из двух условий запуска.

- *Запуск через указанное время:* после активизации системы синхронизации запуском А осциллограф синхронизируется по следующему событию запуска В, которое происходит по прошествии времени задержки запуска. Время задержки запуска можно задать с помощью клавиатуры или многофункциональных ручек.
- *Запуск по n-ному событию:* после активизации системы синхронизации запуском А осциллограф синхронизируется по n-ному событию В. Число событий В можно задать с помощью клавиатуры или многофункциональных ручек.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Традиционный режим запуска с задержкой, называемый «Запуск после», обеспечивается средством горизонтальной задержки TDS5000. Горизонтальную задержку можно использовать для задержки регистрации с любого события запуска — с основного запуска А или с последовательного запуска, в котором используется как основной запуск А, так и запуск с задержкой В. Дополнительные сведения см. в разделе Синхронизация при включенной горизонтальной задержке на стр. 3-95.

---

### Использование последовательного запуска

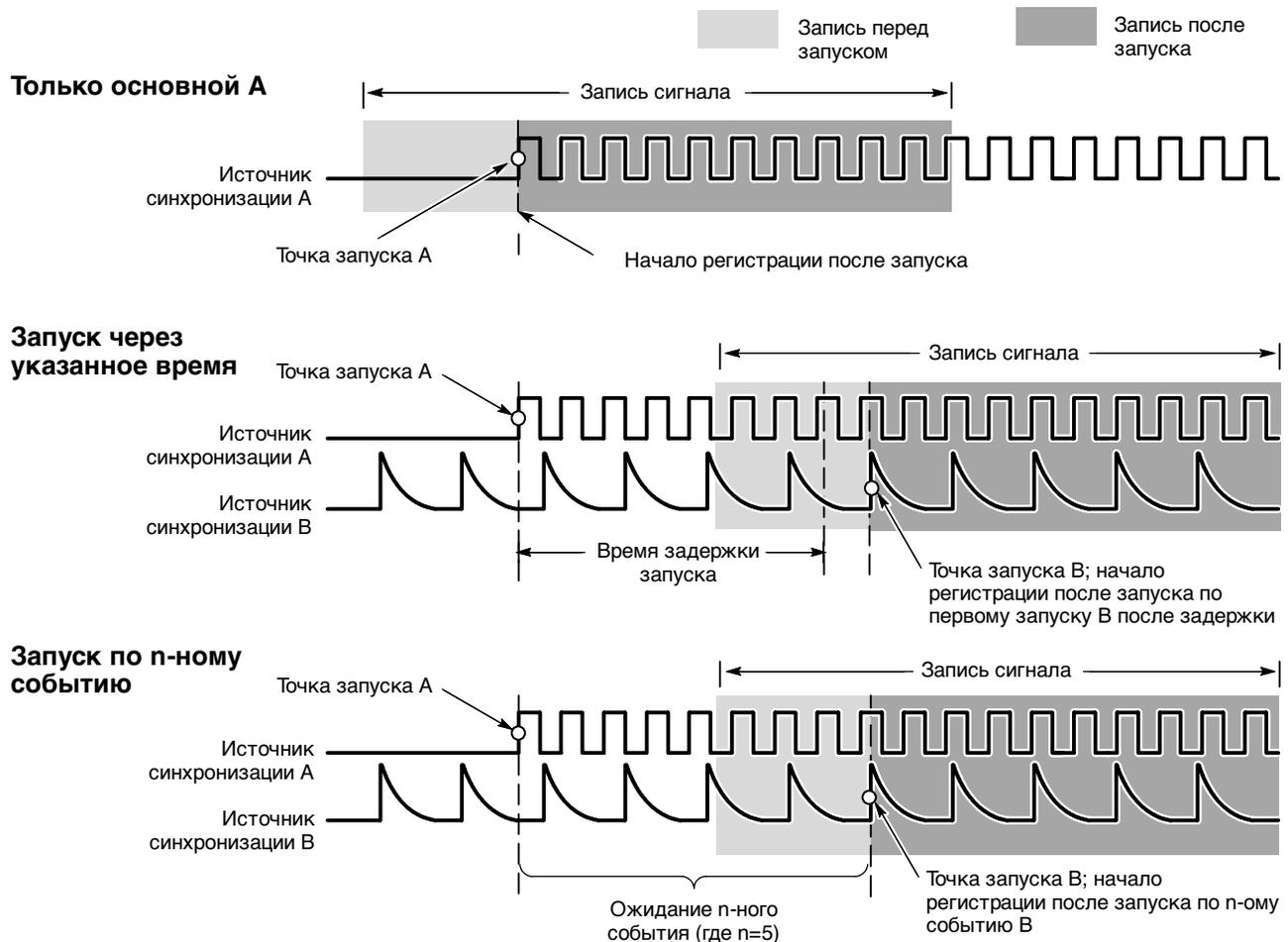
При использовании последовательной синхронизации необходимо учесть следующее.

**Источники синхронизации.** В большинстве случаев для основного запуска А и запуска с задержкой В задаются разные источники синхронизации.

**Типы синхронизации.** Последовательная синхронизация для запуска через указанное время или для запуска по n-ому событию доступна для следующих типов запуска: по фронту, глитчу и длительности. Для других типов синхронизации она недоступна.

Запуск В всегда является запуском по фронту.

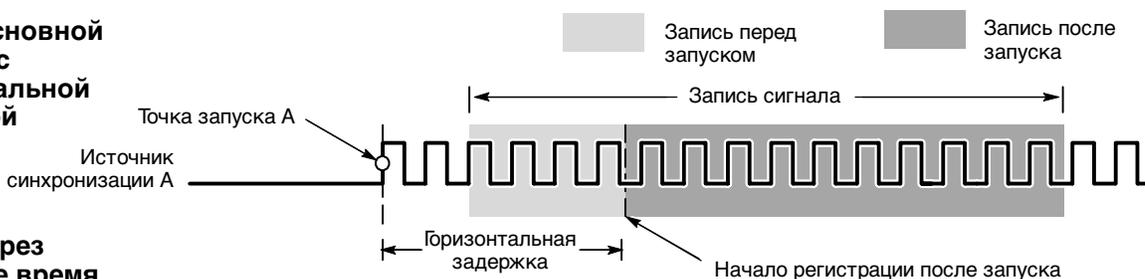
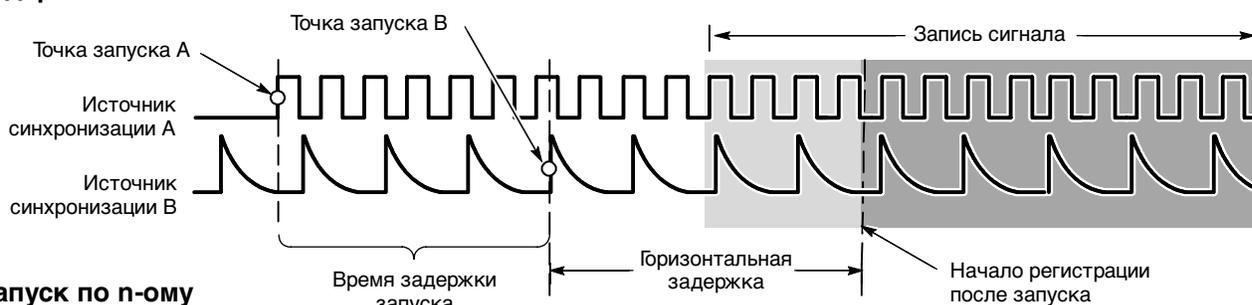
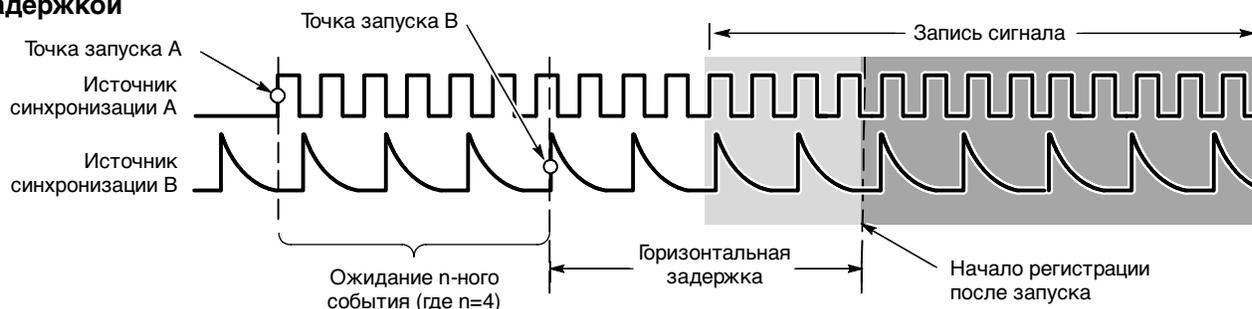
**Синхронизация при выключенной горизонтальной задержке.** На рис. 3-24 сравниваются последовательные запуски «Только А», «Запуск через указанное время», «Запуск по n-ому событию» при выключенной горизонтальной задержке. На иллюстрациях показано, где регистрируются данные до и после запуска относительно события запуска.



**Рис. 3-24: Синхронизация при выключенной горизонтальной задержке**

**Синхронизация при включенной горизонтальной задержке.**

Горизонтальная задержка используется для регистрации сигнала по прошествии определенного времени после события запуска. Функцию горизонтальной задержки можно использовать с любой настройкой запуска. Горизонтальную задержку можно включить и выключить с передней панели, в окне управления настройкой по горизонтали и регистрации и во многих окнах управления запуском. На рис. 3-25 сравниваются последовательные запуски «Только А», «Запуск через указанное время», «Запуск по n-ому событию» при включенной горизонтальной задержке. На иллюстрациях показано, где регистрируются данные до и после запуска относительно события запуска.

**Только основной запуск А с горизонтальной задержкой****Запуск через указанное время с горизонтальной задержкой****Запуск по n-ому событию с горизонтальной задержкой****Рис. 3-25: Синхронизация при включенной горизонтальной задержке**

На рис. 3-26 представлены все возможные сочетания запусков и горизонтальной задержки.

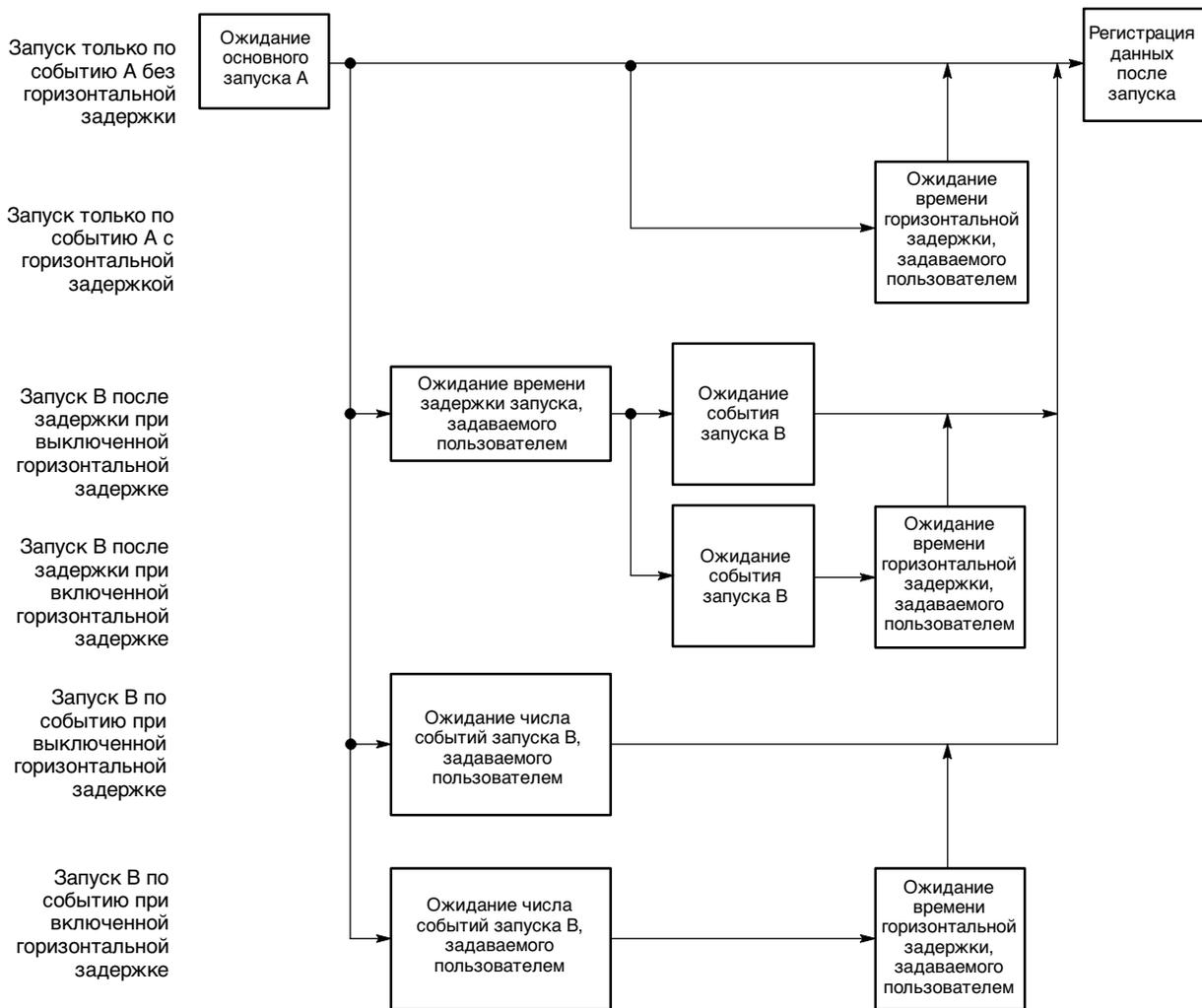
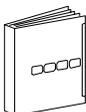
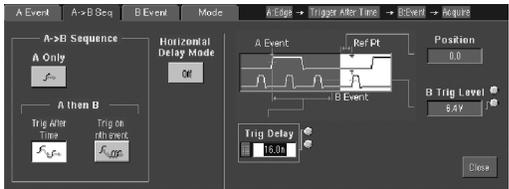
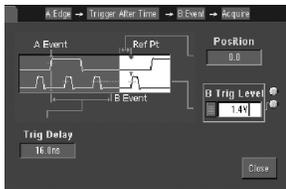
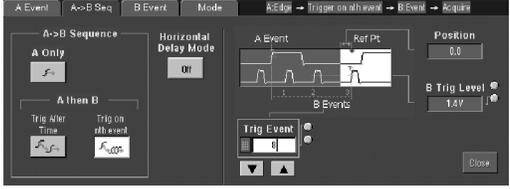
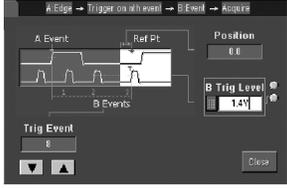
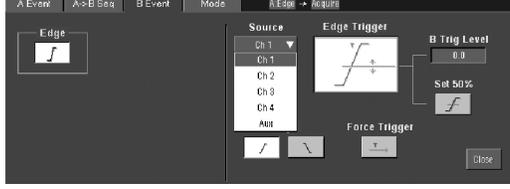
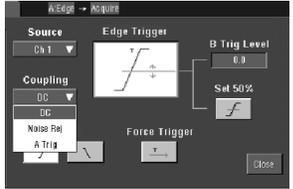
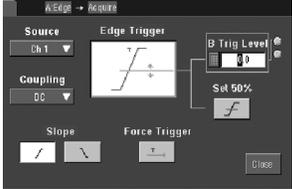


Рис. 3-26: Обзор всех сочетаний запуска и горизонтальной задержки

## Синхронизация по последовательности

Данная процедура служит для настройки осциллографа для запуска по последовательности. Для получения дополнительных сведений воспользуйтесь электронной справкой при выполнении этой процедуры.

Действие	Запуск по последовательности	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подключите сигнал ко входному каналу осциллографа. Запустите регистрацию, нажав кнопку RUN (Пуск), и задайте вертикальные и горизонтальные параметры регистрируемого сигнала.</li> </ol>	 <p>Подробнее о настройке режима регистрации см. на стр. 3-23.</p>
Запуск только по основному событию A	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На панели инструментов Trig (Запуск) выберите вкладку A-&gt;B Seq (Последовательность A-&gt;B) в окне управления Trigger Setup (Настройка запуска).</li> <li>2. Нажмите кнопку A Only (Только A), чтобы выключить последовательную синхронизацию.</li> </ol>	 
Запуск по событию B через указанное время	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чтобы задать масштаб времени для выполнения после запуска A, задержки запуска и запуска B, нажмите кнопку Trig на панели инструментов и выберите вкладку A-&gt;B Seq в окне управления Trigger Setup.</li> <li>2. Нажмите кнопку Trig After Time (Запуск через указанное время).</li> <li>3. Чтобы установить задержку запуска, нажмите кнопку Trig Delay (Задержка запуска) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> <li>4. Чтобы установить уровень синхронизации B, нажмите кнопку B trigger level (уровень синхронизации B) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	  

Действие	Запуск по последовательности	Элементы управления и ссылки
<p><b>Запуск по событиям В</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы задать масштаб времени, для выполнения после запуска А и указанного числа событий запуска В, нажмите кнопку Trig (Запуск) на панели инструментов и выберите A-&gt;B Seq (Последовательность А-&gt;В) в окне управления Trigger Setup (Настройка запуска).</li> <li>Нажмите кнопку Trig on nth event (Запуск по n-ному событию)</li> <li>Чтобы задать число событий запуска В, нажмите кнопку Trig Event (Событие запуска) и задайте число событий с помощью многофункциональной ручки, всплывающей клавиатуры или стрелок вверх и вниз.</li> <li>Чтобы установить уровень синхронизации В, нажмите кнопку B trigger level (Уровень синхронизации В) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</li> </ol>	  
<p><b>Настройка запуска В</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы задать событие запуска В, нажмите кнопку Trig на панели инструментов в окне управления Trigger Setup. Также можно в меню выбрать команду B Event (Delayed) Trigger Setup (Настройка запуска по событию В с задержкой).</li> <li>Чтобы указать канал, который будет источником синхронизации В, нажмите кнопку Source (Источник) и выберите источник из списка.</li> <li>Нажмите кнопку Coupling (Связь) и выберите связь синхронизации, соответствующую сигналу синхронизации.</li> <li>Чтобы задать направление фронта, нажмите кнопку Slope (Наклон). Левая кнопка позволяет выбрать нарастающий наклон, а правая — нисходящий наклон.</li> <li>Чтобы установить уровень синхронизации В, нажмите кнопку B Trigger Level (Уровень синхронизации В) и установите уровень с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры. Следует учесть, что можно нажать кнопку Set 50% (Установить 50%), чтобы установить уровень синхронизации В равным половине амплитуды сигнала синхронизации В.</li> </ol>	    

Действие	Запуск по последовательности	Элементы управления и ссылки
<b>Дополнительные сведения</b>	6. Дополнительные сведения о командах синхронизации содержатся в интерактивной справке.	 <p>Сведения об интерактивной справке см. на стр. 3-221.</p>

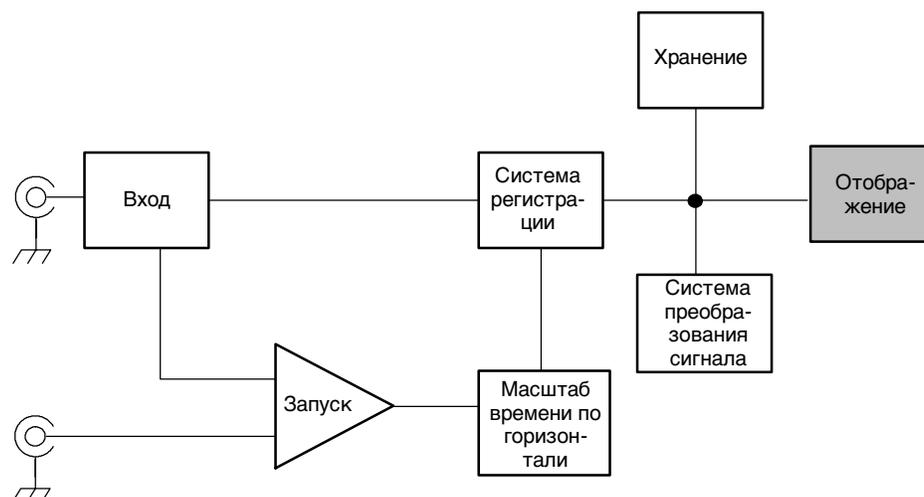


# Отображение осциллограмм

Данный осциллограф располагает гибкими настраиваемыми средствами отображения, позволяющими управлять формой отображения осциллограмм. В данном разделе рассматриваются следующие темы.

- *Использование функций отображения сигнала*
- *Настройка отображения сигнала*
- *Использование функции увеличения*

На рисунке 3-27 показана схема взаимодействия функций отображения сигналов с другими системами осциллографа.

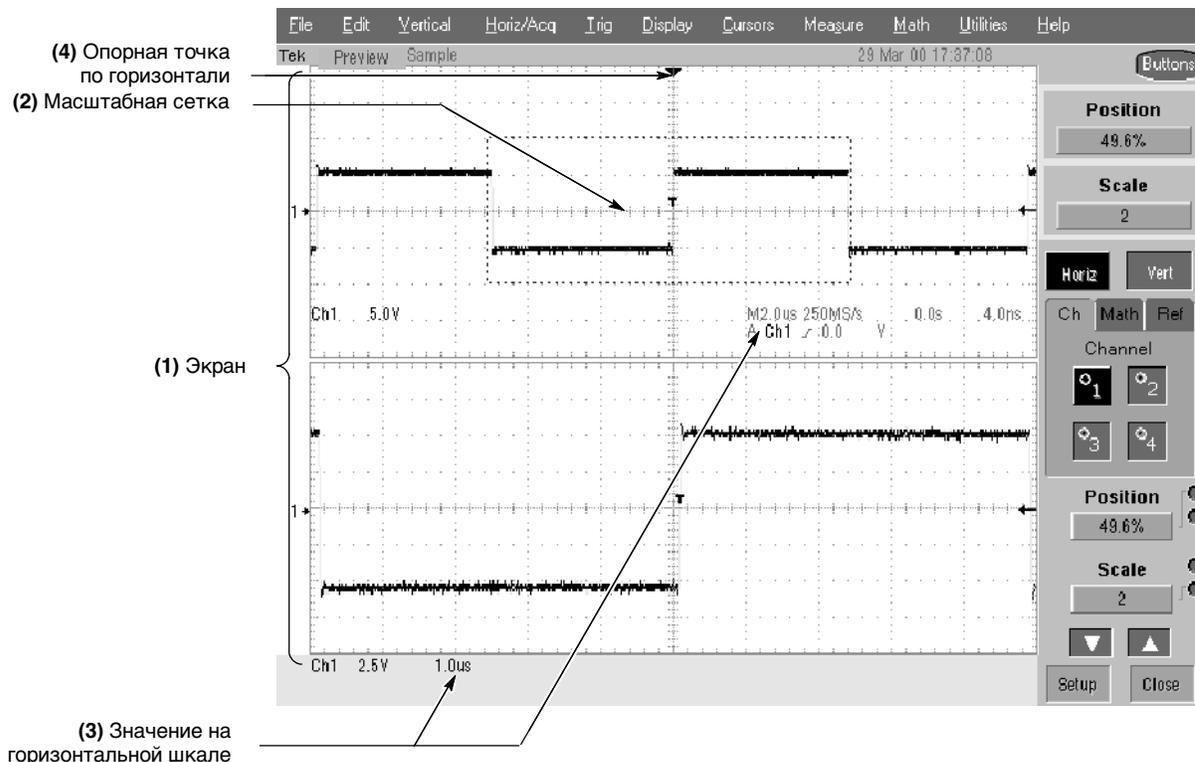


**Рис. 3-27: Общая схема систем осциллографа: настраиваемые функции отображения**

## Использование функций отображения сигнала

### Элементы отображения

Показанная ниже осциллограмма отображается в качестве фрагмента окна приложения интерфейса пользователя. Ряд терминов, важных для описания интерфейса пользователя, будет пояснен ниже.



**Рис. 3-28: Элементы отображения**

**(1) Экран** — область, в которой отображается осциллограмма сигнала. На экране отображается масштаб времени, масштабные сетки, осциллограммы, гистограммы и ряд экранных надписей.

**(2) Масштабная сетка** используется для разметки области экрана. При включенном увеличении, в зависимости от настройки разделения сетки, верхняя сетка используется для отображения осциллограмм без увеличения, а нижняя — с увеличением.

**(3) Значения на горизонтальной шкале** — это краткие сведения о параметрах горизонтальной настройки для осциллограмм, отображаемых с увеличением и без увеличения.

**(4) Опорная точка по горизонтали** — это элемент управления, определяющий точку, относительно которой формы сигналов каналов растягиваются или сжимаются при изменении масштаба по горизонтали. Она совпадает с точкой запуска в случае, когда задержка по горизонтали равна 0%.

### **Предварительный просмотр регистрации**

Предварительный просмотр результатов регистрации позволяет увидеть, как будут выглядеть данные, зарегистрированные в следующем цикле, если регистрация выполняется медленно из-за низкой частоты синхронизации или слишком большого интервала сбора данных либо если процесс регистрации остановлен. При предварительном просмотре заново вычисляются расчетные формы сигналов без учета изменения уровней синхронизации, режимов синхронизации или режимов регистрации.

Предварительный просмотр регистрации имеет ряд ограничений. Например, при изменении длины записи осциллограммы стираются. Изменение длины записи может быть в отдельных случаях вызвано изменением масштаба по горизонтали.

Следует учитывать, что предварительный просмотр не поддерживается в режиме быстрой регистрации.

### **Методы отображения**

Описываемые ниже функции позволяют оптимизировать отображение на экране осциллографа при выполнении анализа данных.

**Отображение сигнала.** Вообще говоря, метод отображения сигнала включает две составляющие:

- определение формы сигнала (только для расчетных и опорных форм сигналов);
- включение отображения формы сигнала.

В таблице 3-6 приводится краткое описание этого процесса в применении к различным типам форм сигналов.

Таблица 3-6: Определение и отображение осциллограмм

Осциллограмма	Определение	Отображение
Канал: К 1 – К 4	Каналы предварительно определены	Нажмите кнопку вертикальной настройки CH <i>n</i> (Канал <i>n</i> ) для включения или отключения отображения канала.
Опорная: Оп 1 – Оп 4	<p>Способы определения активной опорной осциллограммы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ сохранение канальной, опорной или расчетной осциллограммы в одной из областей Оп 1 – Оп 4;</li> <li>■ загрузка ранее сохраненной осциллограммы из файла в одну из областей Оп 1 - Оп 4.</li> </ul> <p>Эти операции выполняются с помощью команд меню File (Файл).</p>	Для включения или отключения отображения опорной формы сигнала нажмите кнопку Display (Отобразить) в окне управления Reference Setup (Настройка опорных сигналов) на вкладке Ref <i>n</i> (Оп <i>n</i> ).
Расчетная: Расч 1 – Расч 4	Создайте расчетную форму сигнала, используя имеющиеся источники (канальные, расчетные и опорные осциллограммы, результаты измерений). Методы, доступные для создания расчетных осциллограмм, определяются наличием дополнительного оборудования.	Для включения или отключения отображения расчетной формы сигнала нажмите кнопку Display (Отобразить) в окне управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов) на вкладке Math <i>n</i> (Расч <i>n</i> ).

**Операции отображения.** В общем случае регулировка параметров отображения формы сигнала (масштаб по вертикали, смещение, положение и т. д.) осуществляется на передней панели с помощью ручек вертикальной настройки SCALE (Масштаб) и POSITION (Положение). Следует отметить, что для расчетных и опорных сигналов масштаб и положение устанавливаются в соответствующих окнах настроек.

**Масштабные сетки.** Нажмите кнопку Graticule Split (Разделение сетки) в окне управления Zoom Setup (Настройка увеличения) для изменения размеров окна регистрации и окна укрупненного отображения. При нажатии кнопки 50-50 половина области экрана отводится для окна с масштабной сеткой увеличения и половина — для окна регистрации. Если нажать кнопку 80-20, то 80% области экрана будет использоваться для отображения окна с сеткой увеличения и 20% — для окна регистрации. Чтобы развернуть окно с масштабной сеткой увеличения на весь экран, нажмите кнопку Full (Полный экран).

Элементы отображения, показанные на рисунке 3-28 на стр. 3-102, одинаковы для всех масштабных сеток.

**Операции для масштаба времени.** В общем случае регулировка масштаба времени осуществляется на передней панели с помощью ручек горизонтальной настройки SCALE (Масштаб), RESOLUTION (Разрешение) и POSITION (Положение). Непосредственная настройка возможна только для осциллограмм каналов.

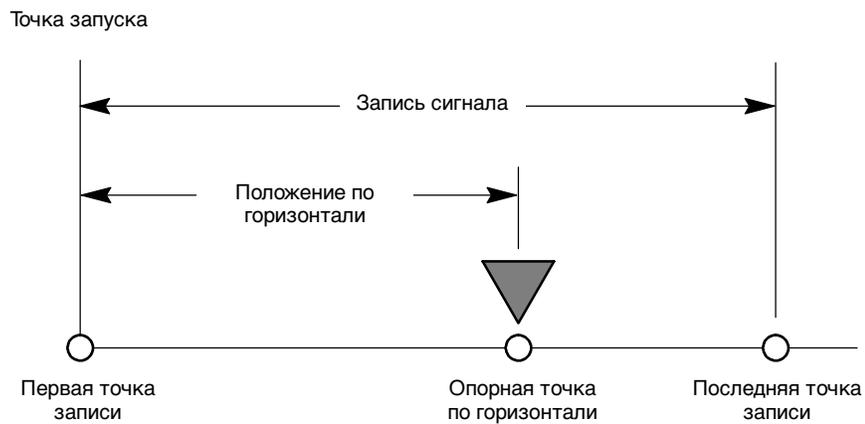
Далее приводится ряд важных замечаний о том, как операции горизонтальной настройки связаны с типами форм сигналов.

- Опорные осциллограммы отображаются с использованием параметров горизонтальной настройки, действительных на момент сохранения формы. Эти параметры изменять нельзя. Подробнее об опорных осциллограммах см. в разделе *Сохранение и вызов осциллограмм* на стр. 3-200.
- Расчетные осциллограммы отображаются с использованием параметров горизонтальной настройки, которые определяются математическим выражением, применявшимся для создания осциллограммы. Непосредственное изменение этих параметров невозможно. Подробнее о расчетных формах сигналов см. в главе *Создание и использование математических форм сигналов* на стр. 3-139.
- Все осциллограммы отображаются в пределах горизонтальных делений масштабной сетки. Однако на практике некоторые осциллограммы могут оказаться шире или уже области экрана. Это зависит от соотношения скорости регистрации и масштаба времени, а также параметров предварительного просмотра регистрации.

**Управление отображением и регистрацией.** Для осциллограмм каналов устанавливаемые параметры вертикальной и горизонтальной настройки также влияют на значения параметров регистрации. Подробнее об этом см. в следующих разделах:

- *Использование вертикального окна регистрации* на стр. 3-17
- *Использование горизонтального окна регистрации* на стр. 3-20

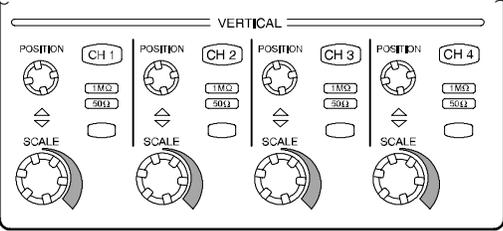
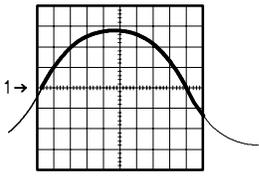
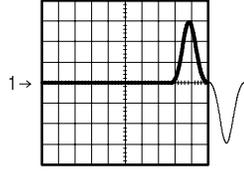
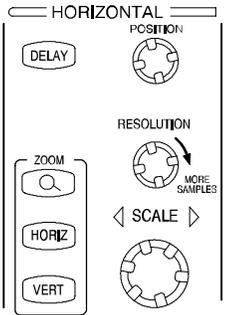
**Положение по горизонтали и опорная точка по горизонтали.** Значение времени, устанавливаемое для положения по горизонтали, измеряется от точки запуска до опорной точки по горизонтали. Это значение отличается от интервала времени между точкой запуска и моментом начала записи сигнала, если опорное значение по горизонтали не равно 0%. См. рисунок 3-29.

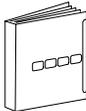


**Рис. 3-29: Положение по горизонтали включает время до опорной точки по горизонтали**

### Отображение осциллограмм в основной сетке

Данная процедура демонстрирует возможные виды настройки отображения.

Процедура	Отображение осциллограмм в основной сетке	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Подключите сигнал ко входному каналу осциллографа. Запустите регистрацию, нажав кнопку RUN (Пуск).</p>	 <p>Подробнее о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
<p><b>Установка параметров отображения по вертикали</b></p>	<p>2. Для отображения сигнала нажмите кнопку канала, к которому подключен сигнал. Кнопка CH (K) загорится.</p> <p>3. Используя расположенные на передней панели ручки вертикальной настройки, добейтесь оптимального отображения осциллограммы.</p>	
<p><b>Установка параметров отображения по горизонтали</b></p>	<p>4. Чтобы выбрать основную масштабную сетку, нажмите на передней панели кнопку ZOOM (Лупа), если она горит. Функция лупы отключится.</p> <p>5. Используя расположенные на передней панели ручки горизонтальной настройки SCALE (Масштаб), POSITION (Положение) и RESOLUTION (Разрешение) установите масштаб осциллограммы.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Масштаб по горизонтали</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Положение по горизонтали</p>  </div> </div> <p>Ручкой RESOLUTION также устанавливается длина записи. (См. комментарий на стр. 3-21.)</p> <p>Поверните ручку LEVEL (Уровень) в положение PUSH TO SET 50% (Уровень 50%), если требуется стабилизировать отображение.</p>	 <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>

Процедура	Отображение осциллограмм в основной сетке	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка опорной точки по горизонтали</b></p>	<p>6. Чтобы установить точку, относительно которой будет растягиваться или сжиматься форма сигнала, щелкните маркер опорной точки и перетащите его вдоль горизонтальной оси до той точки осциллограммы, которая должна быть неподвижна на экране.</p> <p>Следует иметь в виду, что если задержка по горизонтали отключена, то опорная точка по горизонтали совпадает с положением по горизонтали.</p> <p>7. Определив место опорной точки, установите масштаб по горизонтали, чтобы растянуть или сжать осциллограмму.</p>	<p>Опорная точка по горизонтали</p> 
<p><b>Изучение функции увеличения</b></p>	<p>8. Ниже в разделе описывается процедура установки и изменения параметров увеличения.</p>	 <p>См. раздел <i>Использование функции увеличения</i> на стр. 3-114.</p>

## Настройка отображения сигнала

### Использование средств управления отображением

В этом разделе описывается процедура настройки для получения отображения осциллограммы в нужном виде.

**Параметры отображения.** В таблице 3-7 перечислены элементы управления отображением и способы доступа к ним.

Таблица 3-7: Настраиваемые элементы отображения

Атрибут отображения	Доступ	Параметры
Стиль масштабной сетки	<p>Меню Display (Экран), команда Graticule Style (Стиль сетки)</p> <p>или</p> <p>Окно управления Display Setup (Настройка экрана), вкладка Objects (Объекты), кнопка панели инструментов Disp (Экран)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Full (Полный экран) — отображение сетки, перекрестия и кадра на экране осциллографа. Используется для быстрой оценки параметров осциллограммы.</li> <li>■ Grid (Сетка) — отображение кадра и сетки на экране осциллографа. Используется для измерений в полноэкранном режиме с использованием курсоров и автоматического вывода значений, когда перекрестие не требуется.</li> <li>■ Cross Hair (Перекрестие) — отображение перекрестия и кадра на экране осциллографа. Используется для быстрой оценки параметров осциллограммы, при котором на экране остается больше места для автоматически выводимых значений и прочих данных.</li> <li>■ Frame (Кадр) — отображение только кадра на экране осциллографа. Используется вместе с автоматически выводимыми значениями и другими экранными сообщениями, когда прочие элементы отображения не требуются.</li> <li>■ IRE — используется для видеосигнала NTSC.</li> <li>■ mV (mV) — используется для видеосигналов форматов, отличных от NTSC.</li> </ul>
Послесвечение экрана	<p>Меню Display, команды подменю Display Persistence (Послесвечение)</p> <p>или</p> <p>Окно управления Display Setup, вкладка Appearance (Вид), кнопка панели инструментов Disp</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Бесконечное послесвечение означает, что точки записи постоянно накапливаются в осциллограмме до тех пор, пока не будет изменен какой-либо параметр отображения регистрации. Используется для отображения точек, оказывающихся вне общей огибающей при регистрации.</li> <li>■ Переменное послесвечение означает накопление точек записи в осциллограмме в течение указанного интервала времени. Каждая точка гаснет в соответствии с установленным значением времени независимо от остальных.</li> <li>■ При выключенном послесвечении отображаются только точки записи сигнала, относящиеся к текущей регистрации. Каждая новая запись сигнала замещает предыдущую запись.</li> </ul>

Таблица 3-7: Настраиваемые элементы отображения

Атрибут отображения	Доступ	Параметры
Стиль отображения	<p>Меню Display (Экран), команды подменю Display Style (Стиль отображения)</p> <p>или</p> <p>Окно управления Display Setup (Настройка экрана), вкладка Appearance (Вид), кнопка панели инструментов Disp (Экран)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vectors (Векторы) — отображение осциллограмм в виде линий, соединяющих точки записи.</li> <li>■ Dots (Точки) — отображение точек записи осциллограммы в виде экранных точек.</li> <li>■ Intensified Samples (Выборки повышенной яркости) — отображение выборки в виде точек повышенной яркости.</li> </ul>
Экранные сообщения	<p>Меню Display, команда Screen Text (Экранные сообщения)</p> <p>или</p> <p>Окно управления Display Setup, вкладка Screen Text, кнопка панели инструментов Disp</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ До восьми строк текста, содержащих примечания к экранным кадрам и распечаткам или сообщения для других пользователей осциллографа.</li> <li>■ Display (Отобразить) — включение и отключение отображения текста.</li> <li>■ Properties (Свойства) — доступ в окно управления Text Properties (Свойства текста), в котором определяется местоположение текста на экране.</li> <li>■ Clear (Очистить) — удаление всего текста в выбранной строке.</li> </ul>
Цветовая палитра (сетки и осциллограммы)	<p>Меню Display, команда Colors (Цвета)</p> <p>или</p> <p>Меню Display, подменю Display Palette (Палитра)</p> <p>или</p> <p>Окно управления Display Setup, вкладка Colors, кнопка панели инструментов Disp</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Normal (Обычная) — отображение с учетом оттенков и уровней освещенности для получения оптимального внешнего вида. Цвет осциллограммы каждого канала совпадает с цветом соответствующей ручки вертикальной настройки SCALE (Масштаб) на передней панели.</li> <li>■ В палитре Spectral Grading (Спектральная градация) участки осциллограммы с высокой плотностью выборки отображаются в голубых тонах, а участки с низкой плотностью выборки — в красных тонах.</li> <li>■ В палитре Temperature Grading (Температурная градация) участки осциллограммы с высокой плотностью выборки отображаются в теплых (красных) тонах, а участки с низкой плотностью выборки — в холодных (голубых) тонах.</li> <li>■ Monochrome Gray (Серая) — отображение осциллограмм с использованием только оттенков серого цвета. Участки осциллограммы с высокой плотностью выборки отображаются в более светлых тонах серого цвета, а участки с низкой плотностью выборки — в более темных тонах.</li> <li>■ Monochrome Green (Зеленая) — отображение осциллограмм с использованием только оттенков зеленого цвета. Участки осциллограммы с высокой плотностью выборки отображаются в более светлых тонах зеленого цвета, а участки с низкой плотностью выборки — в более темных тонах.</li> </ul>

Таблица 3-7: Настраиваемые элементы отображения

Атрибут отображения	Доступ	Параметры
Цвета для опорных осциллограмм	Меню Display (Экран), команда Colors (Цвета) или Окно управления Display Setup (Настройка экрана), вкладка Colors, кнопка панели инструментов Disp (Экран)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Default (Стандартные) — для опорных осциллограмм используется стандартный системный цвет (белый).</li> <li>■ Inherit (Наследуемые) — для опорной осциллограммы используется цвет исходной формы сигнала.</li> </ul>
Цвета для расчетных осциллограмм	Меню Display, команда Colors или Окно управления Display Setup, вкладка Colors, кнопка панели инструментов Disp	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Default (Стандартные) — для расчетных осциллограмм используется стандартный системный цвет (красный).</li> <li>■ Inherit (Наследуемые) — для расчетной осциллограммы используется тот же цвет, что и для осциллограммы, на основе которой строится математическая функция.</li> </ul>
Интерполяция сигналов	Меню Display, подменю Waveform Interpolation (Интерполяция сигналов) или Окно управления Display Setup, вкладка Appearance (Вид), кнопка панели инструментов Disp	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Интерполяция функцией <math>\text{Sin}(x)/x</math></li> <li>■ Линейная интерполяция</li> </ul> <p>Подробнее см. на стр. 3-112.</p>
Яркость осциллограммы	Меню Display, команда Appearance или Окно управления Display Setup, вкладка Appearance, кнопка панели инструментов Disp	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Когда режим AutoBright (Автояркость) отключен, на экране имитируется внешний вид сигналов аналогового осциллографа. Чем чаще запускается осциллограмма, тем ярче она выглядит. Ручная регулировка яркости отображения при отключенном режиме автояркости осуществляется на передней панели с помощью ручки INTENSITY (Яркость) или многофункциональных ручек.</li> <li>■ Когда кнопка AutoBright находится во включенном положении, яркость сигнала автоматически изменяется для удобства просмотра осциллограммы.</li> </ul>
Формат отображения	Меню Display, команда Appearance или Меню Display, подменю Display Format (Формат отображения) или Окно управления Display Setup, вкладка Appearance, кнопка панели инструментов Disp	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ YT</li> <li>■ XY</li> <li>■ XYZ</li> </ul> <p>Дополнительные сведения см. в разделе <i>Настройка формата отображения</i> на стр. 3-45.</p>

Таблица 3-7: Настраиваемые элементы отображения

Атрибут отображения	Доступ	Параметры
Индикатор уровня синхронизации	Меню Display (Экран), команда Objects (Объекты) или Окно управления Display Setup (Настройка экрана), вкладка Objects, кнопка панели инструментов Disp (Экран)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Short (Короткий) — индикатор в виде короткой стрелки сбоку от масштабной сетки активного сигнала.</li> <li>■ Long (Длинный) — индикатор в виде горизонтальной линии на активной осциллограмме.</li> </ul>
Выключение подсветки ЖКИ	Меню Display, команда Objects или Меню Display, команда LCD Save Enabled (Сохранение ЖКИ) или Окно управления Display Setup, вкладка Objects, кнопка панели инструментов Disp	<p>Элемент управления LCD Backlight (Подсветка ЖКИ) выключает подсветку ЖКИ, если в течение интервала времени, заданного в поле Delay (Задержка), не будет выполнено ни одной экранной операции.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Если параметр LCD Backlight Timeout (Выключение подсветки ЖКИ) включен и интервал времени, указанный в поле Delay (Задержка), истек, то экранное отображение затемняется.</li> <li>■ Если параметр LCD Backlight Timeout выключен, отображение остается на экране.</li> </ul>
Дата и время	Меню Display, команда Objects или Меню Display, команда Display Date & Time (Дата и время) или Окно управления Display Setup, вкладка Objects, кнопка панели инструментов Disp	<p>Включение и отключение отображения даты и времени на масштабной сетке. Для установки даты и времени используйте команду Set Time &amp; Date (Установка даты и времени) в меню Utilities (Сервис).</p>

**Интерполяция.** Если плотность выборки становится меньше чем 1 выборка на столбец отображения, осциллограф для отображения осциллограммы должен рассчитать промежуточные точки. Этот процесс называется интерполяцией. Имеется два вида интерполяции.

- *Интерполяция функцией  $\sin(x)/x$ :* дополнительные точки записи рассчитываются с помощью графика функции, проходящего между реально зарегистрированными точками. Предполагается, что все интерполируемые точки лежат на этой кривой. Это особенно удобно при регистрации гладких сигналов, например синусоидальных. Интерполяция по формуле  $\sin(x)/x$  также допустима и в общем случае, хотя при этом возможны положительные или отрицательные выбросы для быстро нарастающих сигналов.

- *Линейная интерполяция:* дополнительные точки записи располагаются на прямой линии, проходящей между реально зарегистрированными точками. Считается, что все интерполируемые точки лежат на этой прямой для соответствующих моментов времени. Линейная интерполяция хорошо подходит для сигналов с крутыми фронтами, таких как последовательность импульсов.

Например, если длина записи составляет 500 точек, то двукратное увеличение масштаба потребует интерполяции. Если запись содержит 100 тыс. точек, то увеличение по горизонтали в 200 раз даст плотность, равную 1 выборке на столбец ( $100\,000/500 = 200$ ). Следовательно, при дальнейшем увеличении масштаба на экране появятся интерполяционные выборки.

## Использование функции увеличения

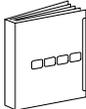
Функция увеличения позволяет укрупнять отображаемую осциллограмму в вертикальном, горизонтальном или одновременно в обоих направлениях, что дает возможность детализировать отображение, не изменяя параметры регистрации (частоту выборки, длину записи и т. д.). Например, чтобы временно увеличить передний фронт импульса для анализа возможных искажений, нажмите на передней панели кнопку ZOOM (Лупа), чтобы растянуть осциллограмму по горизонтали и по вертикали.

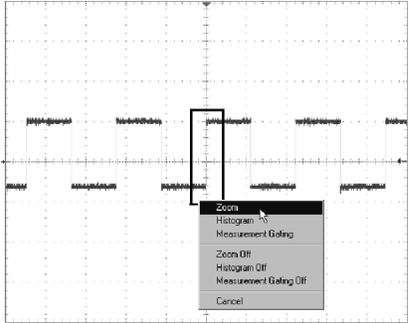
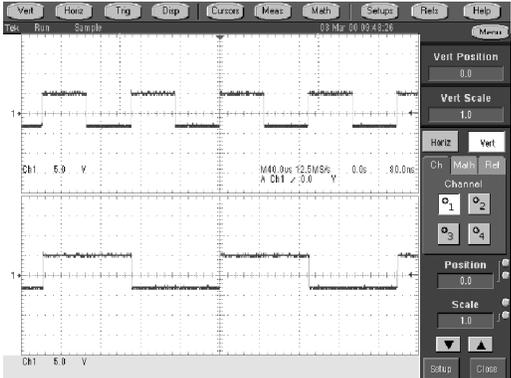
### Использование функции увеличения для осциллограмм

Чтобы эффективно пользоваться функцией увеличения, важно понять ее влияние на осциллограмму.

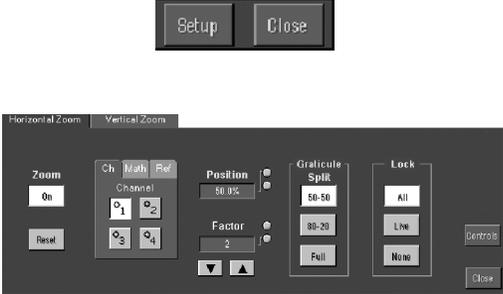
- При вертикальном укрупнении осциллограф за один раз растягивает или сжимает одну осциллограмму. Кроме того, он устанавливает положение по вертикали только для одной осциллограммы.
- При горизонтальном укрупнении увеличивается либо выбранная форма сигнала, либо все обновляемые формы сигналов, либо все обновляемые и эталонные формы сигналов — в зависимости от значения параметра Zoom Lock (Блокировка лупы).
- Независимо от направления укрупнения — по горизонтали или по вертикали — форма сигнала растягивается или сжимается в соответствии со значением параметра Zoom Scale (Масштаб лупы).

Для увеличения отображения осциллограммы используйте описанную ниже процедуру. Дополнительные сведения см. в интерактивной справке.

Процедура	Укрупнение отображения осциллограммы	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установите и включите осциллограф, подайте сигнал на входной канал, установите параметры вертикальной и горизонтальной настройки и запуска.</li> <li>2. Добейтесь стабильности отображения измеряемого сигнала.</li> </ol>	 <p>Подробнее о настройке регистрации см. на стр. 3-28, о настройке запуска — на стр. 3-47.</p>

Процедура	Укрупнение отображения осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор увеличения</b></p>	<p>3. Щелкните левой кнопкой мыши и перетащите указатель по фрагменту осциллограммы, который требуется рассмотреть более детально.</p> <p>4. Отпустите кнопку мыши и выберите во всплывающем меню команду Zoom (Лупа), увеличивающую отображение выделенного фрагмента осциллограммы.</p> <p>На экране осциллографа появится увеличенный фрагмент осциллограммы, отображаемый в нижней масштабной сетке. Кроме того, с помощью кнопки ZOOM (Лупа), расположенной на передней панели, можно разделить экран, добавив масштабную сетку увеличения.</p> <p>Каждая масштабная сетка использует половину доступной области экрана. Эту пропорцию можно изменить с помощью параметра Graticule Split (Разделение сетки) в окне управления Zoom Setup (Настройка увеличения).</p>	  

Процедура	Укрупнение отображения осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Фокусировка увеличения определенных осциллограмм</b></p>	<p>5. Нажмите на передней панели кнопку лупы HORIZ (гориз.) или VERT (Верт.), чтобы выбрать ось фокусировки для масштабной сетки увеличения. Откроется окно управления Zoom (Лупа), если его еще нет на экране.</p> <p>6. Чтобы выбрать осциллограмму, масштаб или положение которой требуется изменить, выберите вкладку каналной, расчетной или опорной осциллограммы, а затем выберите номер соответствующей осциллограммы, подлежащей изменению.</p> <p>7. Используя многофункциональные ручки, отрегулируйте масштаб и положение увеличенного отображения формы сигнала. Следует иметь в виду, что при масштабировании или перемещении укрупненного отображения осциллограммы область увеличения соответственно масштабируется или перемещается относительно исходного отображения осциллограммы.</p> <p>Если изменить масштаб или положение неувеличенной осциллограммы относительно области увеличения, осциллограф соответствующим образом скорректирует и укрупненное отображение.</p>	 

Процедура	Укрупнение отображения осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Настройка параметров увеличения</b></p>	<p>8. Нажмите кнопку Setup (Настройка) в окне управления Zoom (Лупа). Откроется окно управления Zoom Setup (Настройка лупы).</p> <p>9. Нажмите кнопку Graticule Split (Разделение сетки) для изменения размера окна регистрации (отображаемого без увеличения) и окна лупы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ При нажатии кнопки 50-50 половина области экрана отводится для масштабной сетки увеличения и половина — для окна регистрации.</li> <li>■ Если нажать кнопку 80-20, то 80% области экрана будет использоваться для отображения сетки увеличения и 20% — для окна регистрации.</li> <li>■ Чтобы занять весь экран масштабной сеткой увеличения, нажмите Full (Полный экран).</li> </ul> <p>10. Выберите значение параметра Zoom Lock (Блокировка лупы).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ All (Все) — все осциллограммы изменяются одновременно.</li> <li>■ Live (Обновляемые) — в масштабной сетке одновременно изменяются и сдвигаются по горизонтали все каналные и обновляемые расчетные осциллограммы.</li> <li>■ None (Нет) — в сетке увеличения изменяется только выбранная осциллограмма.</li> </ul>	
<p><b>Проверка масштаба и положения увеличенного отображения осциллограммы</b></p>	<p>11. Чтобы быстро определить коэффициент увеличения отображения осциллограммы и положение увеличенного отображения, обратитесь к полям значений на соответствующей вкладке — Horizontal (По горизонтали) или Vertical (По вертикали) — окна управления Zoom Setup.</p>	
<p><b>Сброс увеличения</b></p>	<p>12. Чтобы восстановить стандартные параметры увеличения, нажмите кнопку Reset (Сброс) на соответствующей вкладке — Horizontal (По горизонтали) или Vertical (По вертикали) — окна управления Zoom Setup.</p>	

Процедура	Укрупнение отображения осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p><b>13.</b> Дополнительные сведения по использованию функции увеличения содержатся в интерактивной справке.</p>	<div data-bbox="1149 363 1239 478" data-label="Image"> </div> <p>Общий обзор интерактивной справочной системы см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

# Измерение сигналов

При анализе сигналов с помощью осциллографа можно использовать курсоры и автоматические измерения. Эти средства описываются далее.

- В разделе *Выполнение автоматических измерений* описывается настройка осциллографа для автоматического измерения и отображения различных параметров сигналов.
- В разделе *Выполнение курсорных измерений* рассказывается, как использовать курсоры для измерения амплитуды и временных характеристик сигналов.

---

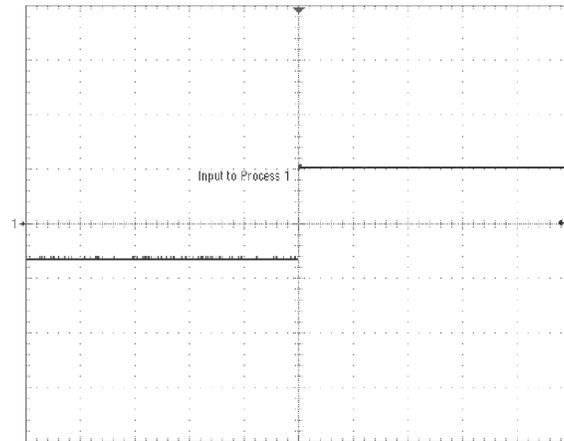
**ПРИМЕЧАНИЕ.** В *Приложении E: Повышение точности измерений* описывается, как можно оптимизировать точность измерений с помощью процедур компенсации самого осциллографа и компенсации фазовых сдвигов каналов.

---

## Выполнение автоматических измерений

В этом разделе объясняется, как настроить осциллограф для автоматического выполнения и отображения измерений параметров канальных, опорных и математических сигналов. Далее следует краткое описание возможностей автоматического измерения.

**Экранные примечания к осциллограммам.** С помощью функции текстовых сообщений можно помечать характеристические уровни, используемые при получении результатов тех или иных измерений. На рисунке 3-30 показан пример изображения осциллограммы с подобным примечанием. Подробнее об этом см. в разделе *Настройка отображения сигнала* на стр. 3-109.



**Рис. 3-30: Изображение с примечаниями**

**Настраиваемые измерения.** Выберите метод измерения, наиболее подходящий для оценки параметров сигнала. См. разделы *Метод определения диапазона* на стр. 3-121 и *Метод опорных уровней* на стр. 3-122.

**Статистика результатов измерений.** Чтобы проследить статистические изменения автоматических измерений, можно использовать различные представления результатов измерений — «Минимум», «Максимум», «Среднее» и «Стандартное отклонение». Подробнее об этом см. в разделе *Отображение статистики измерений* на стр. 3-124.

**Параметры измерений.** Имеется широкий выбор параметров для измерения; полный список см. в *Приложении В: Поддерживаемые автоматические измерения*.

**Частичные измерения сигнала.** По умолчанию осциллограф выполняет автоматические измерения для всей записи сигнала, однако с помощью выделения зон интереса и функции увеличения можно ограничить любое измерение рамками какого-либо фрагмента сигнала (см. раздел *Измерение фрагмента сигнала* на стр. 3-126).

### **Использование автоматических измерений**

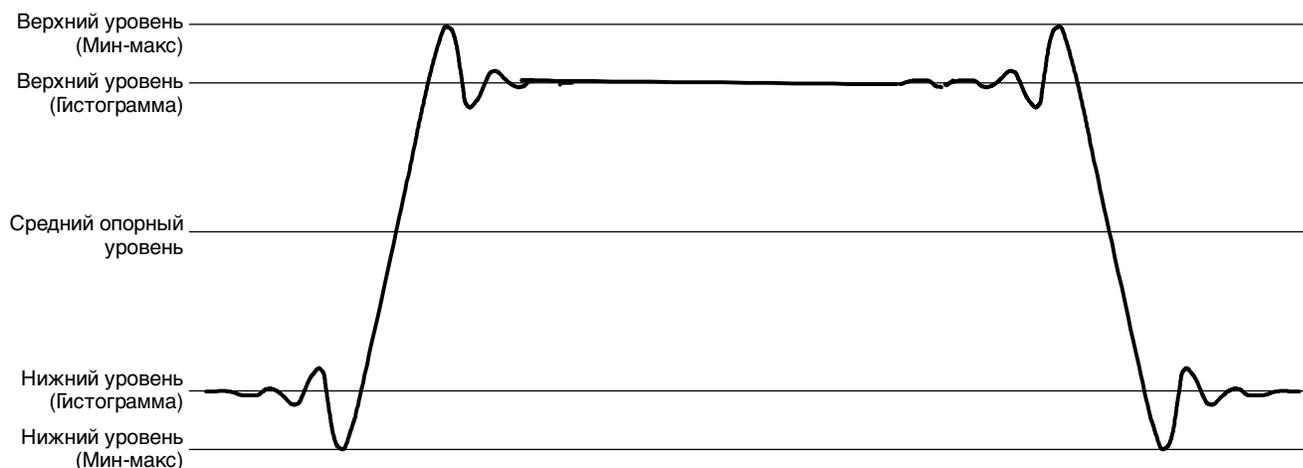
В последующих подразделах кратко описываются возможности автоматических измерений при выполнении задач по анализу данных. В качестве источников автоматических измерений могут служить любые каналные, опорные и математические сигналы. Для измерения некоторых параметров, таких как задержка и фаза, требуются два источника.

**Категории измерений.** Предусмотрены следующие категории автоматических измерений: «Амплитуда», «Время», «Разное» и «Гистограмма» (дополнительная возможность). В *Приложении В: Поддерживаемые автоматические измерения* приводится список измерений по всем категориям.

**Число измерений.** Осциллограф позволяет выполнять и обновлять одновременно до восьми измерений. Эти измерения могут относиться к любым сочетаниям источников. Например, можно провести все восемь измерений на канале 1 или измерить определенную комбинацию канальных сигналов, математических сигналов, опорных сигналов и/или гистограмм (последние — как дополнительная возможность).

**Метод определения диапазона.** От того, какие уровни система автоматических измерений выбирает в качестве верхней и нижней границ диапазона для сигнала, зависит точность измерения амплитуды и искажений. Осциллограф поддерживает следующие режимы для определения этих уровней.

- *Гистограмма* позволяет установить эти значения статистическим путем. В этом случае выбирается наиболее часто встречающееся значение выше или ниже средней точки (в зависимости от того, какой опорный уровень определяется: верхний или нижний). При таком статистическом подходе игнорируются кратковременные искажения (выбросы, переходные колебательные процессы и т. п.), поэтому гистограмма наиболее удобна для анализа импульсов. См. рисунок 3-31.



