

Руководство пользователя



Осциллографы с цифровым преобразованием TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D

071-0660-00

Этот документ основан на
микропрограммном обеспечении версии
1.0 и выше.

Авторское право © Tektronix, Inc. Все права защищены. Лицензированные программные продукты принадлежат корпорации Microsoft или ее поставщикам и защищены законами США и положениями международных соглашений об авторском праве.

Использование, копирование или распространение программы правительством США ограничивается следующими параграфами: (с)(1)(ii) раздела о правах на технические данные и компьютерные программы (Rights in Technical Data and Computer Software) директивы DFARS 252.227-7013 или параграфами (с)(1) и (2) раздела о коммерческих компьютерных программах (Commercial Computer Software) – статьи об ограничении прав в FAR 52.227-19, по применимости.

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

Отпечатано в США.

Почтовый адрес: Tektronix, Inc., P.O. Box 1000, Wilsonville, OR 97070–1000, USA.

ТЕКТРОНИК и ТЕК являются охраняемыми товарными знаками корпорации Tektronix, Inc.

FastFrame[™], FlexFormat[™], DPX[™] и InstaVu[™] являются товарными знаками корпорации Tektronix, Inc.

ГАРАНТИЯ

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 3 (трех) лет со дня приобретения в изделии не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в любом изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix, по своему выбору, либо устранил неисправность в дефектном изделии без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо произведет замену неисправного изделия на исправное.

Для реализации своего 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. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания должна быть произведена владельцем изделия, который должен произвести предоплату расходов по доставке. Корпорация Tektronix оплачивает возврат исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Возврат исправного изделия по любому другому адресу должен быть оплачен владельцем изделия, включая все расходы по доставке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия перестает действовать в том случае, если дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызвано неправильным использованием, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц, кроме инженеров Tektronix, по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением изделия к несовместимому оборудованию; в) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ ДЛЯ ДАННОГО ИЗДЕЛИЯ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО РЕМОНТУ ИЛИ ЗАМЕНЕ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ ОБЯЗАТЕЛЬСТВОМ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СЛУЧАЙНЫЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ ИЛИ ЕЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ ИЗВЕЩЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Содержание

Правила безопасности	ix
Предисловие	xiii
Другие руководства	xiii
Стандартная модель	xiv
Справочник по моделям	xiv
Обозначения	xiv

Приступая к работе

Описание изделия	1-1
Особенности различных моделей	1-3
Спецификации изделий	1-4
Начало работы	1-5
Подготовка	1-5
Начальные операции	1-6

Принципы работы

Обзор	2-1
Описание интерфейса	2-3
Учебное руководство	2-9
Подготовка к работе	2-9
Пример 1. Отображение одного сигнала	2-13
Пример 2. Отображение нескольких сигналов	2-17
Пример 3. Автоматические измерения	2-22
Пример 4. Сохранение настроек	2-28

Справочник

Обзор	3-1
Регистрация и отображение сигналов	3-5
Подача сигналов на осциллограф	3-5
Автоматическая настройка: функции автонастройки и сброса настроек	3-10
Выбор каналов	3-13
Масштабирование и изменение положения осциллограмм	3-16
Выбор режима оцифровки	3-28
Настройка параметров экрана	3-41
Настройка цвета изображения	3-48
Увеличение осциллограмм	3-54
Использование оцифровки в режиме ЦЛО	3-60
Использование FastFrame™	3-68
Синхронизация по сигналам	3-75
Основные понятия синхронизации	3-75
Синхронизация с передней панели	3-80
Синхронизация по фронту сигнала	3-84
Синхронизация по логическому сигналу	3-88
Синхронизация по импульсам	3-101

Синхронизация по коммуникационному сигналу-----	3-115
Синхронизация с задержкой -----	3-119
Измерение сигналов -----	3-127
Автоматические измерения -----	3-128
Курсорные измерения-----	3-140
Измерения с помощью масштабной сетки -----	3-146
Отображение гистограмм (только модели TDS 500D и TDS 700D) -----	3-147
Тестирование с помощью масок (только для опции 2C) -----	3-150
Повышение точности измерений: компенсация в сигнальном тракте и калибровка пробника-----	3-158
Сохранение форм сигналов и настроек -----	3-167
Сохранение и восстановление параметров настройки-----	3-167
Сохранение и восстановление осциллограмм и накопленных данных-----	3-170
Управление файловой системой -----	3-177
Вывод печатных копий -----	3-182
Подключение к внешним приборам -----	3-193
Определение состояния и получение справки-----	3-199
Отображение состояния-----	3-199
Отображение титульного листа-----	3-201
Вывод справки -----	3-201
Дополнительные функции осциллографа-----	3-203
Предельный тест -----	3-203
Математическая форма сигнала -----	3-208
Быстрое преобразование Фурье-----	3-211
Дифференцирование сигнала -----	3-230
Интегрирование сигнала -----	3-235

Приложения

Приложение А: Опции и комплектующие -----	А-1
Приложение В: Алгоритмы-----	В-1
Приложение С: Упаковка для транспортировки -----	С-1
Приложение D: Выбор пробников -----	D-1
Приложение Е: Проверка и очистка -----	E-1
Приложение F: Диск программиста -----	F-1

Словарь Индекс

Рисунки

Рисунок 1–1: Элементы задней панели, используемые в начале работы	1–7
Рисунок 1–2: Кнопка ON/STBY	1–8
Рисунок 2–1: Подключение пробника для выполнения примеров (на рис. 2–1 пробник P6245)	2–10
Рисунок 2–2: Расположение кнопки SETUP	2–11
Рисунок 2–3: Меню настройки	2–11
Рисунок 2–4: Органы управления синхронизацией	2–12
Рисунок 2–5: Вид экрана после возврата к заводским настройкам	2–13
Рисунок 2–6: Органы управления VERTICAL и HORIZONTAL	2–14
Рисунок 2–7: Органы управления синхронизацией	2–15
Рисунок 2–8: Расположение кнопки AUTOSET	2–16
Рисунок 2–9: Вид экрана после нажатия кнопки AUTOSET	2–16
Рисунок 2–10: Вид сигнала — необходима компенсация пробника	2–17
Рисунок 2–11: Кнопки и индикаторы выбора каналов	2–18
Рисунок 2–12: Главное меню Vertical и боковое меню Coupling	2–20
Рисунок 2–13: Меню после изменения каналов	2–21
Рисунок 2–14: Главное меню Measure и боковое меню Select Measurement	2–23
Рисунок 2–15: Экранные надписи четырех одновременных измерений	2–24
Рисунок 2–16: Индикаторы ручки общего назначения	2–26
Рисунок 2–17: Снимок канала 1	2–28
Рисунок 2–18: Меню Save/Recall Setup	2–30
Рисунок 3–1: Влияние уровня компенсации пробника на форму сигнала	3–7
Рисунок 3–2: Подстройка пробника P6139A	3–8
Рисунок 3–3: Индикатор канала	3–14
Рисунок 3–4: Приоритеты выбора каналов	3–15
Рисунок 3–5: Масштабирование и изменение положения	3–17
Рисунок 3–6: Показания по вертикали и меню Channel	3–18
Рисунок 3–7: Показания просмотра записи и масштаба времени	3–21
Рисунок 3–8: Органы управления отображением по горизонтали	3–22
Рисунок 3–9: Отображение записи с расширенной регистрацией	3–25
Рисунок 3–10: Расширенная регистрация и увеличение	3–27
Рисунок 3–11: Оцифровка. Входной аналоговый сигнал, дискретизация и цифровое преобразование	3–28

Рисунок 3–12: На каждую используемую точку может приходиться несколько оцифрованных отсчетов	3–29
Рисунок 3–13: Оцифровка в реальном времени	3–29
Рисунок 3–14: Оцифровка в эквивалентном времени	3–30
Рисунок 3–15: Работа в различных режимах оцифровки	3–34
Рисунок 3–16: Меню и параметры оцифровки	3–36
Рисунок 3–17: Меню Acquire – пункт Stop After	3–39
Рисунок 3–18: Искажения	3–40
Рисунок 3–19: Меню Display – пункт Style	3–43
Рисунок 3–20: Индикаторы точки и уровня запуска.....	3–44
Рисунок 3–21: Меню Display – настройка.....	3–48
Рисунок 3–22: Меню Display – цвета палитры	3–50
Рисунок 3–23: Меню Display – отображение цветов эталонного сигнала----	3–52
Рисунок 3–24: Меню Display – пункт Restore Colors.....	3–53
Рисунок 3–25: Режим увеличения при отсутствии строчной синхронизации	3–57
Рисунок 3–26: Режим двух окон (предварительный просмотр).....	3–58
Рисунок 3–27: Двойная лупа – режим двух окон (предварительный просмотр)	3–60
Рисунок 3–28: Сравнение обычного режима регистрации и отображения данных ЦЗО и режима ЦЛЮ.....	3–62
Рисунок 3–29: Экран ЦЛЮ.....	3–63
Рисунок 3–30: Обычный экран ЦЗО	3–63
Рисунок 3–31: Экран XY в режиме ЦЛЮ	3–66
Рисунок 3–32: Процедура кадрирования FastFrame	3–68
Рисунок 3–33: Меню Horizontal – пункт FastFrame Setup	3–69
Рисунок 3–34: Меню Horizontal – снимок кадра FastFrame	3–71
Рисунок 3–35: Средство TimeStamp в режиме FastFrame	3–72
Рисунок 3–36: Синхронизированные и несинхронизированные изображения	3–76
Рисунок 3–37: Установка времени задержки гарантирует правильную синхронизацию.....	3–79
Рисунок 3–38: Элементы управления наклоном и уровнем помогают определить синхронизацию	3–80
Рисунок 3–39: Элементы управления и индикаторы TRIGGER	3–81
Рисунок 3–40: Пример показаний синхронизации – выбрана синхронизация по фронту	3–83
Рисунок 3–41: Данные просмотра записи, позиции записи и показателя уровня синхронизации.....	3–84
Рисунок 3–42: Показания синхронизации по фронту сигнала.....	3–85
Рисунок 3–43: Меню основного запуска – синхронизация по фронту.....	3–85

Рисунок 3–44: Зоны нарушения для синхронизации по установке/удержанию	3–92
Рисунок 3–45: Показания синхронизации по логическому сигналу выбран класс «состояние»	3–93
Рисунок 3–46: Меню Logic Trigger	3–94
Рисунок 3–47: Меню Logic Trigger – Time Qualified установлено в TRUE	3–96
Рисунок 3–48: Синхронизация по нарушению времени установки/удержания	3–100
Рисунок 3–49: Показания синхронизации по импульсу	3–102
Рисунок 3–50: Меню основного запуска – класс «пик»	3–104
Рисунок 3–51: Меню основного запуска – класс «оггибающая»	3–107
Рисунок 3–52: Меню основного запуска – класс «скорость нарастания»	3–112
Рисунок 3–53: Меню основного запуска – синхронизация по коммуникационному сигналу	3–117
Рисунок 3–54: Задержка после основной синхронизации	3–119
Рисунок 3–55: Отложенный сигнал запуска	3–120
Рисунок 3–56: Как работает синхронизация с задержкой	3–122
Рисунок 3–57: Меню синхронизации с задержкой	3–124
Рисунок 3–58: Измерения: гистограммные, с помощью масштабной сетки, курсорные и автоматические	3–127
Рисунок 3–59: Результаты измерений и статистика	3–131
Рисунок 3–60: Меню Measure	3–132
Рисунок 3–61: Меню Measure — Измерения в зоне интереса	3–133
Рисунок 3–62: Меню Measure — Опорные уровни	3–135
Рисунок 3–63: Меню Measure Delay — Задержка до	3–136
Рисунок 3–64: Меню Snapshot и данные снимка	3–138
Рисунок 3–65: Типы курсоров	3–141
Рисунок 3–66: Режимы курсора	3–142
Рисунок 3–67: Меню и показания курсоров горизонтальных полос	3–143
Рисунок 3–68: Меню и показания двояных курсоров	3–144
Рисунок 3–69: Меню Histogram и вертикальная гистограмма	3–147
Рисунок 3–70: Меню Mask	3–151
Рисунок 3–71: Создание пользовательской маски	3–156
Рисунок 3–72: Выполнение компенсации в сигнальном тракте	3–159
Рисунок 3–73: Меню Probe Cal и экран компенсации усиления	3–162
Рисунок 3–74: Меню Re-use Probe Calibration Data	3–165
Рисунок 3–75: Меню Save/Recall Setup	3–168
Рисунок 3–76: Меню Save Waveform	3–172
Рисунок 3–77: Меню More	3–175