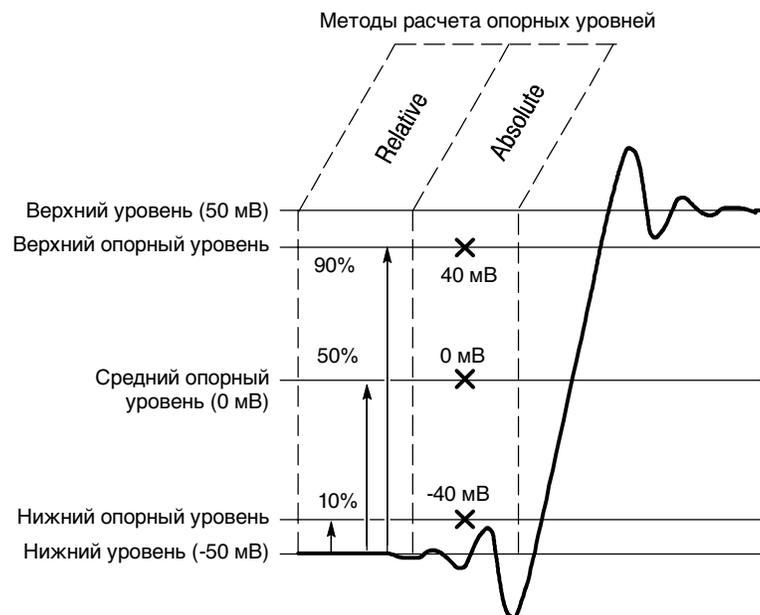
**Рис. 3-31: Методы отслеживания границ диапазона**

- *Мин-макс* — используются самое высокое и самое низкое значения в записи сигнала. Этот способ является наилучшим для измерения параметров сигналов, не имеющих больших плоских участков на уровне наиболее часто встречающегося значения, таких как синусоида и сигнал треугольной формы (к этому типу относятся практически все сигналы, за исключением импульсов). См. рисунок 3-31.

**Метод опорных уровней.** Второй набор уровней влияет на точность измерений, связанных со временем. Например, система измерений вычисляет время нарастания фронта сигнала с переходом от нижнего опорного уровня к верхнему.

Оциллограф поддерживает следующие методы расчета (см. рис. 3-32).

1. *Относительный опорный уровень* рассчитывается в процентном отношении к диапазону верхнего/нижнего уровней.
2. *Абсолютный опорный уровень* устанавливается по абсолютным значениям, выраженным в единицах пользователя.

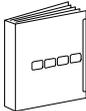
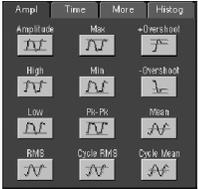
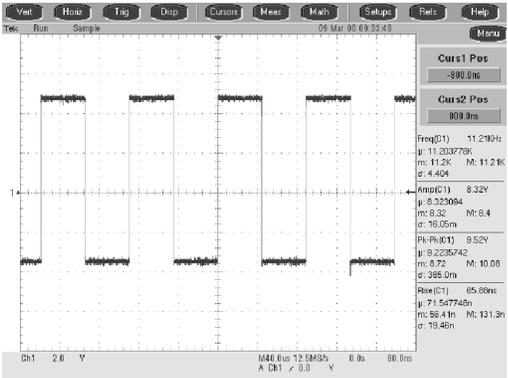


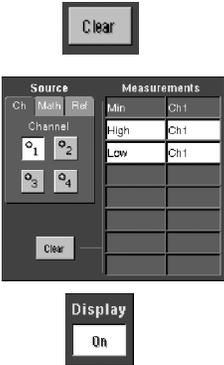
**Рис. 3-32: Методы расчета опорных уровней**

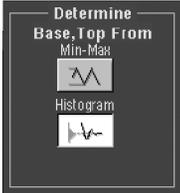
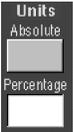
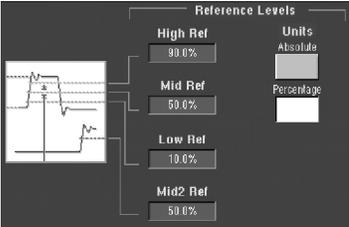
Верхний и нижний уровни, по которым рассчитываются опорные уровни, — это уровни, устанавливаемые с помощью выбранного метода определения диапазона, который описан на стр. 3-121.

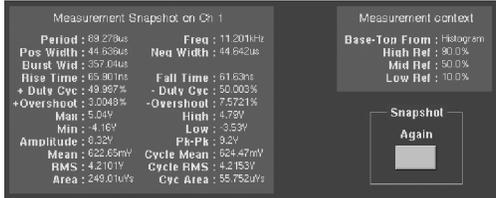
### Выполнение автоматических измерений

Описанная далее процедура позволяет быстро провести измерение с использованием стандартных значений верхнего и нижнего опорных уровней.

Процедура	Выполнение автоматических измерений	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>Установите и включите осциллограф, подайте сигнал на входной канал, установите параметры вертикальной и горизонтальной настройки и запуска.</li> <li>Добейтесь стабильности изображения измеряемого сигнала.</li> </ol>	 <p>Подробнее о настройке регистрации см. на стр. 3-28, о настройке запуска — на стр. 3-47.</p>
Выбор исходного сигнала	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите на панели инструментов кнопку Meas (Изм); откроется окно управления Measurement Setup (Настройка измерений).</li> <li>Источником может служить каналный, опорный или математический сигнал. Нажмите кнопку соответствующего сигнала на вкладке Ch (К), Math (Мат) или Ref (Оп) в группе Source (Источник).</li> </ol>	 
Выполнение автоматических измерений	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите в окне управления Measurement Setup вкладку с измерениями, которые предполагается выполнить: Ampl (Ампл), Time (Время), More (Разное) или Histog (Гист).</li> <li>Нажмите кнопку требуемого измерения. Список доступных измерений см. в <i>Приложении В: Поддерживаемые автоматические измерения</i>.</li> </ol> <p>На экране автоматически появится значение измерения, а само измерение добавится в список Measurements (Измерения) в окне управления.</p> <p>Измерения отображаются в правой части окна управления, как показано на рисунке. Если окно занято или правая область переполнена записями измерений, они будут отображаться в области нижней масштабной сетки.</p> <p>В режиме прокрутки измерения недоступны до тех пор, пока не будет остановлена регистрация.</p>	 

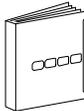
Процедура	Выполнение автоматических измерений	Элементы управления и ссылки
<p><b>Удаление измерений</b></p>	<p>7. Для удаления измерения нажмите кнопку Clear (Очистить). При этом удаляется последнее измерение в списке. Чтобы удалить конкретное измерение, щелкните его имя в списке Measurements (Измерения) и нажмите кнопку Clear. Чтобы удалить сразу несколько измерений, выделите их, перетащив указатель мыши.</p> <p>8. Для включения или отключения отображения измерений в масштабной сетке нажмите кнопку Display (Отобразить).</p>	 <p>The image shows a 'Clear' button at the top. Below it is a 'Measurements' table with columns 'Source' and 'Measurements'. The 'Source' column has sub-columns 'Ch', 'Math', and 'Ref'. The 'Measurements' column has sub-columns 'Min' and 'Ch1'. The table contains two rows: 'High' and 'Low', both under 'Ch1'. Below the table is another 'Clear' button. At the bottom is a 'Display' button with a 'On' indicator.</p>
<p><b>Отображение статистики измерений</b></p>	<p>9. Откройте любую вкладку окна управления Measurement Setup (Настройка измерений) и нажмите кнопку Setup Statistics (Настройка статистики). Откроется окно управления Measurement Statistics (Статистика измерений).</p> <p>10. В окне управления Measurement Statistics нажмите кнопку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Off (Выкл) — для отключения статистики измерений;</li> <li>■ Mean (Среднее) — для отображения среднего значения измерений;</li> <li>■ All (Все) — для отображения всех параметров измерений: среднего значения, минимума, максимума и стандартного отклонения.</li> </ul> <p>11. Чтобы определить число измерений, включаемых в статистику, нажмите кнопку Weight n= (Вес) и установите весовое значение, используя многофункциональные ручки или всплывающую клавиатуру.</p>	 <p>The image shows three screenshots. The top one is a 'Setup' menu with 'Ref', 'Logic', 'Setting', 'Statistics', and 'Display' options. The middle one is a 'Measurement Format' dialog with 'Off', 'Mean', and 'All' buttons. The bottom one is a 'Weight n=' dialog with a numeric input field showing '32' and a 'Done' button.</p>

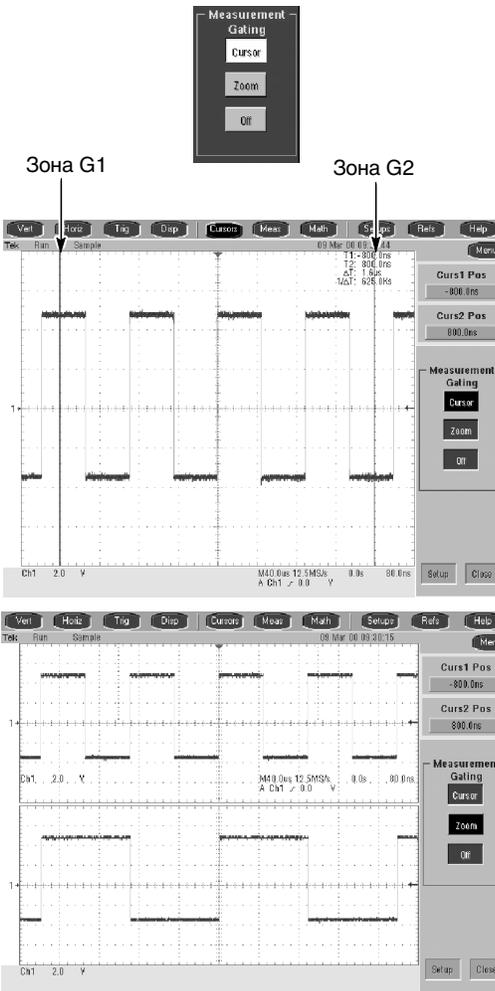
Процедура	Выполнение автоматических измерений	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка опорных уровней измерений</b></p>	<p><b>12.</b> Нажмите на панели инструментов кнопку Meas (Изм); откроется окно управления Measurement Setup (Настройка измерений).</p> <p><b>13.</b> Откройте любую вкладку окна управления Measurement Setup и нажмите кнопку Setup Ref Levs (Настройка опорных уровней); откроется окно управления Reference Levels setup (Настройка опорных уровней).</p> <p><b>14.</b> Чтобы задать способ определения базового и верхнего уровней сигнала, нажмите кнопку в группе Determine Base, Top From (Расчет базового и верхнего уровней):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Min-Max (Мин-макс) — для использования самого высокого и самого низкого значений в записи сигнала. См. рисунок 3-31.</li> <li>■ Histogram (Гистограмма) — для выбора наиболее часто используемых значений выше или ниже средней точки. См. рисунок 3-31.</li> </ul> <p><b>15.</b> Чтобы выбрать единицы для опорных уровней, нажмите кнопку в группе Units (Единицы):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Absolute (Абсолютные) — для установки абсолютных значений единиц пользователя;</li> <li>■ Percentage (Проценты) — для установки единиц в виде процентов от диапазона верхнего/нижнего уровней.</li> </ul> <p><b>16.</b> Используя многофункциональную ручку или всплывающую клавиатуру и перечисленные ниже элементы управления, установите опорные уровни:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ High Ref (Верхний опорный) — определение верхнего опорного уровня. Значение по умолчанию — 90%.</li> <li>■ Mid Ref (Средний опорный) — определение среднего опорного уровня. Значение по умолчанию — 50%.</li> <li>■ Low Ref (Нижний опорный) — определение нижнего опорного уровня. Значение по умолчанию — 10%.</li> <li>■ Mid2 Ref (Средний опорный 2) — определение среднего опорного уровня для второго сигнала, задаваемого при измерении задержки или фазы; значение по умолчанию 50%.</li> </ul>	   

Процедура	Выполнение автоматических измерений	Элементы управления и ссылки
Снимок измерений	<p>17. Выберите в меню Measure (Измерения) команду Snapshot (Снимок), или откройте окно управления Measurement Setup (Настройка измерения) и нажмите кнопку Snapshot на любой вкладке. Откроется окно, в котором показаны все измерения сигнала.</p> <p>Снимок измерений выполняется для выбранного сигнала. В окне Snapshot указан канал, на котором производятся измерения, и используемые опорные уровни.</p> <p>18. Измерения снимка не обновляются в постоянном режиме. Для обновления снимка измерений нажмите в группе Snapshot кнопку Again (Повтор).</p> <p>В снимок не включаются измерения фазы, задержки и гистограммы.</p>	  
Дополнительная помощь	<p>19. Дополнительные сведения об использовании измерений содержатся в интерактивной справке.</p> <p>20. В Приложении В: Поддерживаемые автоматические измерения приводится список измерений вместе с определениями.</p>	 <p>О том, как пользоваться интерактивной справкой, см. на стр. 3-221.</p>

### Измерение фрагмента сигнала

Используйте данную процедуру для выполнения измерения на отдельном участке сигнала.

Процедура	Измерение в зоне интереса	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<p>1. Используйте те же начальные условия, что и в предыдущей процедуре.</p>	 <p>См. раздел <i>Выполнение автоматических измерений</i> на стр. 3-123</p>
Доступ к зонам интереса	<p>2. Нажмите на панели инструментов кнопку Meas (Изм); откроется окно управления Measurement Setup (Настройка измерения).</p> <p>3. Нажмите кнопку Setup Gating (Настройка зон интереса) на любой вкладке. Откроется окно управления Gating (Зоны интереса).</p>	 

Процедура	Измерение в зоне интереса	Элементы управления и ссылки
<p><b>Включение и размещение зон интереса</b></p>	<p>4. Чтобы выбрать способ определения зоны интереса, нажмите соответствующую кнопку в группе Measurement Gating (Зоны измерения):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Cursor (Курсор)</b> — для установки области между курсорами в качестве зоны интереса. Отрегулируйте расположение курсоров на экране с помощью многофункциональных ручек.</li> <li>■ <b>Zoom (Лупа)</b> — для выбора фрагмента сигнала, отображенного в окне масштабной сетки, в качестве зоны интереса.</li> <li>■ <b>Off (Выкл)</b> — для отключения измерений в зонах интереса. Можно также отключить зоны интереса во всплывающем окне Zoom.</li> </ul>	 <p>The image shows the oscilloscope's Measurement Gating menu and two zoomed-in views of a signal. The top view shows the full signal with two vertical cursors labeled 'Зона G1' and 'Зона G2' defining a region of interest. The bottom view shows the zoomed-in signal within that region. The Measurement Gating menu is shown in a separate window, highlighting the 'Cursor', 'Zoom', and 'Off' options.</p>

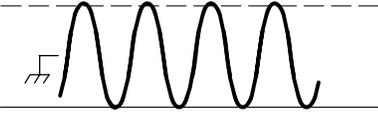
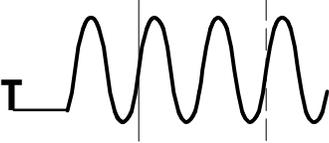
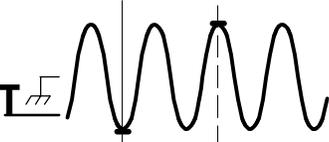
## Выполнение курсорных измерений

### Типы курсоров

Поскольку курсорные измерения позволяют немедленно получать необходимые значения амплитуды или времени, они обычно выполняются быстрее и оказываются более точными, чем измерения по масштабной сетке. Кроме того, курсоры можно располагать в любых точках формы сигнала, поэтому с их помощью легче локализовать измерения в рамках отдельного участка или параметра сигнала, чем в случае автоматических измерений.

Типы курсоров описаны в таблице 3-8.

Таблица 3-8: Типы курсоров

Функция курсора	Измерения	Экранные значения
 <p>Горизонтальные курсоры</p>	<p>Горизонтальные курсоры измеряют вертикальные параметры (амплитуду) в вольтах или ваттах. Значения курсоров определяются следующим образом:</p> <p><math>V1</math> = уровень положения курсора 1 относительно нулевого уровня его источника;</p> <p><math>V2</math> = уровень положения курсора 2 относительно нулевого уровня его источника;</p> <p><math>\Delta V</math> = уровень положения курсора 2 - уровень положения курсора 1.</p> <p>Уровень курсора — это его смещение от нулевого уровня источника, умноженное на значение сигнала источника в В/дел. У двух курсоров могут быть разные источники и, следовательно, разные значения параметра В/дел.</p>	
 <p>Вертикальные курсоры</p>	<p>Вертикальные курсоры измеряют горизонтальные параметры. Обычно горизонтальные параметры связаны со временем или частотой, но это зависит от выбранных единиц. Выводимые на экран значения курсоров определяются следующим образом:</p> <p><math>T1</math> = время курсора 1 относительно точки запуска;</p> <p><math>T2</math> = время курсора 2 относительно точки запуска;</p> <p><math>\Delta T</math> = время курсора 2 - время курсора 1.</p> <p>Время курсора — это его смещение в делениях от точки запуска источника, умноженное на значение сигнала-источника в сек/дел.</p>	
 <p>Парные (и разделенные) курсоры</p>	<p>Парные курсоры измеряют вертикальные параметры (обычно имеется в виду напряжение) одновременно с горизонтальными (время или частота). Каждый курсор по сути выступает в роли и вертикального, и горизонтального курсора. Такие парные курсоры нельзя удалить из осциллограммы.</p> <p>Разделенные курсоры — это разновидность парных курсоров, при которой допускается установка курсоров на разных осциллограммах. У источников могут быть разные значения, выражаемые в вольт/дел.</p>	

С помощью курсоров можно измерять каналные, опорные и математические сигналы. Для каждого курсора необходимо явным образом установить его источник в окне управления Cursor Setup (Настройка курсоров).

Курсоры недоступны при использовании гистограмм, а также в режимах отображения XY и XYZ.

## Использование курсоров

Курсорами пользоваться достаточно просто: переместите их на экране в нужное место — и в полях значений курсоров появятся результаты. Чтобы работа с курсорами была эффективной, примите во внимание следующие замечания.

**Типы курсоров.** Типы курсоров описаны в табл. 3-8 на стр. 3-128. Для всех типов на экране отображается два курсора, Курсор 1 и Курсор 2. Их можно перемещать либо с помощью многофункциональных ручек или элементов управления в окне Cursor Setup, либо перетаскивая их с помощью мыши.

**Область действия курсоров ограничена экраном.** Курсор нельзя переместить за пределы экрана. Кроме того, если изменить размеры осциллограмм, курсоры перестанут отслеживать сигнал. Это означает, что курсор остается на прежнем месте экрана, несмотря на изменения масштаба и положения по горизонтали и по вертикали и изменение вертикального смещения (парные и разделенные курсоры будут отслеживать сигнал в вертикальном направлении).

**Курсоры игнорируют выделение сигнала.** Каждый курсор измеряет собственный источник, определенный в окне управления Cursor Setup. Если выделить на экране какую-либо осциллограмму для масштабирования (например, нажав на передней панели кнопку CH 3 (K 3)), это не повлияет на источники, измеряемые курсорами.

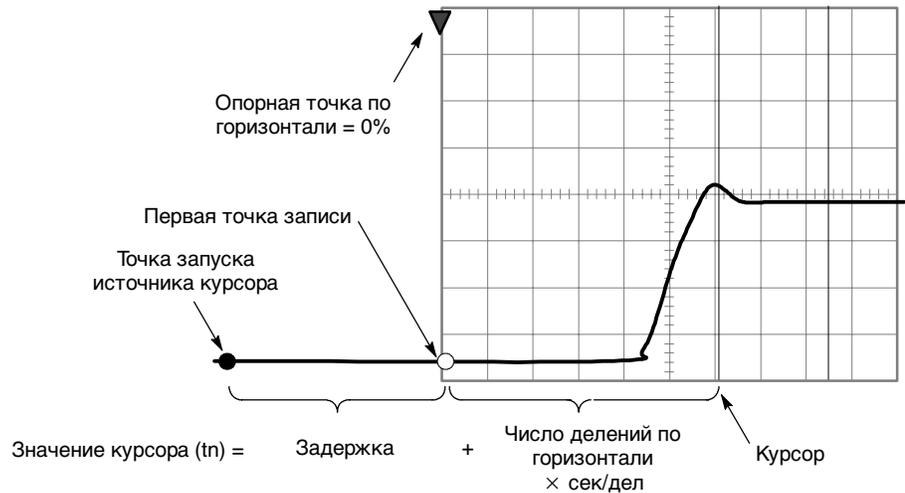
Выбрав источник в окне управления Cursor Setup, можно управлять курсором с помощью ручек и кнопок передней панели.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если какое-либо значение курсора кажется неправильным, проверьте источник каждого курсора в диалоговом окне Cursor Setup. Каждое значение курсора опирается на значения амплитуды и масштаба времени его источника.

---

**Вертикальные курсоры выполняют измерения от точки запуска.** Учтите, что каждый вертикальный курсор измеряет время от точки запуска до точки своего положения. Эта связь отражена на рисунке 3-33 на стр. 3-130.



**Рис. 3-33: Компоненты, определяющие значения временного курсора**

Следует иметь в виду, что значение вертикального курсора непосредственно зависит от времени задержки, которое, в свою очередь, напрямую зависит от настройки положения по горизонтали для масштаба времени. Чтобы посмотреть величину интервала времени до первой точки, установите задержку по горизонтали равной 0.0 и опорную точку по горизонтали — 0%. В поле значения положения по горизонтали появится время, прошедшее после первой точки запуска, и после прибавления к нему значения курсора получится положение курсора на экране относительно первой точки. (Значение горизонтального параметра можно посмотреть как в окне управления, так и в соответствующем поле в нижней части экрана.) Имеет место следующая зависимость:

*Время от первой точки = положение по горизонтали (если задержка по горизонтали и положение опорной точки равны нулю)*

*Значение T1 = время до первой точки + время до курсора*

**Единицы курсоров зависят от источников.** Курсор, измеряющий амплитуду или время, будет выдавать результаты в единицах своего источника, как показано в таблице 3-9. Следует учесть, что в случае комбинации источников дельта-значения выражаются в единицах источника курсора 1.

Таблица 3-9: Единицы курсоров

Курсоры	Стандартные единицы <sup>1</sup>	Имена значений
Горизонтальные	вольты, ватты	V1, V2, ΔV
Вертикальные	секунды, биты	T1, T2, ΔT, F, ΔF
Парные, разделенные	вольты, ватты, секунды, биты	V1, V2, ΔV, T1, T2, ΔT

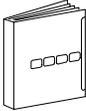
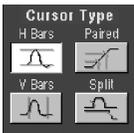
<sup>1</sup> Если единицы для V1 и для V2 не совпадают, значения ΔV по умолчанию используют единицы V1.

**Изменение положения курсора.** Положение курсора можно изменять либо с помощью соответствующих элементов управления в окне Cursor Setup (Настройка курсоров), либо перетаскивая курсор на нужное место с помощью сенсорного экрана или мыши, либо используя многофункциональные ручки передней панели.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если необходимо внести небольшие изменения с помощью многофункциональных ручек, то прежде чем ими пользоваться, нажмите кнопку FINE (Точная настройка). Когда она загорится, то с помощью соответствующей ручки можно производить точную настройку параметров.

## Настройка источников курсоров

Данная процедура позволяет связывать курсоры с источниками.

Процедура	Настройка источников курсоров	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Выведите на экран сигналы, параметры которых предполагается измерять.	 <p>О том, как отображать сигналы, см. на стр. 3-102.</p>
Доступ к настройке курсора	2. Нажмите кнопку CURSORS (Курсоры) на передней панели или кнопку Cursors на панели инструментов; откроется окно управления Cursor Type Setup (Настройка типа курсора).	
Выбор типа курсора	3. Нажмите кнопку Cursor Type (Тип курсора). Описание типов курсоров см. в табл. 3-8 на стр. 3-128.	
Выбор источника курсора	4. Откройте вкладку Cursor Source (Источник курсора) и выберите каналный, математический или опорный сигнал, для которого требуется провести курсорные измерения.  Если используются разделенные курсоры, нажмите кнопку Cursor 1 (Курсор 1) и выберите первый источник, после чего щелкните Cursor 2 (Курсор 2) и выберите второй источник.  Если какой-либо сигнал недоступен, соответствующая ему кнопка источника отображается с затенением.	

Процедура	Настройка источников курсоров	Элементы управления и ссылки
<b>Изменение положения курсора</b>	<p>5. Для изменения положения курсора можно использовать многофункциональные ручки, вводить числовые значения в полях Curs<math>n</math> Pos (Положение курсора <math>n</math>) или перетаскивать курсор мышью на новое место.</p>	
<b>Установка режима отслеживания для курсора</b>	<p>6. Чтобы изменить режим отслеживания для курсора, нажмите кнопку Setup (Настройка) в окне управления Cursor Type Setup (Настройка типа курсора). Откроется окно управления Cursor Setup (Настройка курсора). (В этом окне в числе прочего можно производить те же изменения, что и в окне управления Cursor Type Setup.)</p> <p>7. Выберите для курсора режим отслеживания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Indep (Независимо) — каждый курсор позиционируется независимо от положения другого курсора;</li> <li>■ Tracking (Отслеживание) — оба курсора перемещаются синхронно, сохраняя фиксированную дистанцию друг относительно друга по горизонтали или по вертикали.</li> </ul> <p>8. Для включения или отключения отображения курсоров нажмите кнопку Cursor (Курсор).</p>	  
<b>Дополнительная помощь</b>	<p>9. Дополнительные сведения об использовании курсоров содержатся в интерактивной справке.</p>	 <p>О том, как пользоваться интерактивной справкой, см. на стр. 3-221.</p>

## Использование гистограмм (дополнительная возможность)

На экран осциллографа можно выводить гистограммы, построенные на основе данных выбранного сигнала. Можно отображать как вертикальные гистограммы (для напряжения), так и горизонтальные (временные), но только по одной гистограмме за один раз. Измерения с помощью гистограмм позволяют получить статистические данные для фрагмента сигнала по одной из осей.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Гистограммы доступны только на осциллографе, приобретенном вместе с модулем для расширенного анализа. Для обновления осциллографа необходимо дополнительно приобрести TDS5UP Option 2A.

---

Источником для гистограммы может служить любой канальный, математический или опорный сигнал.

При включении гистограмм начинается подсчет значений и накопление данных. Пример изображения гистограммы показан на рисунке 3-34. Данные гистограмм накапливаются непрерывно до тех пор, пока гистограммы не будут отключены явным образом. Таким образом, данные для гистограмм можно собирать даже при отключенном отображении гистограмм.

Устанавливать границы области гистограммы можно с помощью элементов управления пределами области; кроме того, стандартные для Windows возможности перетаскивания с помощью мыши позволяют изменять размер и местоположение области гистограммы.

Гистограммы недоступны в режиме увеличения.

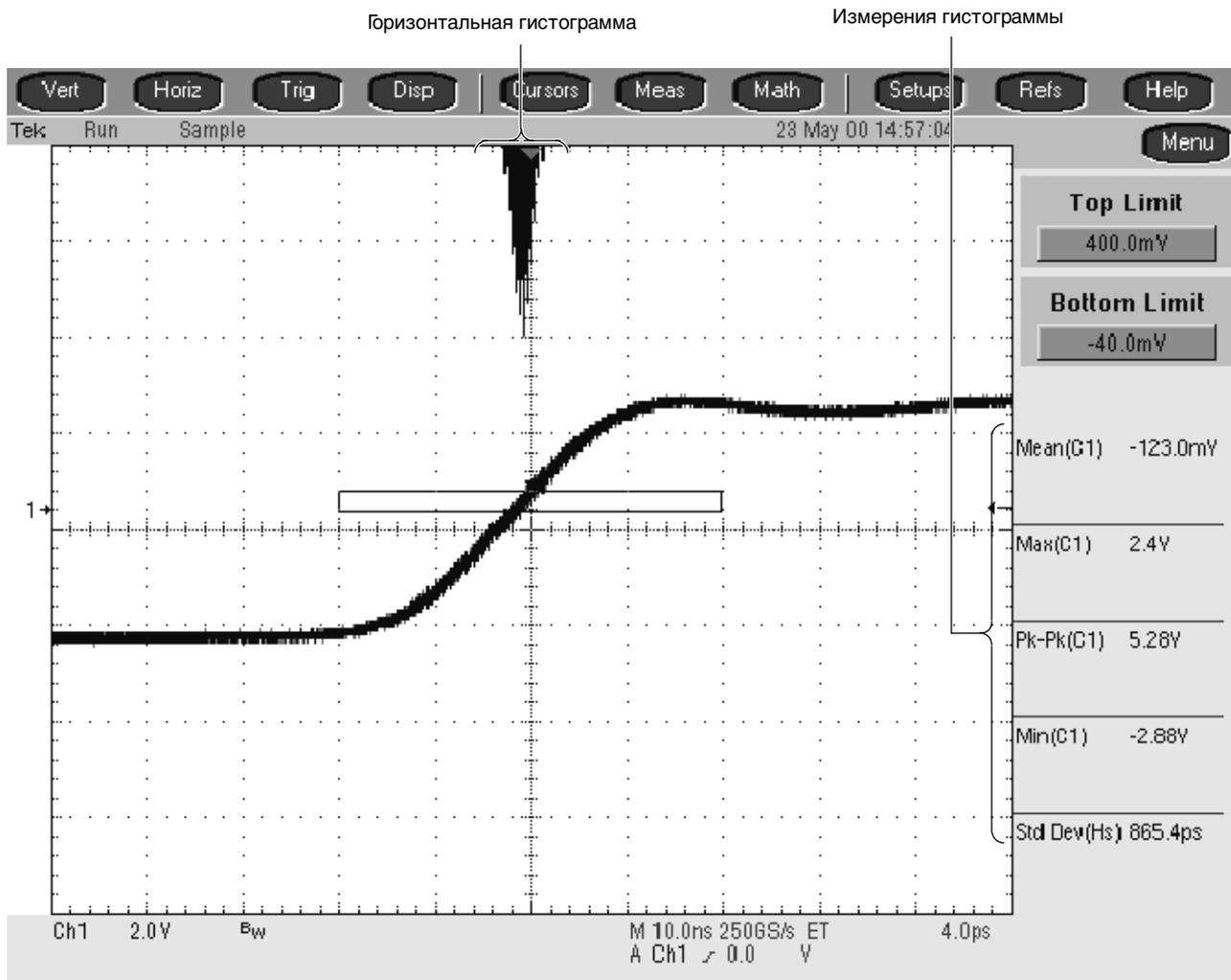
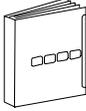


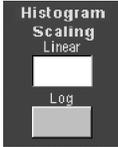
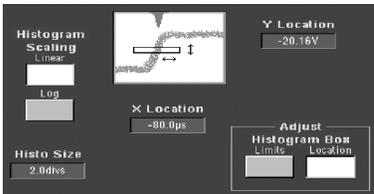
Рис. 3-34: Представление горизонтальной гистограммы и результаты измерений

## Выполнение измерений с помощью гистограмм и сброс параметров гистограмм

Описанная далее процедура позволяет быстро выполнить измерение, опираясь на стандартные параметры гистограмм.

Процедура	Запуск измерений по гистограмме и сброс гистограммы	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выведите на экран сигналы, параметры которых предполагается измерять.</li> </ol>	 <p>О том, как отображать сигналы, см. на стр. 3-102.</p>
Открытие окна настройки гистограммы	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Нажмите на панели инструментов кнопку Meas (Изм); откроется окно управления Measurement Setup (Настройка измерения). Нажмите кнопку Advanced (Дополнительно), чтобы открыть окно управления Histogram (Гистограмма).</li> </ol>	

Процедура	Запуск измерений по гистограмме и сброс гистограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка, отображение и сброс источника и типа гистограммы</b></p>	<p><b>3.</b> Выберите нужную вкладку в группе Source (Источник) — Ch (К), Math (Мат) или Ref (Оп) — и выберите сигнал-источник для гистограммы.</p> <p><b>4.</b> Нажмите нужную кнопку в группе Histogram Mode (Режим гистограммы), чтобы начать подсчет значений и отобразить данные измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Horiz (Гориз) — отображение горизонтальной гистограммы, показывающей, как изменяется время в области гистограммы;</li> <li>■ Vert (Верт) — отображение вертикальной гистограммы, показывающей, как изменяются вертикальные параметры в области гистограммы;</li> <li>■ Off (Выкл) — отключение подсчета значений и отображения гистограммы.</li> </ul> <p>Данный элемент управления включает подсчет значений гистограммы и отображение данных. В каждый момент времени можно отобразить гистограмму только одного типа.</p> <p><b>5.</b> Для сброса счетчика гистограммы нажмите кнопку Reset (Сброс). Гистограммы отслеживают показания счетчиков. При нажатии кнопки Reset эти счетчики обнуляются, и счет возобновляется с нуля.</p> <p>Для включения или отключения отображения выбранной гистограммы нажмите кнопку Display (Отобразить).</p>	  

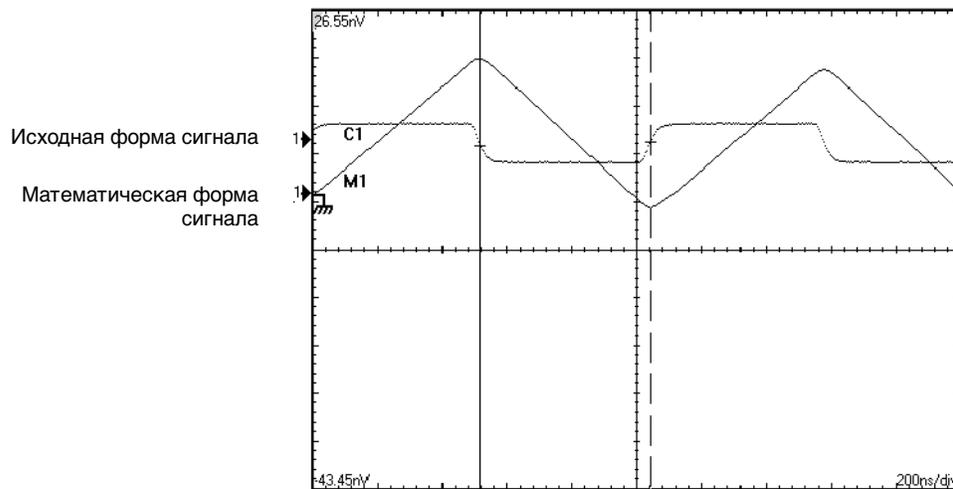
Процедура	Запуск измерений по гистограмме и сброс гистограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор шкалы гистограммы</b></p>	<p>6. Нажмите кнопку в группе Histogram Scaling (Шкала гистограммы):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Linear (Линейная) — данные на гистограмме отображаются по линейной шкале. Значения столбцов, меньшие максимальных, масштабируются линейно, путем деления на максимальное значение столбца.</li> </ul> <p>Горизонтальные гистограммы могут содержать до 500 столбцов, а вертикальные — до 200 столбцов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Log (Логарифмическая) — данные на гистограмме отображаются по логарифмической шкале. Значения столбцов, меньшие максимальных, масштабируются с помощью логарифмической функции. В логарифмическом представлении удобнее просматривать столбцы с небольшими значениями.</li> </ul>	
<p><b>Установка пределов для гистограммы</b></p>	<p>7. Нажмите кнопку Adjust Histogram Box Limits (Регулировка границ области гистограммы) и установите размер области гистограммы, используя элементы управления Top Limit (Верхний предел), Bottom Limit (Нижний предел), Left Limit (Левый предел) и Right Limit (Правый предел). Область гистограммы выделяет фрагмент сигнала для измерения.</p> <p>8. Нажмите кнопку Adjust Histogram Box Location (Регулировка положения области гистограммы) и задайте местоположение области гистограммы, используя элементы управления X Location (X-координата) и Y Location (Y-координата).</p>	

### Измерения по гистограммам

В табл. В-1 на стр. В-1 приводится список измерений, которые можно выполнять с помощью гистограмм, и дается краткое описание каждого из них.

# Создание и использование математических форм сигналов

После оцифровки или измерения сигналов с помощью осциллографа их можно обработать, используя математические формулы, для получения сигнала, подходящего для определенной задачи анализа данных. Например, сигнал может содержать фоновый шум. Более точную осциллограмму можно получить с помощью удаления фонового шума из исходной осциллограммы. Также можно проинтегрировать отдельный сигнал и получить интегральный расчетный сигнал (см. следующий рис.).



**Рис. 3-35: Математическая форма сигнала, полученная из исходной формы**

С помощью спектрального анализа можно исследовать осциллограммы в частотной области. Точное знание используемых алгоритмов не требуется, поскольку интерфейс спектрального анализа имеет вид стандартного спектрального анализатора (см. рис. 3-36).

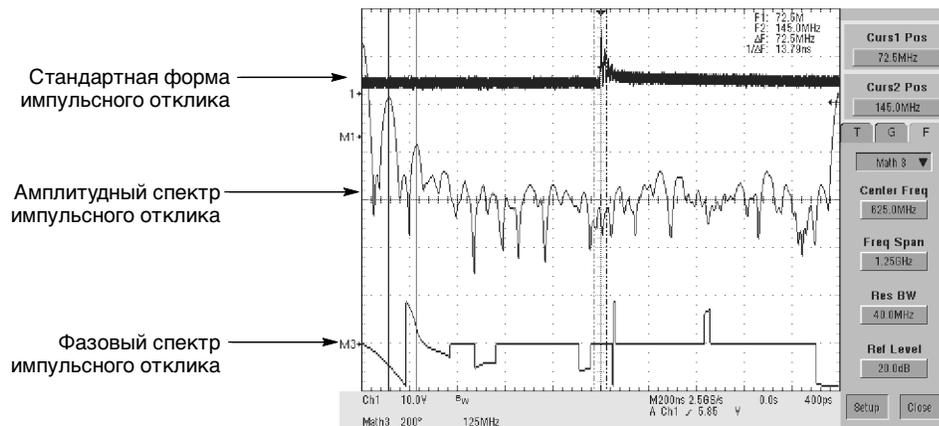


Рис. 3-36: Спектральный анализ импульса

## Сведения о математических формах сигналов

**Назначение** В данном осциллографе можно использовать математические комбинации и функциональные преобразования оцифрованных сигналов. Реализация данных возможностей представлена на рисунке 3-37.

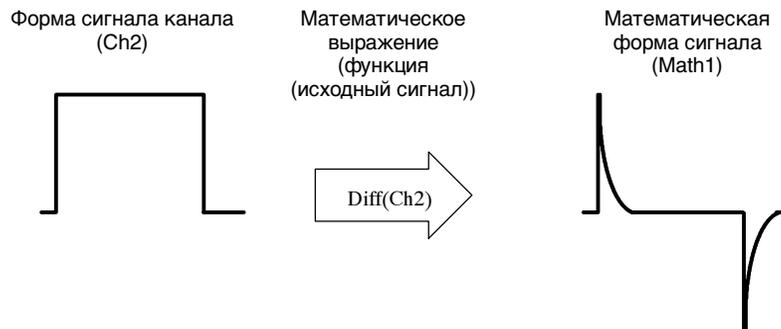


Рис. 3-37: Функциональное преобразование оцифрованного сигнала

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Некоторые математические функции доступны только после приобретения и установки модуля для расширенного анализа 2A TDS5UP (см. табл. 3-10).

Математические формы сигнала создаются для проведения анализа сигналов канала и опорных сигналов. С помощью комбинаций и преобразований исходных осциллограмм и других данных в математические формы можно получить данные в форме, необходимой для конкретного приложения. Математические формы сигналов получаются при выполнении следующих действий:

- Математические операции над одним или несколькими сигналами: сложение, вычитание, умножение и деление.
- Функциональные преобразования сигналов, например интегрирование, дифференцирование.
- Спектральный анализ сигналов, например анализ импульсного отклика.

Можно создать до четырех математических форм сигналов (до двух для осциллографов TDS5052). Примеры см. в разделе *Использование математических функций* на стр. 3-143.

**Стандартные и  
дополнительные  
математические  
операции**

В таблице 3-10 представлены стандартные математические функции, доступные для данного прибора, и дополнительные функции, возможные при установке модуля для расширенного анализа 2A TDS5UP. Следует отметить, что в опцию 2A также включаются гистограммы, использование которых обсуждалось в предыдущем разделе *Измерение сигналов*.

**Таблица 3-10: Стандартные и дополнительные математические функции**

Стандартные	Дополнительные
Позиционирование математической формы сигнала <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Положение по вертикали и масштаб</li> <li>■ Вкл/выкл отображения</li> <li>■ Обозначение</li> </ul>	Позиционирование математической формы сигнала <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Положение по вертикали и масштаб</li> <li>■ Вкл/выкл отображения</li> <li>■ Обозначение</li> </ul>
Операции математической формы сигнала <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Две осциллограммы</li> </ul>	Операции математической формы сигнала <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Редактор уравнений</li> <li>■ Усреднения</li> <li>■ Предопределенные выражения</li> </ul>
Математические операции БПФ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Амплитуда</li> </ul>	Математические операции БПФ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Дополнительный спектральный анализ (амплитуда, фаза, усреднение)</li> <li>■ Блокировка управления расчетными спектрами</li> <li>■ Стробирование с помощью окон БПФ</li> </ul>

### Другие способы использования математических форм сигналов

В математических выражениях можно использовать скалярные величины. Например, для определения новой математической формы можно измерить среднее значение сигнала (с помощью измерительных средств прибора) и вычесть это значение из исходного сигнала. В определении математической функции можно использовать от 1 до 8 измерений, но не функций измерений (например,  $\text{rise}(\text{Ch1})$ ).

Над математическими формами сигналов невозможно выполнить следующие действия.

- *Циклическое использование математических функций, измерений в математических функциях и выполнение измерений для этих функций.* Циклические определения математических форм сигналов не допускаются. Например, если одна математическая форма сигнала задается уравнением  $\text{Math2} = \text{Ch1} - \text{Math1}$ , а затем вторая математическая форма сигнала определяется как  $\text{Math3} = \text{Ch2} + \text{Math2}$ , третью математическую форму сигнала нельзя задать формулой  $\text{Math1} = \text{Math2} + \text{Ch3}$ . При этом определение  $\text{Math1}$  не допустимо, так как является циклическим определением.
- *Быстрая регистрация.* Использование математических функций в режиме быстрой регистрации не допускается.

- *Режим прокрутки.* Использование математических функций в режиме прокрутки до нажатия кнопки STOP (Стоп) не допускается.
- *Источники различной длины.* При работе с двумя сигналами (сигналом канала и опорным сигналом) различной длины, длина математической осциллограммы будет соответствовать наименьшей из них.

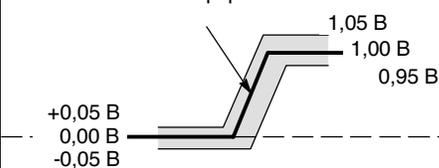
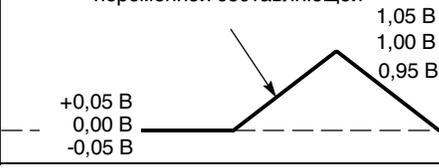
### Использование математических функций

Подробные сведения о создании математической формы сигнала рассмотрены в следующих темах.

**Создание математических форм сигналов.** Математическая форма создается при определении математического выражения. Для этого к операндам необходимо применить числовые константы, математические операторы и функции (см. тему *Исходные сигналы* на следующей странице). Полученные математические формы сигналов можно отображать на экране и обрабатывать аналогично сигналам каналов и опорным сигналам (см. раздел *Работа с математическими формами сигналов* на странице 3-153).

Примерами обычных математических форм сигналов являются следующие:

**Таблица 3-11: Математические выражения и полученные математические формы сигналов**

Действие	Математическое выражение	Результирующая математическая форма сигнала
<p>Нормализация формы сигнала</p> 	<p>...</p> <p><math>(Ch1 - Meas1) / Meas2</math>, где Ch1 — форма сигнала, изображенная слева Meas1 = минимум Ch1 Meas2 = максимум Ch1</p>	<p>Смещенная и отображенная в соответствующем шаблону масштабе</p> <p>Нормализованная математическая форма сигнала</p> 
<p>Имитация связи по переменной составляющей</p> 	<p>...</p> <p><math>Intg(Ch1 - Avg(Ch1))</math>, где Ch1 — сигнал, отображенный слева Avg — функция усреднения</p>	<p>Компонента переменного тока, удаленная перед интегрированием</p> <p>Математическая форма сигнала, являющаяся результатом интегрирования переменной составляющей</p> 

**Исходные сигналы.** Математические формы сигналов можно создать для следующих типов сигналов:

- Осциллограммы каналов
- Опорные осциллограммы
- Скалярные значения измерений (автоматических измерений) сигналов каналов, опорных, математических форм сигналов или гистограмм.
- Математические формы сигналов

**Зависимости от исходных сигналов.** В общем случае математические формы сигналов, состоящие из исходных сигналов в качестве операндов, зависят от следующих изменений этих сигналов.

- При изменении амплитуды или смещении уровня постоянной составляющей входного сигнала, приводящем к отсечке исходного сигнала, данные осциллограмм, используемых для получения математических форм сигналов, также отсекаются.
- При изменении смещения по вертикали для исходного сигнала канала отсекаются как данные исходного сигнала, так и данные осциллограммы, используемые для математической формы сигнала.
- Входные сигналы каналов существенно зависят от режима регистрации. При его изменении любые математические формы, использующие эти сигналы, изменяются. Например, при сборе данных в режиме огибающей математическая форма сигнала  $Ch1 + Ch2$  состоит из данных огибающей канала 1 и канала 2 и также является формой огибающей сигнала.
- Удаление данных исходной формы сигнала приводит к обнулению (заземлению) любой математической формы сигнала, включающей этот исходный сигнал, до получения его новых данных.

**Синтаксис выражения.** Математические формы сигналов строятся с помощью команд математической обработки двух сигналов (стандартное меню математических функций) или в окне управления Equation Editor (Редактор уравнений) (дополнительное меню математических функций). Чтобы помочь пользователям в создании правильных математических форм сигналов, предусмотрено блокирование недопустимых записей с помощью отключения всех элементов управления окна, позволяющих создать неправильную запись в выражении для математической формы сигнала.

В окне управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов) над двумя осциллограммами можно выполнить основные математические операции. Для этого выберите первую осциллограмму, операнд и вторую осциллограмму. Чтобы отобразить математическую форму сигнала на масштабной сетке, нажмите кнопку Apply (Применить).

При описании математических выражений для дополнительных функций в окне управления Equation Editor (Редактор уравнений) используется следующий синтаксис.

```

<Математическая_форма_сигнала> := <Выражение>

<Выражение> := <Унарное_выражение> | <Бинарное_выражение>

<Унарное_выражение> := <Унарный_оператор> ( <Исходный_сигнал> )
| <Унарный_оператор> ( <Выражение> )

<Бинарное_выражение> := <Исходный_сигнал> <Бинарный_оператор>
<Исходный_сигнал> | <Скаляр> <Бинарный_оператор>
<Исходный_сигнал> | <Исходный_сигнал>
<Бинарный_оператор> <Скаляр>

<Исходный_сигнал> := <Сигнал> | ( <Выражение> )

<Скаляр> := <Целое> | <Плавающая_запятая> | <Результат_измерений>

<Сигнал> := <Сигнал_канала> | <Опорный_сигнал> |
<Математическая_форма_сигнала>

<Сигнал_канала> := Ch1 | Ch2 | Ch3 | Ch4

<Опорный_сигнал> := Ref1 | Ref2 | Ref3 | Ref4

<Математическая_форма_сигнала> := Math1 | Math2 | Math3 | Math4

<Унарный_оператор> := Invert | Derivative | Integral | Average | Max | Min
| Filter | Vmag | Exp | log 10 | log e | sqrt | Spectral Magnitude
| Spectral Phase | Spectral Real | Spectral Imag

<Бинарный_оператор> := + | - | / | *

<Результат_измерений> := meas1 | meas2 | meas3 | meas4 | meas5 | meas6 |
meas7 | meas8

```

**Дифференцирование сигнала.** Дифференцирование сигнала относится к дополнительным математическим возможностям осциллографа. С помощью этой функции можно отобразить производную сигнала, которая определяет скорость изменения сигнала во времени.

Производные сигналов используются при измерении скорости нарастания амплитуд и в учебных целях. Можно создать производную сигнала, а затем использовать ее в качестве источника для другой операции дифференцирования. В результате дифференцирования первой производной получается вторая производная.

Производная оцифрованного сигнала рассчитывается по следующей формуле:

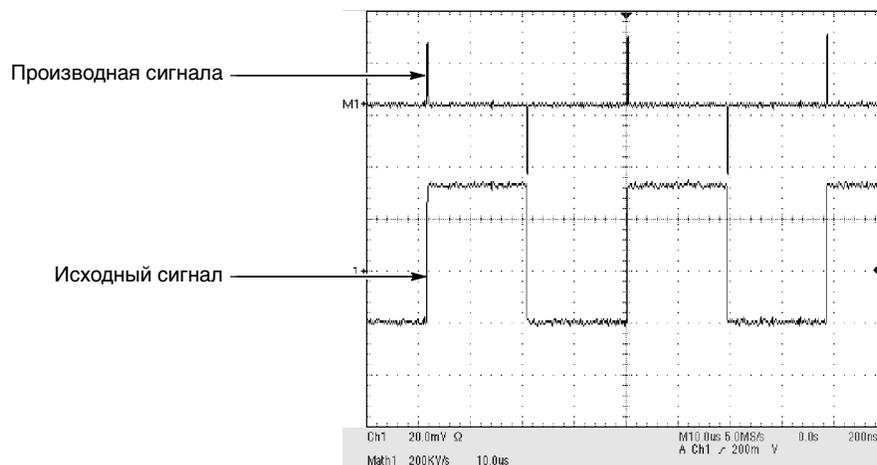
$$Y_n = (X_{(n+1)} - X_n) \frac{1}{T}$$

Переменные: X — исходный сигнал

Y — производная сигнала

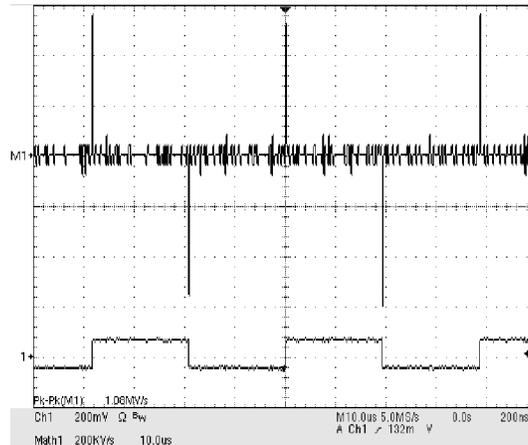
T — интервал времени между выборками

Для математической формы сигнала, являющейся производной сигнала (см. рис. 3-38), масштаб по вертикали измеряется в вольт/секундах (масштаб по горизонтали — в секундах). Длина записи расчетного сигнала равна длине записи исходного сигнала, поскольку исходный сигнал дифференцируется по всей длине записи.



**Рис. 3-38: Производная сигнала**

**Курсорные измерения.** Производные сигналов можно измерять с помощью курсоров. Для этого используется процедура, описанная в разделе *Выполнение курсорных измерений* на стр. 3-157. При этом следует обратить внимание, что амплитуда производной сигнала измеряется в вольтах в секунду, а не в вольт-секундах, как при измерении интегральной формы сигнала.



**Рис. 3-39: Измерение пиковой амплитуды производной сигнала**

**Смещение, положение и масштаб.** Получаемая математическая форма сигнала зависит от заданных значений смещения, масштаба и положения. Далее приводится ряд советов по оптимизации изображения.

- Установите масштаб и положение исходного сигнала таким образом, чтобы он полностью помещался на экране. (Фрагменты, выходящие за границы экрана, могут быть отсечены, что приводит к ошибкам расчета производной сигнала.)
- Для размещения *исходного* сигнала установите вертикальное положение и смещение. Производная сигнала не зависит от вертикального положения и смещения при условии, что исходный сигнал не выходит за границы экрана (отсеченные фрагменты отсутствуют).

**Интегрирование сигнала.** Интегрирование сигнала относится к дополнительным математическим возможностям осциллографа. С помощью этой функции можно отобразить интегральный расчетный сигнал, являющийся результатом интегрирования оцифрованного сигнала.

Интегральные формы сигналов используются в следующих случаях:

- Измерение мощности и энергии, например, при переключении источников питания.
- Определение характеристик механических преобразователей, как при интегрировании выходного сигнала акселерометра для достижения определенной скорости.

Интегральный расчетный сигнал, полученный из оцифрованного сигнала, рассчитывается по следующей формуле:

$$y(n) = \text{масштаб} \sum_{i=1}^n \frac{x(i) + x(i-1)}{2} T$$

где:  $x(i)$  — исходная форма сигнала

$y(n)$  — точка интегрального расчетного сигнала

*масштаб* — выходной масштабный коэффициент

$T$  — интервал времени между выборками

Для расчетного сигнала, интегрального сигнала, масштаб по вертикали измеряется в вольт/секундах (масштаб по горизонтали — в секундах). Длина записи расчетного сигнала равна длине записи исходного сигнала, поскольку интегрирование исходного сигнала производится по всей длине записи.

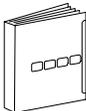
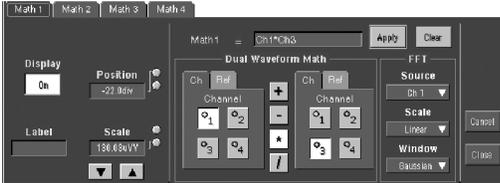
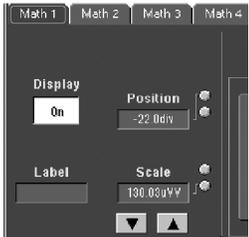
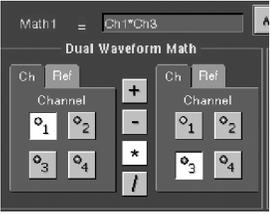
*Смещение и положение.* При создании интегральных расчетных сигналов из обновляемых сигналов канала учтите следующее:

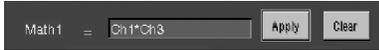
- Масштаб и положение исходного сигнала необходимо установить таким образом, чтобы сигнал отображался на экране полностью. (Фрагменты осциллограммы, выходящие за границы экрана, могут быть отсечены, что приведет к ошибкам при расчете интегрального сигнала).
- Для размещения исходного сигнала установите вертикальное положение и смещение. Интегральная форма сигнала не зависит от вертикального положения и смещения при условии, что исходный сигнал не выходит за границы экрана (отсеченные фрагменты отсутствуют).

*Смещение по постоянному току.* Исходные сигналы, подключаемые к осциллографу, часто имеют постоянную составляющую. Этот уровень интегрируется по различным фрагментам осциллограммы. Даже небольшой уровень постоянной составляющей во входном сигнале способен привести к отсечке интегрированного сигнала, особенно при большой длине записи.

## Создание математических форм сигналов

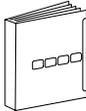
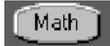
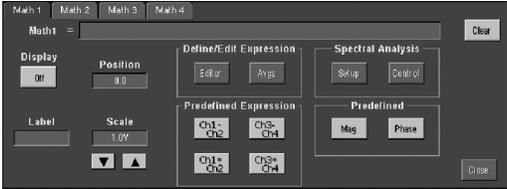
Для создания математической формы сигнала с помощью математических операций с двумя сигналами выполните следующие действия. При наличии модуля для расширенного анализа (TDS5UP, Опция 2A) выполните процедуру, описание которой начинается на стр. 3-150.

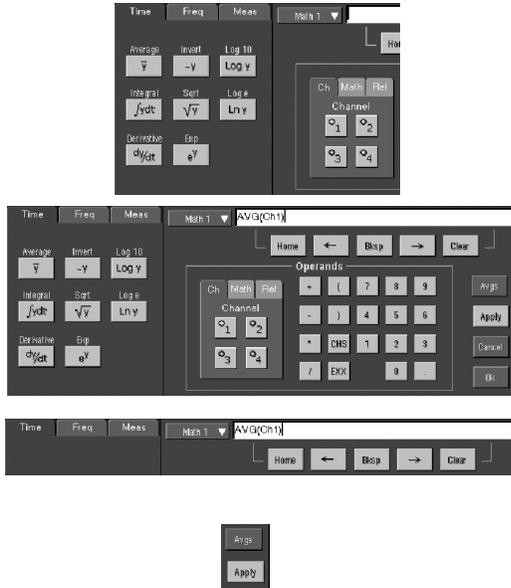
Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
Подготовка	1. Все используемые сигналы должны быть доступны.	 <p>Дополнительные сведения о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
Открытие окна управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов)	2. Чтобы открыть окно управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов), нажмите кнопку Math (Расч) на панели инструментов.	 
Выбор математической формы сигнала	3. Откройте вкладку Math1 (Расч n) для математической формы сигнала, которую необходимо создать, и нажмите для ее отображения кнопку Display (Отобразить).  <b>Совет.</b> Если выбранная форма сигнала уже существует, в окне появится ее математическое выражение. Для удаления предыдущего математического выражения нажмите кнопку Clear (Очистить). Можно также выбрать другую форму сигнала.	
Ввод выражения	4. Для ввода полного математического выражения в качестве левого операнда укажите сигнал канала или опорный сигнал, выберите оператор, а затем определите сигнал другого канала или опорный сигнал в качестве правого операнда. Первый сигнал всегда назначается с помощью левых кнопок выбора канала, а второй — с помощью правых кнопок выбора канала.  Имейте в виду, что в качестве операнда выражения не разрешается использовать математическую форму сигнала.	

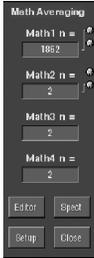
Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
Применение выражения для сигнала	5. После определения нужного математического выражения нажмите кнопку Apply (Применить).	
Дополнительная помощь	6. Дополнительные сведения по использованию математических форм сигналов содержатся в электронной справке.	 <p>Общие сведения об электронной справочной системе см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

### Создание математических форм сигналов (дополнительные возможности)

Для создания математической формы сигнала с помощью модуля для расширенного анализа выполните данную процедуру. Проверьте наличие нужных исходных сигналов. Выводить эти сигналы на экран необязательно.

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Все нужные сигналы и скаляры автоматических измерений должны быть доступны.	 <p>Дополнительные сведения о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
Открытие окна управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов)	2. Чтобы открыть окно управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов), нажмите кнопку Math (Расч) на панели инструментов.	
Выбор математической формы сигнала	<p>3. Откройте вкладку Mathn (Расч n) для математической формы сигнала, которую необходимо создать, и нажмите для ее отображения кнопку Display (Отобразить).</p> <p><b>Совет.</b> Если выбранная форма сигнала уже существует, в окне появится ее математическое выражение. Для удаления предыдущего математического выражения нажмите кнопку Clear (Очистить). Можно также выбрать другую форму сигнала.</p>	

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор выражения</b></p>	<p>4. Чтобы использовать предварительно определенное выражение, нажмите одну из кнопок предопределенного выражения. Для открытия окна Equation Editor (Редактор уравнений) нажмите кнопку Editor (Редактор).</p>	
<p><b>Определение или изменение выражения</b></p>	<p>5. Чтобы ввести математическое выражение, используйте окно управления Equation Editor (Редактор уравнений). Примеры см. в таблице 3-11 на стр. 3-143 и используйте следующие инструкции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Математические выражения не применяются, если исходные сигналы являются недопустимыми.</li> <li>■ Для удаления последней записи нажмите кнопку Bcksp (Удалить слева). Чтобы целиком удалить выражение и ввести его заново, нажмите кнопку Clear (Очистить).</li> <li>■ Для управления порядком выполнения операций при группировке сигналов используйте круглые скобки, например 5(Ch1 + Ch2).</li> </ul>	
<p><b>Выбор функции, построение выражения и его применение для сигнала</b></p>	<p>6. Для отображения допустимых функций воспользуйтесь вкладками Time (Время), Freq (Частота) или Meas (Изм).</p> <p>7. Чтобы ввести функцию в математическое выражение, нажмите кнопку функции. Для ввода операнда нажмите соответствующую кнопку (+, -, *, /).</p> <p>8. Перемещение по математическому выражению осуществляется с помощью кнопок со стрелками или кнопки Home (Начало). Чтобы удалить часть выражения, воспользуйтесь кнопкой Bcksp.</p> <p>9. Для применения нового математического выражения к сигналу нажмите кнопку Apply (Применить).</p>	

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Применение усреднения</b></p>	<p>10. Чтобы открыть окно управления Math Parameters (Математические параметры), нажмите кнопку Avgс (Усреднения). Функции управления окна применяются для определяемой выражением математической формы сигнала.</p> <p>11. Выберите один из элементов управления Mathn = (Расч n =) и с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры укажите число усреднений. При использовании функции Avg() математические формы сигналов зависят от числа усреднений.</p>	 
<p><b>Применение выражения для сигнала</b></p>	<p>12. После определения нужного математического выражения нажмите кнопку Apply (Применить). Эта кнопка доступна только в окнах Equation Editor (Редактор уравнений) и Spectral Setup (Настройка расчетных спектров).</p>	
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>13. Дополнительные сведения по использованию математических форм сигналов содержатся в электронной справке.</p>	 <p>Общие сведения об электронной справочной системе см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

## Работа с математическими формами сигналов

Многие средства, используемые в осциллографе для сигналов каналов (обновляемых сигналов) и для опорных сигналов, можно использовать для математических форм сигналов. Например, расчетные сигналы можно измерять с помощью курсоров. В данном разделе рассматриваются следующие темы:

- Масштабирование и позиционирование по вертикали
- Выполнение автоматических измерений
- Выполнение курсорных измерений
- Использование гистограмм (дополнительные возможности)

Кроме описанных выше операций, расчетные сигналы можно сохранять в качестве опорных сигналов.