Рисунок 3–78: Программы работы с файлами	3–178
Рисунок 3–79: Файловая система – меню Labeling	3–179
Рисунок 3–80: Меню Utility — системный ввод/вывод	3–184
Рисунок 3–81: Форматы печатных копий.....	3–185
Рисунок 3–82: Отображение даты и времени	3–186
Рисунок 3–83: Прямое подключение осциллографа к устройству вывода печатных копий	3–188
Рисунок 3–84: Осциллограф и устройство печати, соединенные через персональный компьютер	3–191
Рисунок 3–85: Типичная конфигурация сети GPIB	3–194
Рисунок 3–86: Подключение соединителей GPIB	3–195
Рисунок 3–87: Подключение осциллографа к контроллеру.....	3–195
Рисунок 3–88: Меню Utility	3–197
Рисунок 3–89: Меню Status — Система	3–200
Рисунок 3–90: Отображение титульного листа	3–201
Рисунок 3–91: Начальный экран справки	3–202
Рисунок 3–92: Сравнение формы сигнала с предельным шаблоном.....	3–204
Рисунок 3–93: Меню Acquire — Создание шаблона предельного теста....	3–205
Рисунок 3–94: Меню More	3–209
Рисунок 3–95: Главное и боковое меню для математической обработки двух сигналов	3–210
Рисунок 3–96: Отклик системы на импульс.....	3–213
Рисунок 3–97: Меню определения формы сигнала БПФ	3–214
Рисунок 3–98: Форма сигнала БПФ в варианте Math1	3–216
Рисунок 3–99: Курсорные измерения формы сигнала БПФ	3–217
Рисунок 3–100: Запись формы сигнала и запись временной области БПФ.....	3–219
Рисунок 3–101: Запись временной области БПФ и запись частотной области БПФ	3–220
Рисунок 3–102: Появление ложных частот в БПФ	3–224
Рисунок 3–103: Оконное преобразование временной области БПФ.....	3–227
Рисунок 3–104: Окна БПФ и характеристики полосы пропускания.....	3–230
Рисунок 3–105: Производная от вычисленного сигнала	3–232
Рисунок 3–106: Измерение амплитуды пик-пик производной сигнала....	3–233
Рисунок 3–107: Интегрирование расчетного сигнала	3–237
Рисунок 3–108: Измерение интегральной формы сигнала с помощью курсоров горизонтальных полос	3–238
Рисунок В–1: Расчеты MCross	В–4
Рисунок В–2: Время спада	В–9
Рисунок В–3: Время нарастания	В–14

Рисунок В–4: Выбор минимумов или максимумов для измерений огибающей	В–16
Рисунок D–1: Типичные высоковольтные пробники	D–3
Рисунок D–2: Токовый пробник А6303, используемый в АМ 503S опция 03	D–5
Рисунок F–1: Оборудование, необходимое для выполнения учебных программ	F–1

Таблицы

Таблица 1–1: Основные характеристики и отличия моделей	1–3
Таблица 1–2: Серийные номера предохранителей и их колпачков	1–7
Таблица 3–1: Параметры автонастройки по умолчанию	3–11
Таблица 3–2: Влияние чередования на частоту оцифровки	3–32
Таблица 3–3: Дополнительные биты разрешения	3–35
Таблица 3–4: Выбор режима оцифровки моделей TDS 500D и TDS 700D (при выключенном режиме заполнения экрана (Fit to screen))	3–38
Таблица 3–5: Пары источников в формате XY	3–47
Таблица 3–6: Пары источников формата XY в режиме ЦЛЮ	3–66
Таблица 3–7: Логика для модели и состояния	3–90
Таблица 3–8: Определения импульсной синхронизации	3–102
Таблица 3–9: Синхронизация по коммуникационному сигналу	3–115
Таблица 3–10: Формы коммуникационного импульса	3–118
Таблица 3–11: Определения измерений	3–128
Таблица 3–12: Определения измерений	3–149
Таблица 3–13: Стандартные маски	3–157
Таблица 3–14: Состояния калибровки пробника	3–166
Таблица А–1: Опции	А–1
Таблица А–2: Стандартные комплектующие	А–4
Таблица А–3: Дополнительные комплектующие	А–5
Таблица А–4: Справочник по рекомендуемым пробникам	А–6
Таблица А–5: Дополнительное программное обеспечение	А–9
Таблица Е–1: Порядок проверки	Е–2

Правила безопасности

Ознакомьтесь со следующими правилами безопасности, чтобы избежать травматизма и предотвратить повреждение данного прибора и любых подключенных к нему приборов. Во избежание риска используйте данный прибор только согласно инструкции.

Операции по обслуживанию должны выполняться только квалифицированным персоналом.

Во избежание пожара или телесных повреждений

Используйте соответствующий кабель питания. Используйте только кабель питания, определенный для данного прибора и сертифицированный в стране использования.

Правильно выполняйте подключение и разъединение. Не подключайте или отсоединяйте пробники или провода эталонных сигналов, когда они подключены к источнику напряжения.

Заземлите прибор. Прибор заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание электрошока провод заземления должен быть подключен к шине «земля». Перед выполнением подключений к входным и выходным контактными выводам проверьте, правильно ли заземлен прибор.

Соблюдайте предельные значения. Во избежание риска пожара или электрошока соблюдайте все номинальные значения и отметки на приборе. Прежде чем выполнять подключения к прибору, ознакомьтесь с номинальными значениями в документации к прибору.

Общий контактный вывод находится под потенциалом земли. Не соединяйте общий контактный вывод с источниками напряжения.

Не подавайте на любой контактный вывод, в том числе на общий контактный вывод, потенциал, превышающий предельное значение для данного вывода.

Не работайте без крышек. Не включайте прибор, если крышки или панели удалены.

Используйте соответствующий предохранитель. Используйте только предохранитель типа и марки, указанных для данного прибора.

Остерегайтесь открытых контактов. Не прикасайтесь к открытым контактам и компонентам, когда подано напряжение.

Не эксплуатируйте неисправный прибор. Если вы подозреваете, что прибор поврежден, вызовите для проверки квалифицированного специалиста.

Не работайте в условиях повышенной влажности.

Не работайте во взрывоопасном окружении.

Поверхности прибора должны быть сухими и чистыми.

Обеспечьте достаточную вентиляцию. См. в руководстве инструкции по установке прибора для обеспечения достаточной вентиляции.

Символы и термины

Термины в “Руководстве пользователя”. В данном руководстве используются следующие термины:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Предупреждения указывают на условия или действия, которые могут привести к телесным повреждениям или опасности для жизни.



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Предостережения указывают на условия или действия, которые могут привести к повреждению прибора или другого оборудования.

Термины на приборе. В маркировке прибора могут использоваться следующие термины:

DANGER (опасность) указывает на непосредственную опасность телесных повреждений, связанную с объектом маркировки.

WARNING (предупреждение) указывает на опасность телесных повреждений, не связанную непосредственно с объектом маркировки.

CAUTION (предостережение) указывает на опасность для прибора и другого оборудования.

Символы на приборе. В маркировке прибора могут использоваться следующие символы:



WARNING
Высокое
напряжение



Контактный
вывод
защитного
заземления



CAUTION
См.
руководство



Двойная
изоляция

Электростатический разряд

Контурсы сбора данных прибора TDS 794D весьма чувствительны к возможным повреждениям от электростатических разрядов и перегрузки при сигналах.

Во избежание повреждений TDS 794D необходимо обеспечить работу осциллографа в условиях, свободных от статического электричества. Перед подключением к осциллографу кабелей и пробников необходимо обеспечить сброс на землю любых накопленных статических зарядов.

Во избежание повреждений от электростатических разрядов закорачивайте все неиспользуемые входные соединители. Обязательно надевайте на запястье повязку с внутренним импедансом (поставляемую вместе с прибором) при работе с осциллографом или при выполнении подключений.

Предисловие

Данная книга является руководством пользователя для осциллографов с цифровым преобразованием TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D.

В главе *Приступая к работе* кратко обсуждается осциллограф TDS, рассматривается подготовка прибора к установке и перечислены действия, необходимые для его включения.

В главе *Принципы работы* обсуждаются основные принципы работы осциллографа. Иллюстрации интерфейса пользователя и учебные примеры помогают быстро понять, как работает осциллограф.

Глава *Справочник* содержит описания способов выполнения конкретных задач. Полный список задач, рассмотренных в данной главе, см. на стр.3–1.

В *Приложениях* приводится перечень опций, перечень дополнительных принадлежностей и другие полезные сведения.

Другие руководства

В следующих документах обсуждается, как использовать и обслуживать осциллограф.

- *TDS Family Digitizing Oscilloscopes Programmer Manual* (руководство по программированию цифровых осциллографов модели TDS) – дискета, прилагаемая к руководству пользователя, – содержит сведения по управлению осциллографом через интерфейс GPIB.
- Руководство *TDS 500D, TDS 600B, & TDS 700D Reference* содержит краткий перечень сведений, как использовать осциллограф.
- Руководство *TDS 500D, TDS 600B, & TDS 700D Technical Reference (Performance Verification and Specifications)* содержит сведения, как проверить осциллограф, а также перечень спецификаций.
- Руководство *TDS Family Option 05 Video Trigger Instruction Manual* (инструкции по видеосинхронизации для опции 05 модели TDS) содержит описание способов использования опции видеосинхронизации для осциллографов TDS, оснащенных этой опцией.
- Руководство *TDS 500D, TDS 600B, & TDS 700D Service Manual* содержит информацию, как обслуживать осциллограф на уровне модулей.

Стандартная модель

Данное руководство содержит документацию по приборам TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D. Обратите внимание на следующие обозначения.

- Некоторые модели TDS имеют два вспомогательных канала, AUX 1 и AUX 2, вместо каналов CH 3 и CH 4. Ссылки на эти каналы даются в стандартном виде как CH 3 и CH 4. Если ваш осциллограф принадлежит к одной из таких моделей, то все ссылки на каналы CH 3 и CH 4 в данном руководстве следует читать как AUX 1 и AUX 2, соответственно.
- Для иллюстраций экрана в данном руководстве используется экран TDS 684B.

Справочник по моделям

Данное руководство содержит документацию по приборам TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D. При ссылках на эти осциллографы используются следующие обозначения.

- Название «TDS 500D» используется для сведений, общих для осциллографов моделей TDS 520D, TDS 540D и TDS 580D.
- Название «TDS 600B» используется для сведений, общих для осциллографов моделей TDS 620B, TDS 644B, TDS 680B и TDS 684B.
- Название «TDS 700D» используется для сведений, общих для осциллографов моделей TDS 724D, TDS 754D, TDS 784D и TDS 794D.