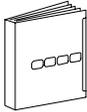
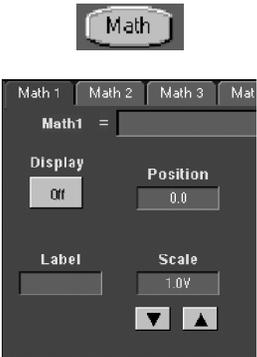
---

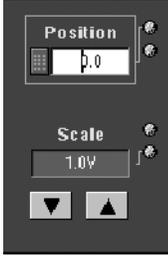
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Масштаб по вертикали и положение любой созданной математической формы сигнала определяются исходными сигналами, включенными в математическое выражение. Такие параметры исходных сигналов можно изменить, и эти изменения будут отражены в расчетном сигнале. Математические формы сигналов также можно увеличить с помощью функции масштабирования и использовать мышь для их позиционирования.

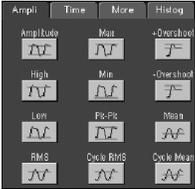
---

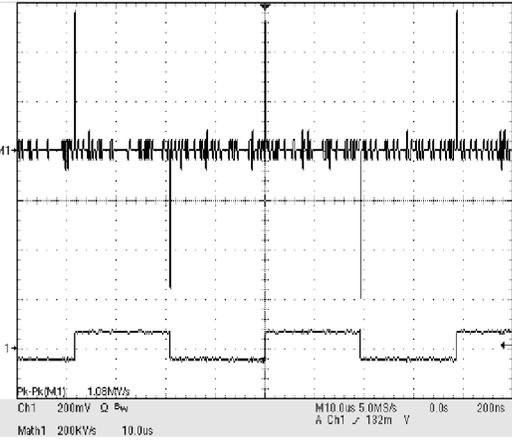
**Отображение и измерение математических форм сигналов**

По существу, при работе с расчетными сигналами используются те же средства, что и для работы с сигналами каналов. Данная процедура демонстрирует некоторые общие операции, которые можно выполнять для расчетных сигналов.

Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Математическая форма сигнала должна быть определена и отображена на экране.</p>	 <p>См. раздел <i>Создание математических форм сигналов</i> на стр. 3-149 или на стр. 3-150</p>
<p><b>Выбор и отображение</b></p>	<p>2. Чтобы открыть окно управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов), на панели инструментов нажмите кнопку Math (Расч).</p> <p>3. Откройте вкладку соответствующей математической формы сигнала.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Если выбранная математическая форма не задана, для ее определения выполните процедуру <i>Создание математических форм сигналов</i>, описание которой начинается на стр. 3-149 или на стр. 3-150.</li> <li>■ Если математическая форма сигнала не отображена на экране, нажмите кнопку Display (Отобразить).</li> </ul>	

Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
<p><b>Установка масштаба и положения</b></p>	<p>4. Щелкните поля Position (Положение) и Scale (Масштаб) и с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры установите размер и положение сигнала на экране.</p> <p>Необходимо помнить следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Поскольку положение определяется в делениях, при изменении масштаба расчетный сигнал может не отображаться до тех пор, пока не будет установлено соответствующее положение (аналогичный эффект наблюдается для сигналов каналов).</li> <li>■ Для изменения положения по вертикали можно щелкнуть и перетащить курсор осциллограммы.</li> <li>■ Чтобы изменить вертикальное положение и масштаб, щелкните курсор осциллограммы и с помощью многофункциональных ручек установите нужные значения.</li> <li>■ Смещение математической формы сигнала изменить невозможно.</li> <li>■ Масштаб по горизонтали, положение и интервал дискретизации (разрешение) расчетных сигналов изменить невозможно. Длина записи расчетного сигнала является наименьшей из двух значений длины исходных сигналов. При установке новых значений данных параметров для исходных сигналов эти изменения отражаются в математической форме сигнала.</li> </ul>	

Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
<p><b>Выполнение автоматических измерений</b></p>	<p>5. Чтобы открыть окно управления Measurement Setup (Настройка измерений), на панели инструментов нажмите кнопку Meas (Изм).</p> <p>6. Для выбора математической формы сигнала откройте вкладку Source Math (Исходный расчетный сигнал) и нажмите кнопку канала.</p> <p>7. Выберите нужный тип измерения (дополнительные сведения см. в разделе <i>Выполнение автоматических измерений</i> на стр. 3-119).</p> <p><b>Совет.</b> Для получения дополнительных сведений в строке меню нажмите кнопку Help (Справка).</p> <p>8. Чтобы включить отображение измерений, нажмите кнопку Display (Отобразить).</p> <p>9. Результаты отображаются в экранной надписи измерений.</p>	    

Действие	Инструкции	Элементы управления и источники
<p><b>Выполнение курсорных измерений</b></p>	<p>10. Для отображения курсоров и открытия окна управления Cursor (Курсор) на панели инструментов нажмите кнопку Cursor.</p> <p>11. Откройте вкладку Math (Расч) и для измеряемой математической формы сигнала нажмите кнопку с номером.</p> <p>12. Выберите тип курсора, нажав кнопку H Bars (Т-курсоры), V Bars (В-курсоры), Paired (Сдвоенные курсоры) или Split (Разделенные курсоры) (дополнительные сведения см. в разделе <i>Выполнение курсорных измерений</i>, который начинается на стр. 3-128).</p> <p>13. Для измерения необходимых элементов с помощью многофункциональных ручек укажите расположение каждого курсора на математической форме сигнала.</p> <p>14. Результаты отображаются в экранной надписи курсора. Эта экранная надпись расположена под многофункциональными экранными надписями или в верхнем правом углу масштабной сетки.</p> <p>Следует отметить, что амплитуда производной сигнала измеряется в вольтах в секунду, а амплитуда интегральной формы сигнала — в вольт/секунду.</p>	   
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>15. Дополнительные сведения об операциях математических форм сигналов содержатся в электронной справке.</p>	 <p>Общие сведения об электронной справочной системе см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

## Определение расчетных спектров сигналов

Спектральный анализ сигнала относится к дополнительным математическим возможностям осциллографа. В данном разделе описываются интуитивные элементы управления для временной и частотной областей спектра. Эти объединенные элементы управления позволяют провести полный спектральный анализ.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данный тип дополнительного спектрального анализа возможен только при наличии модуля для расширенного анализа (Опция 2A). Масштаб и тип окна для создания амплитудного спектра БПФ можно определить с помощью стандартных математических средств данного осциллографа.

---

Характеристики сигналов можно представить как во временной, так и в частотной области. При объединении и преобразовании исходных сигналов в расчетные спектры их также можно одновременно просматривать в обеих областях.

Данный спектральный анализатор предоставляет полный набор средств и элементов управления, предназначенных для выполнения измерений во временной и частотной областях. При этом необходимость в наличии подробных сведений об алгоритмах БПФ отсутствует.

- *Элементы управления частотной области.* Для непосредственного задания центральной частоты, интервала и полосы пропускания разрешения используются стандартные элементы управления анализатора.
- *Элементы управления временной области.* Временной интервал и интервал разрешения между выборками для оцифрованного сигнала устанавливается с помощью элементов управления временной области. Можно задать необходимую частоту развертки и длину записи.
- *Элементы управления стробированием.* Данные элементы управления объединяют временные и частотные области. Спектральный анализ можно выполнять в зоне интереса входного сигнала. Полоса пропускания разрешения также определяется стробированием.
- *Функции окна.* Для формирования отклика фильтра существует восемь различных функций окна.
- *Амплитуда и частота.* Логарифмические данные можно отобразить в дБ, в дБм или в линейном режиме. На экране можно отобразить только действительные или мнимые части амплитудного спектра. Положение по вертикали и смещение спектра устанавливаются с помощью элементов управления смещением опорного уровня и опорным уровнем.
- *Фаза и частота.* Фазовые данные отображаются как функция зависимости от частоты в радианах или градусах. Фазу шумов с амплитудой ниже порогового уровня можно обнулить. Кроме того, можно отобразить развертку фазы или групповой задержки ( $d\theta/d\omega$ ).

- *Спектральное усреднение.* Для фазовых и амплитудных сигналов в частотной области можно включить режим усреднения.
- *Фиксация элементов управления нескольких анализаторов.* Одновременно можно использовать до четырех спектральных анализаторов. Они могут быть назначены различным зонам одного исходного сигнала или нескольким различным исходным сигналам каналов. Могут быть зафиксированы элементы управления Math1 и Math2, а также Math3 и Math4. При фиксации элементов управления установка элемента управления для одного анализатора приводит к установке такого же значения для элемента управления второго анализатора. При использовании команд GPIB допускаются и другие варианты фиксации, включая фиксацию всех четырех анализаторов.

Для расчетных спектров сигналов имеются такие же ограничения, как и для математических форм сигналов. Кроме того, *источниками для расчетных спектров сигналов могут быть только сигналы каналов.*

### Использование элементов управления спектральной обработкой

Сведения о создании расчетных спектров сигналов содержатся в приведенных ниже разделах.

Спектральный анализатор имеет пять основных категорий элементов управления. Они представлены в таблице 3-12.

Таблица 3-12: Элементы управления спектрального анализатора

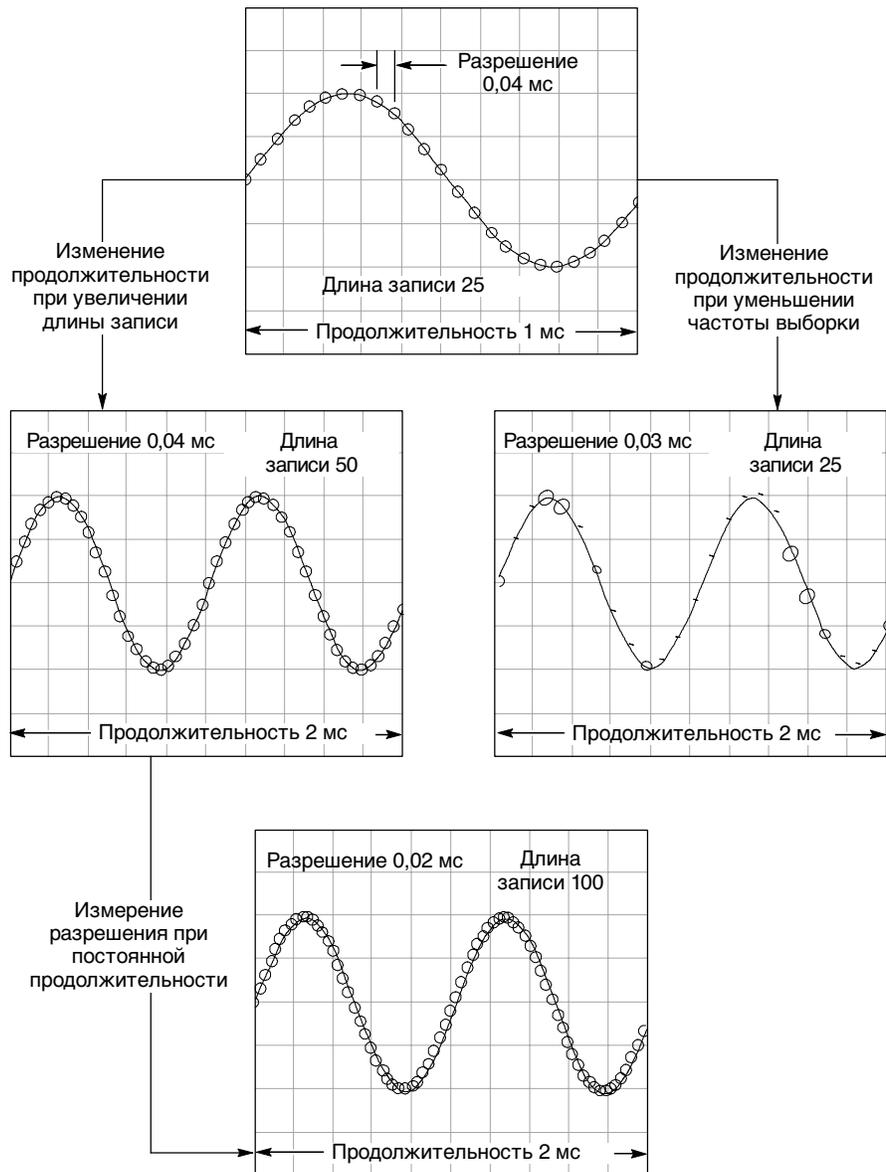
Временные элементы управления	Элементы управления зоны интереса	Частотные элементы управления	Амплитудные элементы управления	Фазовые элементы управления
Источник	Положение	Центр	дБ, дБм, линейный, действительный и мнимый	градусы, радианы, групповая задержка
Продолжительность, длина записи	Продолжительность	Интервал	Опорный уровень	Нулевой порог
Продолжительность, частота выборки	Окно	Полоса пропускания разрешения	Смещение опорного уровня	Развертка фазы
Разрешение				

**Использование временных элементов управления.** Использование временных элементов управления для спектрального анализатора осуществляется в соответствии со следующими правилами.

- **Продолжительность** — интервал времени от начала до конца зарегистрированного сигнала. Продолжительность можно установить с помощью элемента управления длительностью записи или частоты выборки.

- Разрешение — интервал времени между выборками. Продолжительность остается постоянной, а разрешение изменяется. Таким образом, элемент управления разрешения одновременно влияет как на частоту выборки, так и на длину записи.
- Поскольку для записей большой длины время отклика осциллографа увеличивается, чаще используются короткие записи. Однако использование записей большой длины позволяет снизить относительный уровень шумов в сигнале. Такие записи также следует использовать для захвата фрагмента, который требуется включить в данный сигнал.

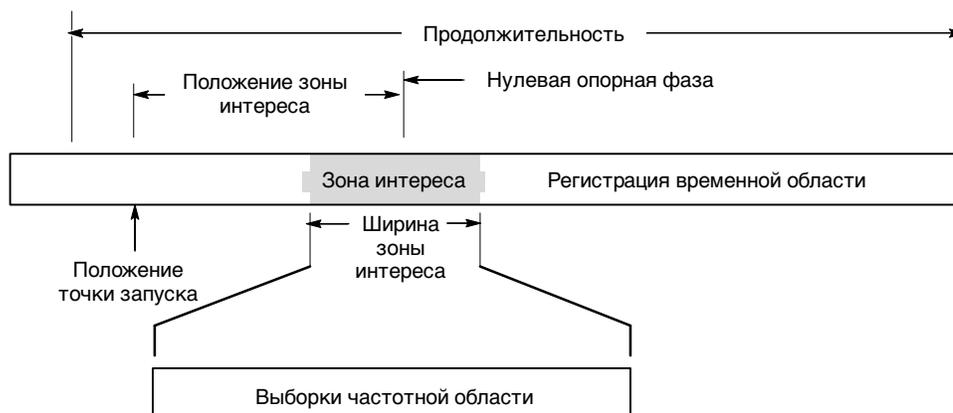
Примеры зависимости оцифрованного сигнала от продолжительности и разрешения представлены на рис. 3-40.



**Рис. 3-40: Результаты изменения продолжительности и разрешения**

**Работа с элементами управления стробированием.** При стробировании выделяется часть оцифрованного сигнала, преобразуемая в частотную область. Для зоны интереса имеются элементы управления положением и шириной.

Положение зоны интереса — время в секундах от точки запуска до середины интервала зоны интереса (см. рис. 3-41). Единицами измерения положения и ширины являются секунды.



**Рис. 3-41: Определение параметров зоны интереса**

Зона интереса должна находиться в области исходного сигнала. Если продолжительность исходного сигнала изменяется так, что положение и ширина зоны интереса оказываются за ее пределами, то значения этих параметров становятся равными продолжительности исходного сигнала.

Полоса пропускания разрешения спектрального анализатора зависит от ширины зоны интереса. Дополнительные сведения см. в разделе *Использование элементов управления спектральной обработкой* на стр. 3-159.

Данные, полученные в зоне интереса, преобразуются в частотную область.

На экране зона интереса определяется с помощью штриховых маркеров (похожих на курсоры). Ширина этой зоны по умолчанию равна продолжительности исходного сигнала.

**Работа с элементами управления частотной области.** Зона интереса исходного сигнала преобразуется в фазовый или амплитудный спектр сигнала. Единицы измерения по горизонтали — Гц. Единицы измерения по вертикали определяются в зависимости от выбора фазы или амплитуды. Интервал, центр (центральная частота) и полоса пропускания являются элементами управления частотной области для спектрального сигнала. Ширина отображения спектра на экране обычно равна 10 делениям.

*Интервал* — разность частот в конце и в начале спектрального сигнала. Максимальное значение интервала равно половине текущей частоты выборки. Таким образом, если при постоянной продолжительности сигнала увеличить интервал до необходимого значения невозможно, перейдите к элементам управления масштабom времени и с помощью элемента управления разрешением увеличьте частоту выборки. Если же при этом необходимо уменьшить продолжительность сигнала, используйте элемент управления частотой выборки. При уменьшении частоты выборки значение длительности может при необходимости также уменьшаться для сохранения значения длительности, не превышающего половины частоты выборки.

*Центр (центральная частота)* — частота в центре спектрального сигнала. Это значение равно сумме начальной частоты сигнала и частоты центра интервала. Диапазон изменения зависит от частоты выборки и текущего значения интервала. Следует помнить, что значение интервала всегда должно находиться в интервале от нуля до половины частоты выборки. Если значение интервала максимально, диапазон изменения центральной частоты равен нулю и эта частота равна половине частоты выборки. Для получения возможности изменения этой частоты необходимо уменьшить интервал. Если увеличить центральную частоту до требуемого значения невозможно, увеличьте частоту выборки с помощью элементов управления частотой выборки или разрешением. Частоту выборки можно изменить с помощью ручки SCALE (Масштаб) на передней панели осциллографа в группе HORIZONTAL (По горизонтали).

*Полоса пропускания разрешения* — полоса частот, на границе которой амплитуда спектрального анализатора снижается на 3 дБ для входного сигнала синусоидальной формы. Полоса пропускания разрешения зависит от двух параметров:

- Для различных функций окон полосы пропускания разрешения отличаются, так как для различных функций формируются разные спектральные характеристики фильтров.
- Ширина зоны интереса для входных данных влияет на полосу пропускания разрешения. Единицы измерения ширины зоны интереса — секунды. Полоса пропускания разрешения непосредственно влияет на ширину зоны интереса, однако соответствующее числовое значение выражается в герцах. Следовательно, при регулировке элемента управления полосой пропускания разрешения маркеры зоны интереса временной области перемещаются.

$$\text{Ширина полосы пропускания} = \frac{\text{Ширина окна}}{\text{Ширина зоны интереса}}$$

*Ширина окна* — полоса пропускания разрешения, выраженная в столбцах и зависящая от текущей функции окна. *Ширина зоны интереса* измеряется в секундах.

Результаты изменения центральной частоты и интервала представлены на рис. 3-42. Центральная частота является элементом управления положения спектра по горизонтали. Интервал — элемент управления масштабом по горизонтали. Полоса пропускания фильтров анализатора регулируется с помощью полосы пропускания разрешения, однако интервал и центральная частота при этом остаются неизменными.

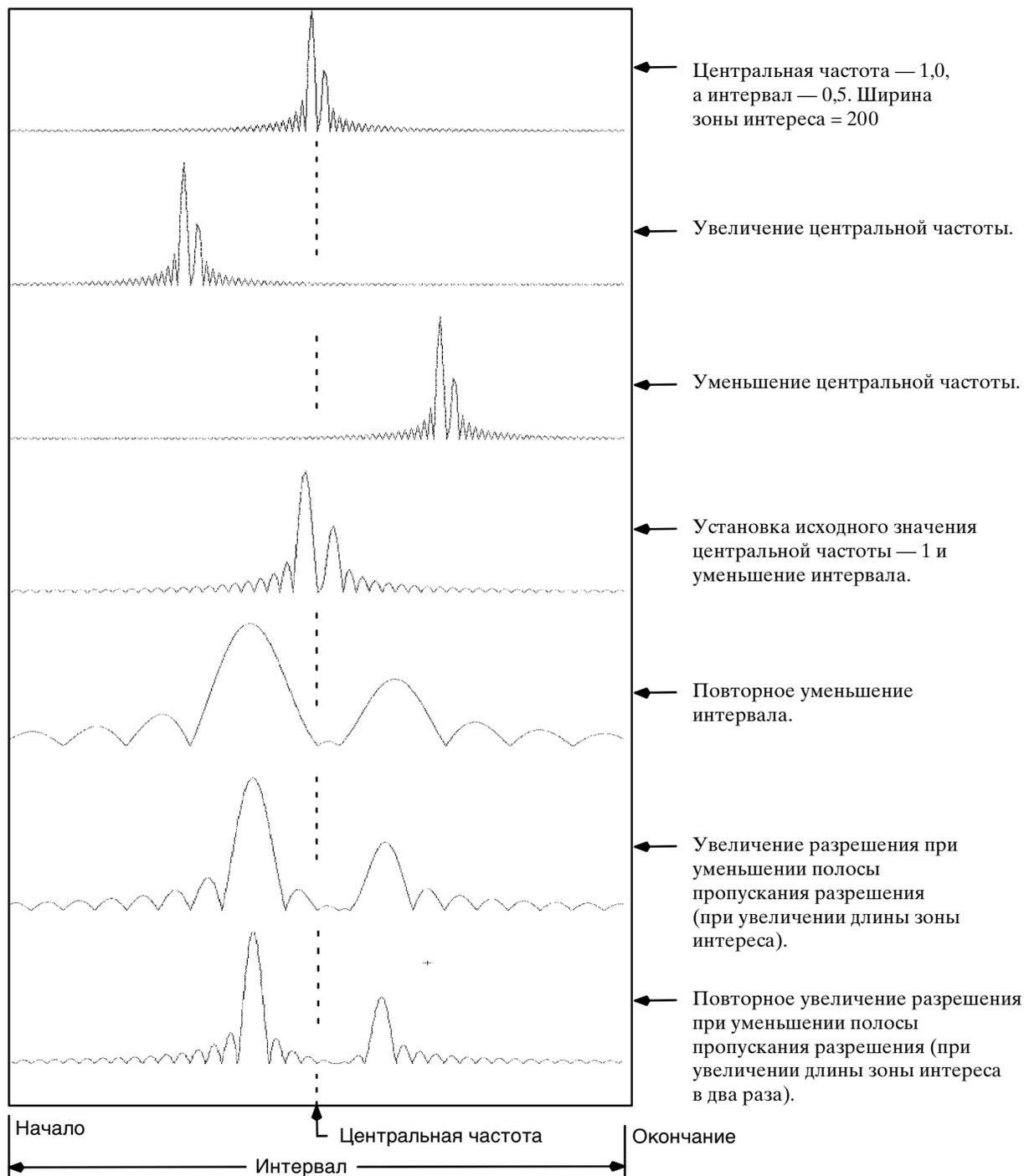


Рис. 3-42: Результаты регулировки элементов управления частотной области

**Работа с амплитудными элементами управления.** Вертикальная шкала может быть либо линейной, либо логарифмической. Для выбора нужного варианта нажмите кнопку Math (Расч). Затем выберите команду Spectral Analysis Setup (Настройка спектрального анализа). На вкладке Mag (Амплитуда) выберите необходимый тип масштаба: Linear (Линейный), dB (дБ) или dBm (дБм).

*Linear (Линейный).* Если вертикальная шкала спектра является линейной, единицы измерения по вертикали такие же, как у исходного сигнала. Стандартные единицы измерения — вольты. Однако ими могут являться ватты или амперы.

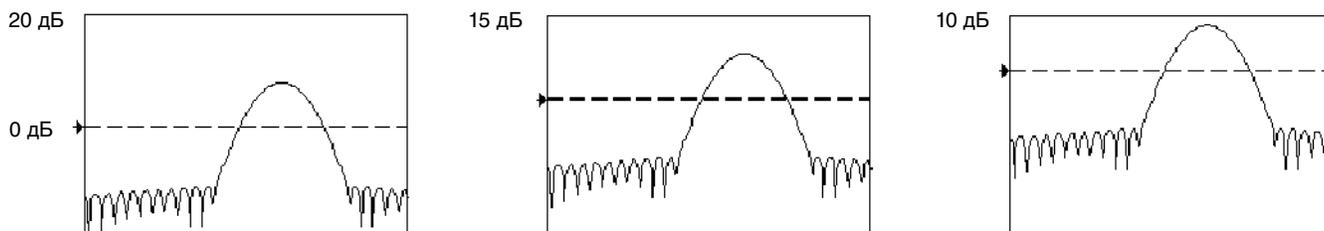
*dB (дБ).* Вертикальный масштаб амплитудного спектра определяется в дБ. С помощью смещения опорного уровня на амплитудном спектре задается нулевое положение по вертикали. Существует следующее уравнение:

$$dB = 20 \log\left(\frac{|X|}{Ref}\right)$$

В данном уравнении  $X$  — точки комплексных данных в спектре, а  $Ref$  — значение смещения опорного уровня.

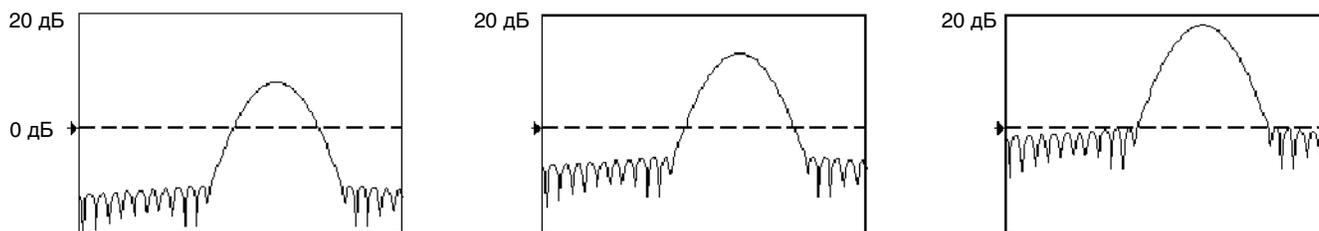
*dBm (дБм).* Масштаб по вертикали указывается в дБ в соответствии с указанным выше уравнением, а для смещения опорного уровня устанавливается значение, эквивалентное мощности 1 мВт для 50 Ом. Следовательно, если на входе единицами измерения являются вольты, то значение равно 223,6 мВ. Если же единицами измерения на входе являются амперы, то это значение равно 40 мА. Если на входе единицами измерения являются ватты, устанавливается значение 1 мВт.

*Reference Level (Опорный уровень).* Положение отображаемого спектра по вертикали определяется опорным уровнем. Его значение — амплитуда, соответствующая верхней границе экрана. При регулировке данного элемента управления спектральный сигнал и маркер нулевого опорного значения вертикально перемещаются по экрану (см. рис. 3-43). Спектральные данные с помощью этого элемента управления изменить невозможно.



**Рис. 3-43: Результаты измерения опорного уровня**

*Смещение опорного уровня.* В данном случае значение  $Ref$  в описанном выше уравнении для dB изменяется. При регулировке этого элемента управления (в отличие от опорного уровня) выходные значения данных в спектре изменяются. Маркером, связанным со спектральным сигналом, отображается уровень 0 дБ. При изменении смещения опорного уровня спектральный сигнал перемещается по вертикали в соответствии с положением маркера опорного значения сигнала. При этом настройка элемента управления опорного уровня не изменяется. Иногда этот элемент управления следует отрегулировать таким образом, чтобы пик основной гармоники был равен 0 дБ. После этого можно измерить уровень других гармоник относительно основной гармоники в дБ. Чтобы предварительно установить для данного уровня значение, соответствующее 1 мВт для 50 Ом, нажмите кнопку dBm (дБм).



**Рис. 3-44: Результаты измерения смещения опорного уровня**

*Действительные и ложные амплитуды.* В спектре можно отобразить линейную амплитуду действительных или мнимых компонентов сигнала. Это удобно при спектральной обработке линейных сигналов с последующим их преобразованием в кривые временной области. Действительные и мнимые составляющие спектра можно сохранить в опорной памяти и экспортировать полученные данные непосредственно в документы Mathcad, MATLAB или Excel для обновления в реальном времени времени.

Для переключения между действительными и мнимыми компонентами спектра в меню Math (Расч) выберите команду Define/Edit Expression Editor (Определение/изменение редактора уравнений) и откройте вкладку Freq (Частота). Нажмите кнопку Real (Действ) или Imag (Мним) и введите выражение. Нажмите соответствующую кнопку канала, а затем кнопку Apply (Применить).

**Работа с фазовыми элементами управления.** Единицами измерения по вертикали являются градусы, радианы или секунды для групповой задержки. Чтобы указать единицы измерения, на панели инструментов нажмите кнопку Math (Расч), выберите команду Spectral Analysis Setup (Настройка спектрального анализа) и откройте вкладку Phase (Фаза). Затем выберите необходимый тип масштабирования: Degrees (Градусы), Radians (Радианы) или Group Delay (Групповая задержка).

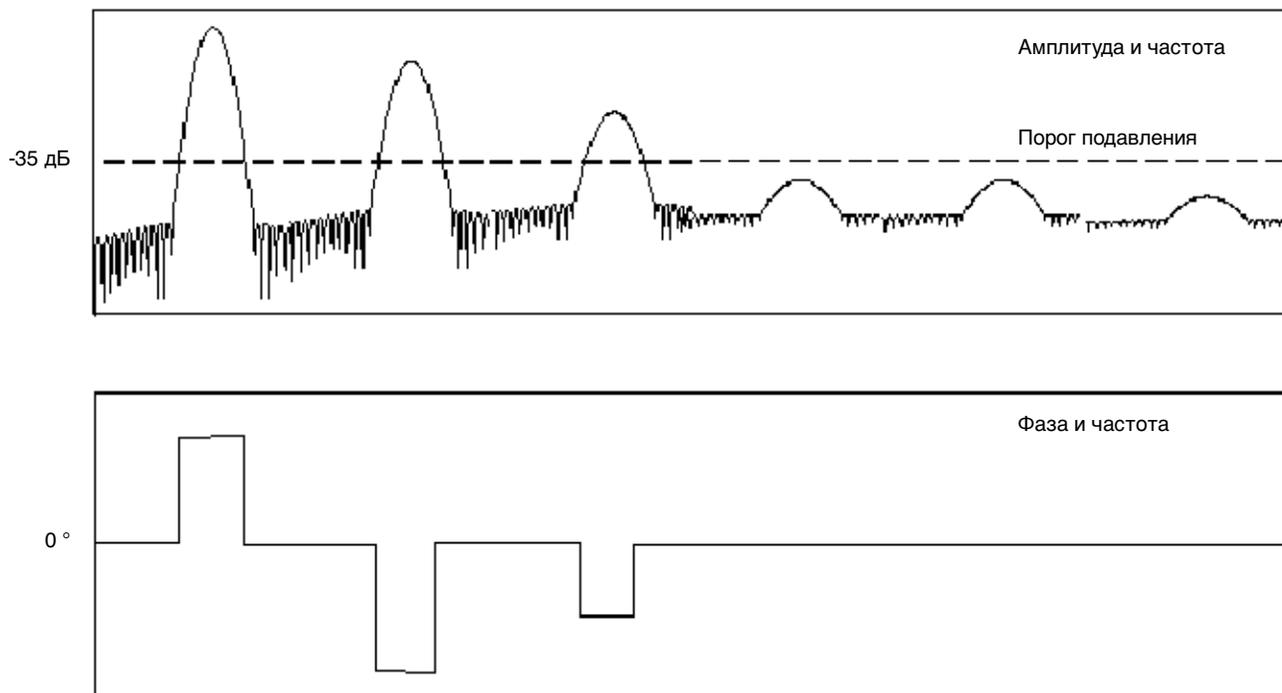
*Положение опорной точки фазы.* Фаза — относительная величина, для измерения которой необходимо указать опорную точку временной области. Значение фазы определяется относительно данной опорной точки.

Для спектрального анализатора положение опорной точки фазы определяется положением центра зоны интереса, т. е. является серединой интервала зоны интереса входных данных спектрального анализатора. Это справедливо для всех функций окон за исключением окна Tek Exponential (Экспоненциальное). В данном окне опорная точка устанавливается в положение 20% от зоны интереса.

*Развертка фазы.* Фаза в спектральном анализаторе определяется в пределах от  $-\pi$  до  $\pi$  радиан или от  $-180$  до  $180$  градусов. Однако значения фазы могут выходить за эти интервалы при анализе импульсного отклика с непрерывной фазой. В этом случае данные собираются спектральным анализатором с точками разрыва в интервале от  $+180$  до  $-180$  градусов. После разворачивания фазы на ее развертке отображаются правильные результаты.

Развертка фазы допускается, только когда фазовый спектр является непрерывной функцией от частоты. Поэтому при анализе гармонических компонентов обычного периодического сигнала ее использовать не следует.

*Порог подавления.* Фазы случайных шумов в спектре могут иметь значения во всем диапазоне. В результате фазовое отображение становится неэффективным. Однако можно установить уровень (в дБ) для элемента управления порогом подавления. Фазы комплексных точек спектра с амплитудой ниже установленного порога обнуляются.



**Рис. 3-45: Пример результатов при установке порога подавления фазового сдвига**

*Групповая задержка.* Групповую задержку можно вычислить, когда фазовый спектр является непрерывной функцией от частоты. Например, при проверке импульсного отклика, где импульс подается на вход системы, а выходной спектр отклика системы вычисляется.

Групповая задержка определяет качество пропускания сигнала системой с точки зрения фазовых искажений. Групповая задержка — производная фазы по частоте.

Данная функция неэффективна для анализа гармонических составляющих сигналов с фазовым откликом, не являющимся непрерывным.

*Анализ импульсного отклика.* При анализе импульсного отклика системы импульс следует поместить в нулевое положение относительно опорной точки фазы выборки. Это позволяет добиться правильного отображения фазы. Поскольку положение опорной точки нулевой фазы для окна Tek Exponential (Экспоненциальное) установлено на расстоянии 20% от начала зоны интереса, захватывается более широкая область импульсного отклика. Положение опорной точки фазы для всех других окон находится в центре зоны интереса.

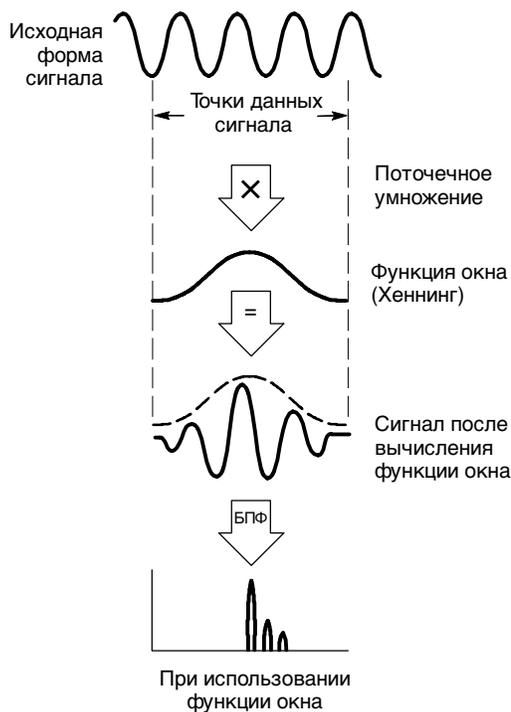
Имеется несколько способов регулировки положения опорной точки нулевой фазы относительно входного сигнала:

- Регулировка положения зоны интереса спектрального анализатора
- Выполнение точной настройки с помощью элемента управления уровнем запуска на передней панели
- Регулировка ручки POSITION (Положение) на передней панели

**Использование окон для фильтрации.** Имеется восемь различных окон спектрального анализатора.

- Rectangular (Прямоугольное)
- Hamming (Хемминг)
- Hanning (Хеннинг)
- Kaiser-Bessel (Кайзер-Бессель)
- Gaussian (Гаусс)
- Blackman-Harris (Блэкмен-Харрис)
- Flattop2 (Плоское2)
- TekExponential (Экспоненциальное)

Во временной области окно представляет собой функцию в форме колокола, длина которой равна продолжительности зоны интереса. Данная функция для большинства окон на обоих концах зоны интереса приближается к нулю. До вычисления спектра в окне отображаются перемноженные повременные значения входных данных в зоне интереса. Форма отклика спектрального анализатора в частотной области зависит от функции окна. Возможность разрешения по частоте выходного спектра и точность амплитудных и фазовых измерений также зависит от этих функций. На рис. 3-46 представлены этапы обработки записи временной области.



**Рис. 3-46: Результат использования функции окна для записи временной области**

Для достижения высокой точности амплитудных измерений требуется стационарность входного сигнала в зоне интереса. Это означает, что в пределах зоны интереса параметры входного сигнала (такие как частота и амплитуда) не должны иметь значительных отклонений. Ширина зоны интереса должна составлять не менее одного периода начальной частоты. Соответственно в пределах зоны интереса должен содержаться по крайней мере один период измеряемой гармоники.

*Выбор окна.* Выбор окна определяется характеристиками входного сигнала, который необходимо исследовать, а также характеристиками функции окна. Характеристики окон представлены в таблице 3-13.

**Таблица 3-13: Характеристики окон**

Окно	3 дБ полосы пропускания в столбцах	Гребенчатое искажение	Ближайший боковой лепесток	Нулевая опорная фаза	Коэффициенты
Rectangular (Прямоугольное)	0,89	3,96 дБ	-13 дБ	50%	1,0
Hamming (Хемминг)	1,3	1,78 дБ	-43 дБ	50%	0,543478; 0,456522
Hanning (Хеннинг)	1,44	1,42 дБ	-32 дБ	50%	0,5; 0,5

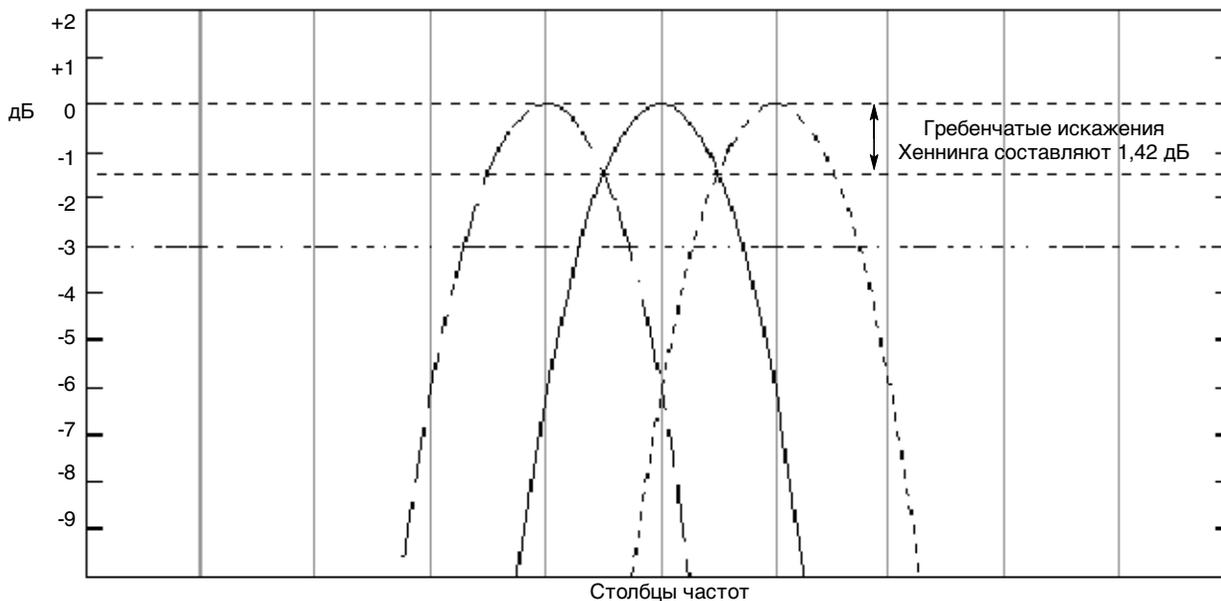
Таблица 3-13: Характеристики окон (прод.)

Окно	3 дБ полосы пропускания в столбцах	Гребенчатое искажение	Ближайший боковой лепесток	Нулевая опорная фаза	Коэффициенты
Kaiser-Bessel (Кайзер-Бессель)	1,72	1,02 дБ	-69 дБ	50%	0,40243; 0,49804; 0,09831; 0,00122
Blackman-Harris (Блэкмен-Харрис)	1,92	0,81 дБ	-92 дБ	50%	0,35875; 0,48829; 0,14128; 0,01168
Gaussian (Гаусс)	2,0	0,76 дБ	-79 дБ	50%	a = 3,75 (кроме серий косинусов)
Flatop2 (Плоское2)	3,8	0,0065 дБ	-90 дБ	50%	0,213348; -0,206985; 0,139512; -0,043084; 0,003745
Тек Exponential (Экспоненциальное)	1,42	0,60 дБ	-67 дБ	20%	отсутствуют

*3 дБ полосы пропускания в столбцах* — это полоса пропускания отклика спектрального анализатора для входного синусоидального сигнала и соответствующей функции окна. Ее единицами измерения являются столбцы. Столбец — это интервал между спектральными выборками при единичном коэффициенте интерполяции, полученном в результате обнуления БПФ. Полоса пропускания измеряется между точками лепестка, которые на 3 дБ ниже пикового значения. Значение полосы пропускания в герцах получается в результате деления ее значения в столбцах на величину зоны интереса в секундах. Эта величина также называется полосой пропускания разрешения.

*Когерентная чувствительность.* Фактор чувствительности, обычно связанный с различными функциями окна, точно масштабируется в выходном амплитудном спектре. Поэтому при смене окна выходной амплитудный спектр не изменяются. (Исключением является случай, когда параметры настройки анализатора таковы, что в БПФ не применяется заполнение нулей. При этом условии небольшие амплитудные расхождения для разных окон могут появиться вследствие различных факторов гребенчатых искажений. В большинстве случаев при заполнении нулями гребенчатые искажения отсутствуют.)

*Гребенчатые искажения* — амплитудная спектральная ошибка, возникающая при частоте исследуемого сигнала, находящейся точно посередине между двумя спектральными выборками, когда отношение интерполяции из-за заполнения нулями в БПФ равно единице. При заполнении нулями гребенчатые искажения практически отсутствуют из-за интерполяции в частотной области с помощью заполнения нулями. Заполнение происходит в большинстве случаев, когда значения интервалов меньше максимального значения, а значения полосы пропускания разрешения достаточно большие.



**Рис. 3-47:** Пример гребенчатых искажений для окна Хеннинга при отсутствии заполнения нулями

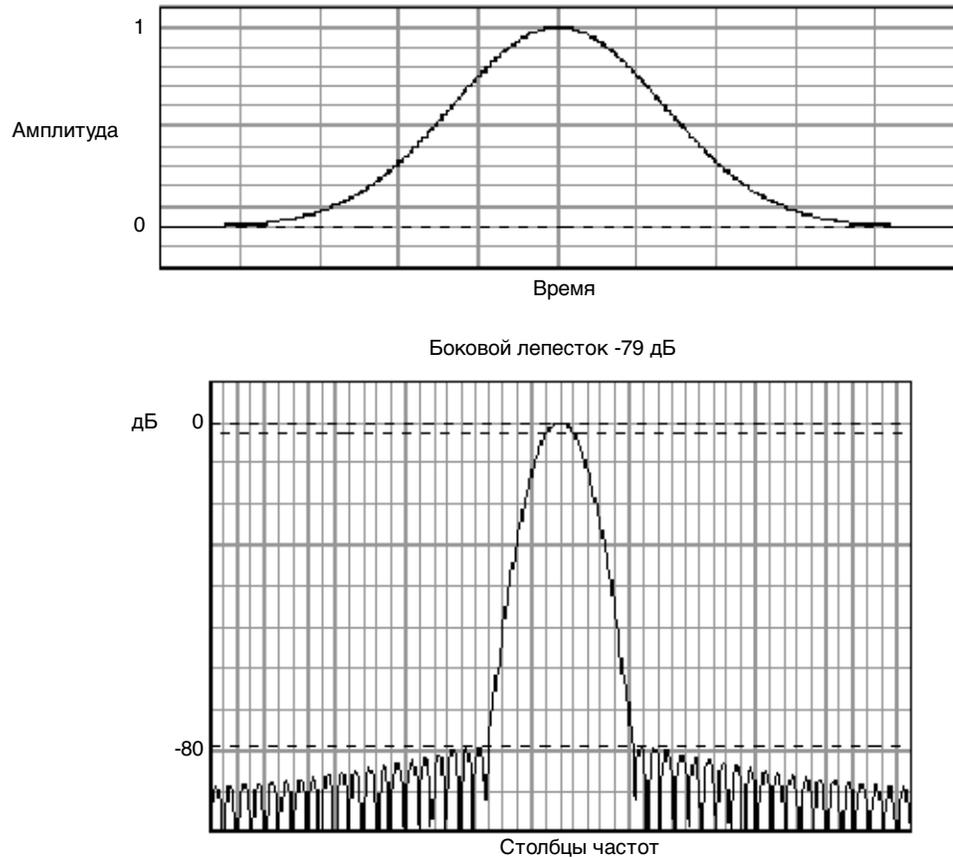
*Ближайший боковой лепесток* — разность амплитуд спектра и следующего бокового лепестка, возникающая в результате потерь энергии.

Характеристики рассеивания разных окон отличаются. Потери в спектре возрастают с уменьшением полосы пропускания разрешения окна.

*Опорная точка нулевой фазы* — положение во временной области зоны интереса, определяющее в выходном спектре опорную точку для фазы. Если пик входного сигнала синусоидальной формы совпадает с опорной точкой нулевой фазы, его выходная фаза в спектре равна нулю. Если при анализе импульсного отклика требуется точно определить фазу, во временной области импульс должен быть расположен в этой точке интервала зоны интереса.

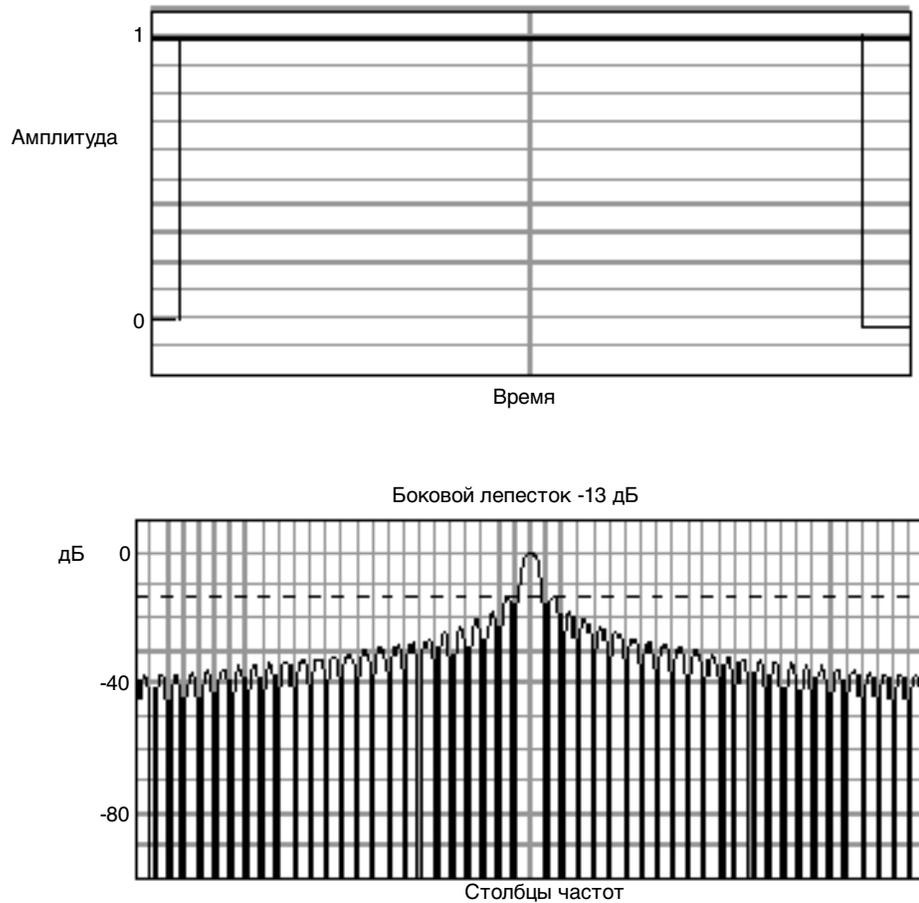
*Коэффициенты* — используются для формирования окон, полученных из ряда косинусов. Для окна Гаусса вместо набора коэффициентов применяется значение «а». Описание окон рядов косинусов см. в справочнике Эллиота (Elliot) *Handbook of Digital Signal Processing Engineering Application*. ISBN 0-12-237075-9.

*Окно Гаусса* — стандартная функция окна (см. рис. 3-48). Является уникальной в том смысле, что форма временной области экспоненциальной функции Гаусса преобразуется в экспоненциальную форму Гаусса в частотной области. С помощью данного окна можно определить местонахождение во временной и частотной областях.



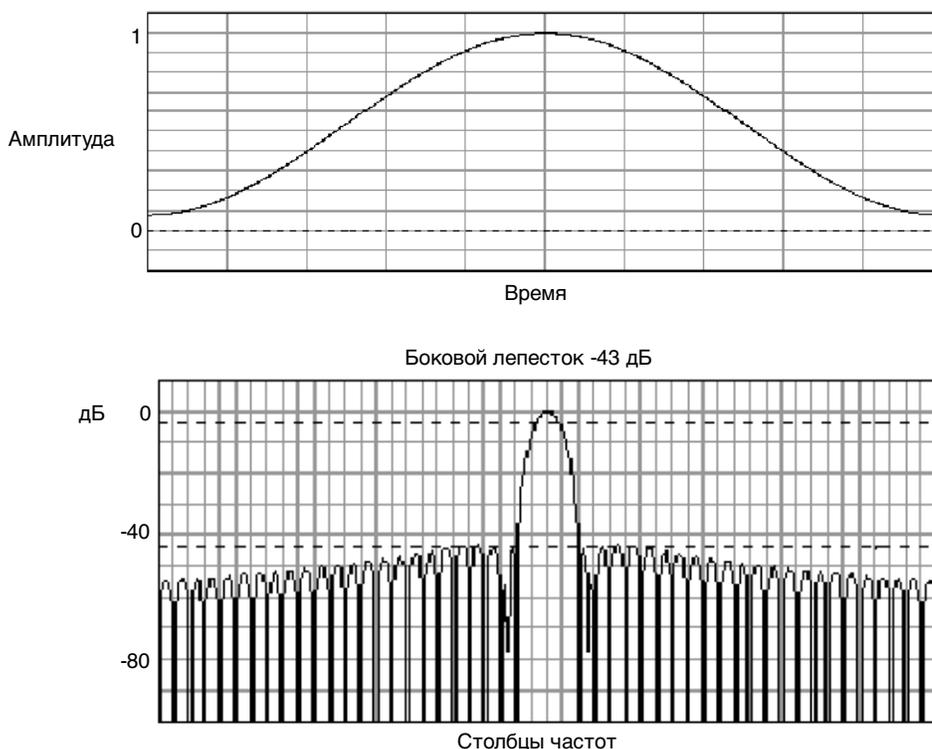
**Рис. 3-48:** Временные и частотные графики для окна Гаусса

*Прямоугольное окно* — размер данного окна равен единице (см. рис. 3-49). Это означает, что перед вводом в спектральный анализатор выборки данных не изменяются. Полоса пропускания разрешения данного окна является наименьшей из полос пропускания всех окон, а спектральное рассеивание и расстояния до боковых лепестков — наибольшими.



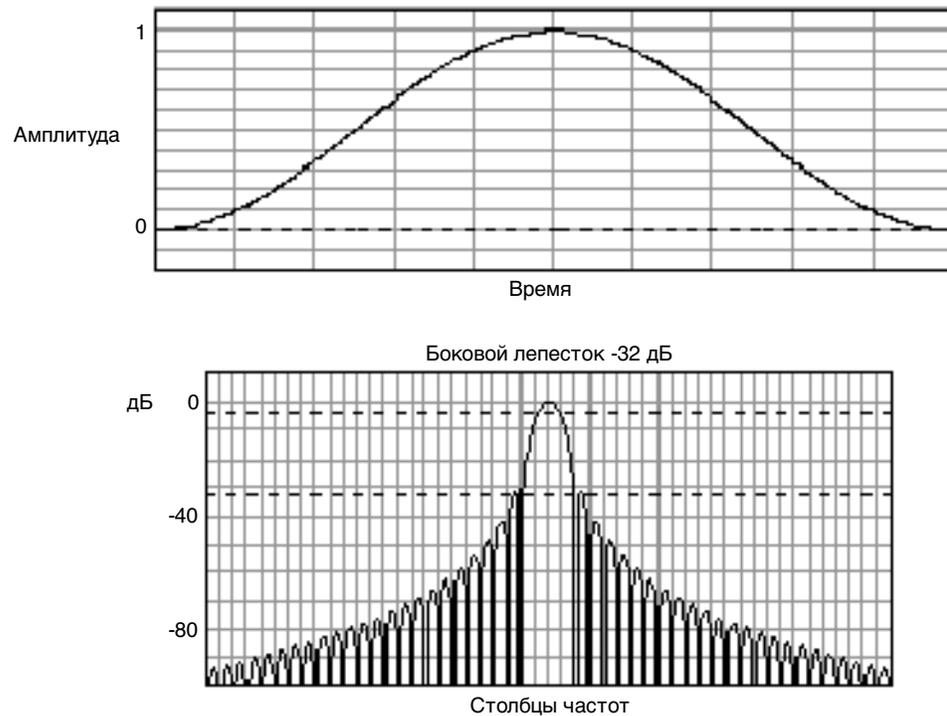
**Рис. 3-49: Временные и частотные графики для прямоугольного окна**

*Окно Хемминга* — данное окно уникально тем, что кривая формы на границах частотной области не сходится к нулю. Эта функция полезна, когда необходимо отдельно обработать действительные и мнимые компоненты спектра, а затем выполнять их обратное преобразование во временную область. Так как данные не сходятся к нулю, эффект окна может быть удален из результата.

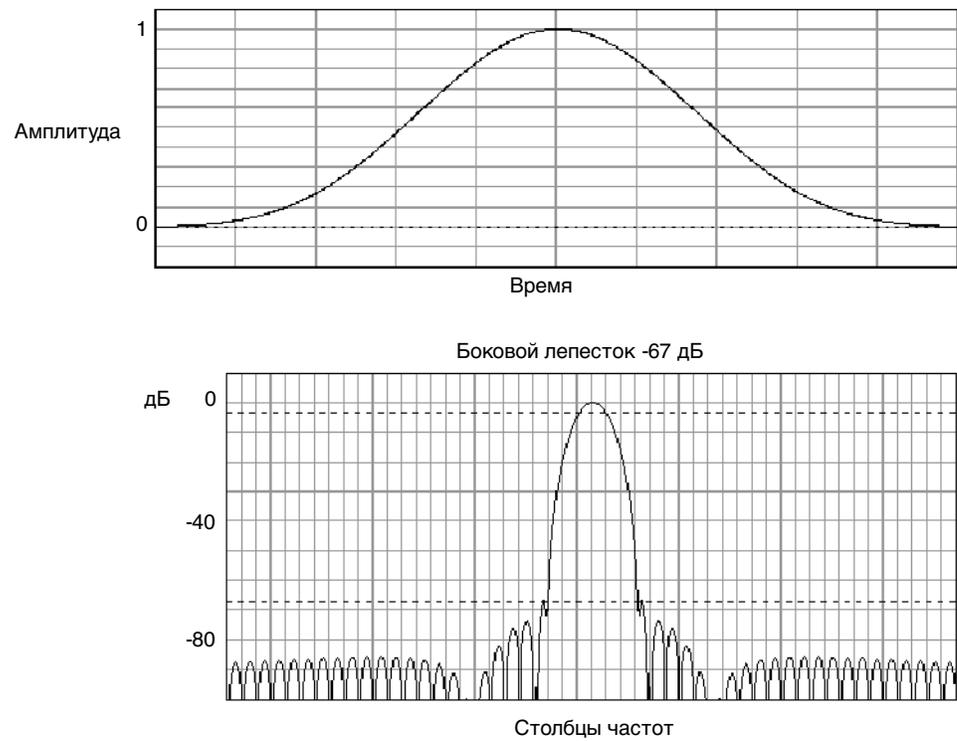


**Рис. 3-50: Временные и частотные графики для окна Хемминга**

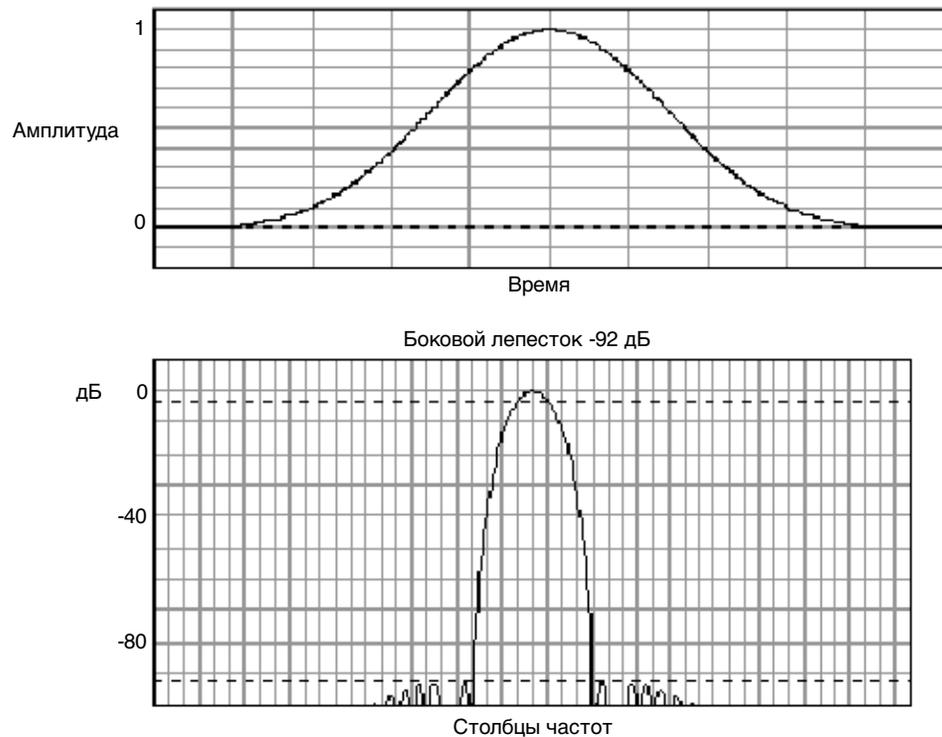
Окна Хеннинга, Кайзера-Бесселя и Блэкмена-Харриса — полосы пропускания разрешения и гребенчатых искажений для этих окон различны (см. рис. 3-51, 3-52 и 3-53). Для просмотра необходимых характеристик сигнала следует выбрать одно из данных окон. По сравнению с другими окнами энергетические потери для окна Блэкмена-Харриса незначительны. У окна Хеннинга полоса пропускания разрешения наименьшая, а расстояния между боковыми лепестками наибольшие.