Обозначения

В данном руководстве приводятся инструкции по выполнению процедур, разбитые на отдельные шаги. Для наглядности при описании инструкций в руководстве используются следующие обозначения.

- В описаниях процедур названия элементов управления передней панели и пунктов меню печатаются полужирным шрифтом.

- Названия в руководстве печатаются тем же шрифтом (начальные прописные или все прописные), что и на передней панели осциллографа или в меню. Все названия элементов на передней панели даны прописными буквами, например, **VERTICAL MENU** и **CH 1**.
- Выполняемые шаги в инструкциях нумеруются. Номер опускается только в том случае, когда инструкция выполняется в один шаг.
- Когда для выполнения шагов требуется последовательный выбор элементов управления на передней панели и нажатия кнопок меню, стрелка (→) отмечает каждый переход между кнопкой передней панели и меню или между меню. Кроме того, название указывается, вне зависимости от того, является ли элемент пунктом главного или бокового меню: Нажмите кнопку **VERTICAL MENU** → **Coupling** (main) → **BC** (бышву) → **Bandwidth** (main) → **250 MHz** (side).

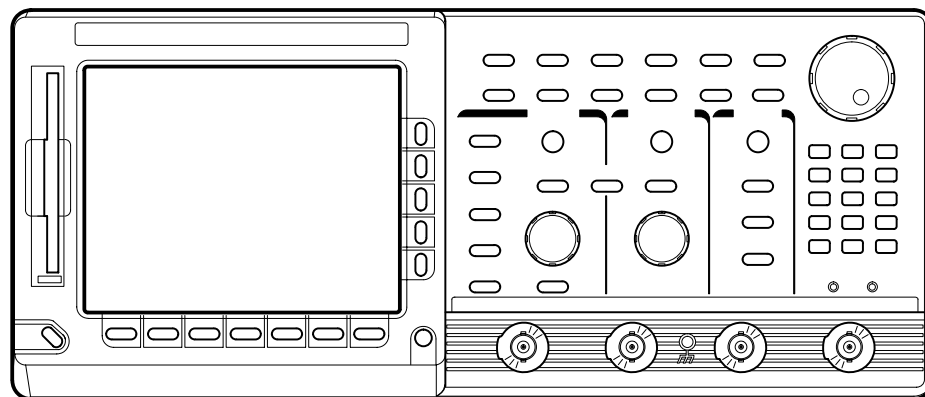
Описанные выше обозначения позволяют сделать инструкции более простыми и графически интуитивными. Например, приведенная инструкция разбивается на пять шагов:

1. Нажмите кнопку на передней панели **VERTICAL MENU**.
2. Нажмите кнопку главного меню **Coupling**.
3. Нажмите кнопку бокового меню **DC**.
4. Нажмите кнопку главного меню **Bandwidth**.
5. Нажмите кнопку бокового меню **250 MHz**.

Иногда приходится делать выбор во всплывающем меню: Нажмите кнопки **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Edge** (pop-up). В данном примере пользователь последовательно нажимает кнопку главного меню **Type**, пока во всплывающем меню не будет выделен пункт **Edge**.

Приступая
к работе

Описание изделия



Осциллографы TDS, изготовленные корпорацией Tektronix, являются превосходными инструментами для регистрации, отображения и измерения сигналов. Они могут быть использованы как в стационарных, так и в переносных условиях, и обладают следующими основными характеристиками:

- Ширина полосы пропускания аналогового сигнала – до 2 ГГц в зависимости от модели (см. таблицу 1–1 *Основные характеристики и отличия моделей* на стр. 1–3).
- Максимальная частота дискретизации – до 5 Гвыб/с в секунду на канал в зависимости от модели (см. таблицу 1–1 на стр. 1–3).
- Регистрация до 8 Мвыб в зависимости от модели и режима работы (см. таблицу 1–1 на стр. 1–3).
- До 29 режимов автоматических измерений и статистики измерений (см. раздел *Автоматические измерения* на стр. 3–128).
- Точность установки усиления по постоянному току по вертикали – 1% (см. *Техническое руководство для моделей TDS 500D, TDS600B и TDS 700D*).
- Режим ЦЛО (цифровой люминофорный осциллограф) для высокоскоростной регистрации отсчетов и моделирования послесвечения экрана, свойственного аналоговым осциллографам (см. раздел *Использование оцифровки в режиме ЦЛО* на стр. 3–60).

- Встроенный дисковод гибких дисков и совместимость с внешним дисководом Iomega Zip Drive на 100 Мбайт (см. раздел *Сохранение форм сигналов и настроек* на стр. 3–167).
- Ряд режимов синхронизации, включая синхронизацию по фронту, по логическому сигналу, по импульсу, с задержкой, по коммуникационному сигналу и по видеосигналу (см. раздел *Синхронизация по различным сигналам* на стр. 3–75).
- Дополнительные средства включают предельный тест (см. раздел *Предельный тест* на стр. 3–203), БПФ (см. раздел *Быстрое преобразование Фурье* на стр. 3–211), дифференцирование и интегрирование сигнала (см. разделы *Дифференцирование сигнала* и *Интегрирование сигнала*, начинающиеся на стр. 3–230), масочное тестирование (см. раздел *Тестирование с помощью масок* на стр. 3–150), гистограммы сигналов (см. раздел *Отображение гистограмм* на стр. 3–147) и анализ коммуникационных сигналов (см. раздел *Синхронизация по коммуникационному сигналу* на стр. 3–115, *Тестирование с помощью масок* на стр. 3–150, а также режимы 2С, 3С и 4С на стр. А–2).
- Регулируемая компенсация фазового сдвига по каналам для повышения точности измерений (см. раздел *Компенсация сдвига по фазе канала/пробника* на стр. 3–160).
- Неограниченные возможности программирования GPIB (см. раздел *Подключение к внешним приборам* на стр. 3–193 и диск *TDS Family Programmer Manual (Руководство по программированию моделей TDS)*).
- Широкий выбор различных пробников (см. раздел *Дополнительные пробники* на стр. А–6 и *Выбор пробника* на стр. D–1).
- Соответствие стандартам CE, FCC, UL и CAN/CSE (см. *Техническое руководство для моделей TDS 500D, TDS600B и TDS 700D*).
- Работа в 4-х канальном режиме или в режиме 2 + 2 в зависимости от модели. Все каналы имеют разрешение 8 бит. (См. таблицу 1–1 на стр. 1–3).
- Двухоконный режим «лупы», позволяющий отобразить форму сигнала на экране в увеличенном и обычном масштабах одновременно (см. раздел *Использование режима двух окон* на стр. 3–57).
- Режимы сбора данных: отсчеты, огибающая, усреднение, высокое разрешение, пик-детекция и ЦЛО (данные по моделям и доступным режимам см. в таблице 1–1 на стр. 1–3).

Особенности различных моделей

В таблице 1–1 приведен ряд основных характеристик моделей серии TDS, описанных в данном руководстве.

Таблица 1–1: Основные характеристики и отличия моделей

Характеристика	520D	540D	580D	620B	644B	680B	684B	724D	754D	784D	794D
Количество каналов	2+2 ¹	4	4	2 + 2 ¹	4	2 + 2 ¹	4	2+2 ¹	4	4	4
Максимальная частота цифрового преобразования	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с		5 Гвыб/с		2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с	4 Гвыб/с
Количество каналов при максимальной частоте	1	2	1	2	4	2	4	1	2	1	
Ширина полосы пропускания аналогового сигнала	500 МГц		1 ГГц	500 МГц		1 ГГц		500 МГц		1 ГГц	2 ГГц
Максимальная длина записи	До 50 000/канал ²			До 15 000/канал				До 50 000/канал ²			
Оцифровка в режиме ЦЛО	Да			Нет				Да			
Оцифровка в режиме Hi Res (высокого разрешения)	Да			Нет				Да			
Дополнительная цифровая обработка ³	Опция 2F			Станд. ⁴							
Анализатор коммуникационного сигнала	Опция 2С			Нет				Опция 2С			
Приемник опорного сигнала	Опции 3С и 4С			Нет				Опции 3С и 4С			Нет
Сохранение данных, дисковод гибких дисков	Станд.										
Поддержка работы с дисководом Iomega Zip Drive	Да			Нет				Да			

Таблица 1-1: Основные характеристики и отличия моделей (прод.)

Характеристика	520D	540D	580D	620B	644B	680B	684B	724D	754D	784D	794D
Порты ввода/вывода, включая RS-232 и Centronics ⁵	Опция 13			Станд. ⁴							
Входной импеданс	50 Ом и 1 МОм										Только 50 Ом
Экран	Монохромный				Цветной	Монохромный	Цветной				

- ¹ Режим 2 + 2 канала позволяет одновременно отображать на экране сигналы двух из четырех каналов. Неотображаемые каналы могут использоваться для подачи на осциллограф синхронизирующего сигнала.
- ² Эти модели серии TDS могут быть заказаны с опцией 1M или 2M, увеличивающими значение длины записи (до 2 Мб/канал) См. описание опций 1M и 2M на стр А-2.
- ³ Дополнительная цифровая обработка сигнала включает БПФ, интегрирование и дифференцирование сигналов. См. описание опции 2F на стр А-3.
- ⁴ Обозначение Станд. означает стандартные средства изделия в отличие от дополнительных.
- ⁵ Все модели имеют интерфейс ввода/вывода GPIB.

Спецификации изделий

Спецификации изделий находятся в техническом руководстве *TDS 500D*, *TDS 600B*, & *TDS 700D Technical Reference (Performance Verification and Specifications)*, входящем в стандартный комплект осциллографов TDS.

Начало работы

Прежде чем начать работу с осциллографом TDS, следует убедиться, правильно ли он установлен и подключено ли питание.

Подготовка

Для обеспечения максимальной точности наиболее важных измерений следует ознакомиться со сведениями о компенсации в сигнальном тракте и правильном использовании выбранного пробника.

Компенсация в сигнальном тракте

Следует убедиться в том, что осциллограф скомпенсирован для температуры окружающей среды. Эта процедура, называемая *Компенсацией сигнального тракта (SPC)*, обеспечивает максимально возможную точность при наиболее важных измерениях. Описание и инструкции для данной процедуры приведены в разделе *Компенсация в сигнальном тракте* на стр. 3–158.

Рекомендуемые пробники

В комплект моделей TDS 580D, TDS 680B, TDS 684B, TDS 784D и TDS 794D пробники не входят. Для того чтобы воспользоваться всеми преимуществами расширенных средств этих осциллографов, следует отдельно заказать пробник P6245, P6217 или P6158.

В комплект остальных моделей осциллографов – TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D – входят пробники общего назначения. Данные о моделях пробников и их количество в комплекте приведены в разделе *Стандартные комплектующие* на стр. A–4.

Список рекомендуемых дополнительных пробников для всех моделей осциллографов находится в разделе *Дополнительные комплектующие* на стр. A–5.

Использование пробников

Следует убедиться в том, что для проведения измерений используется соответствующий пробник. Например, для измерения сигналов с амплитудой более ± 8 В или уровнем постоянной составляющей более ± 10 В не следует использовать активный пробник P6245, так как при этом могут возникнуть ошибки измерения. (Дополнительные сведения приведены в руководстве по эксплуатации соответствующего пробника.) Вместо этого следует использовать пассивный пробник, например P6139A, позволяющий производить измерения сигналов с более высоким уровнем. Пробник P6139A предназначен для измерения сигналов с уровнем до ± 500 В.

Пробники, для которых требуется входной импеданс, равный 1 МОм, например P6139A, не могут быть использованы с осциллографом TDS 794D.



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Использование активных пробников R6243 и R6245 для измерения сигналов с уровнем более ± 40 В может привести к выходу их из строя. Использование пробника с делителем напряжения R6158 для измерения сигналов со среднеквадратическим значением уровня выше ± 22 В может привести к выходу его из строя.

Связь по входному сигналу

Следует убедиться в том, что для пробника или другого соединителя, с помощью которого на осциллограф подаются сигналы, выбрана правильная входная связь и импеданс. Для обеспечения правильной подачи входных сигналов следует ознакомиться с разделом *Выбор входного импеданса* на стр. 3–9.

Начальные операции

Для изучения действий по установке, доступу к элементам передней панели, включению питания, выполнению самопроверки и выключению питания осциллографа выполните описанные ниже процедуры:

Установка

Для правильной установки и подключения питания осциллографа выполните следующие шаги:

1. Убедитесь в том, что параметры окружающей среды соответствуют рекомендуемым для работы. Спецификации по температуре, относительной влажности, высоте над уровнем моря, вибрации и излучениям находятся в руководстве *TDS 500D, TDS 600B, & TDS 700D Technical Reference (Performance Verification and Specifications)* (Серийный номер Tektronix 071-0135-xx).
2. Обеспечьте условия для хорошего охлаждения. Для этого убедитесь в отсутствии посторонних предметов, препятствующих свободному прохождению воздуха через входные и выходные вентиляционные отверстия на боковых поверхностях и дне корпуса прибора. Свободное место должно составлять не менее 5,1 см (2 дюйма) от каждой стенки прибора.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Для предотвращения поражения электрическим током при проверке сетевого предохранителя следует убедиться, что шнур питания отключен.

3. Убедитесь, что установлен предохранитель правильного типа и номинала (см. рисунок 1–1). Могут быть использованы предохранители двух типов. Этим двум типам соответствуют разные колпачки предохранителя (см. табл. 1–2). Данный осциллограф поставляется с установленным предохранителем, соответствующим стандарту UL.

- Убедитесь в правильности подключения питания. Для питания осциллографа требуется источник переменного напряжения со среднеквадратическим значением напряжения от 100 до 240 В, частотой от 45 Гц до 440 Гц и мощностью 300 Вт.

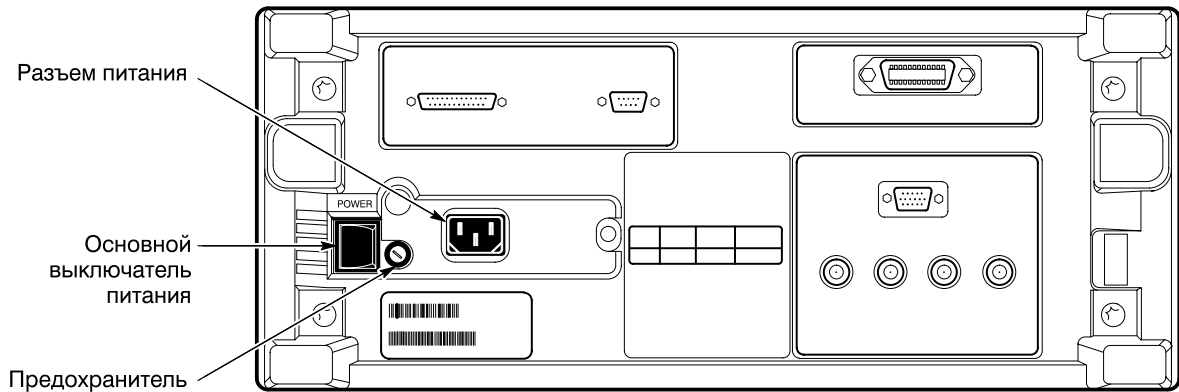


Рисунок 1-1: Элементы задней панели, используемые в начале работы

- Подключите соответствующий шнур питания к разъему на задней панели (см. рис. 1-1) и к системе питания.

Таблица 1-2: Серийные номера предохранителей и их колпачков

Предохранитель	Серийный номер предохранителя	Серийный номер колпачка предохранителя
0,25 x 1,25 дюйма (UL 198.6, 3AG): 6 A FAST, 250 В	159-0013-00	200-2264-00
5 x 20 мм (IEC 127): 5 А (Т), 250 В	159-0210-00	200-2265-00

Снятие лицевой крышки

Для снятия лицевой крышки возьмитесь за ее правый и левый края и, отщелкнув, удалите с передней панели. (Чтобы установить крышку на место, ее следует щелчком зафиксировать на передней панели.)

Включение питания

Для включения питания осциллографа выполните следующие шаги:

- Убедитесь в том, что основной выключатель питания на задней панели включен (см. рис. 1-1). Основной выключатель питания управляет подачей переменного тока на прибор.
- Если осциллограф не включен (изображение на экране отсутствует), для его включения нажмите кнопку **ON/STBY** (Вкл/Остановка) (см. рис. 1-2).

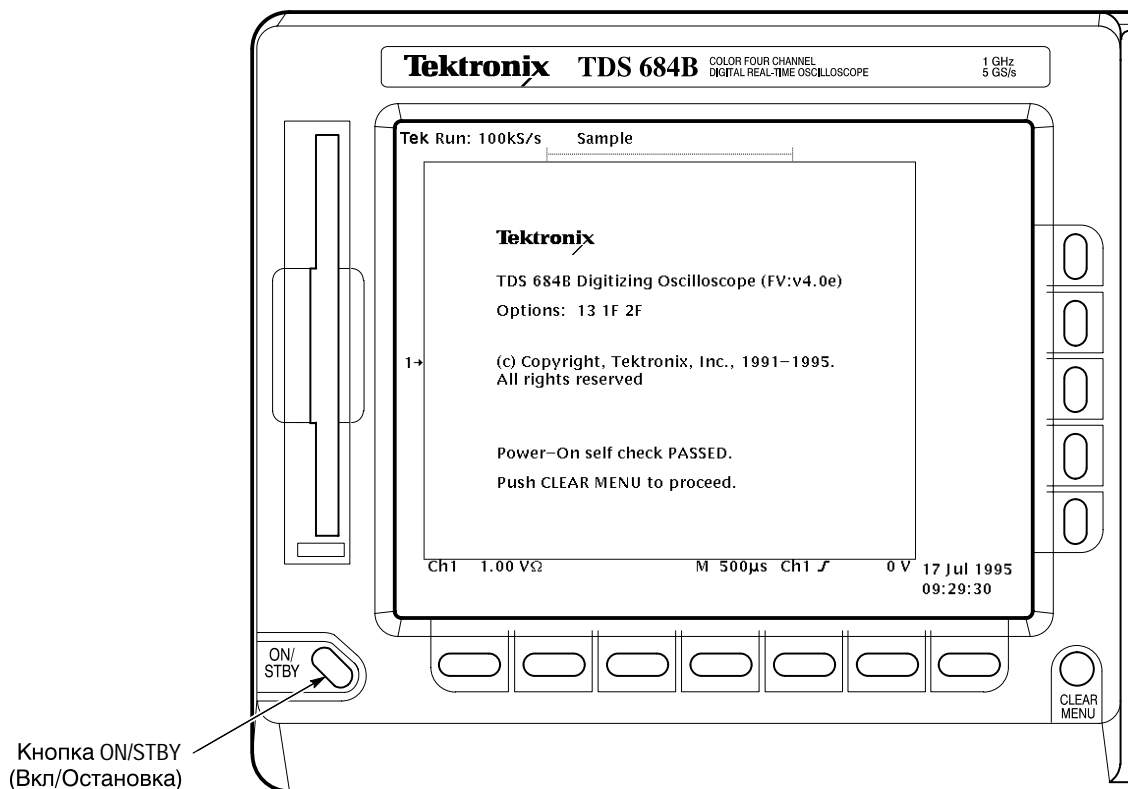


Рисунок 1-2: Кнопка ON/STBY

Кнопка ON/STBY осуществляет контроль питания большинства узлов прибора. Однако на ряд узлов прибора питание продолжает поступать даже при установке этой кнопки в положение STBY (Остановка).

Когда осциллограф установлен, основной выключатель питания обычно оставляют во включенном положении и для отключения питания осциллографа используется кнопка ON/STBY.

Самопроверка

При каждом включении осциллограф автоматически выполняет самопроверку. Результат выполнения самопроверки отображается на экране. По этому изображению можно определить, успешно ли была выполнена самопроверка. (Если самопроверка завершилась успешно, через несколько секунд данное изображение исчезает с экрана.)

Если прибор не прошел самопроверку, следует обратиться в местный сервисный центр компании Tektronix. В зависимости от типа неисправности иногда возможна дальнейшая работа с осциллографом до его ремонта.

Отключение питания

Для отключения питания осциллографа нажмите кнопку ON/STBY.

Принципы работы

Обзор

В этой главе описаны основные принципы работы осциллографа TDS. Понимание особенностей функционирования осциллографа поможет сделать эксплуатацию этого прибора более эффективной.

В первом разделе, *Описание интерфейса*, показано расположение органов управления прибором и приведены ссылки на более подробные источники информации. Также рассмотрен общий порядок работы с системой меню. В разделе представлены следующие главы:

- *Схема передней панели*
- *Схема задней панели*
- *Схема экрана*
- *Работа с меню*
- *Всплывающие меню*

Во втором разделе, *Учебное руководство*, рассмотрены основные примеры задач, связанных с отображением формы сигналов и проведением соответствующих измерений. Также описан порядок сохранения параметров настройки осциллографа для последующей работы с ними. Раздел включает следующие учебные примеры:

- *Подготовка к работе*
- *Пример 1. Отображение одного сигнала*
- *Пример 2. Отображение нескольких сигналов*
- *Пример 3. Автоматизация измерений*
- *Пример 4. Сохранение настроек*

Дополнительная информация по этим и другим темам приводится в разделе *Справочник*. Общий список разделов см. на стр. 3–1.

Описание интерфейса

Данный раздел содержит рисунки, или схемы, экрана, передней и задней панели и системы меню осциллографа TDS. Эти схемы помогут в работе с осциллографом. Этот раздел содержит также наглядное пособие по использованию системы меню.