**Рис. 3-51: Временные и частотные графики для окна Хеннинга**



**Рис. 3-52: Временные и частотные графики для окна Кайзера-Бесселя**



**Рис. 3-53: Временные и частотные графики для окна Блэкмена-Харриса**

*Окно Плоское2* — гребенчатые искажения для этого окна являются наименьшими по сравнению со всеми остальными окнами. Полоса пропускания разрешения окна шире, а расстояние до бокового лепестка меньше. Особенностью данного окна также является то, что для формы во временной области имеются отрицательные значения.

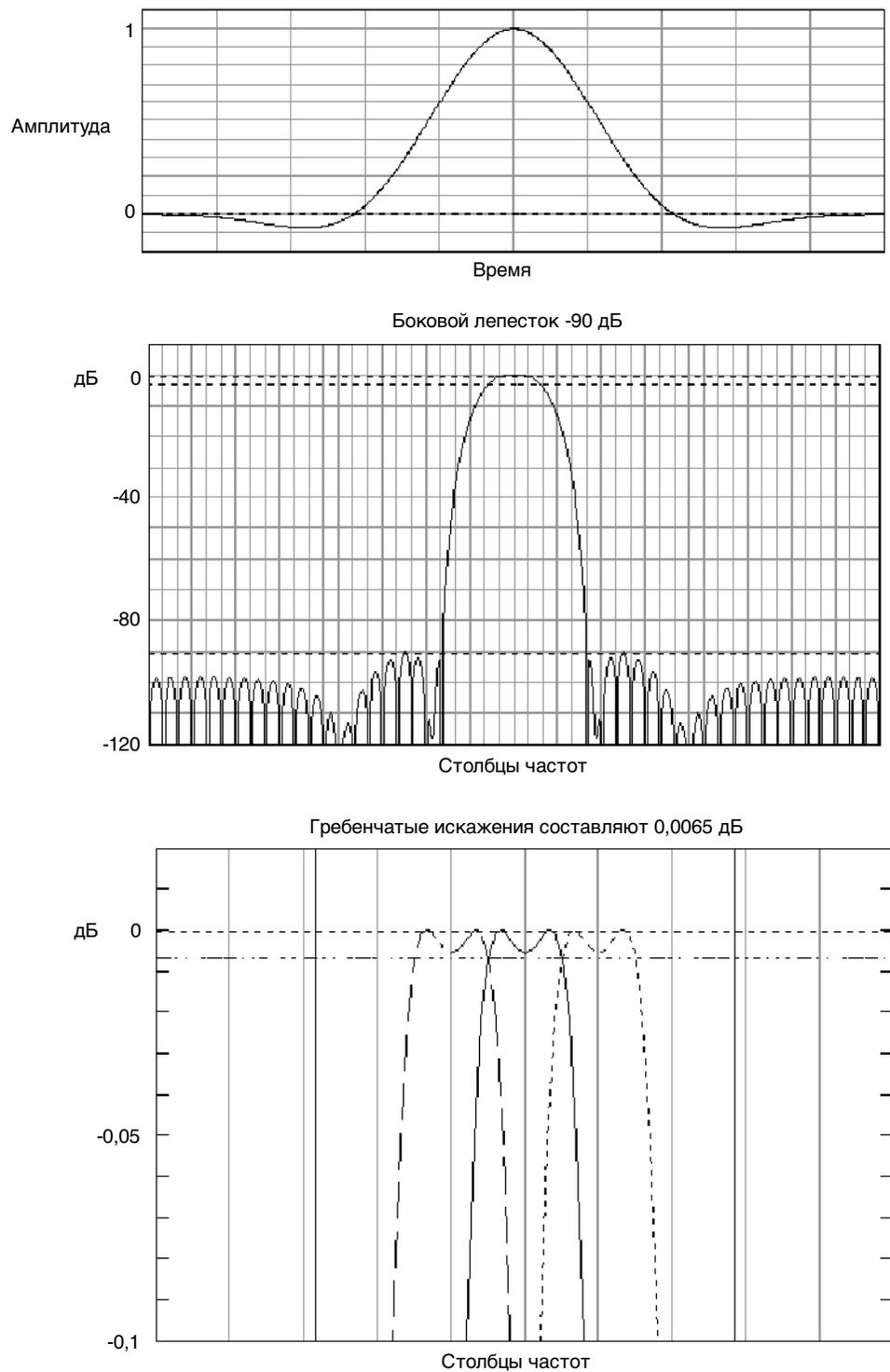
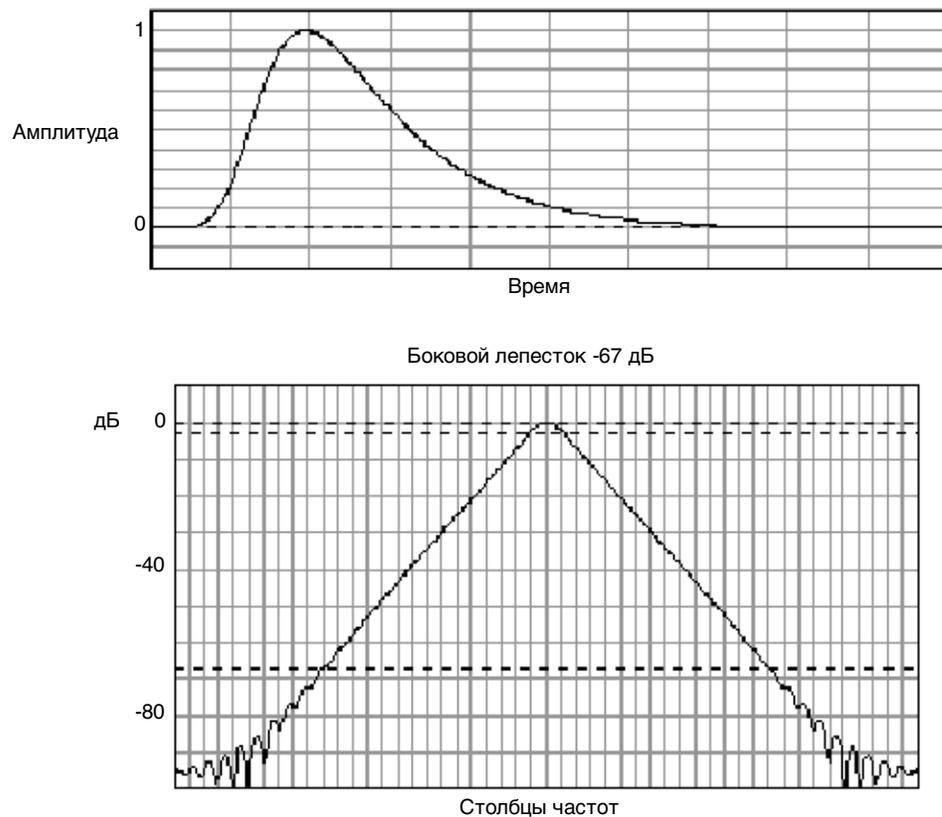


Рис. 3-54: Временные и частотные графики для окна Плоское2

*Экспоненциальное окно* — это окно было разработано специалистами корпорации Tektronix. В отличие от других окон, в его временной области не отображается симметричная колоколообразная форма. Форма является экспоненциальной с пиком на расстоянии 20% от начала зоны интереса временной области. Частотная область имеет треугольную форму. Это окно используется для анализа импульсного отклика с опорной точкой нулевой фазы в положении 20% от начала зоны интереса. Большая часть длины записи зарегистрированных данных используется для захвата импульсного отклика. Точные сведения о вычислении этих значений опубликованы в статье Джона Пикерда (John Pickerd) *Impulse-response testing lets a single test do the work of thousands* в журнале EDN от 27 апреля 1995 года на стр. 95.



**Рис. 3-55: Экспоненциальное окно во временной и частотной областях**

**Следствия дрожания запуска.** В системе регистрации данных осциллографа имеется источник синхроимпульсов, работающий асинхронно относительно входного сигнала. Это означает, что при последовательной оцифровке выборки могут находиться в различных точках осциллограммы по отношению к точке запуска. Положение точек может изменяться в течение одного интервала дискретизации.

Для периода сигнала с частотой, равной половине частоты выборки, имеется только две точки. Это самый высокочастотный неискаженный сигнал, который может быть получен в спектральном анализаторе. При такой частоте дрожание в одну выборку дискретизации будет отображено в спектре в виде колебаний фазы на 180 градусов. Следовательно, при анализе фазы такого сигнала необходимо учитывать отношение значения интервала дискретизации относительно величины дрожания, т. е. дискретизация сигнала должна иметь достаточный запас по частоте.

*Результаты сбора данных в режимах усреднения и высокого разрешения.* Частотный диапазон осциллографа зависит от результатов усреднения зарегистрированных данных во временной области в режиме усреднения или режиме высокого разрешения. Это объясняется наличием дрожания в системе регистрации данных величиной в один интервал дискретизации. Влияние режима высокого разрешения и режима усреднения на частотный диапазон отклика одинаково. В этих режимах отклик изменяется от единичного значения амплитуды для постоянного тока до значения, равного 0,63 на частоте Найквиста (частоте, равной половине от частоты выборки). Это справедливо независимо от текущего значения частоты выборки в реальном времени.

*Усреднение в частотной области.* Для усреднения расчетного сигнала следует задать нужное математическое выражение. Иногда требуется выполнить усреднение в спектральной, а не во временной области. Например, рассмотрим сигнал с компонентами, асинхронными по отношению к точкам запуска. При усреднении во временной области эти компоненты могут исчезнуть или вызвать непредсказуемые результаты в результирующем сигнале. Следовательно, в спектре эти компоненты сигнала могут отсутствовать. Усреднение же в частотной области позволит правильно отобразить эти компоненты в спектре.

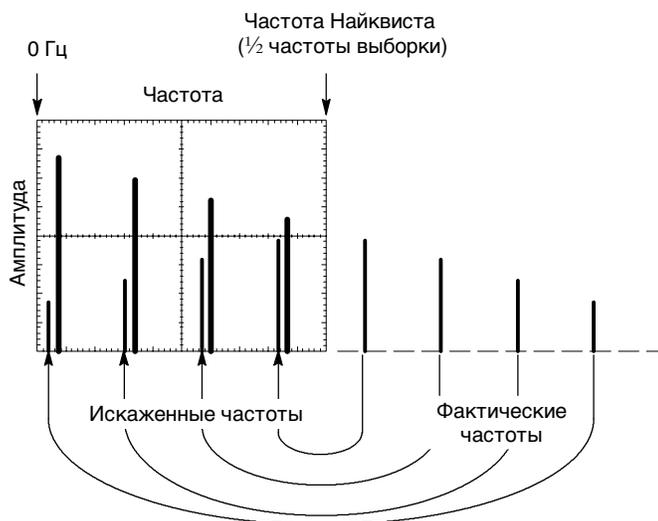
## **Выявление искажений**

При входной частоте сигнала, превышающей половину частоты выборки, возникают искажения.

Чтобы спектральные компоненты отображались на правильной частоте, а не на пониженных в результате искажения частотах, частота выборки должна быть достаточно высокой. Во временной области сигналы сложной формы с большим количеством гармоник, например сигналы треугольной или прямоугольной формы, могут выглядеть правильно во временной области, хотя в действительности многие гармоники сигнала искажены.

Для проверки возможного наличия искажений следует увеличить частоту дискретизации и проанализировать результирующее поведение гармоник.

Другим способом выявления наличия искажений является анализ соблюдения следующей закономерности: амплитуды гармоник должны убывать с ростом их частоты. Следовательно, если наблюдается увеличение амплитуды гармоник с ростом частоты, то можно предположить наличие искажений гармоник. При недостаточной частоте дискретизации в расчетном спектральном сигнале может иметь место паразитное преобразование высших гармоник, приводящее к их появлению на пониженной зеркальной частоте относительно частоты Найквиста. (См. рис. 3-56.) Для проверки следует увеличить частоту дискретизации и проанализировать наличие смещения частоты гармоник.



**Рис. 3-56: Возникновение частотных искажений в расчетном спектре сигнала**

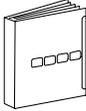
Если имеется источник сигналов с регулируемой частотой, возможен другой способ обнаружения искажений: это изменение частоты в небольших пределах с одновременным анализом спектра сигнала. При наличии искаженных гармоник будет наблюдаться снижение их частоты в случае, когда эта частота должна повышаться, и наоборот.

**Выполнение курсорных измерений расчетного спектра сигнала.** После отображения расчетного спектра сигнала его амплитуду, частоту или фазовый сдвиг можно измерить с помощью курсоров. Используйте для этого процедуру, описанную в разделе *Выполнение курсорных измерений* на стр. 3-128.

**Выполнение автоматических измерений расчетного спектра сигнала.** Расчетные спектры сигналов можно измерить автоматически. Используйте для этого процедуру, описанную в разделе *Выполнение автоматических измерений* на стр. 3-119.

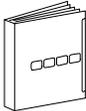
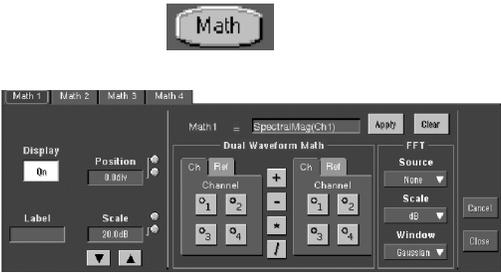
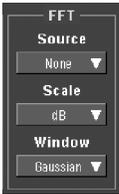
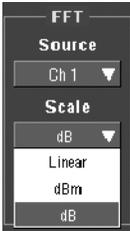
### Выбор предварительно определенных спектральных функций (дополнительные возможности)

Для представления текущего сигнала в виде амплитудного или фазового спектра выполните следующую процедуру.

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<p>1. Используемый исходный сигнал должен быть доступен. Расчетные спектры сигналов получаются из обновляемых сигналов, т. е. их создание из расчетных или опорных сигналов невозможно.</p>	 <p>Дополнительные сведения о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
Открытие окна управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов)	<p>2. Чтобы открыть окно управления Math Setup, нажмите кнопку Math (Расч) на панели инструментов.</p>	
Выбор предварительно определенных спектральных функций	<p>3. Для сигнала, который требуется создать, откройте вкладку Math<math>n</math> (Расч <math>n</math>) и нажмите кнопку Predefined Mag (Предопределенная амплитуда) или Predefined Phase (Предопределенная фаза) для выбора амплитудного или фазового спектрального анализа. Включается отображение сигнала.</p>	

### Определение расчетных спектров сигналов

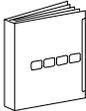
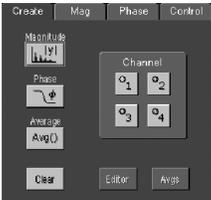
Для определения расчетного спектра сигнала выполните следующую процедуру. При наличии дополнительного модуля для расширенного анализа (TDS5UP, опция 2A), выполните действия, описание которых начинается на стр. 3-186.

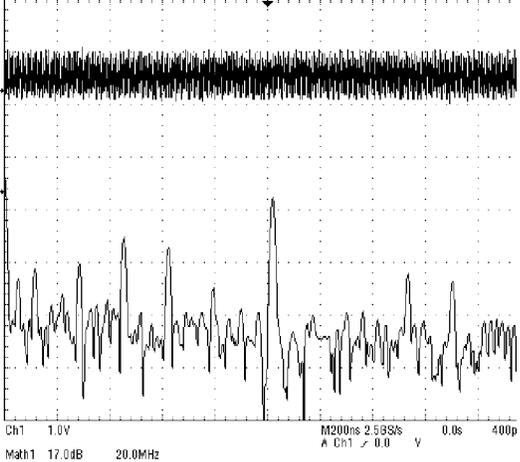
Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Все исходные сигналы, используемые в математической форме сигнала, должны быть доступны.</p>	 <p>Дополнительные сведения о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
<p><b>Открытие окна управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов)</b></p>	<p>2. Чтобы открыть окно управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов), нажмите кнопку Math (Расч) на панели инструментов.</p> <p>3. Для математической формы сигнала, которую необходимо определить, откройте вкладку Math<i>n</i> (Расч <i>n</i>).</p>	
<p><b>Выбор источника и отображение спектрального сигнала</b></p>	<p>4. В раскрывающемся списке FFT Source (Источник для БПФ) выберите источник спектрального сигнала. Источником может быть обновляемый сигнал или другой расчетный сигнал.</p> <p>Следует отметить, что спектральный сигнал отображается на экране сразу после выбора источника.</p>	
<p><b>Установка масштаба амплитуды</b></p>	<p>5. Для установки масштабного коэффициента по вертикали в раскрывающемся списке Scale (Масштаб) выберите одно из следующих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ dB (дБ): амплитуда отображается с помощью логарифмической шкалы и выражается в дБ относительно смещения опорного уровня.</li> <li>■ Linear (Линейный): единицы измерения амплитуды совпадают с единицами измерения исходных сигналов.</li> <li>■ dBm (дБм): для смещения опорного уровня устанавливаются предварительно определенные значения дБм.</li> </ul> <p><b>Совет.</b> Чтобы отрегулировать масштаб и положение, щелкните курсор осциллограммы и с помощью многофункциональных ручек установите нужные значения.</p>	

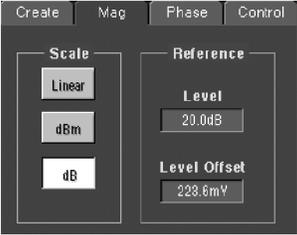
Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор типа окна</b></p>	<p>6. Для выбора типа окна щелкните поле Window Type (Тип окна) и выберите нужное значение из списка. Описание типов окон БПФ см. на стр. 3-169.</p>	
<p><b>Переопределение спектрального сигнала</b></p>	<p>7. Чтобы переопределить сигнал, нажмите кнопку Clear (Очистить) и повторите описанные выше действия.</p>	
<p><b>Дополнительные сведения</b></p>	<p>8. Дополнительные сведения о создании расчетных спектров сигналов см. в электронной справке.</p>	 <p>Общие сведения об электронной справочной системе см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>

**Определение  
расчетных спектров  
сигналов  
(дополнительные  
возможности)**

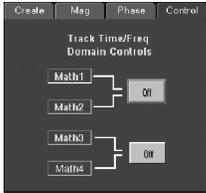
Чтобы определить расчетный спектр сигнала с помощью модуля для расширенного анализа, выполните данную процедуру. Сначала проверьте наличие нужных исходных сигналов. Исходные сигналы каналов должны оцифровываться или уже быть оцифрованными. При работе с исходными сигналами выводить их на экран не требуется.

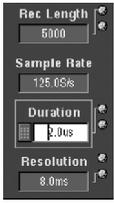
Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Все исходные сигналы, используемые в математической форме сигнала, должны быть доступны.</p>	 <p>Дополнительные сведения о настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</p>
<p><b>Открытие окна управления Spectral Analysis Setup (Настройка спектрального анализа)</b></p>	<p>2. Чтобы открыть окно управления Math Setup (Настройка математических форм сигналов), на панели инструментов нажмите кнопку Math (Расч).</p> <p>3. Чтобы открыть окно управления Spectral Analysis Setup, нажмите кнопку Spectral Analysis Setup.</p>	 
<p><b>Выбор спектрального сигнала</b></p>	<p>4. Нажмите кнопку Math<math>n</math> (Расч <math>n</math>) и выберите из списка нужную математическую форму сигнала.</p> <p>5. Для создания амплитудного или фазового спектра сигнала нажмите соответственно кнопку Magnitude (Амплитуда) или Phase (Фаза). Для получения усредненного спектра сигнала нажмите кнопку Average (Усреднение), а затем, чтобы задать число усреднений, нажмите кнопку Avgs (Усреднения). См. пункт <i>Применение усреднения</i> на стр. 3-152.</p> <p>6. Для исходного сигнала выберите вкладку и номер канала.</p> <p><b>Совет.</b> Если необходимо переопределить форму сигнала, нажмите кнопку Clear (Очистить) и повторите описанные выше действия.</p>	 

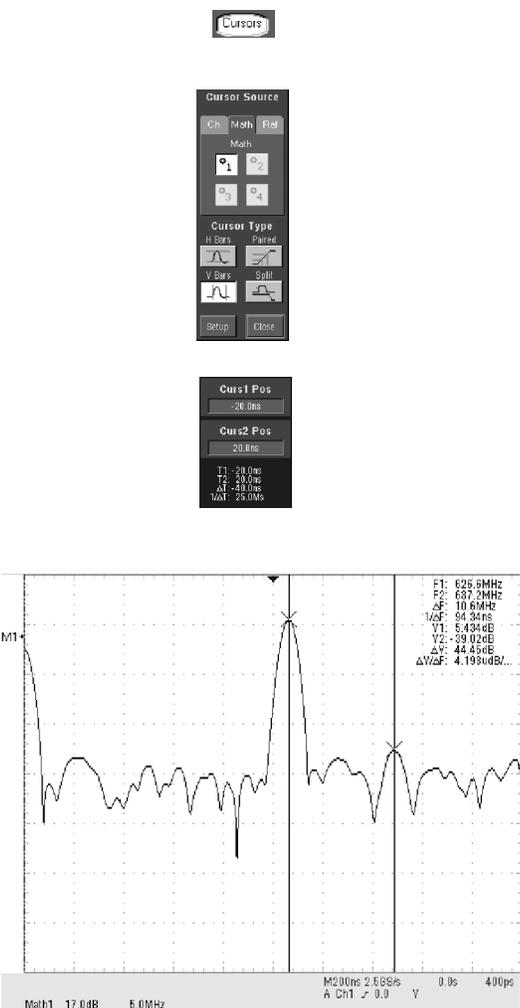
Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Отображение спектрального сигнала</b></p>	<p>7. Чтобы вывести на экран спектральный сигнал, нажмите кнопку Apply (Применить) или кнопку ОК.</p>	 <p>The screenshot shows a two-part display. The upper portion is a time-domain waveform, appearing as a dense, noisy horizontal band. The lower portion is a spectral plot on a grid. The x-axis represents frequency, with a scale of 20.0MHz. The y-axis represents amplitude, with a scale of 17.0dB. A vertical cursor is positioned on the spectral plot. At the bottom of the screen, technical data is displayed: 'Ch1 1.0V', 'Math1 17.0dB', '20.0MHz', 'M200ns 2.593S/s', 'A Ch1 0.0 V', and '400p'.</p>

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка масштаба амплитуды</b></p>	<p>8. Откройте вкладку Mag (Амплитуда).</p> <p>9. Чтобы выбрать масштабный коэффициент по вертикали, в группе Scale (Масштаб) выберите нужное значение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ dB (дБ): амплитуда отображается с помощью логарифмической шкалы и выражается в дБ относительно смещения опорного уровня.</li> <li>■ Linear (Линейный): единицы измерения амплитуды совпадают с единицами измерения исходных сигналов.</li> <li>■ dBm (дБм): для смещения опорного уровня устанавливаются предварительно определенные значения дБм (см. следующий шаг).</li> </ul> <p><b>Совет.</b> Чтобы отрегулировать масштаб и положение, щелкните курсор осциллограммы и воспользуйтесь многофункциональными ручками.</p> <p>10. Чтобы установить опорный уровень, нажмите кнопку Reference Level (Опорный уровень) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p><b>Совет.</b> Значение опорного уровня отображается в верхней части экрана. Он используется только для амплитудных сигналов. При смещении опорного уровня сигнал перемещается относительно верхней части экрана, но его положение относительно уровня земли не изменяется.</p> <p>11. Чтобы установить смещение опорного уровня, нажмите кнопку Reference Level Offset (Смещение опорного уровня) и задайте значение с помощью многофункциональной ручки или всплывающей клавиатуры.</p> <p><b>Совет.</b> Смещение указывает положение уровня 0 дБ в выходном сигнале. При изменении смещения сигнал перемещается относительно уровня земли. Если входной сигнал равен смещению, на выходе он отображается как 0 дБ.</p>	  

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка масштаба фазы</b></p>	<p><b>12.</b> Откройте вкладку Phase (Фаза).</p> <p><b>13.</b> Чтобы выбрать масштабный коэффициент по вертикали, в группе Scale (Масштаб) выберите одно из значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Degree (Градус): единицами измерения фазы являются градусы. В этом случае фаза изображается в виде шкалы в интервале от <math>-180^\circ</math> до <math>+180^\circ</math>.</li> <li>■ Radian (Радян): единицами измерения фазы являются радианы. В этом случае фаза отображается в виде шкалы в интервале от <math>-\pi</math> до <math>+\pi</math> радиан.</li> <li>■ GroupDelay (Групповая задержка): фазовый спектр разворачивается и на экран выводится его производная.</li> </ul> <p>Подробные сведения о настройке фазовых дисплеев см. в разделе <i>Работа с фазовыми элементами управления</i> на стр. 3-166.</p> <p><b>14.</b> Для развертывания и свертывания фазы в фазовом спектре нажмите кнопку Unwrap (Развернуть).</p> <p><b>15.</b> Чтобы задать порог в дБ, при амплитудном превышении которого вычисляется фазы соответствующего компонента (для уменьшения уровня шумов в фазовом спектре), нажмите кнопку Suppression Threshold (Порог подавления) и с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры установите нужный пороговый уровень. Если амплитуда меньше порогового значения, для фазы устанавливается нулевое значение (например, см. рис. 3-45 на стр. 3-168).</p> <p>Дополнительные сведения о подавлении фазового сдвига см. в разделе <i>Порог подавления</i> на стр. 3-167.</p>	   

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка отслеживания элементов управления временной и частотной областей</b></p>	<p>16. Откройте вкладку Control (Управление).</p> <p>17. Для включения или выключения возможности изменения элементов управления временной и частотной области для одной математической формы сигнала с целью изменения таких же элементов управления для другой формы нажмите кнопки отслеживания элементов управления временной или частотной области.</p>	
<p><b>Выбор типа окна</b></p>	<p>18. Для выбора типа окна щелкните поле Window Type (Тип окна) и выберите значение из списка. Сведения о типах окон БПФ см. на стр. 3-169.</p>	
<p><b>Установка элементов управления частотной области</b></p>	<p>19. Чтобы задать диапазон частот, по которому выполняется спектральный анализ, нажмите кнопку Freq Span (Диапазон частот) и укажите значение с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <p>Для высоких частот выборки можно задать более высокий частотный диапазон. Чтобы установить максимальный диапазон для данной частоты выборки, нажмите кнопку Full (Весь экран).</p> <p>20. Для определения центральной частоты спектрального анализа, нажмите кнопку Center Freq (Центральная частота) и задайте нужное значение с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <p>21. Полосой пропускания разрешения определяется возможная степень отклонения частот в выходных данных частотной области. Обычно задается полоса пропускания фильтров, используемых для выполнения анализа частотной области.</p> <p>Чтобы задать полосу пропускания разрешения, щелкните в группе Res BW (Полоса пропускания разрешения) и укажите значение с помощью многофункциональных ручек или клавиатуры.</p>	

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка элементов управления временной области</b></p>	<p><b>22.</b> С помощью элементов управления временной области определяется частота выборки и длина записи зарегистрированных данных. С помощью этих элементов можно также отрегулировать продолжительность регистрации без изменения частоты выборки.</p> <p>В меню Spectral Analysis Setup (Настройка спектрального анализа) выберите команду Resolution (Разрешение) и установите временной интервал между выборками данных входного сигнала.</p> <p><b>Примечание.</b> Разрешение — величина, обратная частоте выборки. Для изменения частоты выборки установите новое разрешение. При установке разрешения длина записи может измениться так, что значение продолжительности, выбранное с помощью элемента управления Duration (Продолжительность), остается неизменным.</p> <p><b>23.</b> Чтобы отрегулировать число секунд по продолжительности зарегистрированного сигнала (длина записи), щелкните поле Duration и укажите значение с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <p><b>Примечание.</b> При регулировке продолжительности длина записи также меняется.</p> <p><b>24.</b> Положение зоны интереса — расстояние от опорной точки фазы в зоне интереса до точки запуска, измеряемое в секундах. Положение и продолжительность зоны интереса должны находиться в интервале зарегистрированных данных.</p> <p>Чтобы задать положение зоны интереса, щелкните поле Gate Pos (Положение зоны интереса) и установите положение с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p> <p><b>25.</b> Продолжительность зоны интереса и полоса пропускания разрешения — аналогичные понятия. Продолжительность зоны отображается в секундах, а полоса пропускания разрешения — в герцах.</p> <p>Чтобы задать продолжительность зоны интереса, щелкните поле Gate Dur (Продолжительность зоны интереса) и установите значение с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры.</p>	   

Действие	Инструкции	Элементы управления и ссылки															
<p><b>Выполнение курсорных измерений</b></p>	<p>26. Для отображения курсоров и открытия окна управления Cursor (Курсор) на панели инструментов нажмите кнопку Cursor.</p> <p>27. Откройте вкладку Math (Расч) и для спектрального сигнала, который необходимо измерить, нажмите кнопку канала.</p> <p>28. Выберите тип курсора. Дополнительные сведения см. в разделе <i>Выполнение курсорных измерений</i>, описание которого начинается на стр. 3-128.</p> <p>29. Чтобы измерить необходимые величины, с помощью многофункциональных ручек установите каждый курсор.</p> <p>30. Результаты отображаются в экранной надписи курсора. Эта экранная надпись расположена под многофункциональными экранными надписями или в верхнем правом углу масштабной сетки.</p> <p>Курсорные измерения амплитуд частот в БПФ представлены на рисунке. Отображаемое значение надписи — 0 дБ, поскольку оно выровнено по уровню 1 В<sub>ср. кв.</sub>. Значение другой надписи — 24,4 дБ. Это означает, что амплитуда измеряемой частоты составляет -24,4 дБ относительно уровня в 1 В<sub>ср. кв.</sub>. Отображение исходного сигнала отключено.</p> <p>Единицами измерения курсоров для амплитудных сигналов являются дБ или В, а для измерений фазы — градусы или радианы.</p> <p>31. Выберите тип курсоров V Bars (В-курсоры) и с помощью многофункциональных ручек установите два вертикальных курсора в нужных точках на горизонтальной оси осциллографа.</p> <p>32. Разность частот между курсорами отображается в надписи <math>\Delta f</math>: readout. Значение частоты курсора относительно нулевой точки отображается в экранных надписях курсоров.</p>	 <p>The image shows the 'Cursor' control panel with options for 'Cursor Source' (Ch, Math, Ref) and 'Cursor Type' (H Bars, Paired, V Bars, Split). Below it is the 'Curs1 Pos' and 'Curs2 Pos' settings window. The main display shows a spectrum plot with two vertical cursors. The cursor data is as follows:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cursor</th> <th>Frequency</th> <th>Amplitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>20.0ns</td> <td>0.0dB</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>30.0ns</td> <td>24.4dB</td> </tr> <tr> <td><math>\Delta f</math></td> <td>10.0ns</td> <td>24.4dB</td> </tr> <tr> <td><math>\Delta V_{dB}</math></td> <td>20.0dB</td> <td>24.4dB</td> </tr> </tbody> </table> <p>At the bottom of the plot, the frequency difference is shown as <math>\Delta f: 10.0ns</math> and <math>\Delta V_{dB}: 24.4dB</math>.</p>	Cursor	Frequency	Amplitude	T1	20.0ns	0.0dB	T2	30.0ns	24.4dB	$\Delta f$	10.0ns	24.4dB	$\Delta V_{dB}$	20.0dB	24.4dB
Cursor	Frequency	Amplitude															
T1	20.0ns	0.0dB															
T2	30.0ns	24.4dB															
$\Delta f$	10.0ns	24.4dB															
$\Delta V_{dB}$	20.0dB	24.4dB															
<p><b>Дополнительные сведения</b></p>	<p>33. Дополнительные сведения о создании расчетных спектров сигналов см. в электронной справке.</p>	 <p>Общие сведения об электронной справочной системе см. в главе <i>Работа с электронной справкой</i> на стр. 3-221.</p>															

# Ввод и вывод данных

В этом разделе описываются возможности осциллографа, связанные с вводом и выводом данных:

- *Сохранение и восстановление настроек* на стр. 3-193
- *Сохранение и вызов осциллограмм* на стр. 3-200
- *Экспорт и копирование записей сигналов* на стр. 3-207
- *Печать осциллограмм* на стр. 3-217
- *Удаленная связь* на стр. 3-220

## Сохранение и восстановление настроек

Осциллограф позволяет сохранить несколько различных настроек прибора для использования в будущем. Число таких настроек ограничивается только объемом свободной памяти.

Сохранение и последующее восстановление различных настроек позволяет оперативно переключаться от одного набора параметров к другому, не изменяя нужные параметры вручную. Такая возможность полезна в следующих случаях:

- если требуется сохранить и затем восстановить настройку, позволяющую оптимально отображать и анализировать определенный сигнал;
- если требуется сохранить группу настроек с целью автоматизации некоторой процедуры, предусматривающей последовательный вызов различных настроек;
- если необходимо экспортировать настройку для использования на другом осциллографе.

Используя окна управления Save Instrument Setups (Сохранение настроек прибора) и Recall Instrument Setups (Вызов настроек прибора), можно сохранить вместе с настройкой собственные примечания и затем просмотреть их. В этих примечаниях можно, например, описать каждую сохраняемую настройку и ее предполагаемое назначение.

Вводить примечания и присваивать имена файлам настроек можно даже в отсутствие подключенной клавиатуры. В окнах сохранения и вызова доступна всплывающая клавиатура, с помощью которой можно, используя мышь или сенсорный экран, ввести путь файла настройки, имя файла и примечания.

При сохранении настройки из нее исключаются следующие элементы.

- *Канальные и опорные формы сигналов.* Сохраняются параметры управления (масштаб, положение и т. п.), но не данные осциллограмм. При вызове настройки эти параметры вновь вступают в силу, но данные не восстанавливаются.
- *Математические формы сигналов.* Сохраняются управляющие параметры и математическое выражение, но не данные осциллограмм. При вызове настройки математическое выражение формы сигнала применяется вновь, но данные не восстанавливаются.
- *Параметры пользователя, записанные в реестр Windows.* Это касается всех параметров, заданных в окне управления User Preferences (Параметры пользователя).

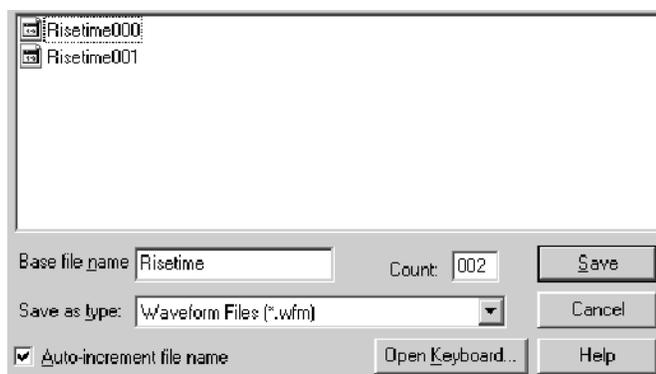
Если необходимо сохранить осциллограмму в формате, приемлемом для других приложений, например в виде электронной таблицы, используйте функцию экспорта (см. раздел *Экспорт и копирование записей сигналов* на стр. 3-207).

При сохранении и вызове настроек необходимо иметь в виду следующее.

- Вызываемая настройка замещает текущую. Если текущая настройка может еще потребоваться, сохраните ее в файле для использования в будущем.
- В сохраненных настройках могут содержаться параметры, несовместимые с сигналами, активными на данный момент в осциллографе. Например, если сохранить настройку, которая задает отображение расчетного сигнала, являющегося усреднением опорного сигнала 1, а затем восстановить эту настройку в отсутствие опорного сигнала, то математическая и опорная осциллограммы отображены не будут.

### Использование автоматической нумерации файлов

В поддерживаемых данным прибором диалоговых окнах Save As (Сохранить как) и Export (Экспорт) предусмотрена возможность автоматической нумерации имен файлов, которая позволяет сохранить множество схожих между собой файлов, не вводя каждый раз заново имя файла целиком. Для активизации этой возможности установите в диалоговом окне флажок Auto-increment file name (Автонумерация файлов), как показано на рис. 3-57.



**Рис. 3-57: Автоматическая нумерация файлов**

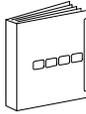
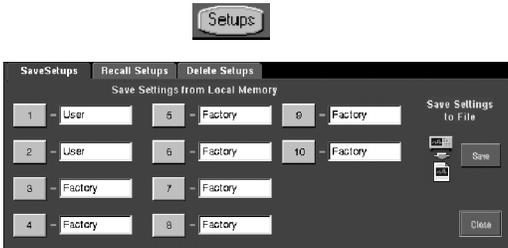
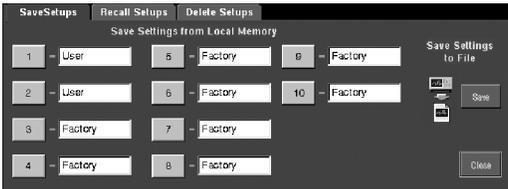
Введите базовое имя файла и нажмите кнопку Save (Сохранить). При первом сохранении по умолчанию используется номер 000 (поле Count), но этот начальный номер можно заменить любым другим. Первый файл сохраняется под именем *[Basefilename][Count].ext*, где *ext* — расширение имени файла. При последующих операциях сохранения осциллограф ищет файл с максимальным номером и увеличивает это номер на 1, например: *Basefilename001.ext*.

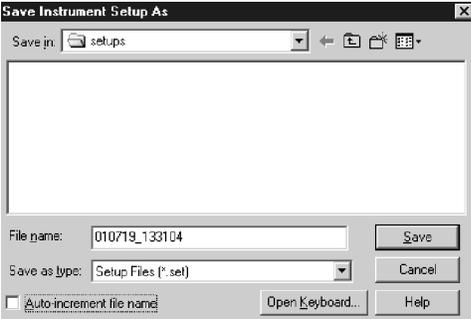
Например, если идет сохранение последовательности файлов с данными о времени нарастания, можно начать с базового имени файла «Risetime». Первый файл сохраняется под именем *Risetime000.ext*. Следующим файлом будет *Risetime001.ext* и т. д.

Если значение номера достигло 999, предполагается, что при очередном сохранении базовое имя следует заменить на *Basefilename1* (например, *Risetime1*). Тогда следующий файл будет сохранен под именем *Risetime1000.ext*. При попытке сохранить новый файл под именем уже имеющегося файла выдается предупреждающее сообщение.

### Сохранение настроек

Далее описывается процедура сохранения настройки с выбором места сохранения — в одной из десяти областей внутренней памяти, на жестком диске осциллографа, на гибком диске или на запоминающем устройстве другого производителя.

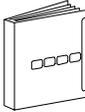
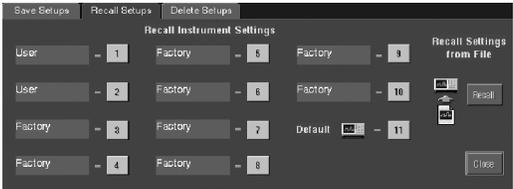
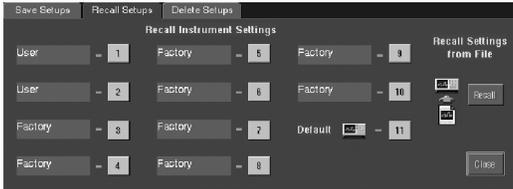
Процедура	Сохранение настройки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Включите осциллограф.</li> <li>2. Установите параметры настройки осциллографа в том виде, в каком их следует сохранить для использования в будущем.</li> </ol> <p>Для получения дополнительных сведений о том, как проводить настройку, обратитесь к разделам документации, указанным в правом столбце, и другим разделам данной главы.</p>	 <p>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10, описание настройки регистрации на стр. 3-28 и описание настройки синхронизации на стр. 3-47.</p>
<p><b>Открытие диалогового окна Instrument Setup (Настройка прибора)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Нажмите на панели инструментов кнопку <b>Setups</b> (Настройки), чтобы открыть окно управления Instrument Setup. Окно откроется на вкладке <b>Save Setups</b> (Сохранение настроек).</li> </ol>	
<p><b>Сохранение настройки</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Нажмите одну из пронумерованных кнопок для сохранения настройки. Если под выбранным номером уже хранились какие-то данные, они будут замещены.</li> </ol>	

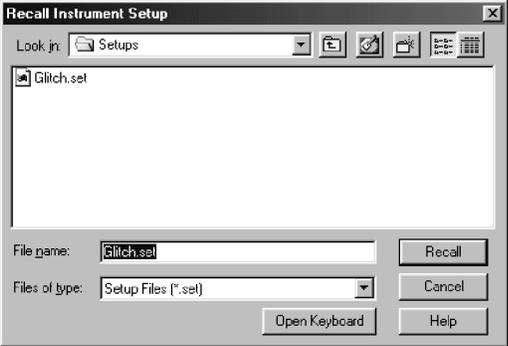
Процедура	Сохранение настройки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Присвоение имени настройке</b></p>	<p>5. Присвойте имя файлу настройки одним из следующих способов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ оставьте имя, предлагаемое по умолчанию (User) в показанном сверху поле имени;</li> <li>■ дважды щелкните в поле имени и, пользуясь всплывающей клавиатурой, введите новое имя файла;</li> <li>■ щелкните предлагаемое имя и, пользуясь подключенной к прибору клавиатурой, введите новое имя.</li> </ul>	
<p><b>Сохранение настройки в файле</b></p>	<p>6. Нажмите кнопку Save (Сохранить); откроется диалоговое окно Save Instrument Setup As (Сохранить настройку прибора как).</p> <p>7. Откройте список Save in (Место сохранения) и перейдите в каталог, в котором следует сохранить настройку.</p> <p>8. Присвойте имя файлу настройки. Можно оставить имя, предлагаемое по умолчанию в поле File name (Имя файла), ввести новое имя или выбрать уже имеющееся имя из списка файлов (в этом случае содержимое файла с таким именем будет перезаписано).</p> <p>Установите флажок Auto-increment file name (Автонумерация файлов), чтобы сохранить последовательность файлов, не вводя каждый раз очередное имя заново. Подробнее об этом см. в разделе <i>Использование автоматической нумерации файлов</i> на стр. 3-195.</p> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <p><b>Совет.</b> К имени файла автоматически добавляется расширение, указанное в списке Save as Type (Тип файла). Осциллограф не поддерживает никаких других расширений имен файлов, определяемых пользователем.</p> <p>9. Сохраните файл настройки, нажав кнопку Save (Сохранить). Чтобы отменить операцию без сохранения, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</p>	  

Процедура	Сохранение настройки	Элементы управления и ссылки
Дополнительная помощь	10. Дополнительные сведения о сохранении настроек содержатся в интерактивной справке.	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

### Вызов настройки

Далее описывается процедура вызова настройки. Учтите, что восстанавливаемая настройка замещает имеющуюся настройку и последняя теряется.

Процедура	Вызов настройки	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Включите осциллограф и убедитесь в наличии доступа к ранее сохраненной настройке.	 <p>См. разделы <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10 и <i>Сохранение настроек</i> на стр. 3-196</p>
Открытие окна управления Instrument Setup (Настройка прибора)	2. Нажмите на панели инструментов кнопку Setups (Настройки) и в открывшемся окне управления Instrument Setup перейдите на вкладку Recall Setups (Вызов настроек).	 
Вызов настройки	3. Щелкните номер настройки, которую требуется восстановить. Эта настройка будет записана поверх текущей настройки.	

Процедура	Вызов настройки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Вызов настройки из файла</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Откройте окно управления Recall Instrument Setup (Вызов настройки прибора), нажав кнопку Recall (Вызов).</li> <li>Откройте список Save in (Место сохранения) и, используя кнопки навигации, найдите каталог, в котором содержится настройка, подлежащая восстановлению.</li> <li>Выберите файл настройки, щелкнув имя уже имеющегося файла в списке или введя новое имя в поле File name (Имя файла).</li> </ol> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Для вызова файла настройки нажмите кнопку Recall (Вызов). Чтобы отменить операцию без восстановления настройки, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</li> </ol>	  
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Дополнительные сведения о вызове настроек содержатся в интерактивной справке.</li> </ol>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

## Сохранение и вызов осциллограмм

Осциллограф позволяет сохранить любое число осциллограмм; их количество ограничивается только доступными ресурсами хранения.

Сохраненную осциллограмму можно позднее вызвать, чтобы произвести сравнение, выполнить оценку или составить документацию. Это может быть полезно в следующих случаях:

- если требуется вызвать осциллограмму для последующей оценки или сравнения с другими осциллограммами;
- если необходимо расширить число осциллограмм, доступных при работе с прибором. Осциллограф поддерживает четыре опорные, четыре канальные и четыре математические формы сигналов. Если требуется иметь более четырех опорных осциллограмм, можно сохранить остальные осциллограммы на диске и вызывать их по мере необходимости.

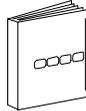
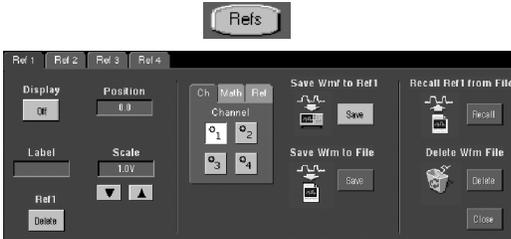
В окне управления Reference Setup (Настройка опорных сигналов) имеется поле Label (Метка) для записи примечаний к сохраняемым осциллограммам.

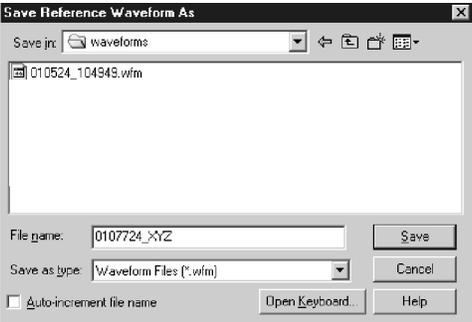
Вводить примечания и присваивать имена файлам опорных осциллограмм можно даже при отсутствии подключенной клавиатуры. В окне управления Reference Setup доступна всплывающая клавиатура, с помощью которой можно, используя мышь или сенсорный экран, ввести путь к файлу осциллограммы, имя файла и примечания.

Каждая из сохраненных осциллограмм вызывается в одной из областей опорных сигналов Ref1-Ref4 (Op 1 - Op 4). Осциллограмму нельзя вызвать в область канального или математического сигнала.

## Сохранение осциллограммы

Далее описывается процедура сохранения осциллограмм в области опорного сигнала, на жестком диске осциллографа, на гибком диске или на другом запоминающем устройстве.

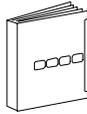
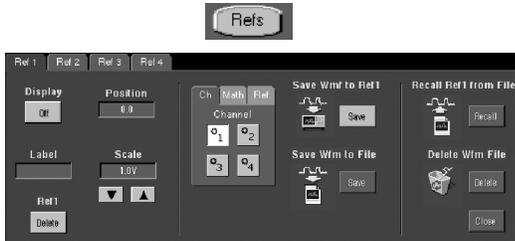
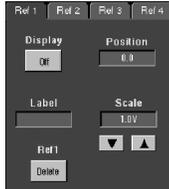
Процедура	Сохранение осциллограммы	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>Осциллограф должен быть включен.</li> <li>Убедитесь в наличии осциллограммы. Источником может служить канал, активный расчетный сигнал или активный опорный сигнал. Отобразите сигнал в той настройке, в которой его требуется сохранить.  За дополнительными сведениями по регистрации сигналов обращайтесь к разделам, указанным в правом столбце.</li> </ol>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</li> <li>О настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</li> <li>О настройке синхронизации см. на стр. 3-47.</li> </ul>
Открытие диалогового окна Reference Setup (Настройка опорных сигналов)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Нажмите на панели инструментов кнопку Refs (Op) и в открывшемся окне перейдите на вкладку области опорного сигнала, в которой предполагается сохранить осциллограмму.</li> </ol>	
Выбор сохраняемой осциллограммы	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выберите вкладку, соответствующую сохраняемой осциллограмме, — Ch (К), Math (Расч) или Ref — и щелкните нужный номер канала.</li> </ol>	
Снабжение осциллограммы меткой	<ol style="list-style-type: none"> <li>Чтобы снабдить осциллограмму меткой, нажмите кнопку Label (Метка) и, пользуясь клавиатурой прибора или всплывающей клавиатурой, создайте метку для осциллограммы.</li> </ol>	
Сохранение осциллограммы в области опорных сигналов	<ol style="list-style-type: none"> <li>Для сохранения осциллограммы нажмите кнопку Save (Сохранить) в группе Save Wmf to Refx (Сохранение осциллограммы в Оп x). Имеющиеся данные в этой области опорных сигналов будут замещены.</li> </ol>	

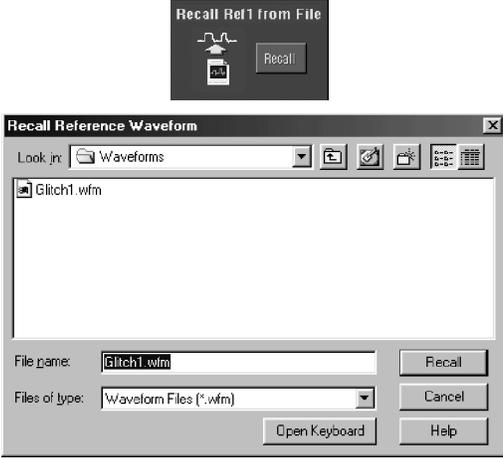
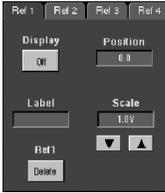
Процедура	Сохранение осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Сохранение осциллограммы в файле</b></p>	<p>7. Чтобы сохранить осциллограмму в файле, нажмите в группе Save Wfm to File (Сохранение осциллограммы в файле) кнопку Save (Сохранить).</p> <p>8. Откройте список Save in (Место сохранения) и, используя кнопки навигации, найдите каталог, в котором следует сохранить осциллограмму.</p> <p>9. Присвойте имя файлу осциллограммы. Можно оставить имя, предлагаемое по умолчанию в поле File name (Имя файла), ввести новое имя или выбрать из списка имя уже имеющегося файла (в этом случае содержимое файла с таким именем будет перезаписано).</p> <p>Установите флажок Auto-increment file name (Автонумерация файлов), чтобы сохранить последовательность файлов и не вводить каждое очередное имя заново. Подробнее об этом см. в разделе <i>Использование автоматической нумерации файлов</i> на стр. 3-195.</p> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <p>10. К имени файла автоматически добавляется расширение, указанное в списке Save as Type (Тип файла). Выбрать можно один из следующих форматов файлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ wfm — внутренний формат для осциллографа;</li> <li>■ csv — формат, используемый в приложениях электронных таблиц, таких, как Microsoft Excel;</li> <li>■ dat — формат, используемый в приложениях Mathcad и MATLAB;</li> <li>■ txt — стандартный формат текстового файла.</li> </ul> <p>11. Сохраните файл осциллограммы, нажав кнопку Save. Чтобы отменить операцию без сохранения, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</p>	    
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>12. Дополнительные сведения о сохранении осциллограмм содержатся в интерактивной справке.</p>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

## Вызов осциллограммы

Далее описывается процедура, позволяющая вызвать сохраненную осциллограмму. Вызывать осциллограммы можно только в области опорных сигналов.

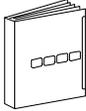
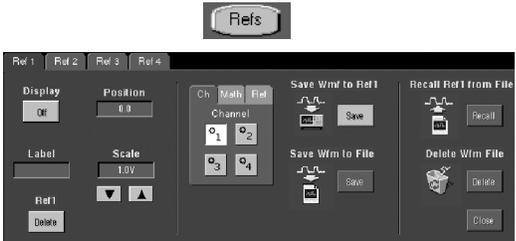
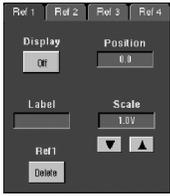
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Опорные осциллограммы вызывать нельзя, так как они уже находятся в осциллографе. Однако можно скопировать опорную осциллограмму в другую область опорного сигнала: сначала отобразите осциллограмму, подлежащую копированию, а затем, используя процедуру сохранения осциллограммы (стр. 3-201), сохраните ее в другой области опорного сигнала — Ref1-Ref4 (On 1 - On 4).

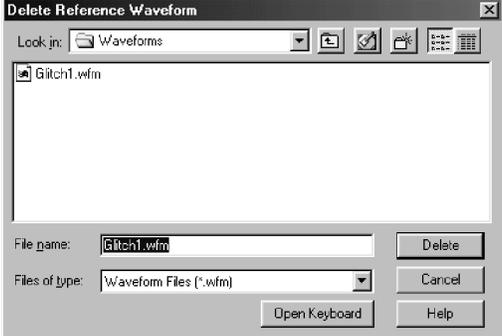
Процедура	Вызов осциллограммы	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Осциллограф должен быть включен. Необходимо наличие доступа к сохраненной осциллограмме.	 <p>См. разделы <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10 и <i>Сохранение осциллограммы</i> на стр. 3-201</p>
Открытие окна управления Reference Setup (Настройка опорных сигналов)	2. Нажмите на панели инструментов кнопку Refs (On) и в открывшемся окне перейдите на вкладку области опорного сигнала, в которую предполагается вызвать осциллограмму.	
Вызов осциллограммы	3. Если вызывается внутренняя опорная осциллограмма, нажмите кнопку Display (Отобразить), чтобы включить отображение опорного сигнала.	

Процедура	Вызов осциллограммы	Элементы управления и ссылки
<p><b>Вызов опорной осциллограммы из файла</b></p>	<p>4. В группе Recall Refx from File (Вызов Оп x из файла) нажмите кнопку Recall (Вызов), чтобы открыть диалоговое окно Recall Reference Waveform (Вызов опорной осциллограммы).</p> <p>5. Откройте список Save in (Место сохранения) и, используя кнопки навигации, найдите каталог, в котором содержится вызываемая осциллограмма. Выберите файл осциллограммы, щелкнув имя уже имеющегося файла в списке или введя новое имя в поле File name (Имя файла).</p> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <p>Для вызова осциллограммы нажмите кнопку Recall. Чтобы отменить операцию без восстановления осциллограммы, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</p>	 
<p><b>Отображение опорной осциллограммы</b></p>	<p>6. Нажмите кнопку Display (Отобразить), чтобы включить отображение опорной осциллограммы.</p>	
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>7. Дополнительные сведения о вызове осциллограмм содержатся в интерактивной справке.</p>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

## Удаление опорных сигналов

На осциллографе можно очищать отдельные области опорных сигналов и удалять файлы осциллограмм. Данная процедура используется, когда содержимое этих файлов стало ненужным. Чтобы удалить все осциллограммы и настройки, используйте команду Tek Secure Erase (TekSecure - Очистка) меню Utilities (Сервис).

Процедура	Удаление опорных сигналов	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Осциллограф должен быть включен. Необходимо наличие доступа к сохраненной осциллограмме.	 <p>См. разделы <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10 и <i>Сохранение осциллограммы</i> на стр. 3-201</p>
Открытие окна управления Reference Setup (Настройка опорных сигналов)	2. Нажмите на панели инструментов кнопку Refs (On) и в открывшемся окне перейдите на вкладку опорного сигнала, который предполагается удалить.	
Удаление опорного сигнала	3. Для удаления опорного сигнала нажмите кнопку Delete (Удалить).	

Процедура	Удаление опорных сигналов	Элементы управления и ссылки
<p><b>Удаление файла опорного сигнала</b></p>	<p>4. Откройте диалоговое окно Delete Reference Waveform (Удаление опорного сигнала), нажав в группе Delete Wfm File (Удаление файла осциллограммы) кнопку Delete (Удалить).</p> <p>В диалоговом окне Delete Reference Waveform можно перемещаться по каталогам, открывать списки содержащихся в них файлов осциллограмм и выбирать нужные файлы.</p> <p>5. Откройте список Save in (Место сохранения) и, используя кнопки навигации, найдите каталог, в котором содержится осциллограмма, подлежащая удалению.</p> <p>6. Выберите файл осциллограммы, щелкнув имя уже имеющегося файла в списке или введя новое имя в поле File name (Имя файла).</p> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <p>7. Для вызова осциллограммы нажмите кнопку Recall (Вызов). Чтобы отменить операцию без восстановления осциллограммы, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</p>	  
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>8. Для получения дополнительных сведений об удалении файлов откройте контекстно-зависимую интерактивную справку с помощью кнопки Help (Справка).</p>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

## Экспорт и копирование записей сигналов

Данный осциллограф поддерживает экспорт данных осциллограммы в файл. Осциллограммы, изображения и измерения можно копировать в нескольких форматах. Кроме того, осциллограммы можно копировать в буфер обмена Windows для использования в других приложениях, таких как программы электронных таблиц и математического анализа.

При экспорте осциллограмм необходимо иметь в виду следующее.

- Осциллограммы экспортируются в виде последовательности значений, разделенных запятой (формат CSV), которые представляют собой значения амплитуды без единиц размерности. Временные характеристики не передаются, однако данные помещаются в файл в хронологическом порядке, начиная с первой выборки в записи сигнала и кончая последней выборкой.
- Поскольку осциллограммы экспортируются в формате CSV, без параметров времени и масштаба, осциллограф не может импортировать такие осциллограммы напрямую. Если осциллограмму предполагается вызывать позже, не экспортируйте ее, а сохраните (см. процедуру *Сохранение осциллограммы* на стр. 3-201).
- Можно также скопировать осциллограмму в буфер обмена и вставить ее непосредственно в приложение, такое как Microsoft Word или Excel. В этом случае выделите нужную осциллограмму и выберите команду Copy (Копировать) в меню Edit (Правка).

**Форматы файлов.** Чтобы экспортированным файлом было удобнее пользоваться, выберите формат файла, соответствующий конкретной программе анализа данных:

*Numeric* (Числовой) — числовой формат файлов (.txt), поддерживаемый текстовыми процессорами;

*Text* (Текстовый) — текстовый формат файлов (.txt), поддерживаемый текстовыми процессорами;

*Bitmap* (Точечный рисунок) — формат точечного рисунка (.bmp), поддерживаемый многими графическими редакторами;

*JPEG* — формат сжатого изображения (.jpg), поддерживаемый многими графическими редакторами;

*Spreadsheet* (Электронная таблица) — формат CSV, поддерживаемый приложениями электронных таблиц (Excel, Lotus 1-2-3 и Quattro Pro);

*MATLAB* — формат файлов (.DAT), поддерживаемый приложением MATLAB;

*Mathcad* — формат файлов (.DAT), поддерживаемый приложением MathCad.

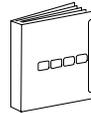
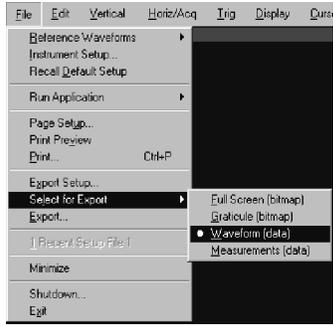
Следует иметь в виду, что файл MathCad представляет собой ASCII-файл, первые четыре значения которого образуют заголовок:

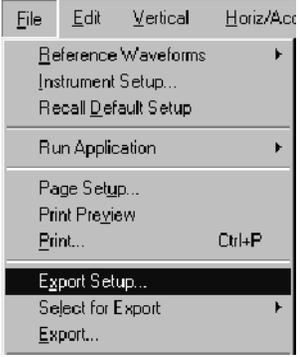
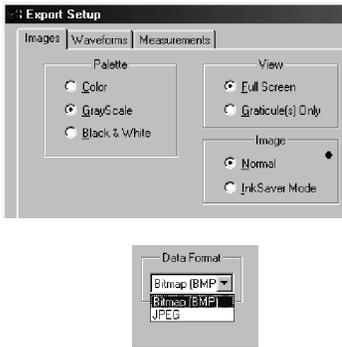
- первое значение заголовка — длина записи;
- второе значение заголовка — величина интервала между выборками (в секундах);
- третье значение заголовка — позиция запуска (в виде индекса позиции данных);
- четвертое значение заголовка — дробная часть позиции запуска.

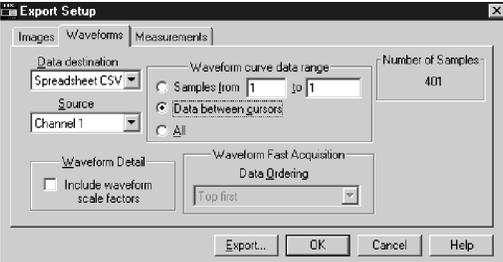
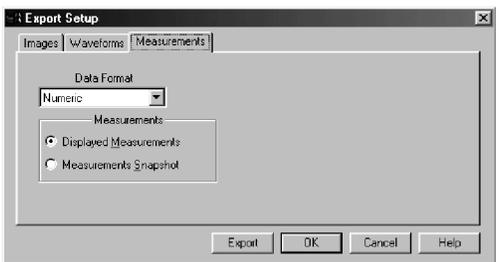
В качестве разделителей в файле MathCad используются символы возврата каретки.

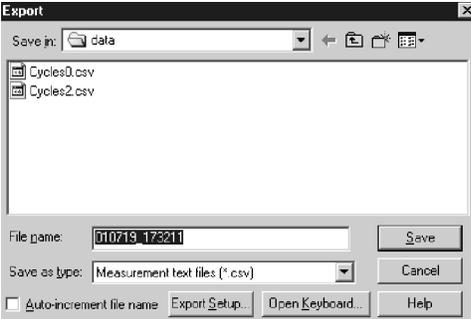
### Экспорт записей сигналов

Далее описывается процедура, позволяющая экспортировать осциллограммы, изображения и измерения на жесткий диск осциллографа, на гибкий диск или на другое запоминающее устройство.

Процедура	Экспорт записей сигналов	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осциллограф должен быть включен.</li> <li>2. Убедитесь в наличии записи сигнала, изображения или результата измерения, предназначенного для экспорта. Источником может служить канал, активный математический сигнал, активный опорный сигнал и т. п.</li> </ol>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ См. раздел <i>Включение осциллографа на стр. 1-10.</i></li> <li>■ О настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</li> <li>■ О настройке синхронизации см. на стр. 3-47.</li> </ul>
<p><b>Выберите формат для экспорта</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Откройте в меню File (Файл) подменю Select for Export (Выбор экспорта). В этом подменю содержатся все допустимые варианты экспорта осциллограмм, изображений и измерений: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Full Screen</b> (Весь экран) — экспорт содержимого всего экрана в виде точечного рисунка;</li> <li>■ <b>Graticule</b> (Масштабная сетка) — экспорт только области масштабной сетки в виде точечного рисунка;</li> <li>■ <b>Waveform</b> (Осциллограмма) — экспорт данных, относящихся к осциллограмме;</li> <li>■ <b>Measurements</b> (Измерения) — экспорт результатов измерений.</li> </ul> </li> </ol>	

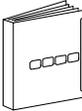
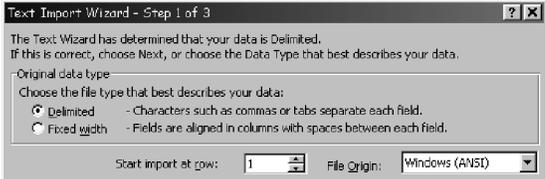
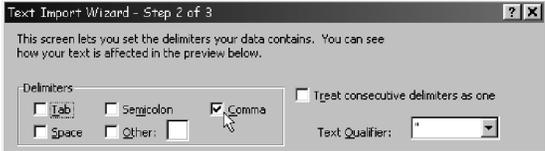
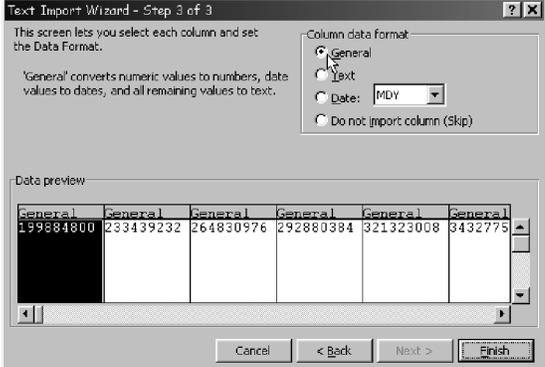
Процедура	Экспорт записей сигналов	Элементы управления и ссылки
<p><b>Выбор настройки экспорта</b></p>	<p>4. Откройте в меню File (Файл) подменю Export Setup (Настройка экспорта). Откроется окно управления Export Setup на вкладке Images (Изображения).</p>	
<p><b>Установка параметров экспорта изображений</b></p>	<p>5. Выберите цветовую палитру для экспортируемых изображений.</p> <p>6. Выберите вид изображения в группе параметров View (Вид): чтобы экспортировать изображение всего экрана, выберите Full-screen (Весь экран), а чтобы экспортировать изображение выбранной масштабной сетки, выберите Graticule(s) only (Только масштабные сетки).</p> <p>7. Выберите тип изображения в группе Image (Изображение). Чтобы экспортировать изображение точно в том виде, как оно показано на экране, выберите Normal (Обычное). Чтобы экспортировать изображение на белом фоне, выберите Ink-saver Mode (Режим экономии чернил).</p> <p>8. Выберите формат данных изображения в списке Data Format (Формат данных).</p>	

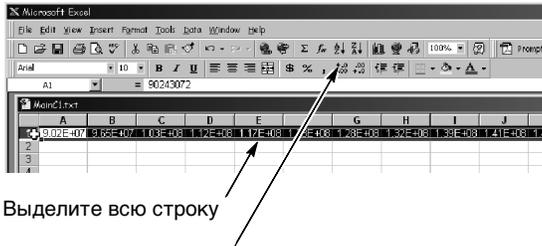
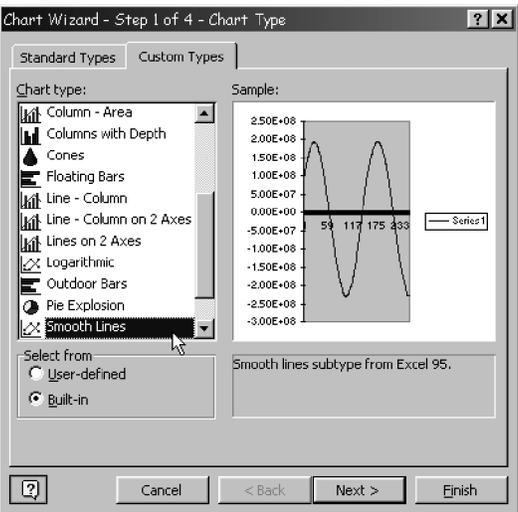
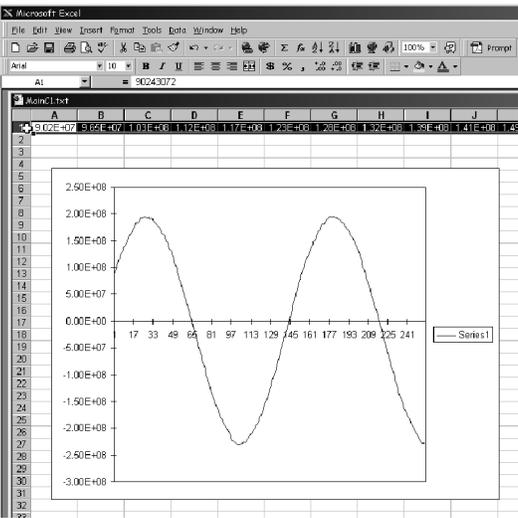
Процедура	Экспорт записей сигналов	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка параметров экспорта осциллограмм</b></p>	<p>9. Откройте вкладку Waveforms (Осциллограммы).</p> <p>10. В списке Data destination (Назначение данных) выберите формат данных для осциллограммы, которую требуется экспортировать. Перечень допустимых форматов см. в разделе <i>Форматы файлов</i> на стр. 3-207.</p> <p>11. Выберите допустимую осциллограмму в списке Source (Источник).</p> <p>12. Установите флажок Include waveform scale factors (Включить масштабные коэффициенты осциллограммы), чтобы вместе с осциллограммой экспортировать такие данные, как содержимое заголовка (длина записи, интервал выборки, сведения о точке запуска и т. д.) Если требуется экспортировать только значения напряжения сигнала, снимите этот флажок.</p> <p>13. Выберите в группе Waveform curve data range (Диапазон данных осциллограммы) число выборок, которые требуется экспортировать. Можно выбрать все выборки, определенный диапазон выборок или только выборки, находящиеся между курсорами. Если выбран вариант Data between cursors (Данные между курсорами) и курсоры уже активны, их положение можно отрегулировать с помощью многофункциональных ручек. Если курсоры не включены, они будут активизированы в своих последних позициях.</p> <p>14. Если экспортируются данные быстрой регистрации, выберите порядок данных из списка.</p>	
<p><b>Установка параметров экспорта измерений</b></p>	<p>15. Откройте вкладку Measurements (Измерения).</p> <p>16. Выберите формат данных для измерения, которое требуется экспортировать.</p> <p>17. Можно выбрать Displayed Measurements (Отображенные измерения) для экспорта всех измерений, выведенных на экран, или Measurements Snapshot (Снимок измерений) для экспорта содержимого текущего снимка. Если допустимые данные снимка отсутствуют, экспортируются стандартные значения снимка.</p> <p>18. Чтобы применить сделанные изменения, нажмите кнопку OK; чтобы закрыть окно, не внося никаких изменений, нажмите кнопку Cancel (Отмена); для получения дополнительных сведений нажмите кнопку Help (Справка).</p>	

Процедура	Экспорт записей сигналов	Элементы управления и ссылки
<p><b>Экспорт данных в файл</b></p>	<p>19. Чтобы экспортировать данные в файл, выберите в меню File (Файл) команду Export (Экспорт).</p> <p>20. Откройте список Save in (Место сохранения) и, используя кнопки навигации, найдите каталог, в котором требуется сохранить данные.</p> <p>21. Выберите тип файла в списке Save as type (Тип файла), чтобы ограничить список файлов только файлами данного типа.</p> <p>22. Присвойте имя файлу. Можно оставить имя, предлагаемое по умолчанию в поле File name (Имя файла), ввести новое имя или выбрать имя уже имеющегося файла из списка (в этом случае содержимое файла с таким именем будет перезаписано).</p> <p>Установите флажок Auto-increment file name (Автонумерация файлов), чтобы сохранить последовательность файлов, не вводя каждый раз очередное имя заново. Подробнее об этом см. в разделе <i>Использование автоматической нумерации файлов</i> на стр. 3-195.</p> <p><b>Совет.</b> Если к прибору не подключена клавиатура, нажмите кнопку Open Keyboard (Открыть клавиатуру), и на экране появится виртуальная клавиатура.</p> <p>23. Сохраните файл, нажав кнопку Save (Сохранить). Чтобы отменить операцию без сохранения файла, нажмите кнопку Cancel (Отмена).</p>	 
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>24. Дополнительные сведения об экспорте файлов содержатся в интерактивной справке.</p>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

### Работа с экспортированной осциллограммой

Способ использования экспортированной осциллограммы зависит от конкретного приложения. В следующей процедуре в качестве примера берется простое приложение; процедура носит общий характер, и ее, возможно, понадобится адаптировать к используемому приложению электронных таблиц или другой программе анализа данных.

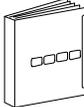
Процедура	Использование экспортированных осциллограмм	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приложение MS Excel 97, работающее на ПК или в осциллографе.</li> <li>2. Доступ к экспортированной осциллограмме.</li> </ol>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ См. раздел <i>Сохранение осциллограммы</i> на стр. 3-201.</li> </ul>
<p><b>Импорт осциллограммы</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. В меню File (Файл) приложения Excel выберите команду Open (Открыть). Используйте всплывающее окно для перехода в каталог, содержащий нужный файл.</li> <li>4. В последующей серии диалоговых окон мастера импорта текста выберите параметры так, как показано на рисунках справа. Необходимо выбрать: в качестве типа данных — данные с разделителями, в качестве разделителя — запятую, и в качестве формата данных столбца — общий формат.</li> </ol> <p><b>Совет.</b> Данный пункт предполагает использование MS Excel 97; в других приложениях, как правило, предлагаются аналогичные возможности для импорта данных, разделенных запятыми. Обратитесь к документации.</p> <p><b>Совет.</b> Чтобы построить осциллограммы двух каналов, экспортируйте первый канал с масштабными коэффициентами и значениями времени. Затем экспортируйте сигнал второго канала только с параметрами напряжения.</p>	  

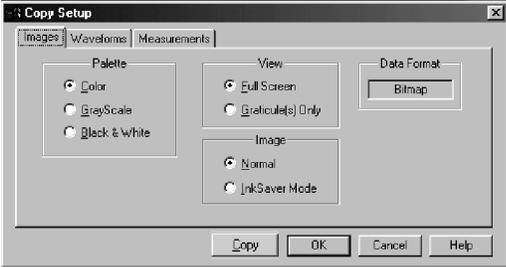
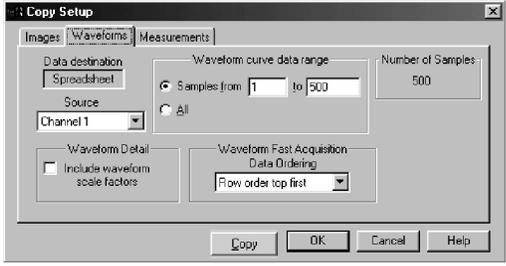
Процедура	Использование экспортированных осциллограмм	Элементы управления и ссылки
<p><b>Начало построения диаграммы</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Щелкните номер строки, чтобы выбрать всю строку, содержащую значения импортированной осциллограммы.</li> <li>Нажмите кнопку Chart (Диаграмма) на панели инструментов или выберите команду Chart в меню Insert (Вставка).</li> </ol>	 <p>Выделите всю строку</p> <p>Запустите мастер построения диаграмм</p>
<p><b>Выбор диаграммы в виде графика</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Убедитесь, что в окне мастера построения диаграмм установлен переключатель Built In (Встроенная). Затем выберите либо вариант Lines (Линии) на вкладке Standards Types (Стандартные типы), либо Smooth lines (Гладкие линии) на вкладке Custom Types (Специальные типы).</li> </ol>	
<p><b>Завершение диаграммы</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выполните два последующих шага мастера, каждый раз нажимая кнопку Next (Далее), чтобы принять параметры, предлагаемые по умолчанию. В окне шага 4 нажмите кнопку Finish (Готово). На экране должно появиться изображение осциллограммы наподобие показанного справа.</li> </ol> <p><b>Совет.</b> В данной процедуре предполагается работа в приложении MS Excel 97. Если для анализа данных используется другое приложение, в нем, вероятно, можно точно так же задавать надписи, определять свойства и метки осей x и y и т. д. — либо во время построения диаграммы, либо потом. Обратитесь к справке приложения анализа данных. В ней содержатся подробные сведения о поддержке данных функций и инструкции по их использованию.</p>	

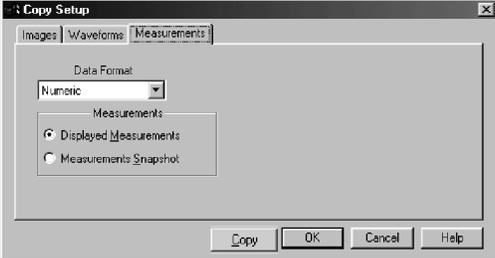
Процедура	Использование экспортированных осциллограмм	Элементы управления и ссылки
Дополнительная помощь	9. Для получения дополнительных сведений об экспорте осциллограмм откройте контекстно-зависимую интерактивную справку с помощью кнопки Help (Справка).	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

### Копирование записей сигналов

Далее описывается процедура, позволяющая копировать осциллограммы, изображения и измерения в буфер обмена Windows.

Процедура	Копирование данных	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Убедитесь в наличии осциллограммы, изображения или измерения, предназначенного для копирования. Источником может служить канал, активный математический сигнал, активный опорный сигнал и т. п.	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</li> <li>■ О настройке режима регистрации см. на стр. 3-28.</li> <li>■ О настройке синхронизации см. на стр. 3-47.</li> </ul>
Выбор формата для копирования	2. В меню Edit (Правка) откройте подменю Select for Copy (Выбор копирования). В этом подменю содержатся все допустимые варианты экспорта осциллограмм, изображений и измерений: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Full Screen (Весь экран) — экспорт содержимого всего экрана в виде точечного рисунка;</li> <li>■ Graticule (Масштабная сетка) — экспорт только области масштабной сетки в виде точечного рисунка;</li> <li>■ Waveform (Осциллограмма) — экспорт данных, относящихся к осциллограмме;</li> <li>■ Measurements (Измерения) — экспорт результатов измерений.</li> </ul>	
Выбор настройки копирования	3. Выберите в меню Edit (Правка) команду Copy Setup (Настройка копирования); откроется окно управления Copy Setup.	

Процедура	Копирование данных	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка параметров копирования изображений</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Выберите цветовую палитру для копируемых изображений.</li> <li>5. Выберите вид изображения в группе параметров View (Вид): чтобы скопировать изображение всего экрана, выберите Full-screen (Весь экран), а чтобы скопировать изображение области выбранной масштабной сетки, выберите Graticule(s) only (Только масштабные сетки).</li> <li>6. Выберите тип изображения в группе Image (Изображение). Чтобы копировать изображение точно в том виде, как оно показано на экране, выберите вариант Normal (Обычное). Чтобы копировать изображение на белом фоне, выберите Ink-saver Mode (Режим экономии чернил).</li> <li>7. Выберите формат данных: BMP или JPG.</li> </ol>	
<p><b>Установка параметров копирования осциллограмм</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Откройте вкладку Waveforms (Осциллограммы).</li> <li>9. В списке Data destination (Назначение данных) выберите формат данных для осциллограммы, которую требуется скопировать.</li> <li>10. Выберите допустимую осциллограмму в списке Source (Источник).</li> <li>11. Установите флажок Include waveform scale factors (Включить масштабные коэффициенты осциллограммы), чтобы вместе с осциллограммой копировались такие данные, как содержимое заголовка (длина записи, интервал выборки, сведения о точке запуска и т. д.). Если требуется копировать только значения напряжения сигнала, снимите этот флажок.</li> <li>12. Выберите в группе Waveform curve data range (Диапазон данных осциллограммы) число выборок, которые требуется копировать. Можно выбрать все выборки, определенный диапазон выборок или только выборки, находящиеся между курсорами. Если выбран вариант Data between cursors (Данные между курсорами) и курсоры уже активны, их положение можно отрегулировать с помощью multifunctional ручек. Если курсоры не включены, они будут активизированы в своих последних позициях.</li> <li>13. Если копируются данные быстрой регистрации, выберите порядок данных из списка.</li> </ol>	

Процедура	Копирование данных	Элементы управления и ссылки
<p><b>Установка параметров копирования измерений</b></p>	<p>14. Откройте вкладку Measurements (Измерения).</p> <p>15. Выберите формат данных для измерения, которое требуется скопировать.</p> <p>16. Можно выбрать Displayed Measurements (Отображенные измерения) для копирования всех измерений, выведенных на экран, или Measurements Snapshot (Снимок измерений) для копирования содержимого текущего снимка. Если допустимые данные снимка отсутствуют, копируются стандартные значения снимка.</p>	
<p><b>Копирование данных</b></p>	<p>17. Нажмите кнопку Copy (Копировать) для сохранения параметров настройки. Операция копирования выполнится после нажатия кнопки Copy.</p>	
<p><b>Дополнительная помощь</b></p>	<p>18. Дополнительные сведения о копировании файлов содержатся в интерактивной справке.</p>	 <p>Инструкции по работе с интерактивной справкой см. на стр. 3-221.</p>

## Печать осциллограмм

Содержимое экрана, включая осциллограммы, можно распечатать на дополнительном встроенном термопринтере, на принтере, подключенном к одному из портов передней панели, или на сетевом принтере (если осциллограф подключен к сети). На печать можно вывести весь экран целиком, только область масштабной сетки или длинную непрерывную осциллограмму. При печати непрерывной осциллограммы становится видно больше деталей, появляются выборки, которые на экране перекрывались бы друг с другом. Непрерывные осциллограммы можно печатать только на интегрированном термопринтере.

В осциллографе используются драйверы печати Windows, поэтому процесс установки принтеров протекает точно так же, как на любом ПК.

### Печать с передней панели

Чтобы запустить печать с передней панели, нажмите на передней панели кнопку PRINT (Печать). На принтере, используемом по умолчанию, будет напечатано содержимое экрана. О других возможностях печати см. ниже.

### Печать из меню

Чтобы инициировать печать осциллограммы в меню приложения, выберите в меню File (Файл) команду Print. Откроется окно Print — стандартное диалоговое окно Windows. Параметры, устанавливаемые в этом окне, зависят от типа принтера, подключенного к осциллографу.

### Настройка параметров страницы

Чтобы установить формат печатаемой страницы, выберите в меню File команду Page Setup (Параметры страницы). Откроется диалоговое окно Page Setup. В нем содержатся практически те же элементы управления, что и в диалоговом окне Page Setup, используемом в большинстве приложений Windows. Параметры бумаги определяются типом принтера, подключенного к осциллографу. В верхней части окна показано уменьшенное изображение печатаемого содержимого. Чтобы получить более крупное изображение, нажмите кнопку Print Preview (Предварительный просмотр печати), расположенную внизу окна.

В качестве типа печати для всех видов печати содержимого экрана должен быть выбран вариант Screen-copy (Копия экрана). Печать непрерывных осциллограмм можно выбирать только при наличии интегрированного термопринтера.

В нижней части окна находятся области Palette (Палитра), View (Вид) и Image (Изображение), которые содержат параметры, идентичные параметрам вкладки Images окна управления Export Setup (Настройка экспорта) (см. раздел *Экспорт записей сигналов* на стр. 3-208).

### Предварительный просмотр страницы

Чтобы просмотреть распечатку на экране, выберите в меню File (Файл) команду Print Preview (Предварительный просмотр печати). Откроется стандартное диалоговое окно Windows Print Preview (Предварительный просмотр печати), как показано на рисунке 3-58.

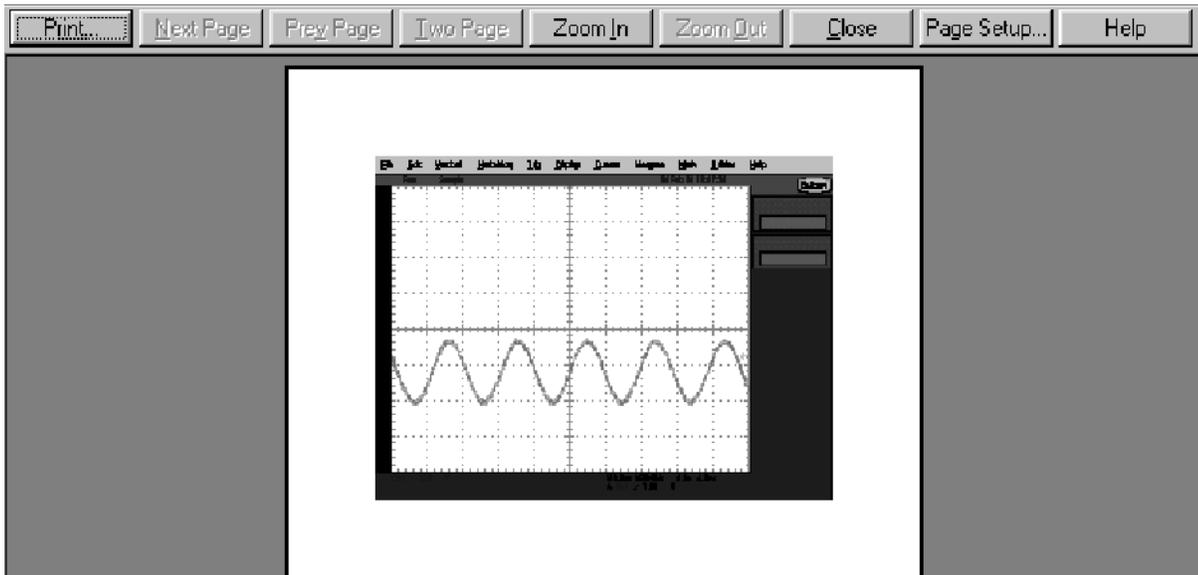


Рис. 3-58: Диалоговое окно предварительного просмотра печати

### Печать непрерывной осциллограммы

Непрерывные осциллограммы можно печатать только на интегрированном термопринтере. В диалоговом окне Print (Печать), открытом с помощью команды Print меню File, поле Name (Имя) должно содержать Integrated Thermal Printer (Интегрированный термопринтер); этот принтер используется по умолчанию, если он установлен.

Чтобы напечатать непрерывную осциллограмму, откройте в меню File диалоговое окно Page Setup (Настройка параметров страницы) и в качестве типа печати выберите Banner (Непрерывная осциллограмма). При этом параметры Orientation (Ориентация), View (Вид) и Image (Изображение) блокируются. В группе Print Scale (Масштаб печати) выберите значение параметра Units (Единицы), соответствующее требуемому масштабу по горизонтали: либо дюйм/дел, либо см/дел. Выберите значение параметра Length (Длина); предлагаемые варианты будут меняться в зависимости от установки параметра Units (Единицы).

Измените значение параметра Summary Waveform (Сводная осциллограмма), если необходимо добавить экранный кадр в начало, в конец или с обеих сторон непрерывной осциллограммы. Сводная осциллограмма — это копия содержимого экрана на момент, предшествующий началу печати. Сюда входят данные, не отображаемые на непрерывной осциллограмме, например результаты курсорных и автоматических измерений, гистограммы, добавленные пользователем экранные сообщения и метки.

Выберите значение параметра Samples to Print (Печать выборок), определяющее, какую часть осциллограммы следует выводить на печать. Если выбрать Between cursors (Между курсорами), не установив предварительно курсоры, будут активизированы вертикальные курсоры в своих последних позициях. Для изменения положения курсоров можно воспользоваться многофункциональными ручками.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если печать непрерывной осциллограммы на интегрированном термопринтере оказывается излишне светлой, откройте крышку принтера и сдвиньте расположенный справа от принтера рычаг как можно дальше в направлении задней стенки осциллографа.

---

Непрерывные осциллограммы нельзя печатать в следующих случаях:

- в режиме быстрой регистрации;
- при включенном послесвечении экрана;
- в режиме XY или XYZ;
- в режиме увеличения.

### Печать содержимого экрана

Если к прибору подключена клавиатура, то при нажатии кнопки Print Screen (Prt Sc) (Печать экрана) содержимое экрана копируется в буфер обмена Windows. В эту копию, имеющую формат точечного рисунка, не включаются осциллограммы и изображение масштабной сетки. Отображение осциллограмм и масштабной сетки осуществляется графическим адаптером средствами, отличными от стандартных средств Windows.

Чтобы получить копию экрана осциллографа вместе с масштабной сеткой и осциллограммами, используйте команду Copy (Копировать) меню Edit (Правка) после того, как в меню Copy Setup (Настройка копирования) выбрана команда Image (Изображение). Можно также создать файл точечного рисунка, выбрав команду Full Screen (bitmap) (Весь экран (точечный рис.)) в меню Select for Export (Выбор экспорта) и затем выполнив экспорт с помощью команды Export (Экспорт) меню File (Файл). Дополнительные сведения см. в разделе *Экспорт и копирование записей сигналов* на стр. 3-207.

### **Использование меток даты/времени**

Можно вывести на экран текущую дату и время с тем, чтобы они вошли и в печатную копию изображения. Для этого откройте вкладку Objects (Объекты) в окне управления Display Setup (Настройка экрана) и в группе Display Date/Time (Дата и время) нажмите кнопку On (Вкл). Если потребуется переустановить дату и время, воспользуйтесь командой Set Date & Time (Установка даты и времени) меню Utilities (Сервис).

## **Удаленная связь**

### **Интерфейсная шина GPIB**

Удаленная связь осуществляется через шину GPIB (General Purpose Interface Bus — интерфейсная шина общего назначения). На компакт-диске программного обеспечения прибора имеется файл *TDS5000 Series Programmer Online Guide* (Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000), содержащий интерактивную справку GPIB и документ формата PDF. Используйте содержащиеся в этой документации указания при настройке дистанционного управления осциллографом (для выполнения измерений, настройки параметров, проведения вычислений и т. д.).

Откройте окно управления GPIB Configuration (Конфигурация GPIB), выбрав в меню Utilities команду GPIB Configuration (Конфигурация GPIB). Щелкните Talk/Listen, чтобы включить связь через GPIB. Щелкните элемент управления Address (Адрес), чтобы сопоставить его многофункциональной ручке, и затем с помощью этой ручки установите адрес GPIB для осциллографа. Чтобы сделать порт GPIB недоступным, щелкните Off Bus (Выключить шину).

### **Другие виды подключения**

Подробнее о том, как подключить осциллограф к сети и тем самым обеспечить для него возможности печати, совместного использования файлов, доступа в Интернет и другие функции связи, см. в разделе *Подключение к компьютерной сети* на стр. 1-15.

# Работа с электронной справкой

Электронная справочная система, являющаяся частью интерфейса пользователя осциллографа, обеспечивает быстрый доступ к вспомогательным сведениям, которые могут потребоваться при работе с данным прибором. В этом разделе описана справочная система и работа с ней.

Справочная система осциллографа включает следующие ресурсы.

- Разделы справки
- *TDS5000 Series Oscilloscope Programmer Online Guide* (Электронное руководство по программированию осциллографов серии TDS5000) (файл электронной справки по программированию GPIB и PDF-файл)

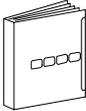
Большинство сведений, необходимых для работы и эффективного использования данного осциллографа, содержится в электронной справке, с помощью которой можно быстро найти нужный раздел и вывести его на экран осциллографа.

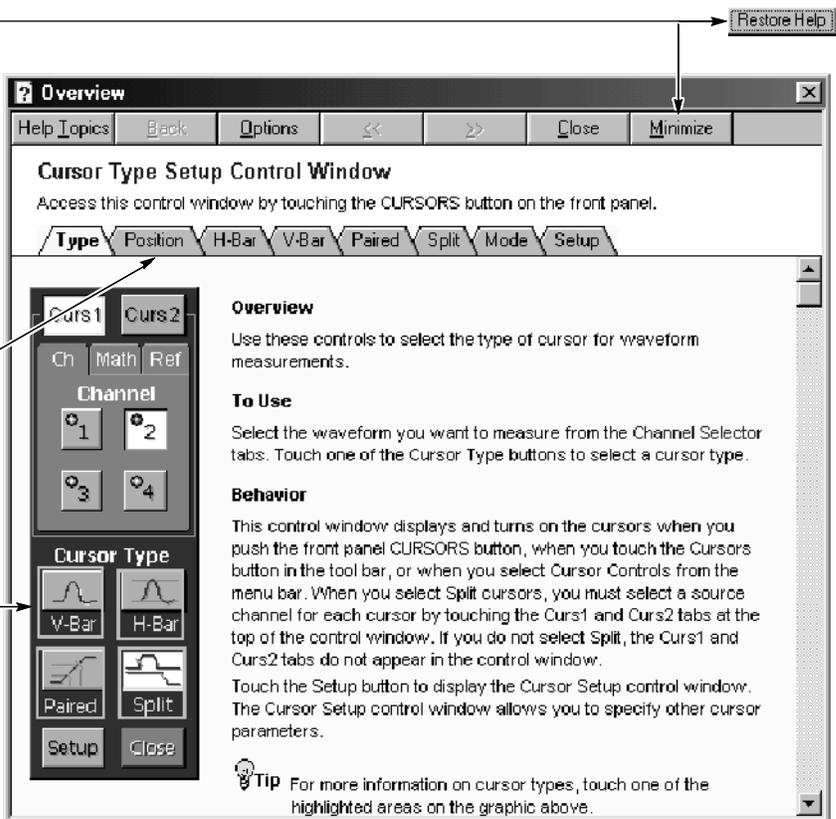
При работе с электронной справкой необходимо учитывать следующее.

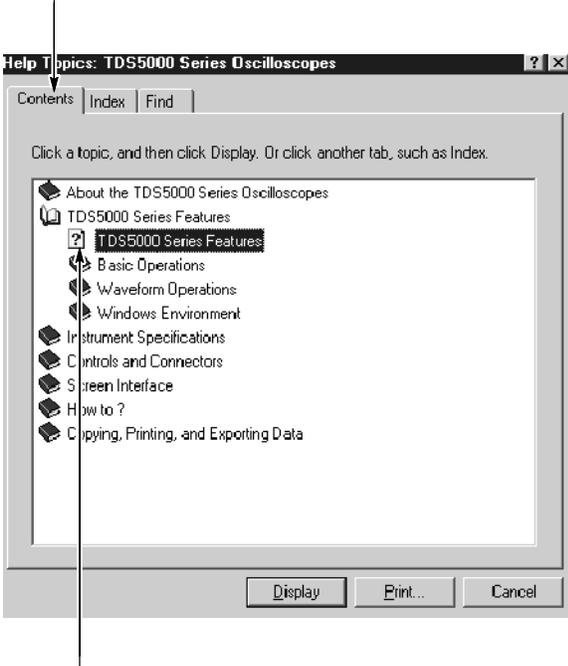
- Электронная справка служит для быстрого поиска нужных сведений в процессе работы. Разделы справки полезны для получения более подробных сведений по использованию определенной функции.
- Руководства содержат инструкции по отправке осциллографа в сервисный центр, переустановке программного обеспечения, технические характеристики, сведения о функциях прибора и их использовании.
- Электронное руководство по программированию (отображаемое на экране осциллографа или подключенного компьютера) содержит сведения по управлению прибором с помощью интерфейсной шины GPIB.

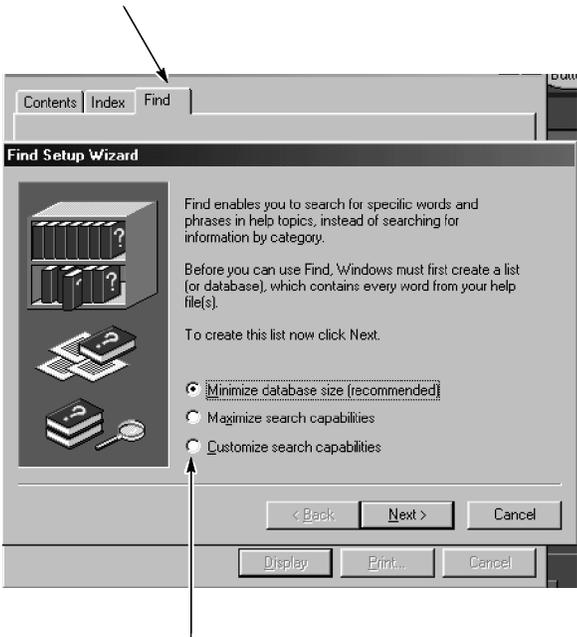
## Использование электронной справки

Ниже описаны процедуры работы с контекстно-зависимой справкой и поиска в справочной системе дополнительных сведений.

Процедура	Использование электронной справки	Элементы управления и ссылки
Подготовка	1. Осциллограф должен быть включен.	 См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10

Процедура	Использование электронной справки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Получение подробных контекстно-зависимых сведений</b></p> <p>2. При использовании панели инструментов и отображении окна управления для открытия справочной системы и отображения описания отображаемого в настоящий момент окна управления воспользуйтесь кнопкой Help (Справка).</p> <p>3. Некоторые окна управления содержат кнопку Help. Нажмите эту кнопку для открытия справочной системы и отображения описания текущего окна управления. Кроме того, для отображения этих справочных сведений можно нажать клавишу F1 на подключенной к прибору клавиатуре.</p> <p>Для свертывания окна справки и возврата к окнам работы с осциллографом нажмите кнопку Minimize (Свернуть). Для повторного отображения последнего просмотренного раздела справки нажмите кнопку Restore Help (Развернуть справку).</p> <p>Для перехода от общих сведений к более подробным используйте вкладки окна справки.</p> <p>Щелкните выделенный элемент управления для получения более подробных сведений по его использованию.</p>		 <p>Нажмите или коснитесь здесь</p>  <p>Restore Help</p>

Процедура	Использование электронной справки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Использование файла справки</b></p>	<p>4. Для поиска в справочной системе определенных сведений можно использовать методы, с которыми знакомо большинство пользователей персональных компьютеров. В меню выберите последовательно команды Help (Справка), Contents (Содержание) and Index (Указатель).</p> <p>5. В окне поиска сведений выберите одну из вкладок.</p>  <p>6. Щелкните, чтобы просмотреть названия разделов и выберите необходимый. Для отображения выбранного раздела в окне справки нажмите кнопку Display (Отобразить).</p>	

Процедура	Использование электронной справки	Элементы управления и ссылки
<p><b>Поиск по всему тексту</b></p>	<p>7. Если на вкладках Contents (Содержание) и Index (Указатель) найти необходимые сведения не удалось, можно воспользоваться поиском по всему тексту, выполнив следующие действия. В меню выберите последовательно команды Help, Contents and Index. См. рисунок справа.</p> <p>8. В окне поиска сведений (см. рисунок ниже) выберите вкладку Find (Поиск).</p>  <p>9. Выберите способ создания списка слов и нажмите кнопку Next (Далее) или Finish (Готово). После создания списка слов на вкладке Find отображаются поля для поиска по всему тексту справки.</p>	



# Приложения



## Приложение А: Технические характеристики

В данном приложении приводятся технические характеристики семейства осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000. Все приведенные технические характеристики являются гарантированными, за исключением отмеченных комментарием «стандартное значение». Обычные характеристики приводятся для удобства, но их значения могут быть другими.

Все характеристики относятся ко всем моделям TDS5000, если не оговорено обратное. Сохранение характеристик гарантируется при соблюдении следующих условий.

- Осциллограф должен быть откалиброван при температуре окружающей среды от 20 °C и 30 °C (68 °F и 86 °F).
- Осциллограф должен эксплуатироваться в условиях, указанных в табл. А-10 на стр. А-23.
- Осциллограф должен быть подключен к источнику питания, имеющему характеристики, указанные в табл. А-8 на стр. А-22.
- Осциллограф должен проработать непрерывно по крайней мере в течение двадцати минут в указанном диапазоне температур.
- Процедуру компенсации сигнального тракта следует выполнять после 20-минутного прогрева, а температура окружающей среды не должна изменяться больше чем на 5 °C (41 °F). В противном случае необходимо заново выполнять процедуру компенсации. Инструкции по выполнению этой процедуры см. в *Приложении Е: Повышение точности измерений*.

## Описание приборов и их функций

Семейство осциллографов с цифровым люминофором серии TDS5000 состоит из моделей, перечисленных в таблице А-1.

**Таблица А-1: Модели TDS5000**

Модель	Количество каналов	Полоса пропускания	Максимальная частота дискретизации (в реальном времени)
TDS5052	2	500 МГц	5 Гвыб/с
TDS5054	4	500 МГц	5 Гвыб/с
TDS5104	4	1 ГГц	5 Гвыб/с

### Возможности регистрации

**Раздельные аналого-цифровые преобразователи.** Для обеспечения точности временных измерений используйте для каждого канала раздельные аналого-цифровые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи также можно комбинировать для достижения более высокой частоты дискретизации на одном канале.

**Быстрая регистрация.** Для отображения быстро изменяющихся сигналов и скачкообразных изменений сигналов выполняется регистрация 100 000 форм сигнала в секунду.

**Большая продолжительность записи.** Длина записи может составлять от 500 до 100 000 регистраций на канал (до 400 000 на один канал). Максимальная длина записи может составлять до 8 000 000 отсчетов при использовании дополнительной памяти.

**Режим пиковой детекции.** Импульсы длительностью 400 пс можно наблюдать даже при масштабе времени, превышающем это значение. Режим пиковой детекции позволяет наблюдать шумы и помехи в сигнале.

**Управление регистрацией.** Возможны последовательная регистрация или захват последовательности отдельных регистраций. Также можно включить или отключить дополнительные возможности регистрации, такие как эквивалентное время или режим прокрутки.

**Горизонтальная задержка.** Задержка применяется, если необходимо начать регистрацию сигнала через определенное время после точки запуска. Включение и отключение задержки позволяет быстро сравнить сигналы в двух различных точках времени.

## Функции обработки сигналов

**Регистрация в режимах Average (Усреднение), Envelope (Огибающая) и Hi Res (Высокое разрешение).** Усреднение используется для удаления из сигнала случайных всплесков и провалов. Огибающая используется для снятия и отображения максимального изменения сигнала. Высокое разрешение позволяет увеличить вертикальное разрешение для сигналов с небольшим динамическим диапазоном.

**Расчет формы сигнала.** Возможна настройка простых расчетных форм сигналов с использованием основных математических функций, включая БПФ, а также создание более сложных расчетных форм сигналов с использованием дополнительного редактора математических выражений. Выражения форм сигналов могут даже включать результаты измерений и другие расчетные формы сигналов.

**Спектральный анализ (Дополнительная функция).** Отображение форм спектральной амплитуды и фазы на основе оцифрованного сигнала определенной временной области. Возможно управление осциллографом с использованием обычных для спектрального анализатора элементов управления, таких как диапазон и центральная частота.

## Функции экрана

**Цветной ЖК-экран.** Цветное изображение позволяет легко распознавать и различать формы сигналов. Цвета форм сигналов, экранных надписей и элементов управления согласованы, что позволяет повысить производительность и снизить количество ошибок при работе.

**Цифровой люминофор.** Цифровой люминофор осциллографа четко отображает модуляцию яркости сигналов. Осциллограф автоматически накладывает последовательные регистрации и уменьшает их яркость, чтобы сымитировать затухание свечения фосфора в ЭЛТ аналогового осциллографа. Эта функция позволяет отображать сигналы с разными уровнями яркости или с разными цветами, что делает различимой модуляцию яркости.

**Заполнение экрана.** Использование цифрового люминофора позволяет сжимать сигнал для отображения на экране всех точек даже при использовании максимальной длины записи.

**Масштаб.** Для использования преимуществ полного разрешения осциллографа можно увеличивать масштаб отображения сигнала. Возможно увеличение масштаба отображения сигнала как по горизонтали, так и по вертикали.

## Функции измерения

**Курсоры.** Курсоры используются для выполнения простых измерений напряжения, времени и частоты.

**Автоматические измерения.** Пользователю предоставляется выбор из множества вариантов измерения параметров амплитуды, времени и гистограммы. Эти измерения могут быть настроены для нужд пользователя путем изменения опорных уровней и добавления стробирования измерения.

## Функции синхронизации

**Простая и расширенная синхронизация.** Поддерживаются как простая синхронизация по фронту сигнала, так и более десяти вариантов расширенной синхронизации, позволяющей выявить пропадания сигнала и другие события.

**Двойная синхронизация.** Имеется возможность синхронизации с использованием главной системы запуска (А) или с добавлением (в более сложных случаях) системы запуска В. При совместном использовании систем запуска А и В возможна настройка задержки по времени или по событиям запуска.

## Вспомогательные функции

**Автоустановка.** Автоустановка позволяет быстро задавать значения параметров управления сигналом по горизонтали и по вертикали, а также синхронизации для обеспечения приемлемого изображения.

### **Интерфейс с сенсорным экраном. (Дополнительный компонент)**

Позволяет полноценно работать с осциллографом (кроме включения и отключения питания), используя сенсорный экран. Для использования этого интерфейса также можно установить мышь и клавиатуру.

**Панель инструментов или строка меню.** Доступ к элементам управления может осуществляться либо с помощью панели инструментов, оптимизированной для использования с сенсорным экраном, либо с помощью строки меню, аналогичной меню компьютерных программ и оптимизированной для работы с мышью.

**Открытый рабочий стол.** Данный осциллограф создан на основе платформы Microsoft Windows. Приложение осциллографа запускается автоматически при включении питания. Приложение осциллографа можно свернуть и воспользоваться встроенным ПК для работы с другими приложениями. Перенос рисунков осциллограмм в другие приложения осуществляется путем копирования и вставки.

**Отдельные элементы управления на передней панели.** На передней панели расположены ручки и кнопки для быстрого доступа к наиболее часто используемым функциям осциллографа. Для каждого канала имеются отдельные регуляторы отображения по вертикали. Те же функции доступны и через экранный интерфейс.

**Хранение и ввод-вывод данных.** Осциллограф оснащен съемным жестким диском, дисководом для гибких дисков и устройством для чтения компакт-дисков либо приобретаемым отдельно устройством для перезаписи компакт-дисков, которое можно использовать для хранения и извлечения данных. Для взаимодействия с другими устройствами осциллограф оснащен портами GPIB, USB, Centronics, RS232 и Ethernet.

**Встроенный термопринтер (приобретается отдельно).** Дополнительный встроенный термопринтер позволяет печатать длинные непрерывные формы сигналов на рулонной бумаге. На полученных таким образом отпечатках осциллограммы отображаются более точно и полно, чем на экране.

**Электронная справка.** В осциллографе имеется встроенная подробная электронная справка, описывающая все его функции. Справка является контекстно-зависимой. При нажатии кнопки вызова справки автоматически открывается раздел, соответствующий открытому окну. Рисунки в справочной системе помогут быстрее найти требуемые сведения. Разделы справки также можно открыть из содержания и указателя.

## Таблицы с техническими характеристиками

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали**

Параметр	Описание
Связь на входе	DC (постоянный ток), AC (переменный ток) или GND (заземление)
Входные каналы	Два или четыре с одинаковыми параметрами
Входной импеданс, связь по постоянному току	1 МОм ± 1,0% параллельно с 18 пФ ± 2 пФ 50 Ом ± 2,5%; KCBH ≤ 1,6:1 от постоянного тока до 500 МГц (TDS5052/TDS5054), KCBH ≤ 1,5:1 от постоянного тока до 1 ГГц (TDS5104)
Максимальное напряжение на входе BNC (1 МОм)	150 В <sub>ср. кв.</sub> CAT I, пик ≤ 400  Для устойчивых синусоидальных сигналов снижение на 20 дБ/декада свыше 200 кГц до 9 В <sub>ср. кв.</sub> на 3 МГц и выше
Максимальное напряжение на входе BNC (50 Ом)	5 В <sub>ср. кв.</sub> , пик ± 30 В

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание		
Дифференциальная задержка на входе BNC	≤100 пс между любыми двумя каналами с одинаковыми параметрами масштаба и связи		
Перекрестные помехи между каналами	≥ 100:1 на 100 МГц, ≥ 30:1 в номинальной полосе пропускания между любыми двумя каналами с одинаковыми параметрами масштаба и связи		
Аналого-цифровые преобразователи	Разрешение 8 бит, отдельные преобразователи для одновременной оцифровки на всех каналах		
Диапазон чувствительности	1 МОм: от 1 мВ/дел до 10 В/дел в последовательности 1-2-5 50 Ом: от 1 мВ/дел до 1 В/дел в последовательности 1-2-5 Возможна точная настройка с разрешением ≤1%		
Аналоговая полоса пропускания	Связь по постоянному току 50 Ом, задается полная полоса пропускания, рабочая температура ≤30 °С, со снижением 2,5 МГц/°С при температуре выше 30 °С		
TDS5052/TDS5054	<i>Масштаб</i>	<i>Полоса пропускания</i>	
	От 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	По постоянному току до 175 МГц	
	От 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел	По постоянному току до 300 МГц	
	От 5 мВ/дел до 1 В/дел	По постоянному току до 500 МГц	
	TDS5104	<i>Масштаб</i>	<i>Полоса пропускания</i>
		От 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	По постоянному току до 175 МГц
От 2 мВ/дел до 1 В/дел		По постоянному току до 1 ГГц	
Предел аналоговой полосы пропускания, стандартное значение	Возможность выбора: 20 МГц, 150 МГц или полная		
Нижний предел частоты, связь по переменному току	< 10 Гц для 1 МОм, при использовании пробника 10X - в 10 раз меньше; <200 кГц для 50 Ом		

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание	
Расчетное время нарастания, стандартное значение	50 Ом при связи по постоянному току, если выбрана полная полоса пропускания	
TDS5052/TDS5054	<i>Масштаб</i>	<i>Время нарастания</i>
	От 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	2,29 нс
	От 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел	1,33 нс
TDS5104	От 5 мВ/дел до 1 В/дел	800 пс
	<i>Масштаб</i>	<i>Время нарастания</i>
	От 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	2,29 нс
	От 2 мВ/дел до 1 В/дел	400 пс
Ошибки измерений после реакции на скачок, стандартное значение	Выбрана полная полоса пропускания	
	<i>Масштаб и амплитуда скачка</i>	<i>Ошибки измерений после скачка</i>
	От 1 мВ/дел до 99,5 мВ/дел, скачок $\leq 2$ В	Через 20 нс: $\leq 0,5\%$ Через 100 нс: $\leq 0,2\%$ Через 20 мс: $\leq 0,1\%$
	От 100 мВ/дел до 1 В/дел, скачок $\leq 20$ В	Через 20 нс: $\leq 1,0\%$ Через 100 нс: $\leq 0,5\%$ Через 20 мс: $\leq 0,2\%$
	От 1,01 В/дел до 10 В/дел, скачок $\leq 200$ В	Через 20 нс: $\leq 1,0\%$ Через 100 нс: $\leq 0,5\%$ Через 20 мс: $\leq 0,2\%$

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание			
Диапазон положений	± 5 делений			
Диапазон смещения	Тип входа: 1 МОм			
	<i>Масштаб</i>	<i>Диапазон смещения</i>		
	От 1 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±1 В		
	От 100 мВ/дел до 1 В/дел	±10 В		
	От 1,01 В/дел до 10 В/дел	±100 В		
	TDS5052/5054	Тип входа: 50 Ом		
		<i>Масштаб</i>	<i>Диапазон смещения</i>	
		От 1 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±1 В	
		От 100 мВ/дел до 1 В/дел	±10 В	
		TDS5104	Тип входа: 50 Ом	
			<i>Масштаб</i>	<i>Диапазон смещения</i>
	От 1 мВ/дел до 50 мВ/дел		±0,5 В	
	От 50,5 мВ/дел до 99,5 мВ/дел		±0,25 В	
	От 100 мВ/дел до 500 мВ/дел		±5 В	
		От 505 мВ/дел до 1 В/дел	±2,5 В	
Точность смещения	<i>Масштаб</i>	<i>Диапазон смещения</i>		
	От 1 мВ/дел до 9,95 мВ/дел	±((0,2% ×   общее смещение  ) + 1,5 мВ + (0,1 дел × значение В/дел))		
	От 10 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±((0,35% ×   общее смещение  ) + 1,5 мВ + (0,1 дел × значение В/дел))		
	От 100 мВ/дел до 1 В/дел	±((0,35% ×   общее смещение  ) + 15 мВ + (0,1 дел × значение В/дел))		

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание	
	От 1,01 В/дел до 10 В/дел	$\pm((0,25\% \times \text{общее смещение}) + 150 \text{ мВ}) + (0,1 \text{ дел} \times \text{значение В/дел})$  При температуре выше 40 °С: $\pm((0,75\% \times \text{общее смещение}) + 150 \text{ мВ}) + (0,1 \text{ дел} \times \text{значение В/дел})$
	<i>где общее смещение = смещение - (положение × вольт/деление)</i>	

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание	
Погрешность коэффициента усиления по постоянному току в режиме получения выборки или среднего значения	$\pm 1,5\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения} $ TDS5104 2 мВ/дел - 3,98 мВ/дел: $\pm 3\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения} $ См. характеристики <i>диапазона смещения</i>	
Точность измерения напряжения постоянного тока	<i>Тип измерения</i>	<i>Точность (в вольтах)</i>
Режим получения выборки, стандартное значение	Абсолютное измерение любой точки сигнала, а также измерения отклонений и размаха	$\pm [1,5\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения}  \times  \text{показание} - \text{общее смещение}  + \text{точность смещения} + 0,13 \text{ дел} \times \text{значение В/дел} + 0,6 \text{ мВ}]$ TDS5104 2 мВ/дел - 3,98 мВ/дел: $\pm [1,5\% + 3,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения}  \times  \text{показание} - \text{общее смещение}  + \text{точность смещения} + 0,13 \text{ дел} \times \text{значение В/дел} + 0,6 \text{ мВ}]$
	Измерение разницы в напряжении между любыми двумя точками, значения которых определены с использованием одинаковых параметров и в одинаковых условиях окружающей среды, а также все остальные автоматические измерения	$\pm [1,5\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения}  \times  \text{показание} - \text{общее смещение}  + 0,26 \text{ дел} \times \text{значение В/дел} + 1,2 \text{ мВ}]$ TDS5104 2 мВ/дел - 3,98 мВ/дел: $\pm [1,5\% + 3,0\% \times  \text{общее смещение} / \text{диапазон смещения}  \times  \text{показание} - \text{общее смещение}  + 0,26 \text{ дел} \times \text{значение В/дел} + 1,2 \text{ мВ}]$
где <i>общее смещение</i> = <i>смещение</i> - ( <i>положение</i> × <i>вольт/деление</i> )		

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание	
Регистрация в режиме Average (Усреднение, ≥16 средних значений)	Абсолютное измерение для любой точки сигнала, а также измерения отклонений и размаха	$\pm[1,5\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение/диапазон смещения}  \times  \text{показание - общее смещение}  + 0,06 \text{ дел} \times \text{В/дел} + \text{точность смещения}]$  TDS5104 2 мВ/дел - 3,98 мВ/дел: $\pm[1,5\% + 3,0\% \times  \text{общее смещение /диапазон смещения}  \times  \text{показание - общее смещение} + \text{точность смещения} + 0,06 \text{ дел} \times \text{В/дел}]$
	Измерение разницы в напряжении между любыми двумя точками, значения которых определены с использованием одинаковых параметров и в одинаковых условиях окружающей среды, а также все остальные автоматические измерения	$\pm[1,5\% + 1,0\% \times  \text{общее смещение /диапазон смещения}  \times  \text{показание - общее смещение}  + 0,1 \text{ дел} \times \text{значение В/дел} + 0,3 \text{ мВ}]$  TDS5104 2 мВ/дел - 3,98 мВ/дел: $\pm[1,5\% + 3,0\% \times  \text{общее смещение /диапазон смещения}  \times  \text{показание - общее смещение}  + 0,1 \text{ дел} \times \text{В/дел} + 0,3 \text{ мВ}]$
	<i>где общее смещение = смещение - (положение × вольт/деление)</i>	
Нелинейность, стандартное значение	< 1 младшего разряда, дифференциальное значение, < 1 младшего разряда, интегральное значение, независимо друг от друга	

**Таблица А-2: Характеристики входных каналов и разрешения по вертикали (прод.)**

Параметр	Описание	
Эффективных бит, стандартное значение	Входящий сигнал синусоидальной формы с указанными частотой и пиковым размахом в режиме 50 мВ/деление и при температуре 25 °С	
	<i>Параметры сигнала и входа</i>	<i>Эффективных бит</i>
TDS5052, TDS5054	1 МГц, 9,2 дел, частота выборки 5 Гвыб/с, регистрация в режиме выборки	6,8 бит
	1 МГц, 9,2 дел, частота выборки 10 Мвыб/с, регистрация в режиме высокого разрешения	9,1 бит
	500 МГц, 6,5 дел, частота выборки 5 Гвыб/с, регистрация в режиме выборки	6,5 бит
TDS5104	1 МГц, 9,2 дел, частота выборки 5 Гвыб/с, регистрация в режиме выборки	6,6 бит
	1 МГц, 9,2 дел, частота выборки 10 Мвыб/с, регистрация в режиме высокого разрешения	9,0 бит
	1 ГГц, 6,5 дел, частота выборки 5 Гвыб/с, регистрация в режиме выборки	4,7 бит

**Таблица А-3: Характеристики систем горизонтальной развертки и оцифровки**

Параметр	Описание	
Режимы регистрации	Выборка, пиковая детекция, высокое разрешение, усреднение и огибающая	
Скорость регистрации	До 100 000 сигналов в секунду в режиме быстрой регистрации До 130 сигналов в секунду, если режим быстрой регистрации отключен	
Минимальная длина записи	500 точек	
Максимальная длина записи	Зависит от количества активных каналов и объема установленной памяти	
Стандартный объем	100 000 точек (3 или 4 канала) 200 000 точек (2 канала) 400 000 точек (1 канал)	
Дополнительно установлен 1 Мбайт	500 000 точек (3 или 4 канала) 1 000 000 точек (2 канала) 2 000 000 точек (1 канал)	
Дополнительно установлено 2 Мбайт	2 000 000 точек (3 или 4 канала) 4 000 000 точек (2 канала) 8 000 000 точек (1 канал)	
Диапазон частот дискретизации в реальном времени	<i>Количество регистрируемых каналов</i>	<i>Диапазон частот дискретизации</i>
	1	От 1,25 выб/с до 5 Гвыб/с
	2	От 1,25 выб/с до 2,5 Гвыб/с
	3 или 4	От 1,25 выб/с до 1,25 Гвыб/с
Частота дискретизации в эквивалентном времени или диапазон частот дискретизации интерполированного сигнала	От 2,5 Гвыб/с до 250 Гвыб/с Регистрация в эквивалентном времени может быть включена или отключена. Если она отключена, форма сигнала интерполируется при минимальном значении временной развертки.	
Диапазон с/дел	От 200 пс/дел до 40 с/дел	
Диапазон горизонтальных задержек	От 16 нс до 250 с	
Точность долговременной частоты дискретизации и времени задержки	$\pm 15 \times 10^{-6}$ для любого $\geq$ интервала 1 мс	
Неопределенность среднеквадратичной апертуры, стандартное значение	$\leq [3 \text{ пс} + (0,1 \times 10^{-6} \times \text{продолжительность записи})]$	

**Таблица А-3: Характеристики систем горизонтальной развертки и оцифровки (прод.)**

Параметр	Описание	
Погрешность измерения дельта-времени	Для одного канала с амплитудой сигнала > 5 дел, опорным уровнем 50%, интерполяцией $\sin(x)/x$ , значением вольт/дел $\geq 5$ мВ/дел, отношением (отображаемое время нарастания)/(интервал дискретизации) в диапазоне от 1,4 до 4, где интервал дискретизации = $1/(\text{частота дискретизации в реальном времени})$	
	<i>Условия</i>	<i>Погрешность</i>
	Одиночный сигнал, регистрация в режиме выборки или высокого разрешения, полная полоса пропускания	$\pm (15 \times 10^{-6} \times   \text{показание}   + 0,3 \text{ интервал дискретизации})$
	Регистрация в режиме усреднения, $\geq 100$ средних значений, полная полоса пропускания	$\pm (15 \times 10^{-6} \times   \text{показание}   + 20 \text{ пс})$