Схема передней панели — левая сторона

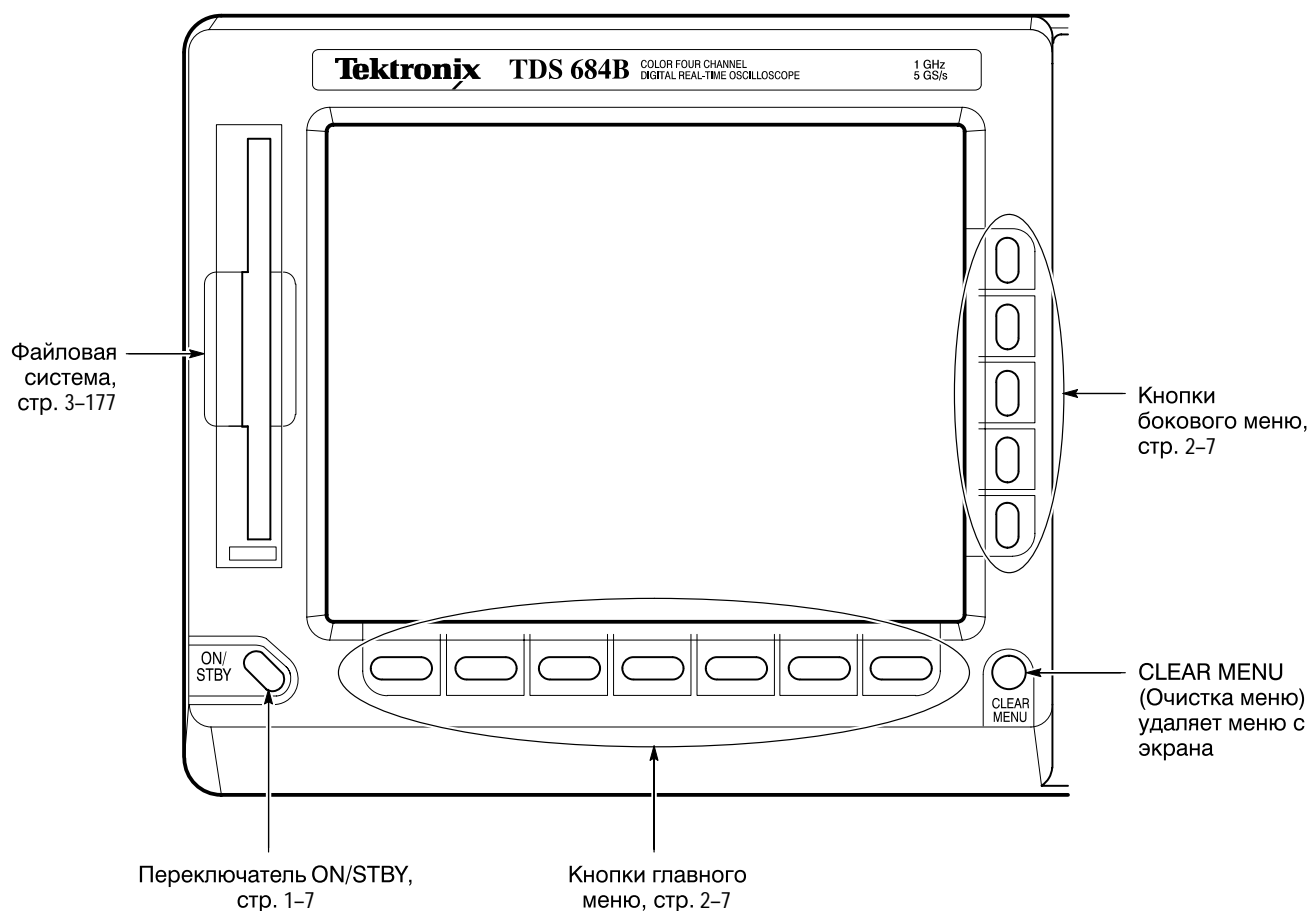


Схема передней панели — правая сторона

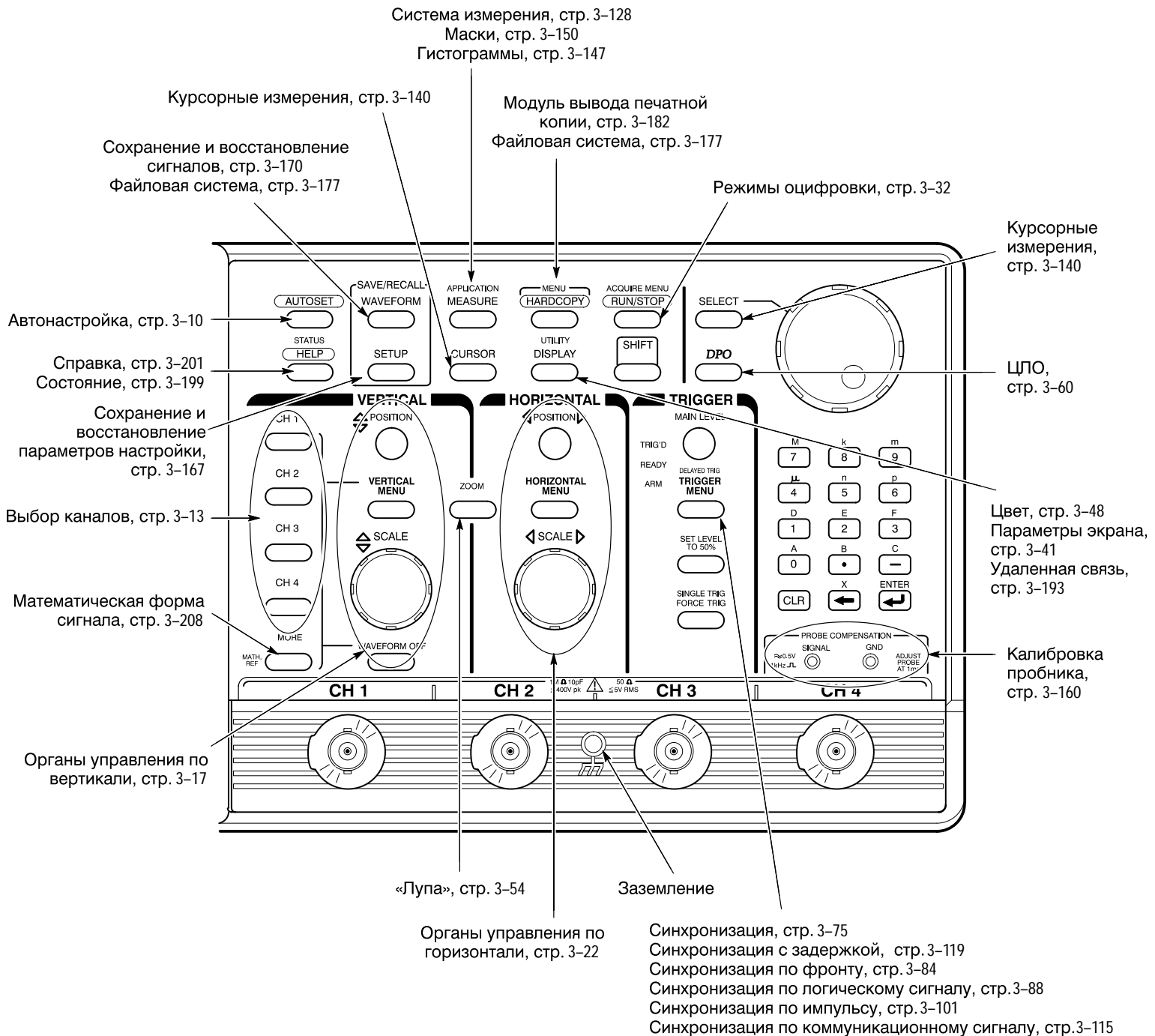
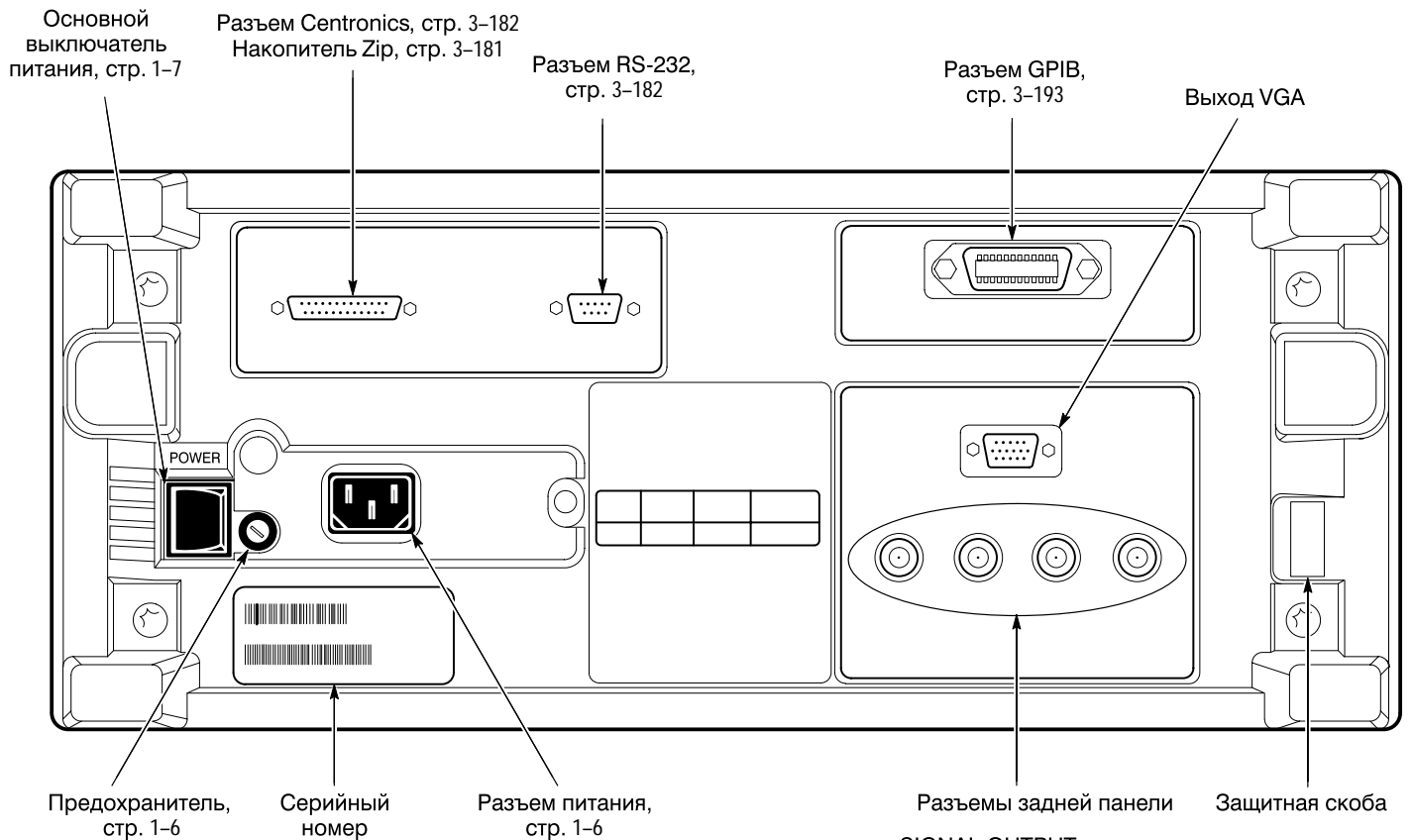