**Таблица А-4: Технические характеристики синхронизации**

Параметр	Описание	
Сопротивление вспомогательного входа, стандартное значение	$\geq 1,5$ кОм	
Максимальное напряжение на вспомогательном входе	$\pm 20$ В (постоянный ток или пик переменного тока)	
Чувствительность синхронизации по фронту	<i>Источник синхронизации</i>	<i>Чувствительность</i>
	TDS5052, TDS5054	Любой канал, связь по постоянному току
	Вспомогательный вход	400 мВ от постоянного тока до 50 МГц, с увеличением до 750 мВ на 100 МГц
TDS5104	Любой канал, связь по постоянному току	0,35 дел от постоянного тока до 50 МГц, с увеличением до 1 дел на 1 ГГц
	Вспомогательный вход	400 мВ от постоянного тока до 50 МГц, с увеличением до 750 мВ на 100 МГц
Чувствительность синхронизации по фронту, стандартное значение	Все источники, для масштаба по вертикали $\geq 10$ мВ/дел и $\leq 1$ В/дел	
	<i>Тип входа синхронизации</i>	<i>Чувствительность</i>
	Подавление шума	3 × ограничения связи по постоянному току
	Переменный ток	Та же, что и ограничения связи по переменному току для частот $\geq 60$ Гц, ослабление сигналов с частотой $< 60$ Гц
	Подавление высокочастотного шума	1,5 × ограничения связи по переменному току от постоянного тока до 30 кГц, ослабление сигналов с частотой $> 30$ кГц
	Подавление низкочастотного шума	1,5 × ограничения связи по переменному току для частот $\geq 80$ кГц, ослабление сигналов с частотой $< 80$ кГц
Чувствительность расширенной синхронизации, стандартное значение	Для всех типов синхронизации кроме синхронизации по фронту, с масштабом по вертикали $\geq 10$ мВ/дел и $\leq 1$ В/дел  1,0 дел, от постоянного тока до 500 МГц	

**Таблица А-4: Технические характеристики синхронизации (прод.)**

Параметр	Описание	
Чувствительность к подсчету событий, стандартное значение	Для последовательной синхронизации после событий, с масштабом по вертикали $\geq 10$ мВ/дел и $\leq 1$ В/дел  1,0 дел, от постоянного тока до 500 МГц	
Уровень синхронизации или пороговый диапазон	<i>Источник синхронизации</i>	<i>Чувствительность</i>
	Любой канал	$\pm 10$ делений от центра экрана
	Вспомогательный вход	$\pm 8$ В
	Линия	зафиксирована на 0 вольт
Уровень синхронизации или погрешность порога, стандартное значение	Синхронизация по фронту, связь по постоянному току, для сигналов со временем подъема и спада $\leq 20$ нс	
	<i>Источник синхронизации</i>	<i>Погрешность</i>
	Любой канал	$\pm [(2\% \times   \text{значение параметра} - \text{общее смещение}  ) + (0,3 \text{ дел} \times \text{значение вольт/дел}) + \text{погрешность смещения}]$
	Вспомогательный	Не откалиброван или не задан
	<i>где общее смещение = смещение - (положение <math>\times</math> вольт/деление)</i>	
Установка уровня 50%	Поддерживается для сигналов с частотой $\geq 30$ Гц	
Ошибка позиции запуска, стандартное значение	Синхронизация по фронту, связь по постоянному току, для сигналов со скоростью нарастания в точке запуска $\geq 0,5$ дел/нс	
	<i>Режим регистрации</i>	<i>Погрешность</i>
	Выборка, Усреднение	$\pm (1 \text{ отображаемая точка} + 1 \text{ нс})$
	Огибающая	$\pm (1 \text{ отображаемые точки} + 1 \text{ нс})$
Дрожание синхронизации, стандартное значение	$\sigma = 8$ пс	
Запуск по событию В (с задержкой)	<i>Запуск через указанное время</i>	<i>Запуск по n-ому событию</i>

**Таблица А-4: Технические характеристики синхронизации (прод.)**

Параметр	Описание	
Диапазон	Время задержки = от 16 нс до 250 с	Количество событий = от 1 до 10 <sup>7</sup>
Минимальное время между подготовкой (событием А) и запуском (событием В), стандартное значение	2 нс от конца периода времени до события запуска В	2 нс между событием запуска А и первым событием запуска В
Минимальная ширина импульса, стандартное значение	—	Ширина события В ≥ 1 нс
Максимальная частота, стандартное значение	—	Частота событий В ≤ 500 МГц
Временные параметры расширенной синхронизации	Для параметров масштаба по вертикали ≥ 10 мВ/дел и ≤ 1 В/дел	
	<i>Минимальная ширина или продолжительность распознаваемого события</i>	<i>Минимальное время переподготовки к распознаванию следующего события</i>
По глитчу	Минимальная ширина глитча = 1 нс	2 нс + 5% от значения ширины глитча
По огибающей или окну	Минимальная ширина огибающей = 2 нс	2 нс
По огибающей или окну (по времени)	Минимальная ширина огибающей = 2 нс	8,5 нс + 5% от значения ширины огибающей
По огибающей или окну (по логике)	Минимальная ширина огибающей = 2 нс	8,5 нс + 5% от значения ширины огибающей
По ширине	Минимальная разница между верхним и нижним пределами = 1 нс	2 нс + 5% от верхнего предела
По времени ожидания	Минимальное время ожидания = 1 нс	2 нс + 5% от времени ожидания
По переходу	Минимальное время перехода = 600 пс	8,5 нс + 5% от времени перехода
По модели, стандартное значение	Минимальное время совпадения модели = 1 нс	1 нс
По состоянию, стандартное значение	Минимальное время совпадения до фронта тактового импульса = 1 нс  Минимальное время совпадения после фронта тактового импульса = 1 нс	1 нс

**Таблица А-4: Технические характеристики синхронизации (прод.)**

Параметр	Описание	
По установке/фиксации, стандартное значение	<i>Минимальная ширина тактового импульса от активного фронта до неактивного фронта</i>	<i>Минимальная ширина тактового импульса от неактивного фронта до активного фронта</i>
	3 нс + время установки	2 нс
	<i>Параметры установки и фиксации</i>	<i>Пределы</i>
	Время установки (время от перехода до фронта тактового импульса)	Минимум -100 нс Максимум +100 нс
	Время фиксации (время от фронта тактового импульса до перехода)	Минимум -1 нс Максимум +102 нс
	Время установки + время фиксации (алгебраическая сумма этих двух параметров)	Минимум +2 нс Максимум +202 нс
Диапазоны времени расширенной синхронизации	<i>Пределы</i>	
По глитчу	От 1 нс до 1 с	
По огибающей или окну, шире	От 1 нс до 1 с	
По огибающей или окну, по времени	От 1 нс до 1 с	
По ширине	От 1 нс до 1 с	
По времени ожидания	От 1 нс до 1 с	
По переходу	От 1 нс до 1 с	
По модели	От 1 нс до 1 с	
По установке/фиксации	<i>Время установки и фиксации</i>	<i>Пределы</i>
	Время установки (время от перехода до фронта тактового импульса)	От -100 нс до +100 нс
	Время фиксации (время от фронта тактового импульса до перехода)	От -1 нс до +100 нс
	Время установки + время фиксации (алгебраическая сумма этих двух параметров)	От +2 нс до +200 нс
Погрешность времени расширенной синхронизации	Для синхронизации по глитчу, времени ожидания и ширине	

**Таблица А-4: Технические характеристики синхронизации (прод.)**

Параметр	Описание	
	<i>Диапазон времени</i>	<i>Погрешность</i>
	От 1 нс до 500 нс	±(20% от значения параметра + 0,5 нс)
	От 520 нс до 1 с	±(0,01% от значения параметра + 100 нс)
Диапазон выдержки запуска	От 1,5 мкс до 12 с, минимальное разрешение 8 мкс для значений ≤1,2 мс	

**Таблица А-5: Технические характеристики экрана**

Параметр	Описание
Тип экрана	Ширина 211,2 мм (8,3") × высота 158,4 мм (6,2"), диагональ 264 мм (10,4"), цветной ЖК-экран с активной матрицей
Разрешение экрана	640 (гор.) × 480 (верт.) точек
Размер точки	0,33 мм по горизонтали, 0,33 мм по вертикали
Контрастность, стандартное значение	150:1
Время ответа, стандартное значение	50 мс, от черного к белому
Частота обновления экрана	59,94 кадров в секунду
Отображаемые уровни яркости	В соответствии с режимом SVGA Windows (16-разрядный цвет)

**Таблица А-6: Технические характеристики портов ввода/вывода**

Параметр	Описание	
Выход компенсатора пробника	Разъемы передней панели	
	<i>Выходное напряжение</i>	<i>Частота</i>
	1,0 В (снизу вверх) ± 1,0% при нагрузке ≥ 10 кОм	1 кГц ± 5%
Амплитуда выходного аналогового сигнала	На разъем BNC на задней панели подается буферизованный сигнал с канала 3  20 мВ/дел ± 20% при нагрузке 1 МОм 10 мВ/дел ± 20% при нагрузке 50 Ом	
Полоса пропускания выходного аналогового сигнала, стандартное значение	100 МГц при нагрузке 50 Ом	

**Таблица А-6: Технические характеристики портов ввода/вывода (прод.)**

Параметр	Описание				
Уровни сигналов на вспомогательных выходах	Разъем BNC на задней панели обеспечивает TTL-совместимые негативные импульсы для всех событий запуска А или В (на выбор)				
	<table border="1"> <tr> <td><math>V_{\text{вых}}</math>: <i>высокий уровень</i></td> <td><math>V_{\text{вых}}</math>: <i>низкий уровень (истина)</i></td> </tr> <tr> <td><math>\geq 2,5</math> В в разомкнутой цепи, <math>\geq 1,0</math> В при нагрузке 50 Ом</td> <td><math>\leq 0,7</math> В при потреблении <math>\leq 4</math> мА, <math>\leq 0,25</math> В при нагрузке 50 Ом</td> </tr> </table>	$V_{\text{вых}}$ : <i>высокий уровень</i>	$V_{\text{вых}}$ : <i>низкий уровень (истина)</i>	$\geq 2,5$ В в разомкнутой цепи, $\geq 1,0$ В при нагрузке 50 Ом	$\leq 0,7$ В при потреблении $\leq 4$ мА, $\leq 0,25$ В при нагрузке 50 Ом
	$V_{\text{вых}}$ : <i>высокий уровень</i>	$V_{\text{вых}}$ : <i>низкий уровень (истина)</i>			
$\geq 2,5$ В в разомкнутой цепи, $\geq 1,0$ В при нагрузке 50 Ом	$\leq 0,7$ В при потреблении $\leq 4$ мА, $\leq 0,25$ В при нагрузке 50 Ом				
Ширина импульса на вспомогательном выходе, стандартное значение	Ширина импульса может меняться, минимальное значение: 1 мкс				
Опорный входной сигнал	Разъем BNC на задней панели				
	От 9,8 МГц до 10,2 МГц				
	От 200 до 7 В (пиковое значение)				
	$> 1,5$ кОм при последовательном подключении разделительного конденсатора емкостью $\sim 10$ нФ				

**Таблица А-6: Технические характеристики портов ввода/вывода (прод.)**

Параметр	Описание
Порты ввода/вывода-на боковой панели	Порты, расположенные на задней панели
Параллельный порт (IEEE 1284)	Разъем DB-25, поддерживающий следующие режимы: -стандартный (только вывод) двунаправленный (совместимый с PS-2) двунаправленный расширенный параллельный порт (стандартный IEEE 1284, режим 1 или режим 2, версия 1.7) -двунаправленный высокоскоростной с расширенными возможностями
Звуковые порты	Миниатюрные разъемы: стереолинейный выход и разъем для подключения стереомикрофона.
USB-порт (2)	Позволяет подключать USB-клавиатуру, мышь и другие устройства во время работы прибора
Порт клавиатуры	Совместимый с PS-2; подключение допускается, только когда осциллограф выключен
Порт мыши	Совместимый с PS-2; подключение допускается, только когда осциллограф выключен
Порт локальной сети	Разъем RJ-45, поддерживаются сети 10 base-T и 100 base-T
Последовательный порт	Порт COM1 DB-9, NS16C550-совместимые UART, скорость передачи до 115,2 Кбит/с
Видеопорт SVGA	Верхний разъем видеопорта DB-15 служит для подключения второго монитора в режиме использования двух мониторов и соответствует основным требованиям стандарта PC99
GPIB-порт	Интерфейс IEEE 488.2
Видеопорт VGA	Нижний разъем видеопорта DB-15, частота синхронизации 31,6 кГц, соответствует стандарту EIA RS-343A, позволяет подключать внешний монитор для просмотра изображения с осциллографа, включая активные формы сигналов

**Таблица А-7: Технические характеристики устройств хранения данных**

Параметр	Описание
Компакт-диск	Дисковод для чтения компакт-дисков на боковой панели. Дисковод для записи компакт-дисков приобретается отдельно.
Гибкий диск	3,5" дисковод для гибких дисков емкостью 1,44 Мбайт на передней панели
Жесткий диск	Внутренний жесткий диск емкостью ≥ 10 Гбайт

**Таблица А-8: Технические характеристики источника питания**

Параметр	Описание
Напряжение и частота	От 100 до 240 В $\pm 10\%$ , от 47 до 63 Гц
Потребляемая мощность	$\leq 220$ Вт
Категория перенапряжения	Категория перенапряжения II (в соответствии со стандартом IEC61010-1/A2)

**Таблица А-9: Механические характеристики**

Параметр	Описание	
Вес		
Настольный блок	Только осциллограф: 10 кг (22 фунта) В упаковке для местной транспортировки: 25 кг (55 фунтов)	
Набор для монтажа в стойку	Только набор для монтажа в стойку: 1,8 кг (4 фунта) В упаковке для местной транспортировки: 5 кг (11 фунтов)	
Размеры		
Настольный блок	Высота: 284,5 мм (11,2"), С выдвинутыми ножками: 325,1 мм (12,8") Ширина: 447,0 мм (17,6") Глубина: 288,3 мм (11,35")	
С набором для монтажа в стойку (опция 1R)	Высота: 267 мм (10,5") Ширина: 483 мм (19") Глубина: 288,3 мм (11,35")	
Охлаждение	Принудительная вентиляция без воздушного фильтра.	
Минимальные расстояния от стенок прибора	Сверху	0 мм (0")
	Снизу	Не менее 6,5 мм (0,25") или 0 мм (0") с выдвинутыми ножками
	Слева	76 мм (3")
	Справа	От 0 до 126 мм (5") для доступа к дисководу для чтения компакт-дисков
	Спереди	0 мм (0")
	Сзади	0 мм (0")
Материалы конструкции	Монтажная панель изготовлена из алюминиевых сплавов, передняя панель изготовлена из пластикового ламината, печатные платы изготовлены из многослойного стеклотекстолита, внешняя отделка выполнена из прессованной и текстурированной смеси поликарбоната и пластика ABS	

**Таблица А-10: Характеристики окружающей среды**

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	+5 °C - +45 °C
Нерабочая	-20 °C - +60 °C
Влажность	
Рабочая	От 20% до 80% относительной влажности при психрометрической температуре не более +29 °C для температуры не более +45 °C, без конденсата При температуре +45 °C верхний предел относительной влажности уменьшается до 30%
Нерабочая	При отсутствии дискет в дисковом диске От 5% до 90% относительной влажности при психрометрической температуре не более +29 °C для температуры не более +60 °C, без конденсата При температуре +60 °C верхний предел относительной влажности уменьшается до 20%
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3 048 м (10 000 футов)
Нерабочая	12 190 м (40 000 футов)
Случайная вибрация	
Рабочая	0,22 г <sub>ср.</sub> кв. от 5 Гц до 500 Гц, в течение 10 минут по каждой оси
Нерабочая	2,28 г <sub>ср.</sub> кв. от 5 Гц до 500 Гц, в течение 10 минут по каждой оси
Удар, нерабочий	30 г (с длительностью половолны не более 11 мс)

**Таблица А-11: Сертификация и соответствие стандартам**

Категория	Стандарты или описания
<p>Декларация о соответствии ЕС — электромагнитной совместимости</p>	<p>Отвечает требованиям директивы 89/336/ЕЕС по электромагнитной совместимости. Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам («Official Journal of the European Union»):</p> <p>EN 61326 Излучения<sup>1, 3</sup> Обычные и кондуктивные излучения класса А</p> <p>EN 61326 Защищенность<sup>1, 2</sup></p> <p>IEC 1000-4-2 Защищенность от электростатических разрядов ±4 кВ при контактном разряде, ±8 кВ при грозовом разряде, критерий эффективности В</p> <p>IEC 1000-4-3 Защищенность от высокочастотных полей 3 В/м, от 80 МГц до 1 ГГц, 80% амплитудная модуляция синусоидой 1 кГц критерий эффективности А</p> <p>IEC 1000-4-4<sup>4</sup> Защищенность от перепадов и скачков напряжения 1 кВ в сети питания переменного тока, 500 В по кабелям ввода/вывода, критерий эффективности В</p> <p>IEC 1000-4-5 Защищенность от скачков переменного тока 500 В в дифференциальном режиме, 1 кВ в обычном режиме, критерий эффективности В</p> <p>IEC 1000-4-6 Защищенность от проводимых высокочастотных сигналов 3 В, от 150 кГц до 80 МГц, амплитудная модуляция синусоидой 1 кГц, критерий эффективности А</p> <p>IEC 1000-4-11 Защищенность от понижения и пропадания напряжения в сети питания переменного тока 100% восстановление для одного цикла, критерий эффективности В</p> <p>EN 61000-3-2 Гармонические помехи в сети питания</p> <p><sup>1</sup> Используемые соединительные кабели должны обладать низким электромагнитным излучением. Рекомендуется использовать кабели Tektronix со следующими серийными номерами или их аналоги: 012-0991-01, 012-0991-02 или кабель GPIB 012-0991-03; кабель RS-232 012-1213-00 (или адаптер с серийным номером 0294-9); кабель Centronics 012-1214-00; кабель VGA LCOM с серийным номером CTL3VGAMM.</p> <p><sup>2</sup> Критерии производительности, для которых гарантируется работа осциллографа в описанных выше условиях, определены следующим образом. А — смещение формы сигнала на расстояние ≤0,2 деления или увеличение сигнала на расстояние ≤0,4 деления в пиковом шуме В — допускается временное самовосстанавливаемое изменение параметров или ухудшение характеристик без изменения текущего режима работы и без потери сохраненных данных С — допускается временная утрата работоспособности при условии, что функция является самовосстанавливающейся или ее можно восстановить регулировкой органов управления</p> <p><sup>3</sup> Излучение может превышать уровни, оговоренные в стандарте EN 61326, когда осциллограф подключен к источнику исследуемого сигнала.</p> <p><sup>4</sup> Только для мыши и клавиатуры USB критерий эффективности С. Обычная работа клавиатуры или мыши USB может быть восстановлена путем отключения и подключения разъема USB к осциллографу.</p>
<p>FCC</p>	<p>Уровни обычного и кондуктивного излучения находятся в пределах, оговоренных стандартом FCC47 CFR, часть 15, подраздел В, для оборудования класса А.</p>

**Таблица А-11: Сертификация и соответствие стандартам (прод.)**

Категория	Стандарты или описания
Декларация о соответствии ЕС — низкие напряжения	<p>Проверено на соответствие следующему стандарту («Official Journal of the European Union»).</p> <p>Директива по низковольтному оборудованию 73/23/ЕЕС с поправкой 93/68/ЕЕС.</p> <p>EN 61010-1/A2:1995      Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.</p>
Номенклатура общепризнанного в США оборудования для тестовых лабораторий	<p>UL3111-1, первое издание      Стандарты на электрические измерения и тестовое оборудование.</p>
Сертификат для Канады	<p>CAN/CSA C22.2, No. 1010.1-92      Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.</p>
Соответствие дополнительным стандартам	<p>IEC61010-1/A2      Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.</p>
Категория установки (перенапряжения)	<p>Подключаемые к прибору устройства могут иметь различные обозначения категорий установки (перенапряжения). Категории установки:</p> <p>CAT III    Оборудование, подключенное к распределительным щитам (обычно постоянно находящееся под напряжением). Оборудование такого типа обычно устанавливается стационарно в производственных помещениях.</p> <p>CAT II    Локальные источники напряжения (розетки на стене). К этому оборудованию относятся электроприборы, переносное оборудование и т. п. Для подключения обычно используются кабели.</p> <p>CAT I    Электронное оборудование, питающееся от полезного сигнала или от батареи.</p>
Уровень загрязнения	<p>Мера загрязнения, измеряемого поблизости и внутри самого прибора. Обычно считается, что параметры среды внутри прибора те же, что и вне прибора. Прибор должен использоваться только в окружающей среде, параметры которой подходят для его использования.</p> <p>Уровень загрязнения 2      Обычно происходит только сухое, непроводящее загрязнение. Иногда может наблюдаться временная проводимость, вызванная конденсацией. Это возможно в обычной домашней или рабочей среде. Временная конденсация наблюдается, только когда прибор не работает.</p>
Соответствие сертификату безопасности	
Тип оборудования	Тестовое и измерительное
Класс безопасности	Класс 1 (в соответствии со стандартом IEC 61010-1/A2) — заземленный прибор
Уровень загрязнения	<p>Уровень загрязнения 2 (в соответствии со стандартом IEC 61010-1/A2).</p> <p><b>Примечание.</b> Прибор предназначен только для использования в помещении.</p>



# Приложение В: Поддерживаемые автоматические измерения

В данном приложении содержится список всех поддерживаемых измерений и их описания. В нем также приведены иллюстрации уровней, используемых для измерений.

Таблица В-1: Поддерживаемые измерения и их описание

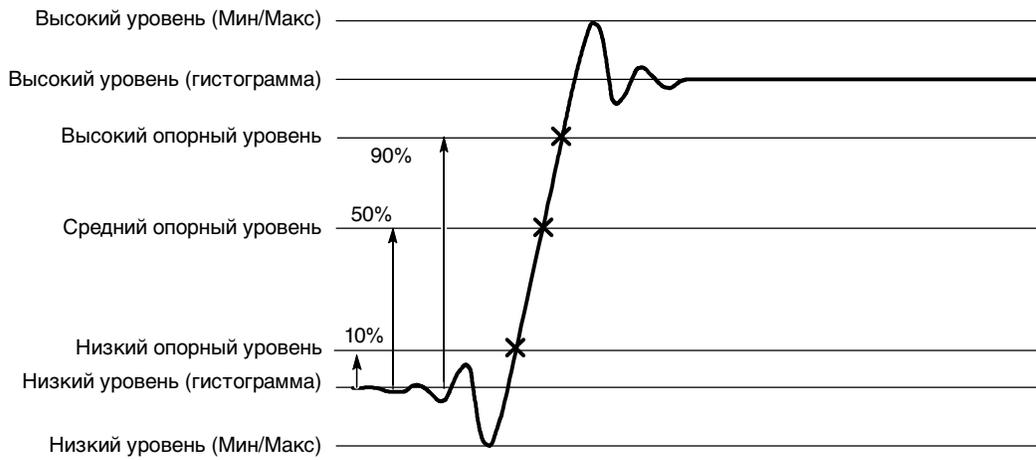
Название	Описание
 <b>Амплитуда</b>	Измерение напряжения. Разность между максимальным и минимальным значениями уровня сигнала по всей осциллограмме или в зоне интереса.  <i>Амплитуда = Верхний уровень - Нижний уровень</i>
 <b>Область</b>	Измерение области (измерение напряжения по оси времени). Область всей осциллограммы или зоны интереса в вольт-секундах. Области, измеряемые над нулевым уровнем, считаются положительными; а области ниже нулевого уровня — отрицательными.
 <b>Циклическая область</b>	Измерение напряжения в определенном временном интервале. Область первого периода всей осциллограммы или первого периода зоны интереса. Выражается в вольт-секундах. Области, измеряемые над уровнем земли, считаются положительными, а области ниже уровня земли — отрицательными.
 <b>Длительность вспышки</b>	Временное измерение. Продолжительность вспышки. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Среднее значение периода</b>	Измерение напряжения. Среднее арифметическое значение по первому периоду всей осциллограммы или по первому периоду в зоне интереса.
 <b>Среднеквадратическое значение цикла</b>	Измерение напряжения. Действительное среднеквадратическое значение напряжения по первому периоду всей осциллограммы или по первому периоду в зоне интереса.
 <b>Задержка</b>	Временное измерение. Время между точками пересечения двумя различными сигналами среднего опорного значения по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Время спада</b>	Временное измерение. Время, в течение которого уровень ниспадающего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса изменяется от высокого опорного уровня (по умолчанию = 90%) до низкого опорного уровня (по умолчанию = 10%) своего конечного значения.
 <b>Частота</b>	Временное измерение первого периода осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса. Частота является обратным значением периода. Измеряется в герцах (Гц). 1 Гц = 1 период в секунду.
 <b>Высокий уровень</b>	Значение, рассматриваемое в качестве уровня 100%, когда используются высокое, низкое и среднее опорные значения (например, при измерениях времени спада и нарастания сигнала). Рассчитывается по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. При использовании метода <i>мин/макс</i> используется максимальное обнаруженное значение. При использовании метода <i>гистограммы</i> используется наиболее часто встречающееся значение, превышающее среднее. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Низкий уровень</b>	Значение, рассматриваемое в качестве уровня 0%, когда используются высокое, низкое и среднее опорные значения (например, при измерениях времени спада и нарастания сигнала). Рассчитывается по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. По методу <i>мин/макс</i> - это минимальное обнаруженное значение. По методу <i>гистограммы</i> - это наиболее часто встречающееся значение ниже средней точки. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса.

Таблица В-1: Поддерживаемые измерения и их описание (прод.)

Название	Описание
 <b>Максимум</b>	Измерение напряжения. Максимальное амплитудное значение. Обычно это пиковое значение напряжения с максимальным положительным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Среднее</b>	Измерение напряжения. Среднее арифметическое по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Минимум</b>	Измерение напряжения. Минимальное амплитудное значение. Обычно это пиковое значение напряжения с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Отрицательная скважность</b>	Временное измерение первого периода всей осциллограммы или зоны интереса. Отношение длительности отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. $\text{Отрицательная скважность} = \frac{\text{Ширина отрицательной части}}{\text{Период}} \times 100\%$
 <b>Отрицательный выброс</b>	Измерение напряжения. Измеряется по всей осциллограмме или в зоне интереса. $\text{Отрицательный выброс} = \frac{\text{Низкий уровень} - \text{Минимум}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$
 <b>Ширина отрицательного импульса</b>	Временное измерение первого импульса всей осциллограммы или зоны интереса. Ширина (длительность) отрицательного импульса между точками пересечения среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%).
 <b>Пиковая амплитуда</b>	Измерение напряжения. Абсолютная разница между максимальным и минимальным значениями амплитуды по всей осциллограмме или в зоне интереса.
 <b>Фаза</b>	Временное измерение. Время, характеризующее опережение или запаздывание одного сигнала относительно другого. Выражается в градусах, где 360° составляют один период осциллограммы.
 <b>Период</b>	Временное измерение. Длительность первой полной волны осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса. Значение, обратное значению частоты. Измеряется в секундах.
 <b>Положительная скважность</b>	Временное измерение первого периода всей осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса. Отношение длительности положительного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. $\text{Положительная скважность} = \frac{\text{Ширина положительной части}}{\text{Период}} \times 100\%$
 <b>Положительный выброс</b>	Измерение напряжения по всей осциллограмме или ее фрагменту в зоне интереса. $\text{Положительный выброс} = \frac{\text{Максимум} - \text{Высокий уровень}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$
 <b>Длительность положительного импульса</b>	Временное измерение первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса. Длительность положительного импульса между точками пересечения среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%).
 <b>Время нарастания</b>	Временное измерение. Время, в течение которого уровень переднего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в зоне интереса изменяется от низкого опорного уровня (по умолчанию = 10%) до высокого опорного уровня (по умолчанию = 90%) от конечного значения.
 <b>Среднеквадратическое значение</b>	Измерение напряжения. Действительное среднеквадратическое значение напряжения по всей осциллограмме или ее фрагменту в зоне интереса.

Таблица В-1: Поддерживаемые измерения и их описание (прод.)

Название	Описание
<b>Измерения по гистограммам (дополнительные возможности)</b>	
 <b>Среднее значение</b>	Среднее значение по всем накопленным точкам в окне гистограммы.
 <b>Медиана</b>	Половина собранных точек в окне гистограммы меньше этого значения, а другая половина - больше.
 <b>Стандартное отклонение</b>	Стандартное отклонение (среднеквадратическое отклонение) всех зарегистрированных точек в окне гистограммы.
 <b>Число точек в окне гистограммы</b>	Число точек в окне гистограммы или на границе этого окна.
 <b>Число осциллограмм</b>	Число осциллограмм, по которым построена данная гистограмма.
 <b>Число пиковых значений</b>	Число точек в самом высоком столбце гистограммы.
 <b>Размах</b>	Полный размах гистограммы. Для вертикальных гистограмм отображается «напряжение» самого высокого ненулевого столбца минус «напряжение» самого низкого ненулевого столбца. Для горизонтальных гистограмм отображается «время» самого правого ненулевого столбца минус «время» самого левого ненулевого столбца (Макс - Мин).
 <b>Максимум</b>	Максимальное значение напряжения или времени.
 <b>Минимум</b>	Минимальное значение напряжения или времени.
 <b>Среднее ± 1 ст. отклонение</b>	Выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах одного стандартного отклонения от ее среднего значения.
 <b>Среднее ± 2 ст. отклонения</b>	Выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах двух стандартных отклонений от ее среднего значения.
 <b>Среднее ± 3 ст. отклонения</b>	Выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах трех стандартных отклонений от ее среднего значения.



**Рис. В-1: Уровни, используемые в измерениях**

## Приложение С: Чистка

Ниже описаны процедуры чистки осциллографа. Если необходима дополнительная чистка, ее могут выполнить квалифицированные специалисты по обслуживанию.

### Чистка внешних поверхностей

Чистка внешних поверхностей шасси выполняется сухой тканью, не оставляющей волокон, или мягкой щеткой. Оставшееся загрязнение может быть удалено тканью или щеткой, смоченной в 75% растворе изопропилового спирта. Узкие места вокруг органов управления и разъемов следует очищать щеткой. Не используйте для очистки шасси абразивные составы.

Выключатель On/Standby (Вкл/Ожид) следует очищать увлажненной чистящей салфеткой. Не наносите очищающую жидкость непосредственно на выключатель.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Не используйте химические чистящие вещества, которые могут повредить пластиковые элементы, используемые в осциллографе. При очистке кнопок меню или кнопок передней панели используйте только деионизованную воду. При чистке 75% раствором изопропилового спирта остатки раствора следует удалять деионизованной водой. Перед использованием чистящих средств других типов проконсультируйтесь с представителями и сервисным центром Tektronix.

Чтобы предотвратить попадание влаги внутрь осциллографа при внешней чистке, не используйте жидкости больше, чем это необходимо для увлажнения ткани.

---

### Чистка поверхности экрана

Экран прибора покрыт мягким пластиком, чистить который следует с осторожностью.



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Использование неподходящих способов чистки или чистящих средств может привести к повреждению поверхности экрана.

Не используйте для чистки экрана абразивные составы или очистители для технического стекла.

Не наносите очищающую жидкость непосредственно на поверхность экрана.

При чистке экрана не прикладывайте значительных усилий.

---

Для очистки поверхности экрана слегка протрите его чистящей салфеткой (например, салфеткой Wypall Medium Duty Wipes #05701 производства компании Kimberly-Clark Corporation).



---

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** *Чтобы предотвратить попадание влаги внутрь осциллографа при внешней чистке, не используйте жидкости больше, чем это необходимо для увлажнения ткани.*

---

Если экран загрязнен сильно, увлажните чистящую салфетку дистиллированной водой или 75% раствором изопропилового спирта, а затем слегка протрите поверхность экрана. Не прикладывайте значительных усилий - это может повредить пластиковую поверхность экрана.

## Приложение D: Команды меню

В данном приложении описаны команды и функции, вызываемые с помощью меню. Дополнительные сведения об этих командах содержатся в электронной справке.

### Команды меню File

В таблице D-1 приведено описание команд меню File (Файл).

Таблица D-1: Команды меню File

Подменю	Команда	Функция
Reference Waveforms (Опорные осциллограммы)	Reference Setup (Настройка опорных сигналов)	Открытие окна управления Reference Setup, служащего для создания и управления опорными осциллограммами.
	Display On/Off (Вкл/выкл отображения)	Открытие окна управления Waveform Display (Отображение осциллограмм), служащего для включения и отключения отображения сигналов.
	Position/Scale (Положение/масштаб)	Открытие окна управления Position/Scale, служащего для настройки положения и вертикального масштаба отображаемого сигнала.
	Label (Метка)	Открытие окна управления Waveform Label (Метка осциллограммы), используемого для присоединения метки к осциллограмме.
	Save Wfm (Сохранение осциллограммы)	Открытие окна управления Reference Setup, служащего для создания и управления опорными осциллограммами.
	Recall Wfm (Вызов осциллограммы)	Открытие окна управления Reference Setup, служащего для создания и управления опорными осциллограммами.
	Delete All Refs (Удалить все опорные осциллограммы)	Удаление всех опорных осциллограмм.
	Instrument Setup (Настройка прибора)	Открытие окна управления Instrument Setup, служащего для сохранения, вызова или удаления сохраненных настроек прибора.
	Recall Default Setup (Вызов настройки по умолчанию)	Вызов заводских значений параметров настройки осциллографа.
Run Application (Запуск приложений)	(зависит от установленных приложений)	Запуск дополнительных приложений.
	Page Setup (Параметры страницы)	Открытие окна Page Setup, используемого для настройки параметров страницы перед отправкой данных на печать.
	Print Preview (Предварительный просмотр печати)	Предварительный просмотр страницы в том виде, в котором она будет напечатана.

**Таблица D-1: Команды меню File (прод.)**

Подменю	Команда	Функция
	Print (Печать)	Открытие окна Print, используемого для отправки данных на печать.
	Export Setup (Настройка экспорта)	Открытие окна управления Export Setup, используемого для экспорта изображений, осциллограмм и результатов измерений.
Select for Export (Выбор экспорта)	Full Screen (bitmap) (Весь экран (точечный рис.)) Graticule (bitmap) (Сетка (точечный рис.)) Waveform (data) (Осциллограмма (данные)) Measurements (data) (Измерения (данные))	Команда изменения типа экспортируемых данных без открытия окна управления Export Setup.
	Export (Экспорт)	Открытие окна Export, предназначенного для экспорта изображений, осциллограмм и результатов измерений в файл для анализа в других приложениях.
	1 <i>Последний файл настройки 1</i>	Вызов (загрузка) последнего использованного файла настройки. Не отображается, если варианты настроек не сохранялись.
	Minimize (Свернуть)	Свертывание окна приложения осциллографа и отображение рабочего стола Windows.
	Shutdown (Завершение работы)	Завершение работы осциллографа.

## Команды меню Edit

В таблице D-2 приведено описание команд меню Edit (Правка).

**Таблица D-2: Команды меню Edit**

Подменю	Команда	Функция
	Undo Last Autose (Отмена последней автоустановки)	Отмена последней выполненной автоустановки.
	Copy (Копировать)	Копирование содержимого экрана, масштабной сетки, осциллограммы или результатов измерений в буфер обмена для использования в других приложениях.
Select for Copy (Выбор копирования)	Full Screen (bitmap) (Весь экран (точечный рис.)) Graticule (bitmap) (Сетка (точечный рис.)), Waveform (data) (Осциллограмма (данные)), Measurements (data) (Измерения (данные))	Команда выбора типа копируемых данных без открытия окна управления Copy Setup (Настройка копирования).
	Copy Setup (Настройка копирования)	Открытие окна управления Copy Setup, используемого для настройки копирования изображений, осциллограмм и результатов измерений.

## Команды меню Vertical

В таблице D-3 приведено описание команд меню Vertical (По вертикали).

Таблица D-3: Команды меню Vertical

Подменю	Команда	Функция
	Vertical Setup (Настройка по вертикали)	Открытие окна управления Vertical Setup, используемого для настройки параметров отображения по вертикали обновляемой осциллограммы (канального сигнала). Настройки для каждого канала изменяются независимо друг от друга. Для выбора канала, настройки для которого требуется изменить, служат вкладки в верхней части окна управления.
	Zoom Controls (Управление увеличением)	Открытие окна управления Zoom (Лупа), служащего для настройки положения и масштаба увеличенного фрагмента осциллограммы.
	Display On/Off (Вкл/выкл отображения)	Открытие окна управления Waveform Display (Отображение осциллограмм), служащего для включения и отключения отображения сигналов.
	Position/Scale (Положение/масштаб)	Открытие окна управления Position/Scale, служащего для настройки положения и вертикального масштаба отображаемого сигнала.
	Label (Метка)	Открытие окна управления Waveform Label (Метка осциллограммы), используемого для присоединения метки к осциллограмме.
	Offset (Смещение)	Открытие окна управления Vertical Offset (Смещение по вертикали), служащего для настройки смещения по вертикали и масштаба осциллограммы.
	Termination (Согласование)	Открытие окна управления Termination, служащего для выбора сопротивления нагрузки согласования для канала.
	Invert (Инверсия)	Открытие окна управления Channel Invert (Инвертирование канала), служащего для инвертирования обновляемой осциллограммы канального сигнала.
	Coupling (Тип входа)	Открытие окна управления Coupling, служащего для выбора типа связи на входе канала.
	Bandwidth (Полоса пропускания)	Открытие окна управления Bandwidth, служащего для настройки полосы пропускания канала.
	Probe Cal (Калибровка пробника)	Открытие окна управления Probe Cal, используемого для проверки состояния пробника и компенсации сигнального тракта от наконечника пробника до цифрового преобразователя.
	Deskew (Корр перек)	Открытие окна управления Deskew (Компенсация фазового сдвига), используемого для компенсации задержек распространения сигнала на входе канала.
	Attenuation (Ослабление)	Открытие окна управления Attenuation, служащего для настройки чувствительности и внешнего ослабления между источником сигнала и входами каналов.
	Zoom Setup (Настройка увеличения)	Открытие окна управления Zoom Setup, служащего для настройки увеличения по горизонтали и вертикали.
Zoom Graticule (Сетка увеличения)	50-50 Split (Разделение 50-50) 80-20 Split (Разделение 80-20) Full Screen (Весь экран)	Указание части экрана, используемой для масштабной сетки увеличения.

## Команды меню Horizontal и Acquisition

В таблице D-4 приведено описание команд меню Horiz/Acq (По горизонтали/регистрация).

Таблица D-4: Команды меню Horiz/Acq

Подменю	Команда	Функция
	Horizontal/Acquisition Setup (Настройка по горизонтали/Регистрация)	Открытие окна управления Horizontal and Acquisition Setup, служащего для настройки параметров отображения сигнала по горизонтали и регистрации. Настройки регистрации и параметров отображения по горизонтали являются общими для всех каналов.
	Zoom Controls (Управление увеличением)	Открытие окна управления Zoom (Лупа), служащего для настройки положения и масштаба увеличенного фрагмента осциллограммы.
	Autoset (Автоустановка)	Автоматическая настройка параметров, задаваемых элементами управления с передней панели, в соответствии с характеристиками входного сигнала и значениями, заданными по умолчанию.
	Fast Acquisitions (Быстрая регистрация)	Включение и выключение режима быстрой регистрации.
	Run/Stop (Пуск/стоп)	Открытие окна управления Run/Stop, служащего для запуска и остановки регистрации отсчетов, управления одиночным циклом регистрации и отображения состояния регистрации.
	Delay Mode On (Режим задержки включен)	Включение и выключение режима горизонтальной задержки.
	Roll Mode Auto (Авторежим прокрутки)	Включение и выключение режима прокрутки. Когда этот режим включен, осциллограф автоматически переходит в режим прокрутки при «медленных» значениях масштаба по горизонтали.
	Equivalent Time Auto (Автоматический режим эквивалентного времени)	Включение и выключение режима эквивалентного времени. Когда этот режим включен, осциллограф автоматически использует оцифровку в эквивалентном времени, если частота выборки слишком велика для регистрации достаточного количества выборок в реальном времени.
	Position/Scale (Положение/масштаб)	Открытие окна управления Horizontal Position/Display (Положение по горизонтали/отображение), служащего для переключения режима задержки, настройки положения и горизонтального масштаба отображаемой осциллограммы.
	Resolution (Разрешение)	Открытие окна управления Resolution, служащего для настройки длины записи и просмотра длительности, частоты выборки и разрешения.
	Acquisition Mode (Режим записи)	Открытие окна управления Acquisition Mode, служащего для выбора режима записи.
	Zoom Setup (Настройка увеличения)	Открытие окна управления Zoom Setup, служащего для настройки увеличения по горизонтали и вертикали.
Zoom Graticule (Сетка увеличения)	50-50 Split (Разделение 50-50) 80-20 Split (Разделение 80-20) Full Screen (Весь экран)	Указание части экрана, используемой для масштабной сетки увеличения.
Zoom Lock (Блокировка увеличения)	All (Все) Live (Активные) None (Нет)	Непосредственная фокусировка увеличения на нужных осциллограммах.

## Команды меню Trigger

В таблице D-5 приведено описание команд меню Trig (Trigger) (Синхронизация).

Таблица D-5: Команды меню Trig

Подменю	Команда	Функция
	A Event (Main) Trigger Setup (Настройка запуска по событию A (основному))	Открытие окна управления Trigger Setup (Настройка запуска), служащего для настройки запусков по событию A.
Quick Select (Быстрый выбор)	Edge (Фронт), Glitch (Глитч), Width (Длительность), Runt (Огибающая), Window (Окно), Timeout (Заданное время), Transition (Переход), Setup/Hold (Установка/фиксация), Logic Pattern (Логический образ), Logic State (Логическое состояние), Video (Видео)	Открытие окна управления для каждого из перечисленных типов запуска.
	Edge Setup (Настройка запуска по фронту)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по фронту.
	Glitch Setup (Настройка запуска по глитчу)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по глитчу.
	Width Setup (Настройка запуска по длительности)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по длительности.
	Runt Setup (Настройка запуска по огибающей)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по огибающей.
	Window Setup (Настройка запуска по окну)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по выходу за границы окна.
	Timeout Setup (Настройка запуска по заданному времени)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по истечении заданного времени.
	Transition Setup (Настройка запуска по переходу)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по времени перехода.
	Setup/Hold Setup (Настройка запуска по установке/фиксации)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по установке/фиксации.
	Logic Pattern (Логический образ)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по логическому образу.
	Logic State (Логическое состояние)	Открытие окна управления Trigger Setup для типа запуска по логическому состоянию.

Таблица D-5: Команды меню Trig (прод.)

Подменю	Команда	Функция
	Video Setup (Настройка запуска по видеосигналу)	Открытие окна управления Trigger Setup (Настройка запуска) для типа запуска по видеосигналу.
	A-B Trigger Sequence (Последовательный запуск A-B)	Открытие окна управления Trigger Setup для настройки запусков по событиям A-B.
	B Event (Delayed) Trigger Setup (Настройка запуска по событию B с задержкой)	Открытие окна управления Trigger Setup для настройки типа запуска по событию B.
	Holdoff (Задержка)	Открытие окна управления Holdoff, служащего для установки задержки запуска.
	Mode (Режим)	Открытие окна управления Mode, служащего для выбора режима синхронизации, принудительного запуска и установки для уровня синхронизации значения 50%.
	Run/Stop (Пуск/стоп)	Открытие окна управления Run/Stop, служащего для запуска и остановки регистрации отсчетов, управления одиночным циклом регистрации и отображения состояния регистрации.

## Команды меню Display

В таблице D-6 приведено описание команд меню Display (Экран).

**Таблица D-6: Команды меню Display**

Подменю	Команда	Функция
	Display Setup (Настройка экрана)	Открытие окна управления Display Setup, служащее для настройки вида изображения, текста, объектов и цветов на экране.
	Appearance (Вид)	Открытие вкладки Appearance окна управления Display Setup, используемой для настройки стиля отображения данных, послесвечения, яркости осциллограммы, формата изображения и интерполяции осциллограммы.
	Screen Text (Экранные сообщения)	Открытие вкладки Screen Text окна Display Setup, которая служит для определения текстовых сообщений, выводимых на экран осциллографа.
	Objects (Объекты)	Открытие вкладки Objects окна Display Setup, служащей для изменения вида объектов, отображаемых на экране.
	Colors (Цвета)	Открытие вкладки Colors окна Display Setup, служащей для изменения цветов объектов, отображаемых на экране.
Display Style (Стиль отображения)	Dots (Точки), Vectors (Векторы), Intensified Samples (Усиленные выборки)	Непосредственный доступ к настройкам стиля отображаемой осциллограммы.
Display Persistence (Послесвечение)	No Persistence (Без послесвечения), Infinite Persistence (Бесконечное послесвечение), Variable Persistence (Переменное послесвечение)	Непосредственный доступ к настройкам послесвечения при отображении осциллограммы.
Display Format (Формат отображения)	Y-T, X-Y, X-Y-Z	Непосредственный доступ к настройке формата отображения осциллограммы.
Display Palette (Палитра)	Normal (Обычная), Monochrome Gray (Монохромная серая), Monochrome Green (Монохромная зеленая), Temperature Grading (Температурная градация), Spectral Grading (Градация спектра)	Непосредственный доступ к настройкам палитры отображения осциллограммы.
Waveform Interpolation (Интерполяция сигналов)	Sin(x)/x, Linear (Линейная)	Выбор интерполяции функцией Sin(x)/x или линейной интерполяции.
Graticule Style (Стиль масштабной сетки)	Full (Полная), Grid (Сетка), Cross-Hair (Перекрестье), Frame (Кадр), IRE, mV (mB)	Непосредственный доступ к настройкам стиля отображаемой осциллограммы.

Таблица D-6: Команды меню Display (прод.)

Подменю	Команда	Функция
	LCD Save Enabled (Сохранение ЖКИ)	Отключение подсветки ЖК-экрана
	Display Date & Time (Дата и время)	Включение отображения даты и времени.

## Команды меню Cursors

В таблице D-7 приведено описание команд меню Cursors (Курсоры).

**Таблица D-7: Команды меню Cursors**

Подменю	Команда	Функция
	Cursor Controls (Управление курсорами)	Открытие окна управления Cursor Type Setup (Настройка типа курсора), служащего для выбора типа используемых курсоров.
	Cursors On (Курсоры включены)	Включение и выключение отображения курсоров.
Cursor Type (Тип курсоров)	H-bars (Г-курсоры), V-bars (В-курсоры), Paired (Сдвоенные), Split (Разделенные)	Выбор типа курсоров.
Cursor Mode (Режим курсоров)	Independent (Независимо), Track (Отслеживание)	Выбор режима отслеживания курсоров.
	Cursor Position (Положение курсоров)	Открытие окна управления Cursor Position, служащего для настройки положения курсоров.
	Cursor Setup (Настройка курсоров)	Открытие окна управления Cursor Setup, служащего для настройки и управления курсорами.

## Команды меню Measure

В таблице D-8 приведено описание команд меню Measure (Измерения).

**Таблица D-8: Команды меню Measure**

Подменю	Команда	Функция
	Measurement Setup (Настройка измерений)	Открытие окна управления Measurement Setup, служащего для настройки осциллографа для выполнения автоматических измерений.
	Snapshot (Снимок)	Одновременный просмотр всех автоматических измерений, выполненных для выбранной осциллограммы.

Таблица D-8: Команды меню Measure (прод.)

Подменю	Команда	Функция
Amplitude (Амплитуда)	High Level (Верхний уровень), Low Level (Нижний уровень), Amplitude (Амплитуда), Maximum (Максимум), Minimum (Минимум), Peak to Peak (Пик-пик), Pos Overshoot (Положительный выброс), Neg Overshoot (Отрицательный выброс), Mean (Среднее значение), RMS (Среднеквадратическое значение), Cycle Mean (Среднее значение цикла), Cycle RMS (Среднеквадратическое значение цикла)	Непосредственный выбор одного из автоматических измерений амплитуды без открытия окна управления Measurement Setup (Настройка измерений).
Time (Время)	Rise Time (Время нарастания), Fall Time (Время спада), Positive Width (Длительность положительного импульса), Negative Width (Ширина отрицательной части), Period (Период), Frequency (Частота), Delay (Задержка), Pos Duty Cycle (Положительная скважность), Neg Duty Cycle (Отрицательная скважность)	Непосредственный выбор одного из автоматических измерений длительности без открытия окна управления Measurement Setup.
More (Дополнительно)	Area (Область), Cycle Area (Циклическая область), Phase (Фаза), Burst Width (Длительность вспышки)	Непосредственный выбор одного из автоматических измерений без открытия окна управления Measurement Setup.
Display Statistics (Вывод статистики)	Value (Значение), Value, Mean (Значение, среднее), Value, Statistics (Значение, статистика)	Отображение выбранных статистических данных по текущим измерениям.
	Reference Levels (Опорные уровни)	Открытие окна управления Reference Levels, служащего для определения опорных уровней измерений.
	Gating (Стробирование)	Открытие окна управления Measurement Gating (Зона измерений), служащего для ограничения области измерений сигнала зоной между курсорами вертикальной полосы или границами окна лупы.

Таблица D-8: Команды меню Measure (прод.)

Подменю	Команда	Функция
	Waveform Histograms (Гистограммы сигнала) (дополнительная функция)	Открытие окна настройки Waveform Histogram (Гистограмма сигнала), служащего для определения гистограмм на осциллограммах. Команда доступна в том случае, если установлен модуль расширенного анализа (опция 2A).
	Reset Histograms (Сброс гистограмм) (дополнительная функция)	Сброс значений гистограммы. Команда доступна в том случае, если установлен модуль расширенного анализа (опция 2A).
Измерения по гистограммам (дополнительная функция)	Value Count (Подсчет значения), Hits in Box (Число точек в окне гистограммы), Peak Hits (Число пиковых значений), Median (Медиана), Maximum (Максимум), Minimum (Минимум), Peak to Peak (Пик-пик), Mean (Среднее), Standard Deviation (Стандартное отклонение), Среднее $\pm$ 1 ст. отклонение, Среднее $\pm$ 2 ст. отклонение, Среднее $\pm$ 3 ст. отклонение	Отображение выбранных измерений для гистограммы. Команда доступна в том случае, если установлен модуль расширенного анализа (опция 2A).

## Команды стандартного меню Math

В таблице D-9 приведено описание команд стандартного (установленного по умолчанию) меню Math (Математические функции).

Таблица D-9: Команды стандартного меню Math

Подменю	Команда	Функция
	Math Setup (Настройка математических форм сигналов)	Открытие окна управления Math Setup, служащего для определения и создания математических форм сигналов.
	Display On/Off (Вкл/выкл отображения)	Открытие окна управления Waveform Display (Отображение осциллограмм) для включения и отключения отображения сигналов.
	Position/Scale (Положение/масштаб)	Открытие окна управления Position/Scale, служащего для настройки положения и вертикального масштаба отображаемого сигнала.
	Label (Метка)	Открытие окна управления Waveform Label (Метка осциллограммы), используемого для присоединения метки к осциллограмме.
	Magnitude Spectrum (Амплитудный спектр)	Создание предварительно определенного амплитудного спектра сигнала.

## Команды расширенного меню Math (дополнительные возможности)

В таблице D-9 приведено описание команд расширенного меню Math (Математические функции). Этот вариант меню Math отображается при наличии модуля дополнительного анализа (опция 2A).

Таблица D-10: Команды расширенного меню Math

Подменю	Команда	Функция
	Math Setup	Открытие окна управления Math Setup, служащего для определения и создания математических форм сигналов.
	Display On/Off	Открытие окна управления Waveform Display, служащего для включения и отключения отображения сигналов.
	Position/Scale	Открытие окна управления Position/Scale, служащего для настройки положения и вертикального масштаба отображаемого сигнала.
	Label	Открытие окна управления Waveform Label, используемого для присоединения метки к осциллограмме.
	Ch1-Ch2 (K1-K2)	Создание предварительно определенной математической формы сигнала.
	Ch3-Ch4 (K3-K4)	Создание предварительно определенной математической формы сигнала.
	Ch1*Ch2 (K1*K2)	Создание предварительно определенной математической формы сигнала.
	Ch3*Ch4 (K3*K4)	Создание предварительно определенной математической формы сигнала.

**Таблица D-10: Команды расширенного меню Math (прод.)**

Подменю	Команда	Функция
	Spectral Setup (Настройка расчетных спектров)	Открытие окна управления Spectral Math Setup, служащего для создания расчетных спектров сигналов.
	Magnitude Spectrum (Амплитудный спектр)	Создание предварительно определенного амплитудного спектра сигнала.
	Phase Spectrum (Фазовый спектр)	Создание предварительно определенного фазового спектра сигнала.
	Spectral Controls (Управление расчетными спектрами)	Открытие окна управления Spectral Math (Расчетные спектры), служащего для управления расчетными спектрами сигналов.
	Set Math Averages (Установка математических усреднений)	Открытие окна управления Math Averaging (Математическое усреднение), служащего для установки математического усреднения в математических формах сигналов.
	Equation Editor (Редактор уравнений)	Открытие окна управления Equation Editor, служащего для создания дополнительных математических форм сигналов.

## Команды меню Utilities

В таблице D-11 приведено описание команд меню Utilities (Сервис).

**Таблица D-11: Команды меню Utilities**

Меню	Команда	Функция
	Tek Secure Erase (Очистка памяти)	Удаление всех осциллограмм и настроек.
	Set Time & Date (Установка даты и времени)	Открытие окна управления Set Time and Date, служащего для установки даты и времени на осциллографе.
	GPIB Configuration (Конфигурация GPIB)	Открытие окна управления GPIB Configuration, служащего для настройки работы осциллографа с приложениями GPIB.
	External Signals (Внешние сигналы)	Открытие окна управления External Signals, используемого для выбора сигнала, выводимого на BNC-выход AUX или подключения осциллографа к источнику синхроимпульсов.
	Instrument Calibration (Калибровка прибора)	Открытие окна управления Instrument Calibration, используемого для калибровки осциллографа.
	Instrument Diagnostics (Диагностика пробора)	Открытие окна для запуска диагностики осциллографа, просмотра состояния диагностики и списка ошибок.
	Deassign Multipurpose Knobs (Отмена назначения многофункциональных ручек)	Отмена текущего назначения многофункциональных ручек.
	User Preferences (Пользовательская настройка)	Открытие окна управления User Preferences, служащего для включения подтверждений перед выполнением определенных действий, установки стандартных параметров клавиатуры для уровня синхронизации и указания, остается ли при изменении длины записи постоянным масштаб по горизонтали или частота выборки.
	Display Recorder (Запись изображения)	Открытие средства записи изображения для записи действий, выполняемых при работе с экраном.
	Option Installation (Установка опций)	Команда Option Installation предназначена для подключения приобретенных опций осциллографа.

## Команды меню Help

В таблице D-12 приведено описание команд меню Help (Справка).

**Таблица D-12: Команды меню Help**

Подменю	Команда	Функция
	Help on Window (Справка по окну)	Открытие раздела электронной справки, относящегося к открытому в настоящий момент окну.
	Contents and Index (Содержание и указатель)	Открытие оглавления и указателя электронной справки.
	Restore Help (Развернуть справку)	Отображение свернутого окна электронной справки.
	Specifications (Технические характеристики)	Отображение технических характеристик осциллографа.
	Technical Support (Техническая поддержка)	Сведения об обращении в службу технической поддержки.
	Customer Feedback (Обратная связь)	Сведения об обратной связи с покупателями прибора.
	About Tek Scope (О приборе)	Отображение номера версии, серийного номера, кода прибора, сведений об авторских правах, списка установленных опций и ключа установки опций.

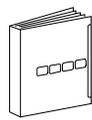
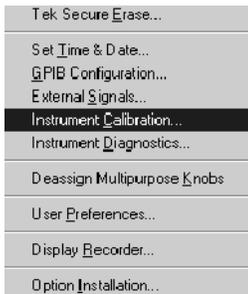
# Приложение E: Повышение точности измерений

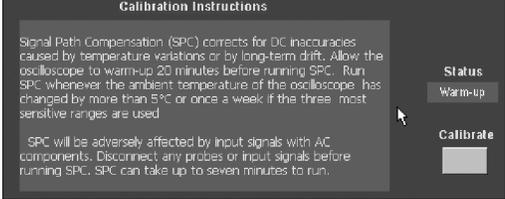
Данный осциллограф позволяет компенсировать собственные искажения и искажения пробника путем настройки внутреннего сигнального тракта, используемого для обработки измеряемых сигналов. Компенсация заключается в оптимизации измерений осциллографа с учетом температуры окружающей среды.

Данное приложение содержит указания по повышению точности проводимых измерений.

## Компенсация осциллографа

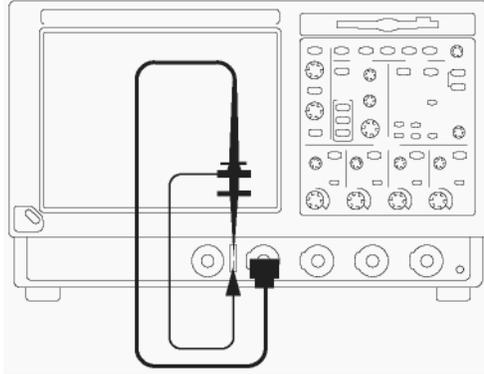
Выполнение этих указаний позволит настроить осциллограф для компенсации измерений в соответствии с температурой окружающей среды.

Обзор	Компенсация осциллографа	Элементы управления и ссылки
<b>Подготовка</b>	<b>1.</b> Осциллограф должен быть включен. Дайте ему прогреться в течение 20 минут. Отключите все входные сигналы.	 См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.
<b>Просмотр инструкций по калибровке</b>	<b>2.</b> Выберите в меню Utilities (Сервис) команду Instrument Calibration (Калибровка прибора).	

Обзор	Компенсация осциллографа (прод.)	Элементы управления и ссылки
<p><b>Калибровка осциллографа</b></p>	<p>3. Прибор должен находиться в состоянии Pass (Норм). Если прибор находится в состоянии Warm-up (Прогрев), подождите смены этого состояния. Если состояние не изменяется, следуйте приведенным ниже инструкциям по калибровке осциллографа.</p> <p><b>Примечание.</b> Единственной функцией компенсации, доступной пользователям, является компенсация сигнального тракта.</p> <p>4. Чтобы начать калибровку, нажмите кнопку Calibrate (Калибровка). Этот процесс может занять несколько минут. Калибровка завершится, когда в поле Status (Состояние) значение Running (Выполнение) сменится на другое.</p> <p>Если по завершении калибровки состояние осциллографа отличается от Pass, необходимо вызвать квалифицированного специалиста для проверки прибора.</p>	
<p><b>Дополнительные сведения</b></p>	<p>5. Обратитесь к электронной справке.</p>	 <p>Инструкции по работе с электронной справкой см. на стр. 3-221.</p>

### Подключение пробников для калибровки

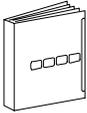
Для компенсации или калибровки пробников необходимо подключить их к разъему компенсации пробника прибора, как показано ниже.



Подключите наконечник пробника и вывод заземления к двум разъемам компенсации пробников, как показано на рисунке. Если используется наконечник с крючком, для проверки правильности подключения накрутите наконечник на пробник до упора.

### Калибровка пробников

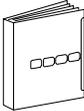
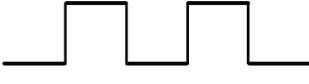
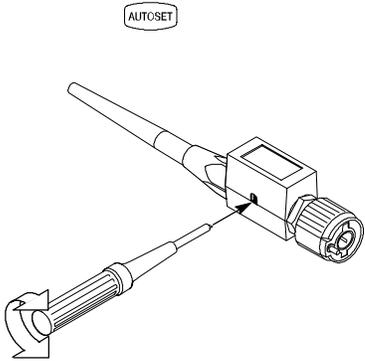
Данная процедура позволяет оптимизировать точность настройки чувствительности и смещения для наконечников пробников любого типа.