Схема задней панели



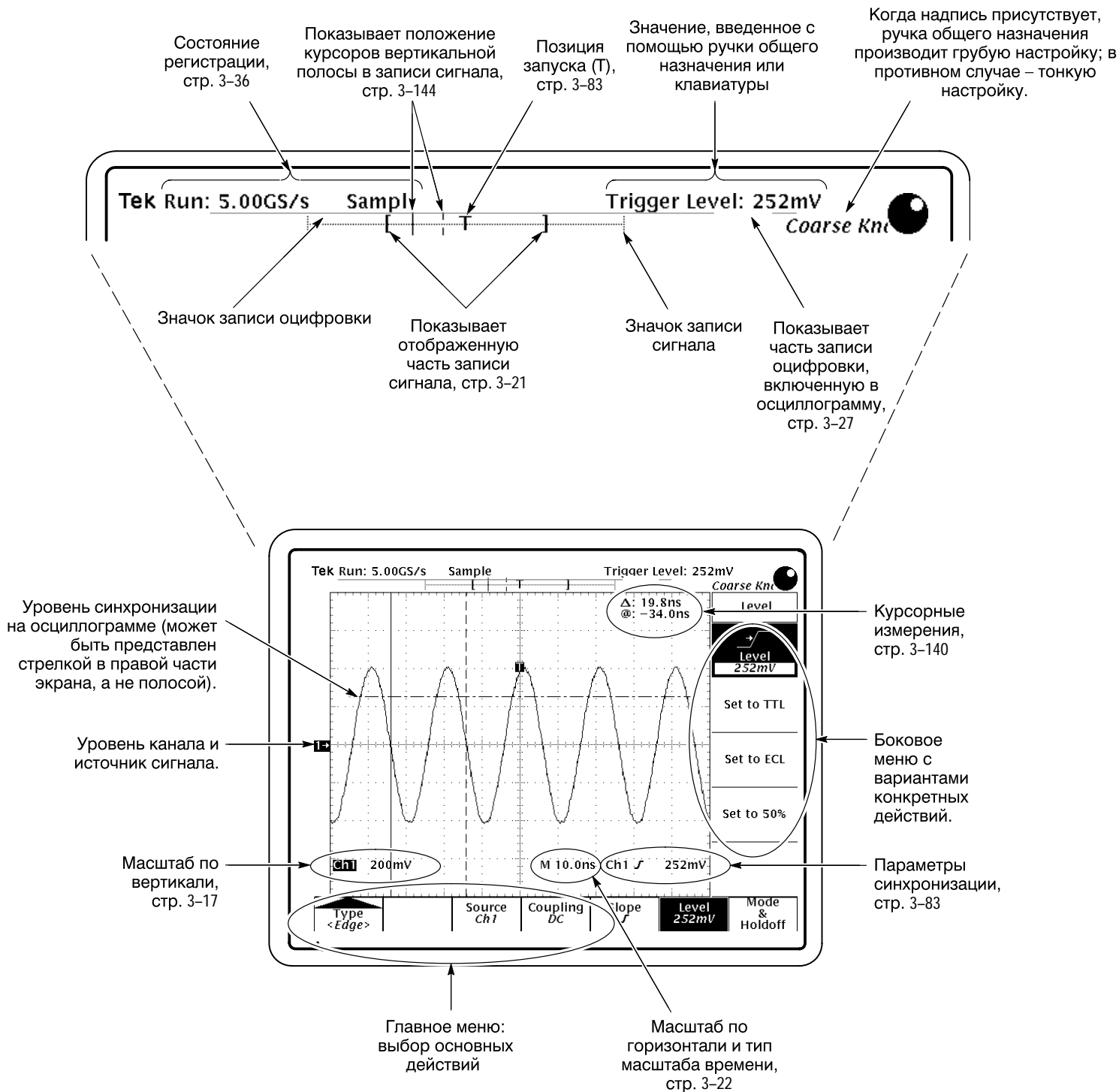
SIGNAL OUTPUT -
(Обеспечивает аналоговый выходной сигнал с CH3 - или AX1 - @ 10 мВ/дел)

AUX TRIGGER INPUT -
(Обеспечивает дополнительный входной сигнал синхронизации)

MAIN TRIGGER OUTPUT -
(Обеспечивает выход основной синхронизации (ТТЛ))

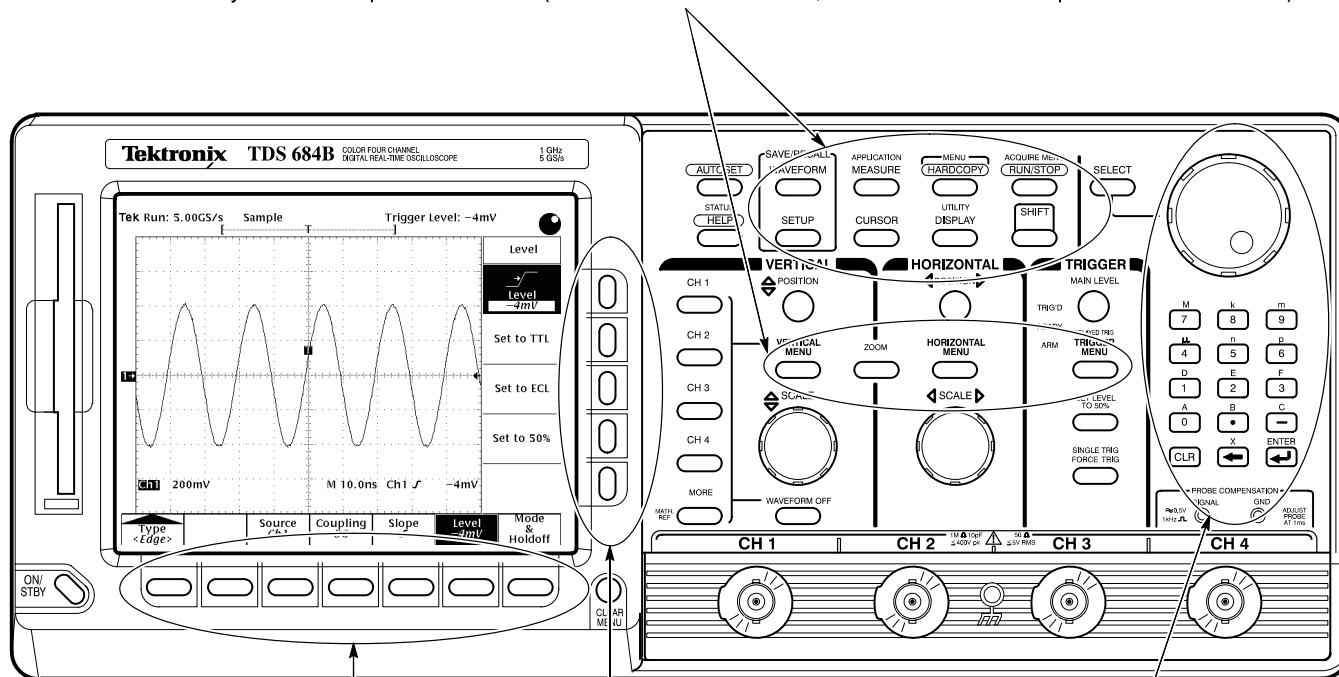
DELAYED TRIGGER OUTPUT -
(Обеспечивает выход синхронизации с задержкой (ТТЛ))

Схема экрана



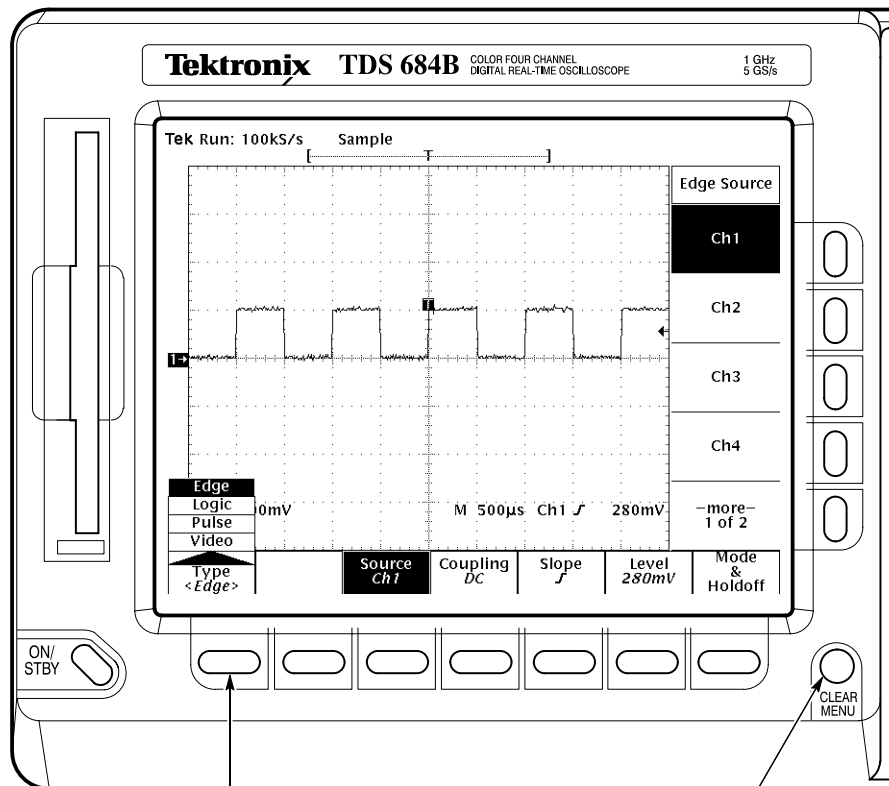
Работа с меню

- 1 Нажмите кнопку меню на передней панели. (Нажмите сначала **SHIFT**, если метка кнопки окрашена в синий цвет.)



- 2 Нажмите одну из этих кнопок для выбора из главного меню.
- 3 Нажмите одну из этих кнопок для выбора из бокового меню (если отображено).
- 4 Если пункт бокового меню имеет настраиваемое значение (показано в негативном изображении), настройте его с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Всплывающие меню



Нажмите для отображения всплывающих меню.

Нажимайте снова,
чтобы сделать выбор.

Или нажмите сначала SHIFT, чтобы сделать
выбор в противоположном направлении.

Выбор пункта всплывающего меню изменяет
заголовки других главных меню.

Нажмите эту кнопку,
чтобы удалить все
меню с экрана.

Учебное руководство

Этот раздел позволит вам быстро познакомиться с основными принципами проведения измерений с помощью осциллографа TDS. Приступая к изучению данного руководства, необходимо выполнить действия, которые описаны в разделе *Подготовка к работе* на данной странице.

Подготовка к работе

Выполнение следующих задач позволит подключить к осциллографу TDS источники входных сигналов, восстановить заводские установки прибора, научиться читать выводимые на экран данные. После этого осциллограф можно считать готовым к выполнению примеров, которые описаны в данном разделе.

Подключение входного сигнала

Отключите все пробники и источники входного сигнала от входных коаксиальных разъемов, расположенных в правой нижней части передней панели. С помощью соответствующего пробника (например P6245) соедините разъем **CH 1** осциллографа с разъемами **PROBE COMPENSATION** (компенсации пробника). (См. рис. 2-1.)

ПРИМЕЧАНИЕ. См. Приложение А. Опции и комплектующие – там перечислены пробники, которые можно заказать и применять с данным устройством.

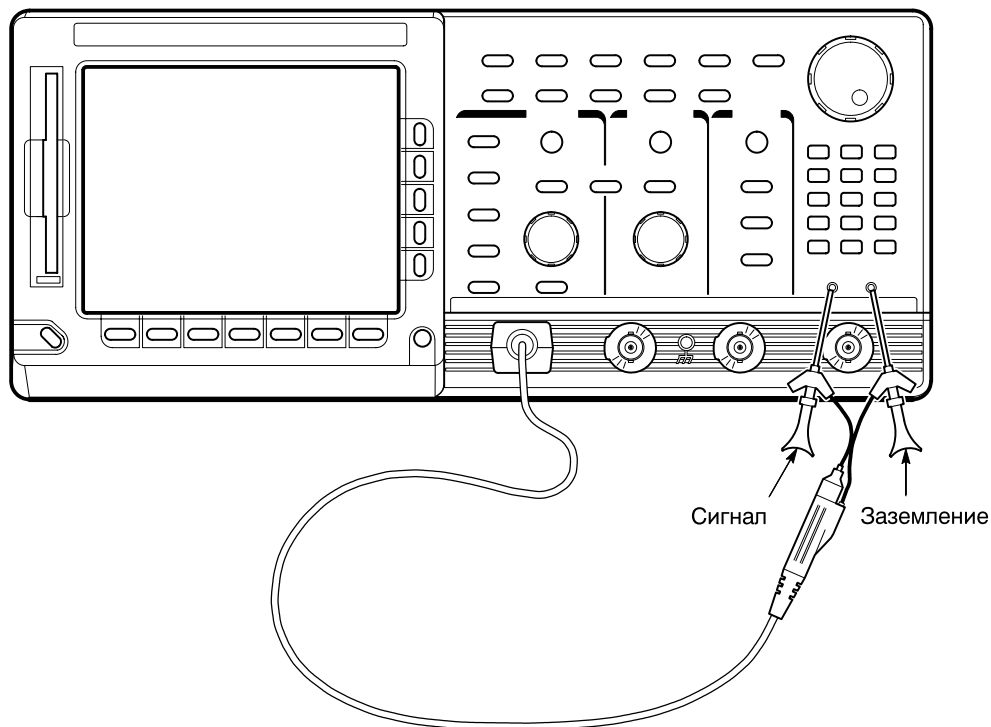


Рисунок 2-1: Подключение пробника для выполнения примеров (на рис. 2-1 пробник P6245)

Восстановление первоначальных настроек

Перед тем как приступить к примерам, выполните описанные ниже действия для восстановления стандартных заводских настроек осциллографа. (Заводские настройки можно восстанавливать каждый раз перед тем, как приступить к новой задаче. Это позволит работать с заранее известными стандартными настройками.)

1. Нажмите кнопку **SETUP** (Настройка), чтобы вывести на экран меню настройки. (См. рис. 2-2.)

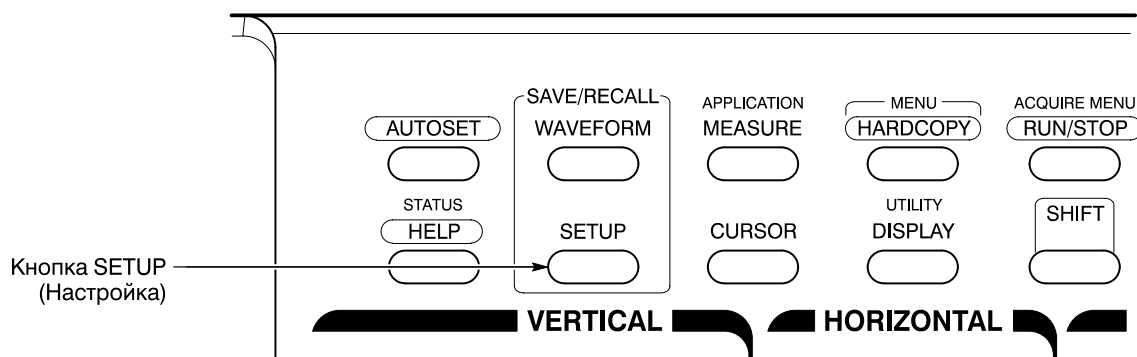


Рисунок 2-2: Расположение кнопки SETUP

В нижней части экрана осциллографа отображается *главное меню*. Вид главного меню настройки показан на рисунке 2-3.

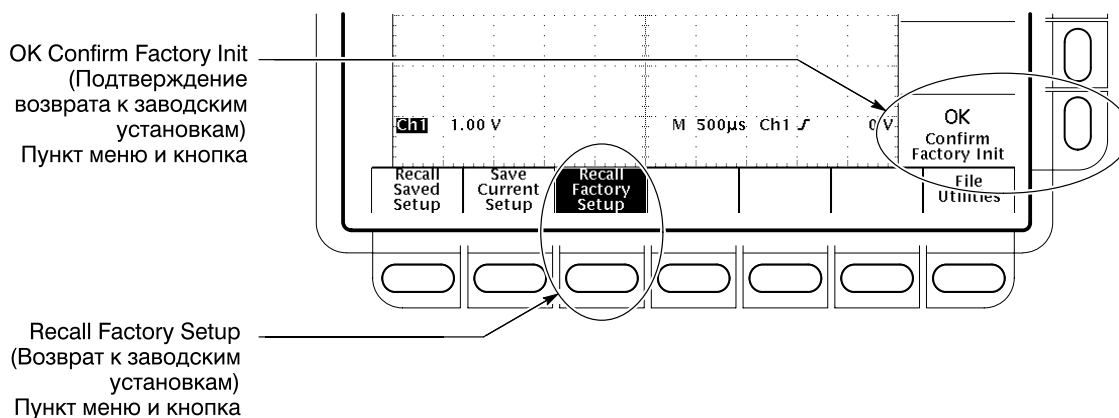


Рисунок 2-3: Меню настройки

2. Нажмите кнопку, которая расположена непосредственно под пунктом меню **Recall Factory Setup** (Возврат к заводским установкам).

В правой части экрана отображается *боковое меню*. Справа от него располагаются кнопки выбора команд этого меню.

Поскольку настройка осциллографа может занимать продолжительное время, во избежание непреднамеренного сброса параметров настройки выводится запрос на подтверждение соответствующих действий. (См. рис. 2-3.)

3. Нажмите кнопку справа от команды бокового меню **OK Confirm Factory Init** (Подтверждение возврата к заводским установкам).

ПРИМЕЧАНИЕ. Описанная в пунктах 1, 2 и 3 последовательность команд далее в настоящем руководстве будет обозначаться следующим образом: в меню SAVE/RECALL (Сохранение/восстановление) нажмите кнопку **SETUP → Recall Factory Setup (main) → OK Confirm Factory Init (side)**.



На экране при этом появляется изображение часов. Этот значок отображается на экране осциллографа, если продолжительность выполняемой операции превышает несколько секунд.

4. Нажмите кнопку **SET LEVEL TO 50%** (Установка уровня 50%, см. рис. 2–4), чтобы гарантировать запуск осциллографа при подаче входного сигнала.

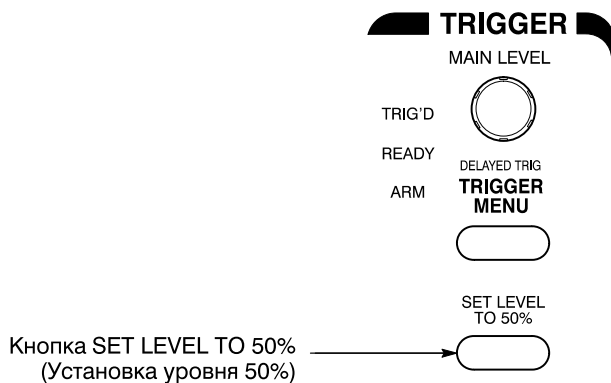


Рисунок 2–4: Органы управления синхронизацией

Знакомство с элементами экрана

До начала выполнения примеров необходимо познакомиться с экраном осциллографа.

На рис. 2–5 показан экран осциллографа после восстановления стандартных настроек. Обратите внимание на следующие элементы:

- *Значок уровня синхронизации* указывает на то, что переключение отображаемого сигнала будет происходить на уровне половинной амплитуды (после выполнения шага 4).
- *Индикатор положения точки запуска* определяет местонахождение точки запуска сигнала в центре масштабной сетки по горизонтали.
- *Опорный индикатор канала* указывает положение первого канала по вертикали при отсутствии входного сигнала. Этот индикатор определяет нулевой уровень сигнала в канале (уровень заземления) при выборе нулевого вертикального смещения в соответствующем меню. Если вертикальное смещение *не равно* нулю, данный индикатор указывает его уровень.

- *Экранные надписи синхронизации* показывают, что осциллограф синхронизируется по переднему фронту сигнала в первом канале (Ch1) на уровне 200–300 мВ.
- *Масштаб времени* показывает, что по основной горизонтальной шкале выбран масштаб 500 мкс/дел.
- *Данные канала* говорят о том, что сигнал первого канала (Ch1) отображается со связью по постоянной составляющей. (В случае связи по переменной составляющей после надписи масштаба сигнала выводится значок \sim .) После сброса на экране осциллографа всегда отображаются данные первого канала.

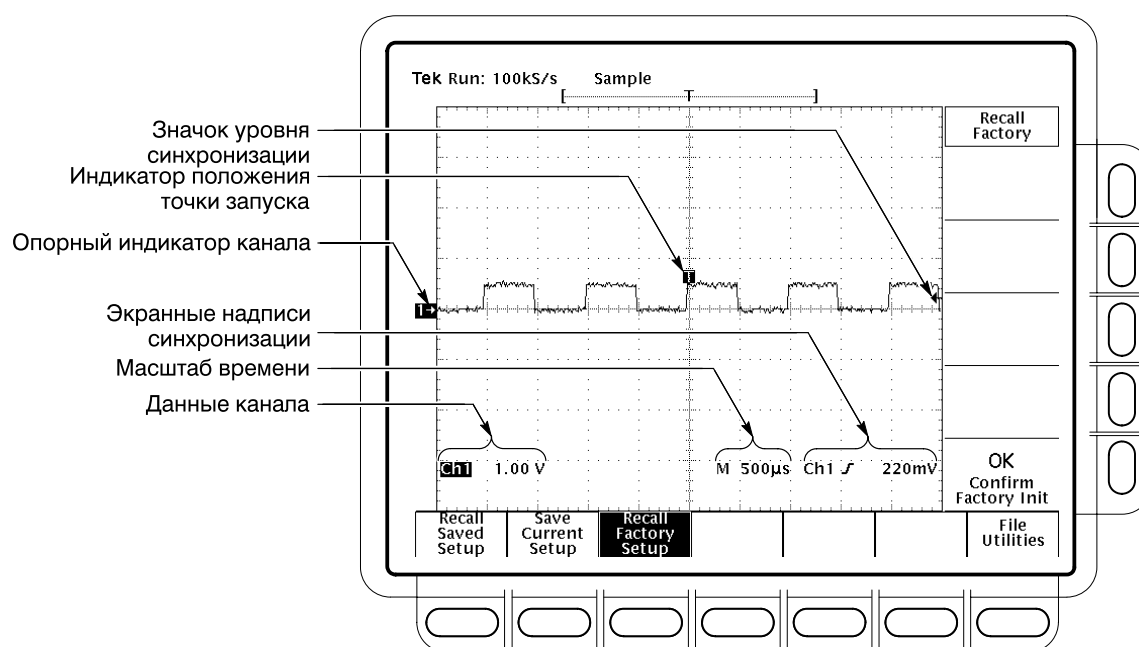


Рисунок 2-5: Вид экрана после возврата к заводским настройкам

Вместе с меню на экране в области масштабной сетки отображаются экранные надписи канала, масштаба времени и синхронизации. Для удаления с экрана всех меню и размещения перечисленных выше показаний ниже масштабной сетки нажмите кнопку CLEAR MENU (Очистка меню). Это можно сделать в любое время.

Пример 1. Отображение одного сигнала

Настройка отображения сигнала в осциллографе TDS может выполняться как вручную, с помощью органов управления на передней панели, так и автоматически. Освоить процедуры ручной и автоматической настройки отображения сигнала на экране осциллографа TDS поможет выполнение следующих задач.

Настройка отображения сигнала

На экране прибора отображается сигнал компенсации искажений пробника. Он имеет прямоугольную форму, частоту 1 кГц и амплитуду 0,5 В.

На рис. 2–6 показаны основные области передней панели. Это VERTICAL (По вертикали) и HORIZONTAL (По горизонтали). В каждой из них имеются ручки SCALE (Масштаб) и POSITION (Положение). Ниже описана настройка размера и положения осциллограммы на экране с помощью ручек на передней панели прибора.

1. Поверните по часовой стрелке ручку **SCALE**, расположенную в области настройки изображения по вертикали. Посмотрите, как изменится изображение сигнала на экране и данные канала в нижней части экрана.