Обзор	Калибровка пробников	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p><b>1.</b> Осциллограф должен находиться во включенном состоянии не менее 20 минут.</p> <p><b>Примечание.</b> Компенсация пробников с коэффициентом ослабления более 20 невозможна. Также невозможна компенсация пробников с погрешностью чувствительности более &gt;2% и погрешностью смещения более &gt;50 мВ.</p>	<div style="text-align: center;">  <p>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</p> </div>

Обзор	Калибровка пробников	Элементы управления и ссылки
<p><b>Оптимизация точности измерения чувствительности и смещения</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Подключите пробник к осциллографу, а наконечник пробника — к разъему компенсации пробника (см. раздел <i>Подключение пробников для калибровки</i> на стр. E-3).</li> <li>3. При калибровке пассивного пробника предварительно следует выполнить процедуру <i>компенсации низкочастотных пробников</i>, описанную на стр. E-5.</li> <li>4. Нажмите на панели инструментов кнопку VERT (Верт), чтобы открыть окно управления настройкой по вертикали.</li> <li>5. Нажмите кнопку Probe Cal (Калибровка пробника), чтобы открыть окно управления калибровкой пробника.</li> <li>6. Выберите канал осциллографа, к которому подключен пробник.</li> <li>7. Нажмите кнопку Clear Probecal (Сбросить калибровку пробника), чтобы удалить данные предыдущей калибровки.</li> <li>8. Нажмите кнопку Calibrate Probe (Калибровка пробника).</li> <li>9. В поле Probe Status (Состояние пробника) отображается текущее состояние операции. <i>Initialized</i> (Инициализация): пробник на выбранном канале еще не откалиброван. <i>Pass</i> (Норм): пробник на выбранном канале откалиброван.</li> </ol> <p><b>Примечание.</b> Калибровка пробников, не имеющих интерфейса ТЕКПРОВЕ, невозможна.</p>	
<p><b>Дополнительные сведения</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Обратитесь к электронной справке осциллографа.</li> </ol>	 <p>Инструкции по работе с электронной справкой см. на стр. 3-221.</p>

**Компенсация  
низкочастотных  
пробников**

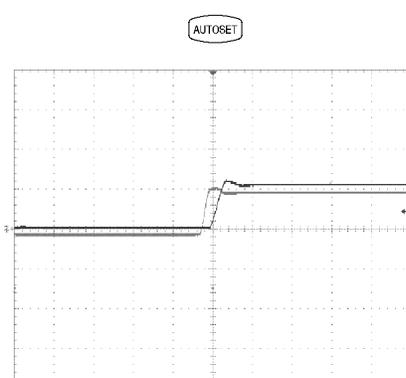
Следующая процедура позволяет выполнить компенсацию пассивных пробников для обеспечения минимальных искажений на входах осциллографа.

Обзор	Компенсация пассивных пробников	Элементы управления и ссылки
<p><b>Подготовка</b></p>	<p>1. Осциллограф должен быть включен. Дайте ему прогреться в течение 20 минут.</p>	 <p>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</p>
<p><b>Низкочастотная компенсация</b></p>	<p>2. Подключите пробник к каналу 1 осциллографа, а наконечник пробника - к разъему компенсации пробника (см. раздел <i>Подключение пробников для калибровки</i> на стр. E-3).</p> <p>3. Подключите пробник к разъему.</p> <p>4. Нажмите кнопку AUTOSET (Автоустановка) на передней панели.</p> <p>5. Настройте пробник так, чтобы на экране отображался неискаженный прямоугольный сигнал с ровным верхним уровнем. Инструкции по настройке см. в руководстве по эксплуатации соответствующего пробника.</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 20px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Пробник скомпенсирован правильно</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Пробник перекомпенсирован</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Пробник недокомпенсирован</p> </div> </div>	
<p><b>Дополнительные сведения</b></p>	<p>6. Обратитесь к электронной справке осциллографа.</p>	 <p>Инструкции по работе с электронной справкой см. на стр. 3-221.</p>

**Компенсация  
фазового сдвига по  
каналам**

Для каждого канала можно настроить относительную временную задержку. Это позволяет выровнять сигналы для компенсации различного времени задержки из-за поступления этих сигналов по кабелям разной длины. Осциллограф применяет компенсирующие значения фазового сдвига после завершения накопления отсчетов. Поэтому данные значения не влияют на логический запуск. Кроме того, эти значения не влияют на форматы отображения XY и XYZ.

Шаг	Компенсация фазового сдвига по каналам	Элементы управления и ссылки
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> <li>Осциллограф должен быть включен. Дайте ему прогреться в течение 20 минут.</li> </ol>	 <p>См. раздел <i>Включение осциллографа</i> на стр. 1-10.</p>

Шаг	Компенсация фазового сдвига по каналам	Элементы управления и ссылки
<p><b>Компенсация временной задержки пробника (фазового сдвига)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Подключите до четырех пробников к осциллографу, а наконечники пробников — к разъемам компенсации пробника (см. раздел <i>Подключение пробников для калибровки</i> на стр. E-3).</li> <li>3. Включите все каналы, для которых требуется компенсировать фазовый сдвиг (кнопки включенных каналов на передней панели подсвечиваются).</li> <li>4. Нажмите кнопку AUTOSSET (Автоматическая настройка) на передней панели.</li> <li>5. Настройте ручки SCALE (Масштаб) и POSITION (Положение) по вертикали, чтобы сигналы накладывались и располагались по центру экрана.</li> <li>6. Настройте ручку POSITION (Положение) по горизонтали, чтобы синхронизированная точка подъема сигнала находилась в центре экрана.</li> <li>7. Настройте ручку SCALE по горизонтали, чтобы разница в задержках по каналам была отчетливо видна.</li> <li>8. Еще раз настройте ручку POSITION по горизонтали, чтобы первая точка подъема находилась точно в центре экрана. К соответствующему ей каналу подключен пробник с минимальной задержкой. (Минимальной задержкой скорее всего будет обладать пробник с самым коротким или самым толстым кабелем.)</li> <li>9. Нажмите на панели инструментов кнопку VERT (Верт), чтобы открыть окно управления настройкой по вертикали.</li> <li>10. Нажмите кнопку Probe Deskew (Компенсация фазового сдвига пробника), чтобы открыть окно управления компенсацией фазового сдвига пробника.</li> <li>11. Выберите один из каналов с большей задержкой.</li> <li>12. Нажмите кнопку Deskew Time (Время компенсации фазового сдвига) и установите время компенсации фазового сдвига для выбранного канала с помощью многофункциональных ручек или всплывающей клавиатуры так, чтобы его сигнал совпадал с сигналом канала с минимальной задержкой.</li> <li>13. Повторите шаги 11 и 12 для каждого дополнительного канала, для которого требуется скомпенсировать фазовый сдвиг.</li> <li>14. Отключите все пробники.</li> </ol>	 

Шаг	Компенсация фазового сдвига по каналам	Элементы управления и ссылки
Дополнительные сведения	15. Обратитесь к электронной справке осциллографа.	 <p data-bbox="954 499 1435 546">Инструкции по работе с электронной справкой см. на стр. 3-221.</p>



# **Словарь терминов**



# Словарь терминов

## **AND (И)**

Логическая функция, в которой выходное значение истинно тогда и только тогда, когда истинны все входные значения. В осциллографе эта функция определяет логику запуска и состояния.

## **GPIB (General Purpose Interface Bus)**

Соединительная шина и протокол, позволяющие создать сеть из нескольких подключенных к ней приборов под управлением контроллера. Также называется шиной IEEE 488. Данные передаются по восьми параллельным линиям данных, пяти управляющим линиям и трем линиям синхронизации.

## **NAND (И-НЕ)**

Логическая функция, в которой выполняется логическое дополнение выходного значения функции AND (И) (истинное значение становится ложным, а ложное - истинным). В осциллографе эта функция определяет логику запуска и состояния.

## **NOR (ИЛИ-НЕ)**

Логическая функция, в которой выполняется логическое дополнение выходного значения функции OR (ИЛИ) (истинное значение становится ложным, а ложное - истинным). В осциллографе эта функция определяет логику запуска и состояния.

## **OR (ИЛИ)**

Логическая функция, в которой выходное значение истинно, если истинно какое-либо из входных значений. В противном случае выходное значение является ложным. В осциллографе эта функция определяет логику запуска и состояния.

## **Tek Secure**

Функция, позволяющая стереть из памяти все данные о сохраненных осциллограммах и измененных настройках и заменить их стандартными заводскими настройками. Затем производится проверка всех областей памяти на отсутствие удаленных данных. Данная функция применяется для защиты конфиденциальных данных, полученных в результате использования осциллографа, например, в специальных исследовательских или конструкторских проектах.

## **Автоустановка**

Функция осциллографа, позволяющая автоматически получить устойчивое изображение сигнала удобного размера. Автоустановка позволяет настроить элементы управления передней панели в соответствии с характеристиками активного сигнала. Для получения устойчивого и синхронизированного изображения автоматически настраиваются такие параметры, как вертикальный масштаб, и горизонтальный масштаб и уровень запуска синхронизации.

**Амплитуда**

Разность между максимальным и минимальным значениями сигнала.

**Аналого-цифровое преобразование**

Процесс преобразования непрерывного аналогового сигнала в дискретный ряд цифровых данных, отражающих амплитуду сигнала в определенные моменты времени. Цифровое преобразование включает два этапа: выборка и квантование.

**Время задержки**

Период времени между моментом возникновения события запуска и началом регистрации данных после запуска.

**Время нарастания**

Промежуток времени, за который на нарастающем фронте импульса уровень изменяется от низкого опорного значения (обычно 10%) до высокого опорного значения (обычно 90%).

**Время спада**

Измеренное значение времени, за которое на нисходящем фронте импульса амплитуда сигнала снижается от верхнего опорного значения (обычно 90%) до нижнего опорного значения (обычно 10%).

**Выборка**

Процесс регистрации уровня входного аналогового сигнала в дискретные моменты времени и сохранение этого уровня для его последующего квантования. Имеется два стандартных способа выборки: *выборка в реальном времени* и *выборка в эквивалентном времени*.

**Высокий уровень**

Значение, рассматриваемое в качестве уровня 100% в автоматических измерениях (в тех случаях, когда используются высокое, низкое и среднее опорные значения, например при измерениях времени спада и нарастания сигнала). Может рассчитываться по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. При использовании метода минимального/максимального уровня (наиболее полезного для стандартных сигналов) этим значением является максимальное обнаруженное значение. При использовании метода гистограммы (наиболее полезного для импульсных сигналов) этим значением считается наиболее часто обнаруживаемое значение над уровнем средней точки.

**Длина записи**

Заданное число отсчетов в записи сигнала.

**Длительность вспышки**

Измеренная продолжительность вспышки.

**Длительность положительного импульса**

Измерение расстояния (времени) между двумя точками амплитуды положительного импульса - *средним опорным сигналом* на участке подъема (по умолчанию 50%) и *средним опорным сигналом* на участке спада (по умолчанию 50%).

**Задержка запуска**

Заданный промежуток времени после момента запуска, в течение которого система запуска не будет воспринимать другие сигналы запуска. Задержка запуска позволяет обеспечить стабильность изображения сигнала.

**Заземленная связь**

Вариант связи, при котором цепь входного сигнала отключается от системы вертикального отклонения.

**Запуск**

Событие, соответствующее нулевой отметке времени в записи осциллограммы. Результатом запуска является регистрация сигнала и отображение осциллограммы.

**Запуск по истечении заданного времени**

Режим, в котором запуск производится, когда в течение заданного промежутка времени осциллографом не обнаруживается импульс указанной полярности и уровня.

**Запуск по логической модели**

Запуск осциллографа выполняется в зависимости от комбинации логических условий для каналов 1, 2, 3 и 4. Допустимыми условиями являются AND (И), OR (ИЛИ), NAND (И-НЕ) и NOR (ИЛИ-НЕ).

**Запуск по логическому состоянию**

Осциллограф проверяет выполнение комбинированных логических условий по каналам 1, 2 и 3 в момент переходного процесса на канале 4, отвечающего заданным условиям по крутизне импульса и порогу. Запуск осуществляется при выполнении заданных условий для каналов 1, 2 и 3.

**Запуск по любому выбросу**

Запуск, производимый при обнаружении импульса положительной или отрицательной полярности с длительностью, меньшей указанного значения.

**Запуск по огибающей**

Режим, в котором запуск осциллографа производится по огибающей. Огибающей называют импульс, который пересекает первый пороговый уровень, но не пересекает второй пороговый уровень до повторного пересечения первого. Обнаруженные пересечения могут быть положительными, отрицательными или и теми и другими.

**Запуск по отрицательному выбросу**

Запуск, производимый при обнаружении импульса отрицательной полярности с длительностью, меньшей указанного значения.

**Запуск по положительному выбросу**

Запуск, производимый при обнаружении импульса положительной полярности с длительностью, меньшей указанного значения.

### **Запуск по установке/фиксации**

Режим, в котором запуск осциллографа производится при изменении состояния источника данных в течение времени установки/фиксации относительно источника синхроимпульсов. Положительным временем установки считается время до фронта синхроимпульса, а положительным временем фиксации - после фронта синхроимпульса. Фронт синхроимпульса может быть как нарастающим, так и нисходящим.

### **Запуск по фронту**

Запуск, выполняемый при прохождении уровня сигнала источника синхронизации через заданный уровень напряжения в заданном направлении (наклон запуска).

### **Измерение**

Значение, отображаемое на экране осциллографа в цифровой форме и являющееся результатом автоматического (без вмешательства пользователя) измерения параметров текущей осциллограммы.

### **Измерение задержки**

Измерение промежутка времени между пересечениями средних опорных значений двумя различными сигналами.

### **Измерение отрицательного выброса**

Измерение амплитуды (напряжения) отрицательного выброса.

$$\text{Отрицательный выброс} = \frac{\text{Низкий уровень} - \text{Минимум}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

### **Измерения в зоне интереса**

Функция осциллографа, позволяющая ограничить область выполнения автоматических измерений нужным фрагментом сигнала. Границы зоны интереса задаются с помощью вертикальных курсоров.

### **Импульсная синхронизация**

Режим, в котором запуск синхронизации производится при обнаружении осциллографом импульса указанной полярности с шириной, либо соответствующей заданному интервалу, либо выходящей за пределы интервала, заданного с помощью минимального и максимального значений.

### **Инициализация**

Установка всех параметров осциллографа в исходное состояние, соответствующее настройке по умолчанию.

### **Интервал дискретизации**

Промежуток времени между соседними отсчетами в масштабе времени. В аналогово-цифровых преобразователях, работающих в реальном времени, интервал дискретизации является обратным значением частоты дискретизации. В аналогово-цифровых преобразователях, работающих в эквивалентном времени, промежуток времени между соседними отсчетами определяется эквивалентным, а не реальным временем.

**Интервал до запуска**

Определенная часть записи сигнала, содержащая данные, зарегистрированные до события запуска.

**Интервал после запуска**

Определенная часть записи сигнала, содержащая данные, зарегистрированные после события запуска.

**Интервал сбора данных**

Промежуток времени, равный результату деления общей длительности записи сигнала на длину (количество отсчетов) записи. За исключением режима эквивалентного времени, осциллограф производит регистрацию одного отсчета для каждого интервала сбора данных.

**Интерполяция**

Способ, с помощью которого осциллограф рассчитывает значения для точек записи, когда регистрация всех точек полной записи невозможна с единственным событием запуска. Такие условия возникают, когда выбран режим оцифровки в реальном времени, а установленное значение масштаба времени превосходит эффективную частоту выборки осциллографа. В осциллографе имеется два варианта интерполяции: *линейная* интерполяция и интерполяция функцией  $\sin(x)/x$ .

При линейной интерполяции дополнительные точки записи располагаются на прямом отрезке, соединяющем две соседние фактически зарегистрированные точки. При интерполяции функцией  $\sin(x)/x$  дополнительные точки записи рассчитываются с помощью функции  $\sin(x)/x$  между фактическими зарегистрированными точками. Считается, что все интерполируемые точки располагаются на этой кривой в соответствующие моменты времени.

**Искажения**

Ошибки в отображении формы сигнала из-за недостаточного разрешения по высоким частотам или наличия быстрых бросков сигнала. Причиной является недостаточно высокая для отражения входного сигнала эффективная частота сбора отсчетов осциллографом. Отображаемая на экране осциллограмма может иметь более низкую частоту, чем реальный входной сигнал.

**Канал**

Отдельный вход, используемый для регистрации сигнала. У осциллографа имеется четыре канала.

**Компенсация пробника**

Настройка, позволяющая скорректировать передачу пробником сигналов низкой частоты.

**Компенсация фазового сдвига канала/пробника**

Установка относительной временной задержки для каждого канала. Позволяет выровнять сигналы для компенсации различного времени задержки из-за поступления этих сигналов по кабелям разной длины.

**Кривая**

Визуальное отображение входного сигнала или комбинации сигналов. Синоним термина «осциллограмма».

**Крутизна**

Наклон графика осциллограммы в определенной точке. Крутизна рассчитывается как отношение приращения функции по вертикальной оси (оси Y) к приращению по горизонтальной оси. Эти приращения могут быть как положительными, так и отрицательными.

**Курсоры**

Парные маркеры, используемые для выполнения измерений по двум точкам сигнала. Осциллограф отображает значения позиции активного курсора (выраженные в вольтах или в единицах времени) и расстояние между двумя курсорами.

**Курсоры вертикальной полосы**

Две вертикальные перемещаемые полосы, используемые для измерения временных параметров осциллограммы. Осциллограф отображает значение для активного (перемещаемого) курсора относительно точки запуска и значение временного интервала между полосами.

**Курсоры горизонтальных полос**

Две горизонтальные полосы, размещаемые для измерения параметров уровня сигнала. Осциллограф отображает значение для активного (перемещаемого) курсора по отношению к уровню земли и разницу напряжений между полосами.

**Максимум**

Измерение максимальной амплитуды (напряжения). Обычно это пиковое напряжение с максимальным положительным значением.

**Масштаб времени**

Набор данных, определяющих временные параметры записи осциллограммы и ее параметры по горизонтальной оси. Масштаб времени определяет, в какие моменты и в течение какого периода регистрируются точки записи.

**Масштабная сетка**

Сетка на экране, определяющая горизонтальные и вертикальные оси. Используется для визуальных измерений параметров по осциллограммам.

**Минимум**

Измерение минимального амплитудного значения (напряжения). Обычно это пиковое напряжение с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением.

**Многофункциональные ручки**

Ручки на передней панели, предназначенные для изменения соответствующих параметров.

**Низкий уровень**

Значение, рассматриваемое в качестве уровня 0% в автоматических измерениях (в тех случаях, когда используются высокое, низкое и среднее опорные значения, например при измерениях времени спада и нарастания сигнала). Может рассчитываться по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. При использовании метода минимального/максимального уровня (наиболее полезного для стандартных сигналов) этим значением является минимальное обнаруженное значение. При использовании метода гистограммы (наиболее полезного для импульсных сигналов) этим значением считается наиболее часто обнаруживаемое значение под уровнем средней точки.

**Область**

Измерение области осциллограммы по всему сигналу или в выделенной зоне. Выражается сочетанием единиц амплитуды и времени, например вольт/секунда. Области выше уровня потенциала земли считаются положительными, а области ниже уровня потенциала земли — отрицательными.

**Обновляемые осциллограммы**

Осциллограммы, обновляемые в процессе регистрации сигнала. В отличие от опорных сигналов осциллограммы канальных сигналов являются обновляемыми. Математические формы сигналов являются обновляемыми, если они рассчитываются по обновляемым сигналам. Например, математический сигнал, рассчитываемый по формуле  $Ch1 + Ref1$  является обновляемым, а сигнал, рассчитываемый по формуле  $Ref1 + Ref2$ , не обновляется.

**Обычный режим запуска**

Режим, в котором регистрация сигнала происходит только после обнаружения события запуска. До начала регистрации данных осциллограф находится в режиме ожидания события запуска.

**Окно управления**

Группа взаимосвязанных элементов управления для настройки основных параметров осциллографа, которая отображается в правой области экрана.

**Опорная память**

Память осциллографа, используемая для хранения осциллограмм и настроек. Данные сохраненных осциллограмм могут в дальнейшем использоваться для обработки. Данные в памяти осциллографа сохраняются, даже когда он выключен или отключен от сети питания.

**Опорная точка по горизонтали**

Точка, относительно которой осциллограмма сжимается или растягивается при изменении размера по горизонтали. Опорная точка по горизонтали остается на месте, а остальные точки осциллограммы удаляются от нее или приближаются к ней.

### **Опорные осциллограммы**

Статические необновляемые осциллограммы (см. обновляемые осциллограммы). Эталонные осциллограммы - это осциллограммы канальных сигналов или расчетные сигналы, сохраненные в опорной памяти. После сохранения в памяти они не обновляются.

### **Опорный индикатор канала**

Индикатор в левой области экрана, указывающий положение, относительно которого сжимается или расширяется сигнал при изменении вертикального масштаба. Это положение соответствует уровню потенциала земли, если установленное смещение равно 0 В, и значению суммы потенциала земли и установленного смещения, когда оно не равно нулю.

### **Ослабление**

Степень уменьшения амплитуды сигнала после прохождения через ослабляющее устройство, такое как пробник или аттенуатор. Определяется отношением значения сигнала на входе к значению сигнала на выходе. Например, пробник 10X ослабляет (снижает) значение напряжения входного сигнала в 10 раз.

### **Осциллограмма**

Визуальное представление сигнала.

### **Осциллограф**

Прибор для графического отображения функции по двум координатным осям. Обычно представляется зависимость напряжения от времени.

### **Отслеживание измерений**

Процесс автоматического изменения параметров измерения в соответствии с изменениями осциллограммы.

### **Отрезок сигнала**

Временной интервал между указанными точками осциллограммы.

### **Отрицательная скважность**

Результат измерения, определяемый отношением ширины отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженный в процентах.

### **Оцифровка в реальном времени**

Режим оцифровки, в котором осциллограф производит выборку со скоростью, достаточной для полного заполнения записи сигнала после одного события запуска. Режим оцифровки в реальном времени используется для регистрации одиночных импульсов или переходных процессов.

### **Оцифровка в режиме пиковой детекции**

Режим, в котором осциллограф сохраняет минимальные и максимальные значения при выборке по двум соседним интервалам регистрации. Для большинства сигналов, свободных от выбросов, этот режим не отличается от режима выборки. (Режим пиковой детекции подходит только для выборки в реальном времени без интерполяции).

**Оцифровка в эквивалентном времени (ЭВ)**

Режим, в котором осциллограф регистрирует сигналы при многократном повторении события. В описываемых осциллографах используется оцифровка в эквивалентном времени, которая называется *стохастической оцифровкой в эквивалентном времени*. При этом используется внутренний генератор синхроимпульсов, работающий асинхронно относительно входного сигнала и сигнала запуска синхронизации. Осциллограф производит выборку непрерывно и независимо от состояния запуска и отображает результаты согласно разнице между моментом выборки и моментом запуска. Несмотря на периодичность моментов выборки, эти события являются случайными относительно моментов запуска.

**Период**

Результат измерения длительности полного цикла сигнала. Значение периода измеряется в секундах и является величиной, обратной значению частоты.

**Печатная копия**

Электронная копия изображения на экране в формате, предназначенном для вывода на принтер или плоттер.

**Пиковое значение**

Результат измерения абсолютной разницы амплитуды (напряжения) между максимальным и минимальным уровнями сигнала.

**Пиксел**

Видимая точка на экране. Экран осциллографа состоит из 640 пикселов по ширине и 480 пикселов по высоте.

**Положительная скважность**

Результат измерения, определяемый отношением ширины положительного импульса к периоду сигнала и выраженный в процентах.

**Положительный выброс**

Результат измерения амплитуды (напряжения).

$$\text{Положительный выброс} = \frac{\text{Максимум} - \text{Высокий уровень}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

**Полоса пропускания**

Предельная частота сигнала, ослабление которого при регистрации осциллографом составляет не более 3 Дб ( $\times 0,707$ ) относительно исходного (опорного) уровня.

**Послесвечение**

Период времени, в течение которого точка отображается на экране. В осциллографе имеется три режима послесвечения: переменное послесвечение, бесконечное послесвечение и отключенное послесвечение.

**Пробник**

Устройство для подачи сигналов на вход осциллографа.

### **Регистрация данных**

Процесс сбора данных о сигналах на входных каналах, оцифровки значений в точках дискретизации и объединения полученных дискретных данных в общую запись. Запись сигнала сохраняется в памяти. Нулевой момент времени в этой записи соответствует моменту запуска синхронизации.

### **Режим автоматической синхронизации**

Режим, в котором осциллограф автоматически начинает регистрацию данных, если события запуска не обнаруживаются в течение установленного промежутка времени.

### **Режим быстрой регистрации**

Режим, при котором скорость регистрации увеличивается до 200 000 сигналов в секунду. Такое высокое значение скорости регистрации существенно расширяет возможности накопления в памяти данных по огибающей, пикам и другим быстрым флуктуациям сигналов. Затем сигнал отображается на экране осциллографа со стандартной частотой в режиме переменного или бесконечного послесвечения. Данный режим имитирует осциллограмму на экране аналогового осциллографа.

### **Режим выборки**

Отсчет создается осциллографом путем сохранения первой выборки в начале каждого интервала сбора данных. Данный режим выборки используется по умолчанию.

### **Режим регистрации с высоким разрешением**

Режим сбора данных, при котором осциллограф создает отсчет путем усреднения по всем выборкам, полученным за интервал оцифровки. Такое усреднение позволяет повысить разрешение и сузить полосу частот. Данный режим доступен только при выборке в реальном времени без интерполяции.

### **Сбор данных в режиме огибающей**

Режим, в котором осциллограф регистрирует и отображает сигнал, представляющий собой крайние результаты по нескольким циклам регистрации.

### **Сбор данных в режиме усреднения**

В этом режиме осциллограф регистрирует и отображает сигнал, являющийся результатом усреднения по нескольким периодам регистрации. Усреднение снижает уровень шума. Данные регистрируются аналогично режиму выборки, а затем усредняются по заданному количеству периодов.

### **Связь**

Соединение двух или более цепей или систем для передачи электроэнергии или данных между ними. При подаче входного сигнала на систему синхронизации или вертикального отклонения можно установить различные типы связи.

**Связь по переменному току**

Способ передачи сигнала, при котором его постоянная составляющая отфильтровывается и пропускаются только переменные составляющие. Применяется для просмотра переменных составляющих сигналов, содержащих постоянную составляющую.

**Связь по постоянному току**

Режим, в котором на вход схемы подается как переменная, так и постоянная составляющие сигнала. Возможен как для системы запуска, так и для системы вертикального отклонения.

**Среднее значение**

Среднеарифметическое значение амплитуды (напряжения) по всему сигналу.

**Среднее значение периода**

Среднеарифметическое значение амплитуды (напряжения) по одному периоду сигнала.

**Среднеквадратическое значение**

Результат измерения среднеквадратического значения амплитуды (напряжения).

**Среднеквадратическое значение цикла**

Действительное среднеквадратическое значение напряжения для одного периода сигнала.

**Статистика измерений**

Результат накопления данных по отдельным измерениям, отражающий среднее значение и стандартное отклонение по указанному числу выборок.

**Статистическое измерение**

Автоматическое измерение осциллограмм с градиентной цветной разметкой, выполняемое на основе гистограмм, рассчитанных в точках пересечения уровней. Режим статистического измерения доступен только в режиме экрана с цветными градиентами.

**Точность**

Близость отображаемого значения к фактическому.

**Уровень запуска**

Уровень по вертикальной оси, при пересечении которого производится запуск (в режиме запуска по фронту).

**Усреднение**

Отображение кривой, являющейся результатом объединения данных по нескольким циклам регистрации. Позволяет снизить уровень шума.

**Фаза**

Величина, характеризующая время опережения или запаздывания одного сигнала относительно другого. Значение фазы выражается в градусах.  $360^\circ$  соответствует полному периоду одного из сигналов. Сигналы должны иметь одну и ту же частоту или один из сигналов должен являться гармоникой другого.

**Формат XY**

Формат отображения на экране осциллографа результата поточечного сравнения уровней напряжений для двух сигналов. Этот формат полезен при сравнении фазовых соотношений между двумя сигналами.

**Формат XYZ**

Формат отображения на экране осциллографа результата поточечного сравнения уровней напряжений для двух сигналов, как и в формате XY. Яркость осциллограммы модулируется сигналом канала 3 (ось Z).

**Формат YT**

Стандартный формат отображения на экране осциллографа. На экране отображается график зависимости уровня напряжения сигнала (по вертикальной оси) от времени (по горизонтальной оси).

**Циклическая область**

Область измерения сигнала для одного периода. Выражается в вольт/секундах. Области выше уровня потенциала земли считаются положительными, а области ниже уровня потенциала земли — отрицательными.

**Частота**

Величина, обратная периоду. Измеряется в герцах (Гц).  $1 \text{ Гц} = 1 \text{ цикл в секунду}$ .

**Чередование**

Способ достижения более высоких значений скорости аналого-цифрового преобразования в данных осциллографах. Ресурсы для обработки данных на неиспользуемых (отключенных) каналах осциллографа используются для преобразования сигналов на используемых (включенных) каналах. Значения скорости регистрации данных в зависимости от числа включенных каналов приведены в таблице 3-3 на стр. 3-39.

**Ширина отрицательного импульса**

Измерение расстояния (времени) между двумя точками амплитуды отрицательного импульса — *средним опорным сигналом* на участке спада (по умолчанию 50%) и *средним опорным сигналом* на участке подъема (по умолчанию 50%).

**Экран**

Деталь осциллографа, предназначенная для визуального отображения сигналов, результатов измерений, управляющих окон, сведений о текущем состоянии и других параметров.

**Экранные сообщения**

Текст, отображаемый на экране для указания опорных уровней измерения и точек, используемых в автоматических измерениях для получения результатов.

**Яркость**

Яркость экрана.





# Индекс



# Индекс

50-50 Split (Разделение 50-50), команда, D-4, D-5

80-20 Split (Разделение 80-20), команда, D-4, D-5

## A-Z

### A

A Event (Main) Trigger Setup (Настройка запуска по событию A (основному)), D-6

A->B Seq (Последовательность A->B), вкладка, 3-98

A затем B, 3-97, 3-98

B trigger level (Уровень синхронизации B), 3-98

Trig Event (Событие запуска), 3-98

A->B Trigger Sequence (Последовательный запуск A->B), D-7

Acquisition Mode (Режим записи), команда, D-5

Acquisition Mode (Режим записи), окно управления, D-5

ADVANCED (Дополнительно), кнопка, 3-52, 3-58

Amplitude (Амплитуда), B-1, D-11

Amplitude (Амплитуда), команда, D-11

AND (И), Словарь-1

Appearance (Вид), команда, D-8

Area (Область), B-1, D-11

ARM (Подготовка), индикатор состояния, 3-56

Attenuation (Ослабление), команда меню, D-4

Attenuation (Ослабление), окно управления, D-4

AutoBright (Автояркость), 3-44, 3-111

AUX IN, вход, 3-49, 3-54

AUX Out Configuration (Конфигурация выхода AUX), D-15

### B

B Event (Delayed) Trigger Setup (Настройка запуска по событию B с задержкой), D-7

B Event (Событие B), вкладка, Source (Источник), 3-98

Bandwidth (Полоса пропускания), команда, D-4

Bandwidth (Полоса пропускания), окно управления, D-4

Blackman-Harris (Блэкмен-Харрис), окно, 3-169, 3-171, 3-176

Burst Width (Длительность вспышки), B-1, D-11

### C

Ch1 - Ch2 (K1 - K2), D-13

Ch1 \* Ch2 (K1 \* K2), D-13

Ch3 - Ch4 (K3 - K4), D-13

Ch3 \* Ch4 (K3 \* K4), D-13

Channel Invert (Инвертирование канала), окно управления, D-4

Colors (Цвета), команда, D-8

Contents and Index (Содержание и указатель), D-16

Copy (Копировать), команда, D-3

Copy Setup (Настройка копирования), D-3

Copy Setup (Настройка копирования), окно управления, D-3

COUPLING (Связь), регулятор, 3-52, 3-55

Coupling (Тип входа), команда, D-4

Coupling (Тип входа), окно управления, D-4

Cross Hair (Перекрестие), стиль масштабной сетки, 3-109

Cross-Hair (Перекрестие), команда, D-8

Cursor (Курсор), окно управления, 3-157

Cursor Controls (Управление курсорами), команда, D-10

Cursor Mode (Режим курсоров), D-10

Cursor Position (Положение курсоров), команда, D-10

Cursor Position (Положение курсоров), окно управления, D-10

Cursor Setup (Настройка курсоров), команда, D-10

Cursor Setup (Настройка курсоров), окно управления, 3-129, 3-131, D-10,

Cursor Type (Тип курсоров), D-10

Cursor Type Setup (Настройка типа курсора), окно управления, 3-132, 3-133, D-10

CURSORS (Курсоры), кнопка, 3-132

Cursors (Курсоры), меню

Cursor Controls (Управление курсорами), D-10

Cursor Mode (Режим курсоров), D-10

Cursor Position (Положение курсоров), D-10

Cursor Setup (Настройка курсоров), D-10

Cursor Type (Тип курсоров), D-10

Cursors On (Курсоры включены), D-10

H-bars (Г-курсоры), D-10

Paired (Сдвоенные), D-10

Split (Разделенные), D-10

Track (Отслеживание), D-10

V-bars (B-курсоры), D-10

Независимо, D-10

сводка команд, D-10

Cursors On (Курсоры включены), команда, D-10

Customer Feedback (Обратная связь), D-16  
 Cycle Area (Циклическая область), D-11  
 Cycle Mean (Среднее значение цикла), D-11  
 Cycle RMS (Среднеквадратическое значение цикла),  
 D-11

## D

Deassign Multipurpose Knobs (Отмена назначения  
 многофункциональных ручек), D-15  
 DELAY (Задерж), кнопка, 3-52  
 Delay (Задержка), D-11  
 Delay Mode On (Режим задержки включен), команда,  
 D-5  
 Delete All Refs (Удалить все опорные  
 осциллограммы), D-1  
 Delete Reference Waveform (Удаление опорной  
 осциллограммы), диалоговое окно, 3-206  
 Deskew (Компенсация фазового сдвига), D-4  
 Deskew (Корр перек), команда меню, D-4  
 Disp (Экран), кнопка панели инструментов, 3-109,  
 3-110, 3-111, 3-112  
 Display (Экран), меню  
   Appearance (Вид), D-8  
   Colors (Цвета), 3-110, 3-111, D-8  
   Cross-Hair (Перекрестье), D-8  
   Display Format (Формат отображения), 3-111, D-8  
   Display Palette (Палитра), 3-110, D-8  
   Display Persistence (Послесвечение), 3-109, D-8  
   Display Style (Стиль отображения), 3-110, D-8  
   Frame (Кадр), D-8  
   Graticule Style (Стиль масштабной сетки), 3-109, D-8  
   Infinite Persistence (Бесконечное послесвечение),  
   D-8  
   Intensified Samples (Усиленные выборки), D-8  
   IRE, D-8  
   LCD Save Enabled (Сохранение ЖКИ), 3-112  
   Linear (Линейная), D-8  
   Monochrome Gray (Монохромная серая), D-8  
   Monochrome Green (Монохромная зеленая), D-8  
   mV (мВ), D-8  
   No Persistence (Без послесвечения), D-8  
   Normal (Обычная), D-8  
   Objects (Объекты), 3-112, D-8  
   Screen Text (Экранные сообщения), 3-110, D-8  
   Spectral Grading (Спектральная градация), D-8  
   Temperature Grading (Температурная градация), D-8  
   Variable Persistence (Переменное послесвечение),  
   D-8  
   Vectors (Векторы), D-8  
   Waveform Interpolation (Интерполяция сигналов),  
   3-111, D-8  
 XY, 3-45

XYZ, 3-46  
 YТ, 3-45  
 команда Appearance (Вид), 3-111  
 отображение даты и времени, D-9  
 Полная, D-8  
 сводка команд, D-8  
 сетка, D-8  
 точки, D-8  
 Display Date & Time (Дата и время), команда, D-9  
 Display Format (Формат отображения), D-8  
 Display On/Off (Вкл/выкл отображения), D-1, D-4,  
 D-13  
 Display Palette (Палитра), D-8  
 Display Persistence (Послесвечение), D-8  
 Display Recorder (Запись изображения), D-15  
 Display Setup (Настройка экрана), D-8  
 Display Setup (Настройка экрана), окно управления,  
 D-8  
   вкладка Appearance (Вид), 3-109, 3-110, 3-111  
   вкладка Colors (Цвета), 3-110, 3-111  
   вкладка Objects (Объекты), 3-109, 3-112  
   вкладка Screen Text (Экранные сообщения), 3-110  
 Display Statistics (Вывод статистики), D-11  
 Display Style (Стиль отображения), команда, D-8

## E

Edge Setup (Настройка запуска по фронту), D-6  
 Edit (Правка), меню  
   Copy (Копировать), D-3  
   Copy Setup (Настройка копирования), D-3  
   Full Screen (Весь экран), D-3  
   Select for Export (Выбор копирования), D-3  
   Undo Last Autoset (Отмена последней  
   автоустановки), D-3  
 измерение, D-3  
 масштабная сетка, D-3  
 Осциллограмма, D-3  
 сводка команд, D-3  
 Equation Editor (Редактор уравнений), D-14  
 Equation Editor (Редактор уравнений), окно  
 управления, 3-151, D-14  
 Equivalent Time Auto (Автоматический режим  
 эквивалентного времени), D-5  
 Error Log (Список ошибок), D-15  
 Export (Экспорт), команда, D-2  
 Export (Экспорт), окно, D-2  
 Export Setup (Настройка экспорта), D-2  
 Export Setup (Настройка экспорта), окно управления,  
 3-209, D-2  
 External Signals (Внешние сигналы), окно управления,  
 D-15

**F**

Fall Time (Время спада), D-11  
 File (Файл), меню  
   Delete All Refs (Удалить все опорные осциллограммы), D-1  
   Display On/Off (Вкл/выкл отображения), D-1  
   Export (Экспорт), D-2  
   Export Setup (Настройка экспорта), D-2  
   Full Screen (Весь экран), D-2  
   Graticule (Сетка), D-2  
   Instrument Setup (Настройка прибора), D-1  
   Label (Метка), D-1  
   Measurements (Измерения), D-2  
   Minimize (Свернуть), D-2  
   Page Setup (Параметры страницы), D-1  
   Position/Scale (Положение/масштаб), D-1  
   Print (Печать), D-2  
   Print Preview (Предварительный просмотр печати), D-1  
   Recall Default Setup (Вызов настройки по умолчанию), D-1  
   Recall Wfm (Вызов осциллограммы), D-1  
   Reference Setup (Настройка опорных осциллограмм), D-1  
   Reference Waveforms (Опорные осциллограммы), D-1  
   Run Application (Запуск приложений), D-1  
   Save Wfm (Сохранение осциллограммы), D-1  
   Select for Export (Выбор экспорта), D-2  
   Shutdown (Завершение работы), D-2  
   Waveform (Осциллограмма), D-2  
   последний файл настройки, D-2  
   сводка команд, D-1  
 FINE (Точная настройка), кнопка, 3-131  
 Flattop2 (Плоское2), окно, 3-169, 3-171, 3-178  
 Force Trigger (Принудительный запуск), кнопка, 3-60  
 Frame (Кадр), команда выбора стиля масштабной сетки, D-8  
 Frame (Кадр), стиль масштабной сетки, 3-109  
 Frequency (Частота), D-11  
 Full (Полный экран), стиль масштабной сетки, 3-109  
 Full Screen (Весь экран), команда, D-2, D-3, D-4, D-5

**G**

Gating (Зоны интереса), окно управления, 3-126  
 Gating (Стробирование), команда, D-11  
 Gaussian (Гаусс), окно, 3-169, 3-171, 3-173  
 Glitch Setup (Настройка запуска по глинчу), D-6  
 GPIB, Словарь-1  
   конфигурация, D-15  
   удаленная связь, 3-220

GPIB Configuration (Конфигурация GPIB), окно управления, 3-220, D-15  
 Graticule (Сетка), команда, D-2, D-3  
 Graticule Split (Разделение сетки), кнопка, 3-104  
 Graticule Style (Стиль масштабной сетки), команда, D-8  
 Grid (Сетка), команда выбора стиля масштабной сетки, D-8  
 Grid (сетка), стиль масштабной сетки, 3-109

**H**

H-bars (Г-курсоры), команда, D-10  
 Hamming (Хемминг), окно, 3-169, 3-170, 3-175  
 Hanning (Хеннинг), окно, 3-169, 3-170, 3-176  
 Help on Window (Справка по окну), D-16  
 High Level (Верхний уровень), D-11  
 Histogram (Гистограмма), окно управления, 3-136  
 Histogram Measurements (Измерения по гистограммам), D-12  
 Hits in Box (Число точек в окне гистограммы), D-12  
 Holdoff (Задержка), команда, D-7  
 Holdoff (Задержка), окно управления, D-7  
 Horiz/Acq (По горизонтали/регистрация), меню  
   Acquisition Mode (Режим записи), D-5  
   Delay Mode On (Режим задержки включен), D-5  
   Equivalent Time Auto (Автоматический режим эквивалентного времени), D-5  
   Horizontal/Acquisition Setup (Настройка по горизонтали/Регистрация), D-5  
   Position/Scale (Положение/масштаб), D-5  
   Resolution (Разрешение), D-5  
   Roll Mode Auto (Авторежим прокрутки), D-5  
   Run/Stop (Пуск/стоп), D-5  
   Zoom Controls (Управление увеличением), D-5  
   Zoom Graticule (Сетка увеличения), D-5  
   Zoom Lock (Блокировка увеличения), D-5  
   Zoom Setup (Настройка увеличения), D-5  
   автоустановка, D-5  
   быстрая регистрация, D-5  
 Horizontal and Acquisition Setup (Настройка по горизонтали/Регистрация), окно, D-5  
 Horizontal Position/Display (Положение по горизонтали/отображение), D-5  
 Horizontal/Acquisition Setup (Настройка по горизонтали/Регистрация), D-5

**I**

Independent (Независимо), команда выбора режима отслеживания курсоров, D-10  
 Instrument Calibration (Калибровка прибора), окно управления, D-15

Instrument Diagnostics (Диагностика пробо́ра), D-15  
 Instrument Setup (Настройка прибора), D-1  
 Instrument Setup (Настройка прибора), окно управления, 3-196, 3-198, D-1  
 INTENSITY (Яркость), ручка, 3-44, 3-111  
 Invert (Инверсия), команда меню, D-4  
 IRE, команда выбора стиля масштабной сетки, D-8  
 IRE, стиль масштабной сетки, 3-109

## J

JPEG, формат файлов, 3-207

## K

Kaiser-Bessel (Кайзер-Бессель), окно, 3-169, 3-171, 3-176  
 Keypad Defaults (Стандартные настройки клавиатуры), 3-60

## L

Label (Метка), команда, D-1, D-4, D-13  
 LCD Save Enabled (Сохранение ЖК-экрана), D-9  
 LEVEL (Уровень), ручка, 3-51, 3-54, 3-69, 3-107  
 Linear (Линейная), команда, D-8  
 Logic Pattern Setup (Настройка запуска по логическому образу), D-6  
 Logic State Setup (Настройка запуска по логическому состоянию), D-6  
 Low Level (Нижний уровень), D-11

## M

Magnitude Spectrum (Амплитудный спектр), D-14  
 Magnitude Spectrum (Амплитудный спектр), команда, D-13  
 Math (Математические функции), меню  
   Ch1 - Ch2 (K1 - K2), D-13  
   Ch1 \* Ch2 (K1 \* K2), D-13  
   Ch3 - Ch4 (K3 - K4), D-13  
   Ch3 \* Ch4 (K3 \* K4), D-13  
   Display On/Off (Вкл/выкл отображения), D-13  
   Equation Editor (Редактор уравнений), D-14  
   Label (Метка), D-13  
   Magnitude Spectrum (Амплитудный спектр), D-13, D-14  
   Math Setup (Настройка математических форм сигналов), D-13  
   Phase Spectrum (Фазовый спектр), D-14  
   Position/Scale (Положение/масштаб), D-13

Set Math Averages (Установка математических усреднений), D-14  
 Spectral Controls (Управление расчетными спектрами), D-14  
 Spectral Setup (Настройка расчетных спектров), D-14  
   сводка команд (расширенное меню), D-13  
   сводка команд (стандартное меню), D-13  
 Math Averaging (Математическое усреднение), окно управления, D-14  
 Math Parameters (Математические параметры), окно управления, 3-152  
 Math Setup (Настройка математических форм сигналов), команда, D-13  
 Math Setup (Настройка математических форм сигналов), окно управления, 3-104, 3-149, 3-183, 3-184, 3-186, D-13  
 MathCad, формат заголовка, 3-208  
 MathCad, формат файлов, 3-207  
 MATLAB, формат файлов, 3-207  
 Maximum (Максимум), D-11, D-12  
 Mean (Среднее), D-11, D-12  
 Measure (Измерения), меню  
   Amplitude (Амплитуда), D-11  
   Area (Область), D-11  
   Burst Width (Длительность вспышки), D-11  
   Cycle Area (Циклическая область), D-11  
   Cycle Mean (Среднее значение цикла), D-11  
   Cycle RMS (Среднеквадратическое значение цикла), D-11  
   Delay (Задержка), D-11  
   Display Statistics (Вывод статистики), D-11  
   Fall Time (Время спада), D-11  
   Frequency (Частота), D-11  
   Gating (Стробирование), D-11  
   High Level (Верхний уровень), D-11  
   Histogram Measurements (Измерения по гистограммам), D-12  
   Hits in Box (Число точек в окне гистограммы), D-12  
   Low Level (Нижний уровень), D-11  
   Maximum (Максимум), D-11, D-12  
   Mean (Среднее), D-11, D-12  
   Mean +1 StdDev (Среднее +- 1 ст. отклонение), D-12  
   Mean +2 StdDev (Среднее +- 2 ст. отклонение), D-12  
   Mean +3 StdDev (Среднее +- 3 ст. отклонение), D-12  
   Measurement Setup (Настройка измерений), D-10  
   Median (Медиана), D-12  
   Minimum (Минимум), D-11, D-12  
   More (Дополнительно), D-11  
   Neg Duty Cycle (Отрицательная скважность), D-11  
   Neg Overshoot (Отрицательный выброс), D-11

Negative Width (Ширина отрицательной части), D-11

Peak Hits (Число пиковых значений), D-12

Peak to Peak (Пик-пик), D-12

Peak-to-Peak (Пик-пик), D-11

Period (Период), D-11

Phase (Фаза), D-11

Pos Duty Cycle (Положительная скважность), D-11

Pos Overshoot (Положительный выброс), D-11

Positive Width (Длительность положительного импульса), D-11

Reference Levels (Опорные уровни), D-11

Reset Histograms (Сброс гистограмм), D-12

Rise Time (Время нарастания), D-11

RMS (Среднеквадратическое значение), D-11

Snapshot (Снимок), 3-126, D-10

Standard Deviation (Стандартное отклонение), D-12

Time (Время), D-11

Value (Значение), D-11

Value Count (Подсчет значения), D-12

Value Mean (Среднее значение), D-11

Value Statistics (Статистика значения), D-11

Waveform Histograms (Гистограммы сигнала) (дополнительная функция), D-12

сводка команд, D-10

Measurement (Измерение), команда, D-3

Measurement Gating (Зона измерений), окно управления, D-11

Measurement Setup (Настройка измерений), D-10

Measurement Setup (Настройка измерений), окно управления, 3-123, 3-124, 3-125, 3-156, D-10

Measurements (Измерения), команда, D-2

Median (Медиана), D-12

Minimize (Свернуть), команда, D-2

Minimum (Минимум), D-11, D-12

Mode (Режим), команда, D-7

Mode (Режим), окно управления, D-7

Monochrome Gray (Монохромная серая), команда, D-8

Monochrome Gray (Серая), цветовая палитра, 3-110

Monochrome Green (Зеленая), цветовая палитра, 3-110

Monochrome Green (Монохромная зеленая), команда, D-8

More (Дополнительно), команда, D-11

mV (mV), команда выбора стиля масштабной сетки, D-8

mV (mV), стиль масштабной сетки, 3-109

## N

NAND (И-НЕ), Словарь-1

Neg Duty Cycle (Отрицательная скважность), D-11

Neg Overshoot (Отрицательный выброс), D-11

Negative Width (Ширина отрицательной части), D-11

NOR (ИЛИ-НЕ), Словарь-1

Normal (Обычная), команда, D-8

Normal (обычная), цветовая палитра, 3-110

NTSC, видеосигнал, отображение, 3-109

## O

Objects (Объекты), команда меню, D-8

Offset (Смещение), команда, D-4

Option Installation (Установка опций), команда, D-15

OR (ИЛИ), Словарь-1

## P

Page Setup (Параметры страницы), D-1

Page Setup (Параметры страницы), диалоговое окно, 3-217, 3-218, D-1

Paired (Сдвоенные), команда, D-10

Peak Hits (Число пиковых значений), D-12

Peak to Peak (Пик-пик), команда, D-12

Peak-to-Peak (Пик-пик), D-11

Period (Период), D-11

Phase (Фаза), D-11

Phase Spectrum (Фазовый спектр), D-14

Polarity (Полярность), 3-75

Pos Duty Cycle (Положительная скважность), D-11

Pos Overshoot (Положительный выброс), D-11

POSITION (Положение), ручка, 3-105, 3-107

Position/Scale (Положение/масштаб), команда, D-1, D-4, D-5, D-13

Position/Scale (Положение/масштаб), окно управления, D-1, D-4, D-13

Positive Width (Длительность положительного импульса), D-11

Print (Печать), диалоговое окно, 3-217

PRINT (Печать), кнопка, 3-217

Print (Печать), команда, D-2

Print (Печать), окно, D-2

Print Preview (Предварительный просмотр печати), 3-218, D-1

Probe Cal (Калибровка пробника), D-4

Probe Cal (Калибровка пробника), окно управления, D-4

## Q

Quick Select (Быстрый выбор), D-6

**R**

READY (Готовность), индикатор состояния, 3-56  
 Recall Default Setup (Вызов настройки по умолчанию), D-1  
 Recall Instrument Setup (Вызов настройки прибора), окно управления, 3-199  
 Recall Instrument Setups (Вызов настроек прибора), окно управления, 3-193  
 Recall Wfm (Вызов осциллограммы), D-1  
 Rectangular (Прямоугольное), окно, 3-169, 3-170, 3-174  
 Reference Levels (Опорные уровни), команда, D-11  
 Reference Levels (Опорные уровни), окно управления, D-11  
 Reference Levels setup (Настройка опорных уровней), окно управления, 3-125  
 Reference Setup (Настройка опорных сигналов), D-1  
 Reference Setup (Настройка опорных сигналов), окно управления, 3-104, 3-200, 3-201, 3-205, D-1  
 Reference Waveforms (Опорные осциллограммы), D-1  
 Reset Histograms (Сброс гистограмм), D-12  
 Resolution (Разрешение), команда, D-5  
 Resolution (Разрешение), окно управления, D-5  
 RESOLUTION (Разрешение), ручка, 3-22, 3-105, 3-107  
 Restore Help (Развернуть справку), D-16  
 Rise Time (Время нарастания), D-11  
 RMS (Среднеквадратическое значение), D-11  
 Roll Mode Auto (Авторежим прокрутки), команда, D-5  
 Run Application (Запуск приложений), D-1  
 RUN/STOP (Пуск/стоп), кнопка, 3-61  
 Run/Stop (Пуск/стоп), команда, D-5, D-7  
 Run/Stop (Пуск/стоп), окно управления, D-5, D-7  
 Runt Setup (Настройка запуска по огибающей), D-6

**S**

Save Instrument Setup As (Сохранить настройку прибора как), диалоговое окно, 3-197  
 Save Instrument Setups (Сохранение настроек прибора), окно управления, 3-193  
 Save Wfm (Сохранение осциллограммы), D-1  
 SCALE (Масштаб), ручка, 3-105, 3-107  
 Screen Text (Экранные сообщения), команда, 3-110, D-8  
 Select for Copy (Выбор копирования), команда, D-3  
 Select for Export (Выбор экспорта), D-2  
 Set Date & Time (Установка даты и времени), 3-220  
 Set Math Averages (Установка математических усреднений), D-14  
 Set Time and Date (Установка даты и времени), D-15  
 Set Time and Date (Установка даты и времени), окно управления, D-15  
 Setup/Hold Setup (Настройка запуска по установке/фиксации), D-6

Shutdown (Завершение работы), команда, D-2  
 Sin(x)/x, команда, D-8  
 SINGLE (Одиночный), кнопка, 3-61  
 SLOPE (Наклон), кнопка, 3-51  
 SLOPE (Наклон), регулятор, 3-52  
 Snapshot (Снимок), команда, D-10  
 SOURCE (Источник), регулятор, 3-52  
 Specifications (Технические характеристики), D-16  
 Spectral Analysis Setup (Настройка спектрального анализа), окно управления, 3-186  
 Spectral Controls (Управление расчетными спектрами), D-14  
 Spectral Grading (Спектральная градация), команда, D-8  
 Spectral Grading (Спектральная градация), цветовая палитра, 3-110  
 Spectral Math (Расчетные спектры), окно управления, D-14  
 Spectral Math Setup (Настройка расчетных спектров), окно управления, D-14  
 Spectral Setup (Настройка расчетных спектров), D-14  
 Standard Deviation (Стандартное отклонение), D-12

**T**

TDS5000, технические характеристики, A-1  
 Technical Support (Техническая поддержка), D-16  
 Tek Exponential (Экспоненциальное), окно, 3-167, 3-168, 3-169, 3-171, 3-180  
 Tek Secure (Очистка), D-15, Словарь-1  
 TekVISA, 2-3  
 Temperature Grading (Температурная градация), команда, D-8  
 Temperature Grading (Температурная градация), цветовая палитра, 3-110  
 Termination (Согласование), команда меню, D-4  
 Termination (Согласование), окно управления, D-4  
 Time (Время), команда, D-11  
 Timeout Setup (Настройка запуска по заданному времени), D-6  
 Track (Отслеживание), команда, D-10  
 Transition Setup (Настройка запуска по переходу), D-6  
 TRIG'D (С запуском), индикатор состояния, 3-56  
 Trigger (Запуск), окно управления  
   A Only (Только A), 3-97  
   A->B Seq (Последовательность A->B), вкладка, 3-97  
 Autoset (Автоустановка), кнопки, 3-90  
 Clock Edge (Фронт тактового импульса), 3-85, 3-86  
 Clock Source (Источник тактовых импульсов), 3-85  
 Data Level (Уровень данных), 3-86  
 Data Source (Источник данных), 3-85  
 Glitch (Глитч), 3-68  
 Holdoff (Задержка), 3-91

Level (Уровень), 3-73, 3-78, 3-91  
 Lower Level (Нижний предел), 3-72  
 Lower Level (Нижний уровень), 3-88  
 Lower Limit (Нижний предел), 3-73, 3-76  
 Pattern (Модель), 3-80  
 Polarity (Полярность), 3-68, 3-71, 3-73, 3-75, 3-91  
 Runt (Огибающая), 3-70  
 Source (Источник), 3-68, 3-70, 3-73, 3-75, 3-78, 3-88, 3-90  
 State (Состояние), 3-83  
 Timeout (Пауза), 3-78  
 Timer (Таймер), 3-78  
 Transition (Переход), 3-75  
 Trigger When (Условие запуска), 3-79  
 Trigger When (Условие запуска), Pattern (Модель), 3-81, 3-84  
 Trigger When (Условие запуска), Time (Время), 3-82  
 Upper Level (Верхний уровень), 3-72, 3-76, 3-88  
 Upper Limit (Верхний предел), 3-73  
 Video (Видео), 3-90  
 Width (Длительность), 3-68, 3-73  
 время задержки, 3-97  
 запуск по, 3-91  
 запуск по внутреннему нарушению, 3-86  
 импульс, 3-73  
 окно, 3-88  
 пользовательский формат видеосигнала, 3-90  
 порог входа, 3-80, 3-83  
 сетка, 3-91  
 скорость нарастания, 3-75  
 тип модели, 3-80, 3-84  
 условие запуска, 3-89  
 условие запуска по огибающей, 3-72  
 установка/фиксация, 3-85  
 Trigger Setup (Настройка запуска), окно управления, 3-54, 3-58, D-6

## U

Undo Last Autoset (Отмена последней автоустановки), D-3  
 URL, компания Tektronix, xv  
 User Preferences (Пользовательская настройка), D-15  
 User Preferences (Пользовательская настройка), окно управления, D-15  
 Utilities (Сервис), меню  
   AUX Out Configuration (Конфигурация выхода AUX), D-15  
   Deassign Multipurpose Knobs (Отмена назначения многофункциональных ручек), D-15  
   Display Recorder (Запись изображения), D-15  
   GPIB Configuration (Конфигурация GPIB), D-15

Instrument Calibration (Калибровка прибора), D-15, E-1  
 Instrument Diagnostics (Диагностика прибора), D-15  
 Set Time and Date (Установка даты и времени), 3-112, D-15  
 Tek Secure (Очистка), D-15  
 User Preferences (Пользовательская настройка), 3-60, D-15  
 сводка команд, D-15  
 установка опций, D-15

## V

V-bars (В-курсоры), команда, D-10  
 Value (Значение), D-11  
 Value Count (Подсчет значения), D-12  
 Value Mean (Среднее значение), D-11  
 Value Statistics (Статистика значения), D-11  
 Vertical (По вертикали), меню  
   50-50 Split (Разделение 50-50), D-4  
   80-20 Split (Разделение 80-20), D-4  
   Attenuation (Ослабление), D-4  
   Bandwidth (Полоса пропускания), D-4  
   Coupling (Тип входа), D-4  
   Deskew (Корр перек), D-4  
   Display On/Off (Вкл/выкл отображения), D-4  
   Invert (Инверсия), D-4  
   Label (Метка), D-4  
   Offset (Смещение), D-4  
   Position/Scale (Положение/масштаб), D-4  
   Probe Cal (Калибровка пробника), D-4  
   Termination (Согласование), D-4  
   Vertical Setup (Настройка по вертикали), D-4  
   Zoom Controls (Управление увеличением), D-4  
   Zoom Graticule (Сетка увеличения), D-4  
   Zoom Setup (Настройка увеличения), D-4  
   сводка команд, D-4  
 Vertical Offset (Смещение по вертикали), окно управления, D-4  
 Vertical Setup (Настройка по вертикали), команда, D-4

## W

Waveform (Осциллограмма), команда, D-2, D-3  
 Waveform Display (Отображение осциллограмм), окно управления, D-1, D-4, D-13  
 Waveform Histogram (Гистограмма сигнала), окно настройки, D-12  
 Waveform Histograms (Гистограммы сигнала), D-12  
 Waveform Interpolation (Интерполяция сигналов), команда, 3-111, D-8

Waveform Label (Метка осциллограммы), окно управления, D-1, D-4, D-13  
Width Setup (Настройка запуска по длительности), D-6  
Window Setup (Настройка запуска по окну), D-6

## Z

ZOOM (Лупа), кнопка, 3-107, 3-114, 3-115  
Zoom (Лупа), окно управления, 3-117, D-4, D-5  
Zoom Controls (Управление увеличением), команда, D-4, D-5  
Zoom Graticule (Сетка увеличения), D-4, D-5  
50-50 Split (Разделение 50-50), D-5  
80-20 Split (Разделение 80-20), D-5  
Full Screen (Весь экран), D-4, D-5  
Zoom Lock (Блокировка увеличения), 3-117, D-5  
Zoom Setup (Настройка увеличения), команда, D-4, D-5  
Zoom Setup (Настройка увеличения), окно управления, 3-104, 3-115, D-4, D-5

## A-Я

### A

абсолютный опорный уровень, 3-122  
автоматические измерения, 3-119  
источники  
канальные сигналы, 3-120  
математические сигналы, 3-120  
опорные сигналы, 3-120  
автоматический режим эквивалентного времени, 3-37  
автоматическое выключение подсветки, 3-112  
автонумерация файлов, 3-195, 3-197, 3-202, 3-211  
автоустановка, 3-7, 3-16, D-5, Словарь-1  
инструкции по использованию, 3-14  
отмена, 3-14  
ошибки, 3-16  
приглашение перед выполнением, 3-15  
Автоустановка осциллографа, 3-14  
адрес, компания Tektronix, xv  
адрес веб-узла, компания Tektronix, xv  
амплитуда, B-1, Словарь-2  
амплитудный спектр сигнала, создание, 3-186  
аналого-цифровое преобразование, Словарь-2

### Б

бесконечное послесвечение, 3-109  
ближайший боковой лепесток, определение, 3-172

БПФ от расчетного сигнала, подавление фазового шума, 3-189  
быстрая регистрация, 3-40, D-5  
Включение и выключение быстрой регистрации, 3-43  
выбор цветовой палитры, 3-44  
задание параметров показаний на экране, 3-44  
и предварительный просмотр, 3-103  
использование быстрой регистрации, 3-40  
использование режима быстрой регистрации, 3-40  
копирование данных, 3-215  
математические формы сигналов, 3-142  
настройка вида экрана, 3-43  
настройка формата отображения, 3-45  
настройка яркости, 3-44  
обычный экран и экран в режиме быстрой регистрации, 3-41  
режимы, несовместимые с, 3-40  
скорость захвата сигналов, 3-41  
сравнение с обычным режимом, иллюстрация, 3-42  
экспорт данных, 3-210  
быстрое преобразование Фурье, описание. См. БПФ

### B

варианты комплектации, 1-33  
введение, к руководству, xiii  
ввод и вывод данных, 3-193  
Instrument Setup (Настройка прибора), окно управления, 3-196, 3-198  
JPEG, формат файлов, 3-207  
MathCad, формат файлов, 3-207  
MATLAB, формат файлов, 3-207  
Print preview (Предварительный просмотр печати), диалоговое окно, рисунок, 3-218  
Reference Setup (Настройка опорных сигналов), окно управления, 3-201, 3-203, 3-205  
выбор настройки копирования, 3-214  
выбор настройки экспорта, 3-209  
выбор сохраняемой осциллограммы, 3-201  
выбор формата для копирования, 3-214  
выбор формата для экспорта, 3-208  
вызов настройки, 3-198  
вызов настройки из файла, 3-199  
вызов осциллограммы, 3-203  
импорт осциллограммы, 3-212  
использование автонумерации файлов, 3-195  
использование меток даты/времени, 3-220  
копирование записей сигналов, 3-214  
копирование осциллограмм, 3-207  
метка для осциллограммы, 3-201  
настройка параметров страницы, 3-217

- отображение опорной осциллограммы, 3-204  
 печать из меню, 3-217  
 печать непрерывной осциллограммы, 3-218  
 печать осциллограмм, 3-217  
 печать с передней панели, 3-217  
 печать содержимого экрана, 3-219  
 предварительный просмотр страницы, 3-218  
 присвоение имени настройке, 3-197  
 работа с экспортированной осциллограммой, 3-212  
 сохранение и восстановление настроек, 3-193  
 сохранение и вызов осциллограмм, 3-200  
 сохранение настроек, 3-196  
 сохранение настройки в файле, 3-197  
 сохранение осциллограммы, 3-201  
 текстовый формат файлов, 3-207  
 точечный рисунок, формат файлов, 3-207  
 удаление опорной осциллограммы, 3-205  
 удаление файла опорной осциллограммы, 3-206  
 удаленная связь, 3-220  
 установка параметров копирования измерений, 3-216  
 установка параметров копирования изображений, 3-215  
 установка параметров копирования осциллограмм, 3-215  
 установка параметров экспорта измерений, 3-210  
 установка параметров экспорта изображений, 3-209  
 установка параметров экспорта осциллограмм, 3-210  
 форматы файлов, 3-207  
   числовой, 3-207  
 экспорт данных в файл, 3-211  
 экспорт записей сигналов, 3-208  
 экспорт и копирование записей сигналов, 3-207  
 электронная таблица, формат файлов, 3-207  
 ввод математического выражения, 3-149  
 векторы, стиль отображения осциллограмм, 3-110  
 вертикальное положение, 3-9  
 вертикальное смещение  
   математические формы сигналов, 3-144, 3-147, 3-148  
   положение окна регистрации, 3-19  
   установка, 3-17  
 вертикальные курсоры, 3-128  
   и точка запуска, 3-129  
   определение, Словарь-6  
 виртуальная клавиатура, 3-193, 3-200, 3-202, 3-204, 3-206  
 включение питания, 1-10  
 включение примечаний к сохраняемым осциллограммам, 3-200  
 включение режима прокрутки, 3-31  
 включение режима прокрутки для одиночного запуска, 3-32  
 внешний монитор. См. два экрана  
 возможности регистрации, А-2  
 восстановление заводских настроек осциллографа, 3-15  
 время задержки, Словарь-2  
 время нарастания, В-2, Словарь-2  
 время спада, В-1, Словарь-2  
 всплывающая клавиатура, 3-197  
 вспомогательная синхронизация, 3-49  
 вспомогательные функции, А-4  
 выбор лупы, 3-115  
 выбор режима регистрации, 3-28  
 выборка, 3-36, Словарь-2  
   процесс, определение, 3-34–3-39  
   процесс, иллюстрация, 3-34–3-39  
 выборка для одиночного сигнала, 3-36  
 выборки повышенной яркости, 3-110, D-8  
 выброс, Словарь-9  
 вызов настройки, 3-193, D-2  
 вызов осциллограммы, 3-200  
 выключатель On/Standby (Вкл/Ожид), 1-10, 1-11  
 выключение, 1-11  
 выключение подсветки ЖКИ, 3-112  
 высокий уровень, В-1, Словарь-2  
 выход из приложения, 1-14
- ## Г
- гистограмма, 3-125, 3-134  
   измерение и отображение, 3-137  
   источники, 3-134  
   масштабирование, 3-138  
   настройка пределов, 3-138  
   область, 3-134, 3-138  
   представление и результаты измерений, рисунок, 3-135  
   сброс, 3-137  
 горизонтальная задержка  
   и синхронизация, 3-96  
   определение, 3-20  
 горизонтальное окно регистрации  
   иллюстрация, 3-20  
   параметры, 3-20  
   параметры, отношения, 3-21  
 горизонтальные, полосы курсоров, Словарь-6  
 горизонтальные курсоры, 3-128  
 градусы, использование в качестве единиц измерения фазы, 3-189  
 гребенчатое искажение, 3-170  
 гребенчатые потери, 3-171  
 групповая задержка, определение, 3-168

## Д

данные, управление вводом и выводом, 3-193  
 данные амплитудного спектра, отображение, 3-158  
 дата и время, 3-112  
     на печатных копиях, 3-220  
 два экрана, настройка, 1-16  
 диагностика, D-15  
 диагностика системы, 1-20  
 диапазон по вертикали, установка, 3-17  
 диск восстановления, создание, 1-11  
 длина записи, 3-21, 3-160  
     определение, 3-34, Словарь-2  
     установка, 3-13  
 длина записи сигнала, определение, 3-20  
 длинный индикатор уровня синхронизации, 3-112  
 длительность вспышки, В-1  
 длительность положительного импульса, В-2  
 добавление примечаний к настройке, 3-193  
 дополнительные принадлежности, 1-35  
 дополнительные руководства, xiv  
 доступ к режимам регистрации, 3-28  
 доступ к сети, 1-15  
 дрожание запуска, следствия, 3-181

## З

завершение работы, 1-11  
 заводская настройка по умолчанию, 3-15  
 задание числа сигналов, 3-28  
 задержка  
     Default (По умолчанию), 3-58  
     Time (Время), 3-58  
     для режима запуска по видеосигналу, 3-91  
     запуск, 3-58  
 задержка запуска, 3-50, Словарь-3  
     иллюстрация, 3-50  
 задержка запуска по времени, 3-58  
 задержка распространения, В-1  
 заземленная связь, Словарь-3  
 запись осциллограммы, 3-34  
     иллюстрация, 3-35  
     спектральный источник, большая, короткая, 3-160  
 заполнение нулями, и гребенчатые потери, 3-171  
 запуск, 3-48, Словарь-3  
     LEVEL (Уровень), ручка, 3-54  
     SINGLE (Одиночный), кнопка, 3-61  
     вспомогательная, 3-49  
     выбор типов, 3-53  
     вывод, 3-48  
     глитч, 3-62  
     длительность, 3-62

задержка, 3-50, 3-52, 3-58  
 иллюстрации наклона и уровня, 3-52  
 индикатор уровня, 3-57  
 индикатор уровня синхронизации, 3-112  
 индикаторы состояния, 3-56  
 интервал до запуска, 3-48, 3-51  
 интервал после запуска, 3-48, 3-51  
 источники, 3-48  
 крутизна, 3-51  
 линия, 3-48  
 модель, 3-63  
 окно, 3-88  
 переход, 3-63  
     по видеосигналу, 3-67, 3-90  
     по выбросу, Словарь-3  
     по глитчу, 3-68  
     по длительности, 3-73  
     по истечении заданного времени, 3-63, 3-78,  
         Словарь-3  
     по логическому сигналу, 3-64  
     по модели, 3-80  
     по огибающей, 3-62, 3-70, Словарь-3  
     по окну, 3-67  
     по переходу, 3-75  
     по скорости нарастания, Словарь-4  
     по фронту, 3-49, Словарь-4  
     после запуска А, 3-97  
     после событий, 3-98  
     режим, 3-55  
     связь, 3-51  
     сеть переменного тока, 3-54  
     состояние, 3-63, 3-83  
     только А, 3-97  
     уровень, 3-51, Словарь-11  
     установка/фиксация, 3-65, 3-85  
     экранная надпись, 3-56  
 запуск А, предварительно установленный уровень,  
     3-59, 3-60  
 запуск В  
     В trigger level (Уровень синхронизации В), 3-98  
     наклон, 3-98  
 запуск по n-ному событию, определение, 3-93  
 запуск по видеосигналу, 3-67  
     Autoset (Автоустановка), кнопки, 3-90  
     Polarity (Полярность), 3-91  
     задержка, 3-91  
     запуск по, 3-91  
     источник, 3-90  
     определение, 3-49  
     пользовательский формат видеосигнала, 3-90  
     типы масштабных сеток, 3-91  
     установка, 3-90

- запуск по времени перехода, 3-63  
 источник, 3-75  
 полярность, 3-75  
 пороговые уровни, 3-76  
 установка, 3-75
- запуск по выбросу, Словарь-3
- запуск по глитчу, 3-62  
 длительность, 3-68  
 источник, 3-68  
 полярность, 3-68  
 режим и задержка, 3-69  
 уровень, 3-69  
 установка, 3-68
- запуск по длительности, 3-62  
 диапазоны, 3-73  
 источник, 3-73  
 уровень, 3-73  
 установка, 3-73
- запуск по истечении заданного времени, 3-63,  
 Словарь-3  
 источник, 3-78  
 порог импульса, 3-79  
 таймер, 3-78  
 уровень, 3-78  
 установка, 3-78
- запуск по логической модели, модель, Словарь-3
- запуск по логическому сигналу, 3-49, 3-64, 3-72  
 определение, 3-64
- запуск по любому выбросу, Словарь-3
- запуск по модели, 3-63  
 Trigger When (Условие запуска), Pattern (Модель),  
 3-81  
 Trigger When (Условие запуска), Time (Время), 3-82  
 логика, 3-80  
 порог входа, 3-80  
 тип модели, 3-80  
 установка, 3-80
- запуск по огибающей, 3-62, Словарь-3  
 источник, 3-70  
 логика, 3-72  
 полярность, 3-71  
 пороговые уровни, 3-72  
 условие запуска по огибающей, 3-72  
 установка, 3-70
- запуск по отрицательному выбросу, Словарь-3
- запуск по скорости нарастания, Словарь-4
- запуск по состоянию, 3-63, 3-83  
 Trigger When (Условие запуска), Pattern (Модель),  
 3-84  
 логические входы, 3-83  
 порог входа, 3-83  
 тип модели, 3-84  
 установка, 3-83
- запуск по установке/фиксации, 3-65  
 Clock Edge (Фронт тактового импульса), 3-85  
 запуск по внутреннему нарушению, 3-86  
 источник данных, 3-85  
 источник тактовых импульсов, 3-85  
 отрицательный период установки или фиксации,  
 3-65  
 положение точки запуска, 3-65  
 положительный период установки или фиксации,  
 3-65  
 уровень данных, 3-86  
 уровень тактового импульса, 3-86  
 установка, 3-85
- запуск по фронту, 3-49  
 определение, Словарь-4
- запуск с задержкой, 3-52  
 установка, 3-97
- запуск через указанное время, 3-97  
 определение, 3-93  
 установка, 3-97
- значение курсора, ошибки, 3-129
- значение на горизонтальной шкале, определение,  
 3-102
- значения временного курсора, 3-130
- зоны измерения, 3-127
- зоны интереса, и измерение фрагмента сигнала, 3-126

## И

- измерение, Словарь-4  
 амплитуда, В-1, Словарь-2  
 в зоне интереса, Словарь-4  
 время нарастания, В-2, Словарь-2  
 время спада, В-1  
 выброс, Словарь-9  
 высокий уровень, В-1, Словарь-2  
 длительность вспышки, В-1, Словарь-2  
 длительность положительного импульса, В-2  
 задержка, Словарь-4  
 задержка распространения, В-1  
 максимум, В-2, Словарь-6  
 медиана, В-3  
 минимум, В-2, Словарь-6  
 низкий уровень, В-1, Словарь-7  
 область, В-1, Словарь-7  
 отрицательная скважность, В-2  
 отрицательный выброс, В-2, Словарь-4  
 период, В-2, Словарь-9  
 пиковая амплитуда, В-2  
 пиковое значение, Словарь-9  
 положительная скважность, В-2  
 положительный выброс, В-2

- размах, В-3
- скважность, Словарь-8, Словарь-9
- среднее, В-2
- среднее +- 1 ст. отклонение, В-3
- среднее +- 2 ст. отклонения, В-3
- среднее +- 3 ст. отклонения, В-3
- среднее значение, В-3, Словарь-11
- среднее значение периода, В-1, Словарь-11
- среднеквадратическое значение, В-2, Словарь-11
- среднеквадратическое значение цикла, В-1, Словарь-11
- стандартное отклонение, В-3
- фаза, В-2, Словарь-12
- циклическая область, В-1, Словарь-12
- частота, В-1, Словарь-12
- число осциллограмм, В-3
- число пиковых значений, В-3
- число точек в окне гистограммы, В-3
- ширина, Словарь-2, Словарь-12
- ширина отрицательного импульса, В-2
- измерение задержки, Словарь-4
- измерение параметров сигнала, Inder (Независимо), режим курсора, 3-133
- измерение сигналов, 3-119
  - Tracking (Отслеживание), режим курсора, 3-133
  - абсолютный опорный уровень, 3-122
  - вертикальные курсоры, 3-128
  - выбор источника курсора, 3-132
  - выбор исходного сигнала, 3-123
  - выбор параметров для измерения, 3-120
  - выбор типа курсора, 3-132
  - выполнение автоматических измерений, 3-119, 3-123
  - выполнение измерений с помощью гистограмм и сброс параметров гистограмм, 3-136
  - выполнение курсорных измерений, 3-128
  - гистограмма, 3-121, 3-125
  - горизонтальные курсоры, 3-128
  - зоны интереса, 3-120, 3-126
  - изменение положения курсора, 3-133
  - измерение фрагмента сигнала, 3-126
  - измерения по гистограммам, 3-138
  - использование автоматических измерений, 3-120
  - использование гистограмм, 3-134
  - использование курсоров, 3-127, 3-129
  - категории измерений, 3-121
  - лупа, 3-120, 3-127
  - максимальное число измерений, 3-121
  - максимум, 3-124
  - метод опорных уровней, 3-122
  - метод определения диапазона, 3-121
  - методы расчета опорных уровней, 3-122
  - мин-макс, 3-122
  - минимум, 3-124
  - настраиваемые измерения, 3-120
  - настройка источников курсоров, 3-132
  - относительный опорный уровень, 3-122
  - отображение статистики измерений, 3-124
  - парные курсоры, 3-128
  - разделенные курсоры, 3-128
  - снимок измерений, 3-126
  - среднее, 3-124
  - стандартное отклонение, 3-124
  - статистика, 3-120
  - типы курсоров, 3-128, 3-129
  - удаление измерений, 3-124
  - установка источника и типа гистограммы, 3-137
  - установка опорных уровней измерений, 3-125
  - установка параметров отображения гистограммы, 3-138
  - установка пределов для гистограммы, 3-138
  - установка режима отслеживания курсора, 3-133
  - частичные измерения сигнала, 3-120
  - экранные примечания к осциллограммам, 3-119
- измерения
  - автоматические, 3-119
  - курсор, 3-128
  - измерения в зоне интереса, Словарь-4
  - импульсная синхронизация, 3-49, Словарь-4
  - инвертирование осциллограмм канала, 3-11
  - индикатор уровня синхронизации, 3-57, 3-112
    - использование для установки пороговых уровней, 3-72, 3-76
  - инициализация, Словарь-4
  - интегральный расчетный сигнал, 3-147
    - длина записи, 3-148
  - интегрирование расчетных сигналов, приложения, 3-147
  - интегрирование сигналов, производная, 3-148
  - интегрированный термопринтер, 3-217
    - выполнение печати, 3-218
    - рычаг, 3-219
  - интервал, определение, 3-162
  - интервал дискретизации, 3-21, 3-34
    - определение, Словарь-4
    - производный параметр, 3-22
    - установка, 3-13
  - интервал до запуска, 3-48, 3-51
    - определение, Словарь-5
  - интервал после запуска, 3-48, 3-51
    - определение, Словарь-5
  - интерполяция, 3-38, 3-111, 3-112
    - Sin(x)/x, 3-39
    - линейная, 3-38
    - определение, Словарь-5
  - интерполяция функцией sin(x)/x, 3-39, 3-111, 3-112, Словарь-5

интерфейс пользователя, описание, 2-6  
искажения, 3-26  
    выявление, 3-181  
    иллюстрация, 3-26  
    определение, Словарь-5  
    устранение, 3-27  
использование автономной регистрации файлов, 3-195  
использование вертикального окна регистрации, 3-17  
использование основных функций осциллографа, 2-9  
использование отображения сигнала, 3-102  
использование элементов управления спектральной обработкой, 3-159  
источник для БПФ, 3-184  
источники синхронизации  
    Line (Линия), 3-54  
    вспомогательный вход, 3-49, 3-54  
    входной канал, 3-48  
    входные каналы, 3-54  
    сеть переменного тока, 3-48

## К

калибровка осциллографа, E-2  
калибровка пробников, E-3  
канал  
    инвертирование канала, 3-11  
    компенсация фазового сдвига, E-6  
    общее окно по горизонтали, 3-22  
    общие параметры, иллюстрация, 3-22  
    определение, Словарь-5  
каналы, конфигурация цифрового преобразователя, 3-33  
клавиша F1, использование для вызова электронной справки, 3-222  
ключ установки опций, D-16  
кнопка AUTOSET (Автоустановка), 3-7, 3-14  
кнопка DEFAULT SETUP (Настройка по умолчанию), 3-7, 3-15  
кнопка Help (Справка), 3-222  
кнопка Restore Help (Развернуть справку), 3-222  
кнопка RUN/STOP (Пуск/стоп), 3-24, 3-28  
кнопка SINGLE (Одиночный), 3-24, 3-28  
код прибора, D-16  
команды меню, D-1  
Команды меню Horiz/Ascq (По горизонтали/регистрация), сводка команд, D-5  
компакт-диски, 1-7  
    восстановление операционной системы, 1-3  
    дополнительные приложения, 1-13  
    программное обеспечение прибора, 1-3, 1-12  
    процедуры проверки производительности, 1-3  
компания Tektronix, контакты, xv

компенсация временной задержки пробника, E-7  
компенсация пробника, определение, Словарь-5  
компенсация сигнального тракта, 1-21, A-1  
компенсация фазового сдвига  
    каналы, E-6  
    определение, Словарь-5  
компенсация фазового сдвига канала/пробника, Словарь-5  
контакты с компанией Tektronix, xv  
контрастность ЖК-монитора, 1-18  
конфигурация канала, 3-33  
копирование осциллограмм, 3-207, 3-214  
короткий индикатор уровня синхронизации, 3-112  
кривая, Словарь-6  
крутизна  
    запуск, 3-51  
    определение, Словарь-6  
курсор, определение, Словарь-6  
курсорные измерения, математические формы сигналов, 3-146  
курсоры, 3-128  
    БПФ от сигналов, 3-192  
    единицы, 3-130  
    и зоны интереса, 3-127  
    измерения, 3-128  
    использование, 3-129  
    использование для сигналов БПФ, 3-182  
    источники, 3-132  
    отслеживание, 3-129, 3-133  
    положение, 3-133  
    положение, изменение, 3-131  
    производные сигналов, 3-157  
    режим отслеживания, 3-133  
    типы, 3-129, 3-132  
    экранные ограничения, 3-129

## Л

линейная амплитуда, 3-165  
линейная интерполяция, 3-38, 3-111, 3-113, Словарь-5  
линия, вход синхронизации, 3-54  
луна, 3-127  
    и формы сигналов, 3-114  
    масштабная сетка, 3-115

## М

максимум, 3-124, B-2, Словарь-6  
масштаб  
    по вертикали, D-4  
    по горизонтали, D-5

масштаб времени, 3-105  
 определение, Словарь-6  
 масштаб и смещение по вертикали  
 иллюстрация, 3-18  
 использование, 3-7  
 масштаб и смещение по горизонтали, установка, 3-20  
 масштаб по горизонтали, 3-9, 3-21  
 математические формы сигналов, 3-153  
 определение, 3-20  
 масштабная сетка, определение, 3-102, Словарь-6  
 математика, обзор, 3-139  
 математические  
 доступные операции, 3-142  
 доступные функции, 3-142  
 использование измерений в математических  
 выражениях, 3-142  
 недопустимые операции, 3-142  
 математические выражения, использование, 3-143  
 математические операции с двумя сигналами  
 инструкции по использованию, 3-149  
 использование, 3-145  
 математические преобразования, форма сигнала,  
 иллюстрация, 3-139  
 математические формы сигнала  
 другие способы использования, 3-142  
 зависимости от исходных сигналов, 3-144  
 использование математических функций, 3-143  
 источники, 3-144  
 математические выражения и полученные  
 математические формы сигналов, 3-143  
 определение, 3-140  
 синтаксис выражения, 3-144  
 создание, 3-143  
 спектральный анализ импульса, иллюстрация, 3-140  
 стандартные и дополнительные математические  
 операции, 3-141  
 функциональное преобразование оцифрованного  
 сигнала, иллюстрация, 3-140  
 математическое выражение, применение для  
 сигналов, 3-151  
 медиана, В-3  
 меню Edit (Правка), отмена последней автоустановки,  
 3-15  
 Меню Help (Справка)  
 About TekScope (О приборе), D-16  
 Contents and Index (Указатель), D-16  
 Customer Feedback (Обратная связь), D-16  
 Help on Window (Справка по окну), D-16  
 Restore Help (Развернуть справку), D-16  
 Specifications (Технические характеристики), D-16  
 Technical Support (Техническая поддержка), D-16  
 сводка команд, D-16  
 меню Utilities (Сервис)

диагностика прибора, 1-20  
 калибровка прибора, 1-20  
 установка опций, 1-14  
 меню синхронизации  
 A Event (Main) Trigger Setup (Настройка запуска по  
 событию А (основному)), D-6  
 A->B Trigger Sequence (Последовательный запуск  
 А-В), D-7  
 B Event (Delayed) Trigger Setup (Настройка запуска  
 по событию В с задержкой), D-7  
 Edge Setup (Настройка запуска по фронту), D-6  
 Glitch Setup (Настройка запуска по глинчу), D-6  
 Holdoff (Задержка), D-7  
 Logic Pattern Setup (Настройка запуска по  
 логическому образу), D-6  
 Logic State Setup (Настройка запуска по  
 логическому состоянию), D-6  
 Mode (Режим), D-7  
 Quick Select (Быстрый выбор), D-6  
 Run/Stop (Пуск/стоп), D-7  
 Runt Setup (Настройка запуска по огибающей), D-6  
 Setup/Hold Setup (Настройка запуска по установке/  
 фиксации), D-6  
 Timeout Setup (Настройка запуска по заданному  
 времени), D-6  
 Transition Setup (Настройка запуска по переходу),  
 D-6  
 Width Setup (Настройка запуска по длительности),  
 D-6  
 Window Setup (Настройка запуска по окну), D-6  
 сводка команд, D-6  
 метод определения диапазона, 3-121  
 механические характеристики, А-22  
 микропрограммное обеспечение, обновление, 1-3  
 минимум, 3-124, В-2, Словарь-6  
 многофункциональные ручки, D-15  
 модель входного канала, 3-6  
 модуль расширенного анализа, 3-150

## Н

настройка  
 вызов, 3-193  
 два экрана, 1-16  
 добавление примечаний, 3-193  
 присвоение имени, 3-197  
 сохранение, 3-193  
 настройка вертикального окна регистрации, 3-12, 3-16  
 Настройка входного сигнала, 3-10  
 настройка запусков, 3-53  
 настройка параметров регистрации, 3-23  
 настройка регистрации, D-5

настройка экрана, 3-109  
 настройки, D-15  
 настройки прибора, 3-193  
 независимые и общие окна, 3-22  
 неполадки печати, 3-219  
 непрерывные осциллограммы, 3-217  
 несовместимые режимы регистрации, 3-27  
 низкий уровень, B-1, Словарь-7  
 низкочастотная компенсация, E-5  
 номер версии осциллографа, отображение, D-16  
 номер телефона, компания Tektronix, xv  
 номера моделей, 1-1  
 нулевая опорная точка фазы, регулировка, 3-169

## О

область, B-1, Словарь-7  
 обновление  
   микропрограммное обеспечение, 1-3  
   программное обеспечение, 1-3  
 обслуживание, контактные сведения, xv  
 обычный режим запуска, 3-49, 3-55, Словарь-7  
   иллюстрация, 3-48  
 общие сведения о регулировке входного сигнала, 3-16  
 одиночный запуск, и режим регистрации, 3-61  
 окно  
   выбор, 3-170  
   функции, 3-158  
   характеристики, 3-169, 3-170  
   ширина, 3-163  
 Окно управления Vertical Setup (Настройка по вертикали), D-4  
 окно управления компенсацией фазового сдвига, E-7  
 операционная система Windows  
   переустановка, 1-3  
   свойства экрана, 1-16  
   средство архивации данных, 1-12  
 описание  
   основные характеристики, 1-1  
   прибор, 1-1  
 Описание приборов и их функций, A-2  
 описания измерений, B-1  
 опорная память, Словарь-7  
 опорная точка нулевой фазы, 3-172  
   установка для проверки импульса, 3-172  
 опорная точка по горизонтали, определение, 3-103, Словарь-7  
 опорные уровни, 3-122  
 опорные осциллограммы, определение, Словарь-8  
 опорные уровни, 3-125  
   единицы, 3-125  
 опорный индикатор канала, Словарь-8

опорный уровень, установка, 3-188  
 определение и отображение опорных осциллограмм, 3-104  
 определение и отображение осциллограмм каналов, 3-104  
 определение и отображение расчетных форм сигналов, 3-104  
 определение или изменение редактора уравнений, 3-166  
 определение расчетных спектров сигналов, 3-184  
 оптимизация точности измерения чувствительности и смещения, E-4  
 опция  
   ключ, 1-14  
   программное обеспечение, 1-14  
   установка, 1-14  
 ослабление, Словарь-8  
 осциллограмма  
   выбор данных для экспорта, 3-210  
   вызов, 3-200  
   вызов в область опорного сигнала, 3-203  
   копирование, 3-207, 3-214  
   масштабные коэффициенты, 3-210  
   метка, 3-201  
   опорная, вызов из файла, 3-204  
   определение, Словарь-8  
   печать, 3-217  
   сохранение, 3-200  
   сохранение в файле, 3-202  
   типы изображений, 3-215  
   удаление опорных осциллограмм, 3-205  
   файлы, использование в приложениях, 3-207  
   форматы данных, 3-215  
   форматы файлов, 3-202, 3-207  
   экспорт, 3-207, 3-208  
   яркость, 3-111  
 осциллограф  
   определение, Словарь-8  
   технические характеристики, A-1  
   функции, A-2  
 отключение режима прокрутки, 3-32  
 отмена автоустановки, 3-14  
 отмена последней автоустановки, 3-15  
 относительный опорный уровень, 3-122  
 отображение  
   настройка, 3-109  
   параметры, 3-109  
   элементы, 3-102  
 отображение и измерение математических форм сигналов, 3-154  
 отображение математических форм сигналов, 3-154  
 отображение осциллограмм, 3-101

- XY, 3-111
  - XYZ, 3-111
  - YT, 3-111
  - автоматическое выключение подсветки, 3-112
  - выбор увеличения, 3-115
  - дата и время, 3-112
  - индикатор уровня синхронизации, 3-112
  - интерполяция, 3-111, 3-112
  - интерполяция сигналов, 3-111
  - интерполяция функцией  $\sin(x)/x$ , 3-112
  - использование средств управления отображением, 3-109
  - использование функции увеличения, 3-114
  - использование функции увеличения для осциллограмм, 3-114
  - использование функций отображения сигнала, 3-102
  - линейная интерполяция, 3-113
  - масштабные сетки, 3-104
  - методы отображения, 3-103
  - настраиваемые элементы изображения, 3-109
  - настройка параметров увеличения, 3-117
  - настройка экрана, 3-109
  - операции для масштаба времени, 3-105
  - операции отображения, 3-104
  - опорная точка по горизонтали, 3-106
  - определение и отображение осциллограмм, 3-104
  - отображение осциллограмм в основной сетке, 3-107
  - отображение сигналов, 3-103
  - параметры отображения, 3-109
  - подсветка ЖКИ, 3-112
  - положение по горизонтали, 3-106
  - послесвечение, 3-109
  - предварительный просмотр регистрации, 3-103
  - проверка масштаба и положения увеличенного изображения осциллограммы, 3-117
  - сброс параметров лупы, 3-117
  - сброс параметров увеличения, 3-117
  - стиль масштабной сетки, 3-109
  - стиль отображения, 3-110
  - управление отображением и регистрацией, 3-105
  - установка опорной точки по горизонтали, 3-108
  - установка параметров отображения по вертикали, 3-107
  - установка параметров отображения по горизонтали, 3-107
  - фокусировка увеличения для нужных осциллограмм, 3-116
  - формат отображения, 3-111
  - цвета для расчетных осциллограмм, 3-111
  - цвета опорных осциллограмм, 3-111
  - цветовая палитра, 3-110
  - экранная заставка, 3-112
  - экранные сообщения, 3-110
  - элементы изображения, 3-102
  - яркость, 3-111
  - яркость осциллограммы, 3-111
  - отрицательная крутизна запуска, 3-53
  - отрицательная скважность, В-2
  - отрицательный выброс, В-2, Словарь-4
  - отсечка, 3-9, 3-17
    - инструкции по предотвращению, 3-147, 3-148
    - интегрирование сигналов, 3-148
    - производные сигналов, 3-147
  - отслеживание измерений, Словарь-8
  - оцифровка, общая схема работы, 2-11
  - оцифровка в реальном времени, 3-29, 3-36, Словарь-8
  - оцифровка в эквивалентном времени, 3-29, 3-36
    - случайная, 3-38
    - определение, Словарь-9
  - очистка всех осциллограмм и настроек, 3-205
  - очистка списка измерений, 3-124
- ## П
- парные курсоры, 3-128
  - пары в формате XY, 3-46
  - передняя панель
    - описание, 2-4
    - разъемы, 2-4
    - элементы управления, 2-5
  - перезапись данных, 3-196
  - переменное послесвечение, 3-109
  - период, В-2, Словарь-9
  - периферийные устройства, подключение, 1-8
  - печатная копия, Словарь-9
  - печать
    - Print Preview (Предварительный просмотр печати), 3-217
    - в буфер обмена Windows, 3-219
    - из меню, 3-217
    - использование курсоров, 3-219
    - копии экрана, 3-217
    - непрерывных осциллограмм, 3-217, 3-218
    - осциллограммы, 3-217
    - с передней панели, 3-217
    - сводной осциллограммы, 3-218
    - формат страницы, 3-217
  - пиковая амплитуда, В-2
  - пиковое значение, Словарь-9
  - пиксел, Словарь-9
  - повышение точности измерений
    - компенсация низкочастотных пробников, Е-5
    - компенсация осциллографа, Е-1
    - компенсация фазового сдвига по каналам, Е-6
    - подключение пробников для калибровки, Е-3

- подготовка к работе, 1-7
- поддерживаемые измерения, В-1
- поддержка, контактные сведения, xv
- подключение и регулировка сигналов, 3-6, 3-7
- подключение к компьютерной сети, 1-15
- подключение периферийных устройств, 1-8
- подсветка ЖКИ, 3-112
- подсчет значений для гистограммы  
запуск, 3-136  
сброс, 3-136
- позиция по горизонтали и задержка, использование,  
3-7
- полная масштабная сетка, команда, D-8
- положение  
по вертикали, D-4  
по горизонтали, D-5
- положение зоны интереса, определение, 3-161
- положение по вертикали, 3-17  
математические формы сигналов, 3-147, 3-148, 3-155
- положение по горизонтали, 3-9  
и отображение осциллограмм, 3-105  
и синхронизация, 3-51  
математические формы сигналов, 3-153  
определение, 3-20, 3-35
- положительная крутизна запуска, 3-53
- положительная скважность, В-2
- положительный выброс, В-2
- полоса пропускания, Словарь-9
- полоса пропускания разрешения, 3-163  
определение, 3-171  
установка, 3-190
- пользовательский уровень синхронизации, 3-59
- порт GPIB, электронное руководство, 1-13
- последние сведения, 1-12
- Последовательный запуск, 3-93
- послесвечение, определение, Словарь-9
- послесвечение экрана, 3-109
- предварительно установленный уровень, 3-59  
запуск А, 3-60
- предварительный просмотр страницы, 3-218
- предопределенные выражения, 3-151
- прибор  
модели, 1-1  
описание, 1-1  
принадлежности. См. принадлежности  
программное обеспечение, 1-3  
распаковка, 1-7
- приложение, использование экспортированной  
осциллограммы, 3-212
- приложения, 1-13
- принадлежности, 1-33  
дополнительные, 1-35  
мониторы, 1-9
- монтажный набор, 1-9
- подключение, 1-9
- принтеры, 1-9
- пробники, 1-4–1-6
- программное обеспечение, 1-13
- стандартные, 1-34
- пробник  
калибровка, E-3  
компенсация задержки, E-7  
низкочастотная компенсация, E-5  
определение, Словарь-9  
точность измерения чувствительности и смещения,  
E-4
- пробники  
выбор, 3-7  
поддерживаемые, 1-4
- пробники и подключение сигналов, 3-7
- проверка, процедура первоначальной проверки, 1-19
- проверка импульсного отклика, 3-168
- проверка технических характеристик, 1-13  
автотесты, 1-20  
тест масштаба времени, 1-25  
тест синхронизации, 1-27  
тест файловой системы, 1-29  
функциональные тесты, 1-21
- продолжительность, 3-159
- производная сигнала, 3-146  
длина записи, 3-146  
приложения, 3-145  
процедура измерения, 3-157
- просмотр инструкций по калибровке, E-1
- процедура первоначальной проверки, 1-19
- процесс оцифровки, определение, 3-34
- ## Р
- работа с электронной справкой, 3-221
- радианы, использование в качестве единиц измерения  
фазы, 3-189
- разделение сетки, 3-115, 3-117
- разделенные курсоры, 3-128, 3-132
- разделенные курсоры, команда, D-10
- размах, В-3
- размещение, 1-8
- размещение зон интереса, 3-127
- разрешение, 3-9, 3-21, 3-160  
производный параметр, 3-22
- разъемы  
боковая панель, 2-8  
задняя панель, 2-8  
передняя панель, 2-4  
разъемы боковой панели, 2-8

- разъемы задней панели, 2-8
- расчетные сигналы
- Math Parameters (Математические параметры), окно управления, 3-152
  - Math Setup (Настройка математических форм сигналов), окно управления, 3-149, 3-150
  - ввод выражения, 3-149
  - вертикальное положение, 3-147
  - вертикальное смещение, 3-147
  - выбор выражения, 3-151
  - выбор математической формы сигнала, 3-149, 3-150
  - выбор математической функции, 3-151
  - выполнение автоматических измерений, 3-156
  - выполнение курсорных измерений, 3-157
  - дифференцирование, 3-145
  - дифференцирование сигнала, 3-145
  - измерение пиковой амплитуды производной сигнала, иллюстрация, 3-147
  - интегрирование. См. интегрирование сигнала
  - интегрирование сигнала, 3-147
  - курсорные измерения, 3-146
  - масштаб по вертикали, 3-147
  - модуль расширенного анализа, 3-150
  - определение или изменение математического выражения, 3-151
  - определение расчетных спектров сигналов. См. расчетные спектры
  - отображение, 3-154
  - отображение и измерение математических форм сигналов, 3-154
  - построение выражения, 3-151
  - предопределенное выражение, 3-151
  - применение выражения для сигнала, 3-150
  - производная. См. производная сигнала
  - производные сигналов, иллюстрация, 3-146
  - работа с математическими формами сигналов, 3-153
  - расчетные спектры сигналов, 3-158
  - редактор уравнений, 3-151
  - создание математических форм сигналов, 3-149, 3-150
  - усреднение, 3-152
  - установка масштаба и положения, 3-155
- расчетные спектры
- 3 дБ полосы пропускания в столбцах, 3-171
  - Blackman-Harris (Блэкмен-Харрис), 3-169, 3-171
  - Blackman-Harris (Блэкмен-Харрис), окно, 3-176
  - FlatTop2 (Плоское2), окно, 3-169, 3-171, 3-178
  - Gaussian (Гаусс), окно, 3-169, 3-171, 3-173
  - Hamming (Хемминг), окно, 3-169, 3-170, 3-175
  - Hanning (Хеннинг), окно, 3-169, 3-170, 3-176
  - Kaiser-Bessel (Кайзер-Бессель), окно, 3-169, 3-171, 3-176
  - Rectangular (Прямоугольное), окно, 3-169, 3-170, 3-174
  - Tek Exponential (Экспоненциальное), окно, 3-169, 3-171, 3-180
  - ближайший боковой лепесток, 3-172
  - возникновение частотных искажений в расчетном спектре сигнала, рис., 3-182
  - временные и частотные графики для окна FlatTop2 (Плоское2), рис., 3-179
  - Временные и частотные графики для окна Блэкмена-Харриса, рис., 3-178
  - временные и частотные графики для окна Гаусса, рис., 3-173
  - Временные и частотные графики для окна Кайзера-Бесселя, рис., 3-177
  - временные и частотные графики для окна Хемминга, рис., 3-175
  - временные и частотные графики для окна Хеннинга, рис., 3-176
  - временные и частотные графики для прямоугольного окна, рис., 3-174
  - выбор источника для спектрального сигнала, 3-184
  - выбор предварительно определенных спектральных функций, 3-183
  - выбор спектрального сигнала, 3-186
  - выбор типа окна, 3-185, 3-190
  - выполнение автоматических измерений, 3-182
  - выполнение курсорных измерений, 3-182, 3-192
  - выявление искажений, 3-181
  - гребенчатые потери, 3-171
  - групповая задержка, 3-168
  - дБм, 3-165
  - действительные и мнимые амплитуды, 3-166
  - диапазон частот, 3-190
  - длина записи, 3-191
  - искажения, 3-181
  - использование элементов управления спектральной обработкой, 3-159
  - когерентная чувствительность, 3-171
  - коэффициенты, 3-172
  - линейный масштаб, 3-184, 3-188
  - масштаб в дБ, 3-184, 3-188
  - масштаб в дБм, 3-184, 3-188
  - масштабные коэффициенты, 3-184
  - масштабный коэффициент, 3-188, 3-189
  - окно Tek Exponential (Экспоненциальное) во временной и частотной областях, рис., 3-180
  - опорная точка нулевой фазы, 3-172
  - опорная точка фазы, 3-191
  - опорный уровень, 3-165
  - определение параметров зоны интереса, рис., 3-162
  - определение расчетных спектров сигналов, 3-158, 3-184, 3-186
  - положение зоны интереса, 3-191
  - положение опорной точки фазы, 3-167
  - полоса пропускания разрешения, 3-163, 3-190, 3-191

- порог подавления, 3-167  
 пример гребенчатых искажений для окна Хеннинга без заполнения нулями, рис., 3-172  
 пример результата установки порога подавления фазового сдвига, рис., 3-168  
 проверка импульсного отклика, 3-168  
 продолжительность, 3-191  
 продолжительность зоны интереса, 3-191  
 работа с амплитудными элементами управления, 3-165  
 работа с временными элементами управления, 3-159  
 работа с окнами для фильтрации, 3-169  
 работа с фазовыми элементами управления, 3-166  
 работа с элементами управления зоны интереса, 3-161  
 работа с элементами управления частотной области, 3-162  
 развертка фазы, 3-167  
 развертывание фазы, 3-189  
 разрешение, 3-191  
 режим регистрации, 3-181  
 результат использования функции окна для записи временной области, рис., 3-170  
 результаты изменения продолжительности и разрешения, рис., 3-161  
 результаты измерения опорного уровня, рис., 3-165  
 результаты измерения смещения опорного уровня, рис., 3-166  
 результаты регулировки элементов управления частотной области, рис., 3-164  
 следствия дрожания запуска, 3-181  
 смещение опорного уровня, 3-166  
 снижение уровня шума, 3-189  
 усреднение, 3-181  
 установка масштаба амплитуды, 3-184, 3-188  
 установка масштаба фазы, 3-189  
 установка отслеживания элементов управления временной и частотной областей, 3-190  
 установка элементов управления временной области, 3-191  
 установка элементов управления частотной области, 3-190  
 характеристики окна, 3-169, 3-170  
 центральная частота, 3-190  
 частота выборки, 3-191  
 элементы управления зоны интереса, 3-161  
 элементы управления спектрального анализатора, 3-158  
 расчетные спектры сигналов. См. расчетные спектры расчетные формы сигнала, создание и использование математических форм сигналов, 3-139  
 расчетный сигнал БПФ, вывод на экран, 3-184  
 расчетный спектр, центральная частота, 3-163  
 расчетный спектр сигнала
- подавление фазового сдвига, 3-167  
 субдискретизация, 3-181  
 расширенная диагностика, 1-31  
 расширенная синхронизация, 3-62  
 регистрация  
   входные каналы и цифровые преобразователи, 3-33  
   выборка, 3-34  
   запись, 3-34  
   предварительный просмотр, 3-103  
 регистрация данных, Словарь-10  
   интервал, Словарь-5  
 регистрация сигналов, 3-5  
 регулировка контрастности экрана, 1-18  
 регулировка масштаба времени, 3-105  
 редактор уравнений, 3-151  
   синтаксис математических выражений, 3-145  
 режим, выборка, 3-34–3-36  
 режим Hi Res (Высокое разрешение), 3-23  
 режим автоматической синхронизации, 3-50, 3-55, Словарь-10  
   иллюстрация, 3-48  
 режим быстрой регистрации, и одиночный запуск, 3-61  
 режим выборки, 3-23  
   определение, Словарь-10  
 режим выборки и регистрации, 3-37  
 режим запуска с задержкой «Запуск после», 3-93  
 режим запуска, автоматический, 3-55  
 режим запуска, обычный, 3-55  
 режим огибающей, 3-24  
   определение, Словарь-10  
 режим отслеживания, 3-133  
 режим пиковой детекции, 3-23  
   определение, Словарь-8  
 режим прокрутки  
   без синхронизации, 3-25  
   без синхронизации, с одиночным запуском, 3-25  
   и измерения, 3-123  
   иллюстрация, 3-26  
   использование, 3-31  
   математические формы сигналов, 3-143  
 режим регистрации  
   математические формы сигналов, 3-144  
   расчетные спектры, 3-181  
 режим с высоким разрешением, определение, Словарь-10  
 режим усреднения, 3-24, Словарь-10  
 режим, запись, D-5  
 режимы регистрации данных, 3-23  
 режимы синхронизации, 3-49  
   автоматическая, 3-50  
   обычный, 3-49  
 резервное копирование файлов пользователя, 1-12

руководства  
 дополнительные, xiv  
 использование, 3-221  
 серийные номера, 1-34  
 ручка, общего назначения, Словарь-6  
 ручка общего назначения, Словарь-6

## С

свертывание окна приложения, 3-222  
 светлая печать, 3-219  
 связь, 3-8, 3-11, 3-220  
     AC (Переменный ток), 3-55  
     DC (Пост ток), 3-55  
     заземленная, Словарь-3  
     запуск, 3-51  
     определение, Словарь-10  
     подавление высокочастотного шума, 3-55  
     подавление низкочастотного шума, 3-55  
     подавление шума, 3-55  
     удаленная, 3-220  
 связь на входе, 3-11  
     AC (Переменный ток), 3-11  
     DC (Постоянный ток), 3-11  
     GND (Закорочен), 3-11  
 связь по переменному току, 3-8, 3-11, 3-55, Словарь-11  
 связь по постоянному току, 3-8, 3-11, 3-55, Словарь-11  
 связь по цепи заземления, 3-8, 3-11  
 связь с подавлением ВЧ, 3-55  
 связь с подавлением НЧ, 3-55  
 связь с подавлением шума, 3-55  
 серийный номер, D-16  
 сертификация и соответствие стандартам, A-24  
 сеть переменного тока, вход синхронизации, 3-48, 3-54  
 сигнал  
     БПФ, 3-158  
     дифференцирование, 3-145  
     добавление примечаний, 3-119  
     измерение, 3-119  
     интегрирование, 3-147  
     использование лупы, 3-114  
     отображение, 3-101, 3-103  
     отрезок, Словарь-8  
     отсечка, 3-144  
         *См. также* отсечка  
 синхронизация  
     DELAY (Задерж), кнопка, 3-52  
     LEVEL (Уровень), ручка, 3-51  
     SLOPE (Наклон), кнопка, 3-51  
     выбор источника синхронизации, 3-54  
     выбор наклона запуска, 3-53  
     выбор полярности, 3-73

выбор предварительно установленного уровня синхронизации, 3-59  
 выбор режима запуска, 3-55  
 выбор типа запуска, 3-53  
 дополнительные параметры синхронизации, 3-58  
 задание времени перехода, 3-76  
 задание значений времени установки и фиксации, 3-86  
 задание режима и задержки, 3-69, 3-72, 3-74, 3-77, 3-79, 3-81, 3-84, 3-87, 3-89, 3-92  
 запуск по глитчу, 3-68  
 запуск по длительности импульса, 3-73  
 запуск по импульсу огибающей, 3-70  
 запуск по паузе импульса, 3-78  
 запуск по событию В через указанное время, 3-97  
 запуск по событиям В, 3-98  
 запуск только по основному событию А, 3-97  
 индикаторы состояния запуска, 3-56  
 использование последовательного запуска, 3-93  
 источники синхронизации, 3-48, 3-93  
 логический запуск, определение, 3-64  
 Меню Trigger (Синхронизация): Holdoff (Задержка), 3-50  
 наклон и уровень, 3-51  
 настройка запуска В, 3-98  
 настройка запусков, 3-53  
 обзор, 3-47  
 одиночный запуск, 3-61  
 определение временных параметров для запуска по модели, 3-82  
 определение входов логического состояния, 3-83  
 определение входов модели, 3-80  
 определение источника тактовых импульсов и фронта, 3-85  
 определение логики, 3-84  
 определение логической модели, 3-80  
 определение новых предварительных установок уровней запуска, 3-60  
 основные понятия синхронизации, 3-48  
 положение по горизонтали, 3-51  
 Последовательный запуск, 3-93  
 принудительный запуск, 3-60  
 проверка состояния запуска, 3-56  
 расширенная синхронизация, 3-62  
 режимы синхронизации, 3-49  
 связь синхронизации, 3-51  
 синхронизация по видеосигналу, 3-90  
 синхронизация по времени перехода, 3-75  
 синхронизация по выходу за пределы окна, 3-88  
 синхронизация по логическому состоянию, 3-83  
 синхронизация по модели, 3-80  
 синхронизация по нарушению времени установки/фиксации, 3-85

- синхронизация по последовательности, 3-97
- синхронизация при включенной горизонтальной задержке, 3-95
- синхронизация при выключенной горизонтальной задержке, 3-94
- синхронизация с передней панели, 3-52
- система запуска с задержкой, 3-52
- событие запуска, 3-48
- состояние запуска по экранной надписи регистрации, 3-56
- средства управления передней панели, 3-52
- типы синхронизации, 3-49, 3-93
- уровень синхронизации на экране, 3-57
- установка задержки, 3-58
- установка на 50%, 3-54
- установка пороговых напряжений, 3-80
- установка пороговых уровней, 3-72
- установка связи синхронизации, 3-55
- установка таймера, 3-78
- установка уровней данных и тактового сигнала, 3-86
- установка уровня, 3-91
- установка уровня запуска по глитчу, 3-69
- установка уровня синхронизации, 3-54
- установка уровня синхронизации по длительности импульса, 3-73
- синхронизация по логическому сигналу, состояние, Словарь-3
- синхронизация по окну, 3-67
- Source (Источник), 3-88
- логические входы, 3-89
- определение пределов, 3-89
- пороговые уровни, 3-88
- условие запуска, 3-89
- установка, 3-88
- синхронизация с передней панели, 3-52
- скважность, Словарь-8, Словарь-9
- смещение
  - по вертикали, 3-17
  - постоянный ток. См. смещение по постоянному току
- смещение опорного уровня, 3-165
  - определение, 3-166
  - установка, 3-188
- смещение по постоянному току, математические формы сигналов, 3-148
- снимок
  - копирование данных, 3-216
  - экспорт, 3-210
- снимок измерений, 3-126
- согласованная нагрузка, 3-8, 3-10
- создание диска аварийного восстановления, 1-11
- создание и использование математических форм сигналов, 3-139
- создание математических форм сигналов, 3-149, 3-150
  - методы, 3-141
- сохранение настройки, 3-193, 3-196
- сохранение осциллограммы, 3-200
- сохранение осциллограммы в области опорных сигналов, 3-201
- спектральное усреднение, 3-159
- спектральный анализатор, 3-139
  - положение опорной точки фазы, 3-167
  - развертка фазы, 3-167
  - фиксация элементов управления, 3-159
- список опций, D-16
- справка
  - использование файла справки, 3-223
  - использование электронной справки, 3-221
  - кнопка Restore Help (Развернуть справку), 3-222
  - поиск по всему тексту, 3-224
  - получение подробных контекстно-зависимых сведений, 3-222
- справка по программированию, 1-13
- среднее, 3-124, B-2
- среднее +- 1 ст. отклонение, B-3
- среднее +- 2 ст. отклонения, B-3
- среднее +- 3 ср. кв. отклонения, B-3
- среднее значение, B-3, Словарь-11
- среднее значение периода, B-1
- среднее значение цикла, Словарь-11
- среднеквадратическое значение цикла, B-1, B-2, Словарь-11
- средства подключения, 2-3
- средства управления регистрацией данных
  - Average (Усреднение), 3-24
  - Envelope (Огибающая), 3-24
  - Hi Res (Высокое разрешение), 3-23
  - Peak Detect (Пиковая детекция), 3-23
- глобальные средства управления, 3-24
- длина записи, 3-34
- запись осциллограммы, 3-34
- запуск и остановка регистрации, 3-29
- иллюстрация искажений, 3-26
- интервал дискретизации, 3-34
- интерполяция, 3-38
- интерполяция функцией  $\sin(x)/x$ , 3-39
- Использование режима быстрой регистрации, 3-40
- Использование режима прокрутки, 3-31
- кнопка RUN/STOP (Пуск/стоп), 3-24, 3-28
- кнопка SINGLE (Одиночный), 3-24, 3-28
- линейная интерполяция, 3-38
- настройка режимов регистрации, 3-28
- несовместимые режимы регистрации, 3-27
- Общие сведения об элементах управления параметрами регистрации, 3-33
- оцифровка в реальном времени, 3-36

оцифровка в эквивалентном времени, 3-36  
 оцифровка в эквивалентном времени, рис., 3-37  
 оцифровка во времени, 3-29  
 повторяющийся сигнал, 3-29  
 положение по горизонтали, 3-35  
 Процесс выборки, 3-34  
 режим выборки, 3-23  
 режим выборки и регистрации, 3-37  
 режим прокрутки, 3-25  
 режим прокрутки без синхронизации, 3-25  
 режим прокрутки без синхронизации с одиночным запуском, 3-25  
 режимы выборки, 3-34  
 способы проверки и устранения искажений, 3-27  
 схема аналого-цифрового преобразования, 3-33  
 точка запуска, 3-34  
 чередование, 3-39  
 яркость, 3-44  
 стандартная задержка запуска, 3-58  
 стандартное отклонение, 3-124, В-3  
 стандартные принадлежности, 1-34  
 статистика, 3-124  
     результатов измерений, 3-120  
 статистика измерений, 3-124  
     определение, Словарь-11  
 статистическое измерение, Словарь-11  
 стиль масштабной сетки, 3-109  
 стиль отображения, 3-110  
 стробирование, элементы управления, 3-158  
 схема документации, 2-2

## Т

тактовый сигнал, как вход логического состояния, 3-83  
 текстовый формат файлов, 3-207  
 температура окружающей среды, А-1  
 термопринтер, 3-218  
 техническая поддержка, контактные сведения, xv  
 технические характеристики, А-1  
     входные каналы и разрешение по вертикали, А-5  
     источник питания, А-22  
     механические, А-22  
     окружающая среда, А-23  
     порты ввода/вывода, А-19  
     сертификация и соответствие стандартам, А-24  
     синхронизация, А-15  
     системы горизонтальной развертки и оцифровки, А-13  
     условия, А-1  
     устройства хранения данных, А-21  
     экран, А-19  
 технические характеристики источника питания, А-22

технические характеристики портов ввода/вывода, А-19  
 технические характеристики синхронизации, А-15  
 технические характеристики устройств хранения данных, А-21  
 технические характеристики экрана, А-19  
 типы курсоров  
     вертикальные, 3-128  
     горизонтальные, 3-128  
     парные, 3-128  
     разделенные, 3-128  
 типы синхронизации  
     Video (Видео), 3-49  
     импульс, 3-49  
     логический, 3-49  
 точечный рисунок, формат файлов, 3-207  
 точка запуска, определение, 3-34  
 точки, стиль отображения осциллограммы, 3-110  
 точность, Словарь-11  
 требования к работе, 1-8  
 требования окружающей среды, 1-8  
 TTL, 3-69, 3-76, 3-78, 3-86  
     уровень синхронизации, 3-59

## У

удаление всех осциллограмм и настроек, 3-205  
 удаление измерений, 3-124  
 удаление файлов осциллограмм, 3-205  
 удаленная связь, 3-220  
 управляющее окно, Словарь-7  
 уровень, запуск, 3-51  
 уровень синхронизации  
     пользовательский, 3-59  
     TTL, 3-59  
     ЭСЛ, 3-59  
 условие синхронизации, определение, 3-20  
 усреднение, Словарь-11  
     расчетные спектры, 3-181  
 усредненный спектр сигнала, создание, 3-186  
 установка  
     опция, D-15  
     процедура первоначальной проверки, 1-19  
     установка программного обеспечения, 1-12  
     установка диапазона и положения по вертикали, 3-18  
     установка программного обеспечения, 1-12  
     устранение искажений, 3-26  
     устранение неполадок, курсоры, 3-129  
     устройства USB, 1-8, 2-8

**Ф**

фаза, В-2, Словарь-12  
 данные, отображение, 3-158  
 подавление, 3-167  
 фазовый, спектр сигнала, создание, 3-186  
 файлы пользователя, резервное копирование, 1-12  
 фиксация фокуса увеличения, D-5  
 формат XY, 3-45  
 определение, Словарь-12  
 формат XYZ, 3-45  
 определение, Словарь-12  
 формат YT, 3-45  
 определение, Словарь-12  
 формат отображения, 3-111  
 форматы файлов, 3-207  
 функции измерения, А-4  
 Функции обработки сигналов, А-3  
 функции синхронизации, А-4  
 функции экрана, А-3  
 функция Avg(), 3-152

**Х**

характеристики входных каналов и разрешения по вертикали, А-5  
 характеристики окружающей среды, А-23  
 характеристики систем горизонтальной развертки и оцифровки, А-13

**Ц**

цвет  
 для расчетной осциллограммы, 3-111  
 опорной осциллограммы, 3-111  
 палитра, 3-110  
 цвета для расчетных осциллограмм, 3-111  
 цвета опорных осциллограмм, 3-111  
 цветовая палитра, 3-110  
*См. также Display Palette (Палитра)*  
 центральная, определение, 3-163  
 циклическая область, В-1, Словарь-12  
 ЦЛО, Словарь-10

**Ч**

частота, В-1, Словарь-12  
 частота выборки  
 максимальная, 3-39  
 производный параметр, 3-22  
 частота Найквиста, 3-182  
 частотная область, усреднение, 3-181  
 чередование каналов, 3-39  
 чередующиеся каналы, определение, Словарь-12  
 число осциллограмм, В-3  
 число пиковых значений, В-3  
 число точек в окне гистограммы, В-3  
 числовой формат файлов, 3-207  
 чистка  
 внешняя чистка, С-1  
 поверхность экрана, С-1  
 чистка внешних поверхностей, осциллограф, С-1  
 чистка поверхности экрана, С-1

**Ш**

ширина  
 отрицательного импульса, Словарь-12  
 положительного импульса, Словарь-2  
 ширина зоны интереса, полоса пропускания разрешения, 3-163  
 ширина отрицательного импульса, В-2  
 шумы  
 уменьшение в фазовом спектре, 3-189  
 уменьшение в фазовых осциллограммах, 3-167  
 экран, определение, 3-102, Словарь-12

**Э**

экранная заставка, 3-112  
 экранная надпись, запуск, 3-56, 3-62  
 экранные сообщения, Словарь-13  
 экспорт  
 форматы данных, 3-208  
 форматы файлов, 3-207  
 экспорт осциллограмм, 3-207, 3-208  
 электронная справка, 3-221  
 электронная справка по программированию GPIB, 3-221

электронная таблица, формат файлов, 3-207  
электронное руководство по программированию,  
3-221  
электронное руководство по программированию  
осциллографов серии TDS5000, 3-221  
элементы управления временной области, 3-158  
элементы управления зоны интереса, 3-161  
элементы управления спектрального анализатора,  
3-159  
амплитудные, 3-159, 3-165  
дБ, 3-165  
дБм, 3-165  
линейная, 3-165  
опорный уровень, 3-165  
временные, 3-159  
продолжительность, 3-159  
разрешение, 3-160  
стробирование, 3-159, 3-161  
фазовые, 3-159, 3-166  
частотные, 3-159, 3-162  
элементы управления частотной области, 3-158  
интервал, 3-162  
полоса пропускания разрешения, 3-163  
центральная, 3-163  
ЭСЛ, 3-59, 3-69, 3-76, 3-78, 3-86

## Я

яркость, Словарь-13  
осциллограммы, 3-111