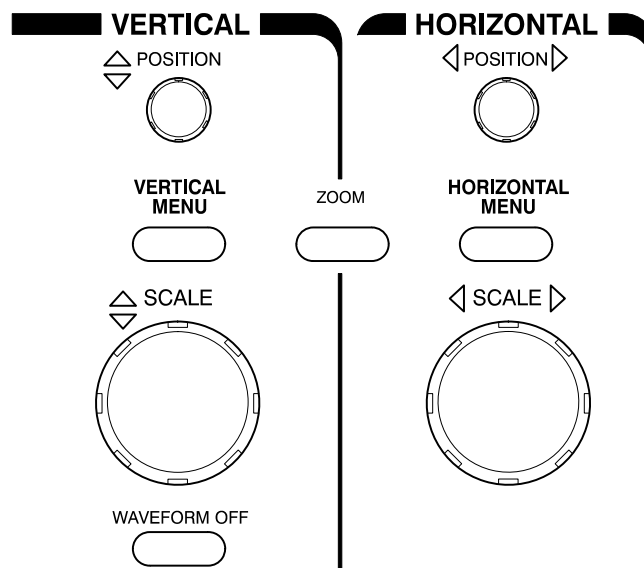


Рисунок 2–6: Органы управления VERTICAL и HORIZONTAL

2. Поверните ручку **POSITION**, расположенную в области настройки изображения по вертикали, сначала в одном направлении, а затем в другом. Посмотрите, как изменится изображение сигнала на экране. Переместите изображение сигнала обратно к центру масштабной сетки.
3. Поверните на одно деление по часовой стрелке ручку **SCALE**. Обратите внимание на изменение масштаба времени в нижней части экрана. Теперь эта величина должна составлять 200 мкс/дел. На экране прибора при этом отображаются два полных периода сигнала.

Автоматическая настройка осциллографа

Когда источник сигнала подключается к каналу первый раз, масштаб и параметры запуска отображаемого на экране сигнала могут быть установлены неправильно. Функция автоматической настройки помогает быстро получить приемлемое изображение.

После выполнения последнего из описанных выше шагов, изображение сигнала компенсации пробника на экране должно быть устойчивым. Чтобы нарушить изображение на экране, а затем восстановить его с помощью автоматической настройки, выполните следующие действия:

1. Чтобы сигнал на экране стал неустойчивым, медленно поверните ручку запуска **MAIN LEVEL** (Основной уровень — см. рис. 2-7) сначала в одном направлении, а затем в обратном. Посмотрите, что произойдет, если установить уровень запуска над верхней частью изображения сигнала. Оставьте уровень запуска в состоянии, когда синхронизация отсутствует.

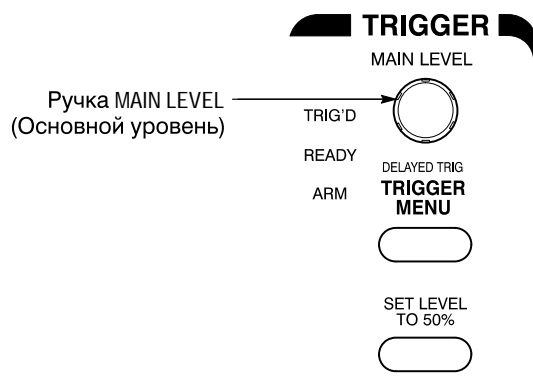


Рисунок 2-7: Органы управления синхронизацией

2. Нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка, см. рис. 2-8). Изображение на экране станет устойчивым.

ПРИМЕЧАНИЕ. Запуск осциллографа происходит при поступлении входного сигнала. Иногда на запуск могут повлиять высокочастотные составляющие, которые при текущих настройках на экране прибора не показываются. Наблюдать эти составляющие можно при больших значениях **HORIZONTAL SCALE** (Масштаб по горизонтали). Чтобы исключить влияние высокочастотных составляющих сигнала, используйте более короткие провода пробника (как для сигнала, так и для заземления) или ограничьте полосу пропускания.

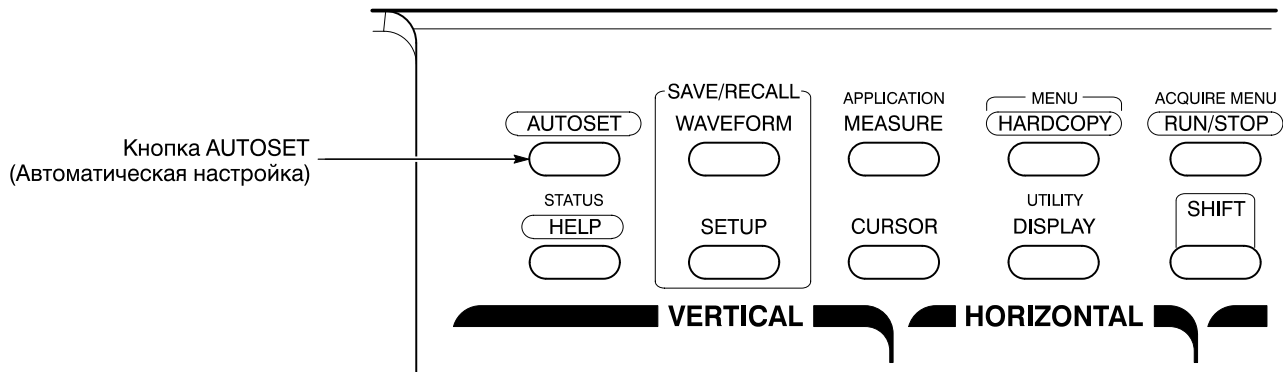


Рисунок 2-8: Расположение кнопки AUTOSET

На рис. 2-9 показан вид экрана после нажатия кнопки AUTOSET. Теперь при необходимости можно провести дополнительную настройку изображения сигнала вручную с помощью органов управления, описанных выше в данном примере.

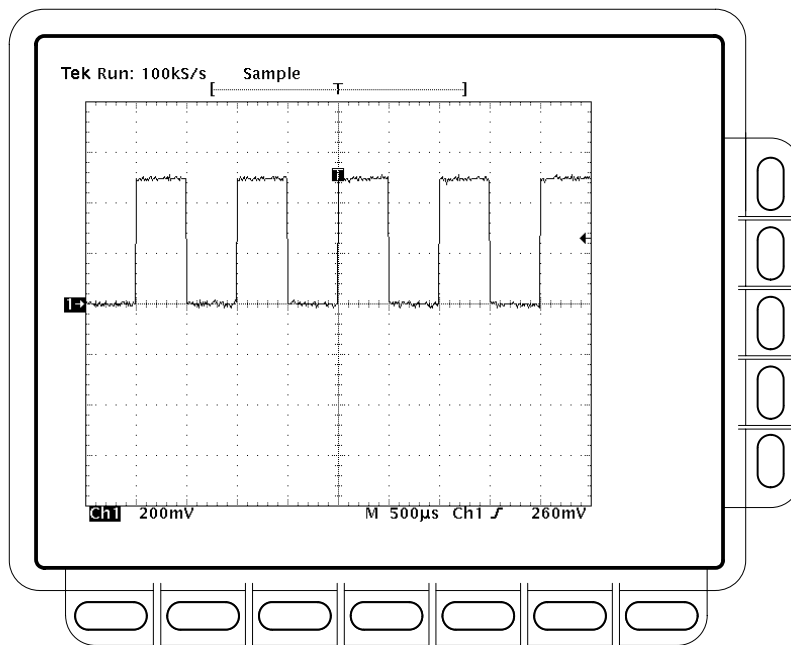


Рисунок 2-9: Вид экрана после нажатия кнопки AUTOSET

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае применения пассивного пробника, например P6139A, изображение сигнала может быть искажено в углах (они могут быть закругленными или вытянутыми). (См. рис. 2–10.) Эти искажения можно устранить путем компенсации пробника. См. раздел Компенсация пассивных пробников на стр. 3–6.



Рисунок 2–10: Вид сигнала — необходима компенсация пробника

Пример 2. Отображение нескольких сигналов

На экране осциллографа TDS может одновременно отображаться до четырех канальных сигналов, трех математических форм сигнала и четырех эталонных осциллограмм. Выполнение описанных ниже задач позволит выводить на экран и работать с несколькими сигналами одновременно.

Добавление сигнала

В области VERTICAL на передней панели прибора расположены кнопки выбора каналов. Эти кнопки обозначены как CH 1 (Канал 1), CH 2 (Канал 2), CH 3 (Канал 3), CH 4 (Канал 4) и MORE (Дополнительно). (См. рис. 2–11.) (В некоторых моделях обозначения CH 3 и CH 4 изменены на AUX1 и AUX2; см. *Стандартная модель* на стр. xiv и *Особенности различных моделей* на стр. 1–3.)

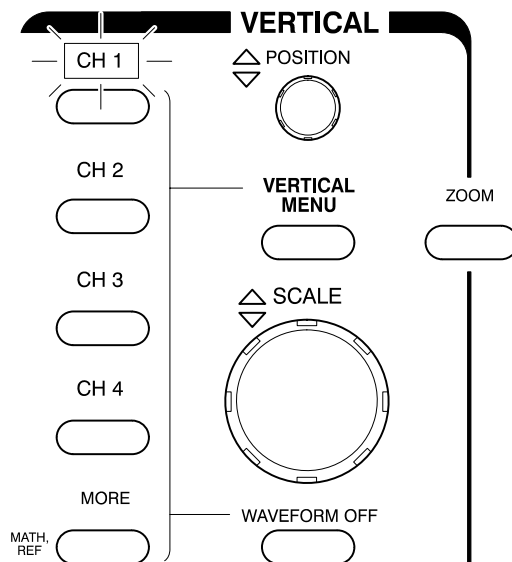


Рисунок 2-11: Кнопки и индикаторы выбора каналов

Надписи кнопок выбора каналов снабжены подсветкой. В тот момент, который показан на рисунке, светится индикатор первого канала CH 1. Этот сигнал показывает, что органы управления на панели настройки изображения по вертикали связаны с первым каналом. Чтобы добавить на экран изображение сигнала, выполните следующие действия.

1. Если предыдущий пример был пропущен, выполните инструкции на стр. 2-9 (раздел *Подготовка к работе*).
2. Нажмите кнопки **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side).
3. Нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка).
4. Нажмите кнопку выбора второго канала **CH 2**.

На экран будет выведено изображение второго сигнала, соответствующего второму каналу. Поскольку к входному разъему CH 2 ничего не подключено, сигнал будет отображаться в виде прямой линии. Обратите внимание на следующие особенности:

- Представленные на экране данные канала теперь отражают настройки для двух каналов (Ch1 и Ch2).

- У левого края координатной сетки при этом отображаются два индикатора каналов. В показанном примере они накладываются друг на друга.
 - Расположенный над кнопкой CH 2 индикатор включен, а индикатор CH 1 – выключен. Поскольку одновременное управление несколькими каналами невозможно, органы управления по вертикали в данный момент связаны со вторым каналом.
 - Экранная надпись синхронизации по-прежнему показывает, что синхронизация осуществляется по событиям запуска на первом канале. Простое добавление канала не меняет источник синхронизации. (Источник синхронизации может быть изменен в меню синхронизации, вызываемом с помощью кнопки TRIGGER MENU.)
5. Поверните по часовой стрелке ручку **POSITION**, расположенную в области настройки изображения по вертикали, для перемещения осциллограммы, соответствующей каналу 2, вверх по масштабной сетке. Можно заметить, что при этом опорный индикатор канала 2 перемещается вместе с осциллограммой.
6. Нажмите кнопки **VERTICAL MENU → Coupling** (Связь) (ьфшт).
- Кнопка VERTICAL MENU отображает меню для управления многими параметрами канала по вертикали. (См. рис.2–12.) Хотя может быть отображено несколько каналов, меню по вертикали настраивает только выбранный канал.
- Каждый пункт меню Vertical отображает свое боковое меню. В настоящий момент в главном меню выделен пункт Coupling (Связь), а это означает, что боковое меню показывает возможные типы связи. Заголовок меню в верхней его части показывает канал, к которому будут применены настройки, указанные в меню. Этот канал всегда соответствует подсвеченной кнопке выбора канала.
7. Нажмите кнопку **GND** (side), чтобы переключить выбор на связь по цепи заземления (**GND**). Это изменит входную связь для канала 2 с DC (постоянная составляющая) на GND (связь по цепи заземления). Экранная надпись для канала 2 (в нижней части масштабной сетки) показывает индикатор заземления.

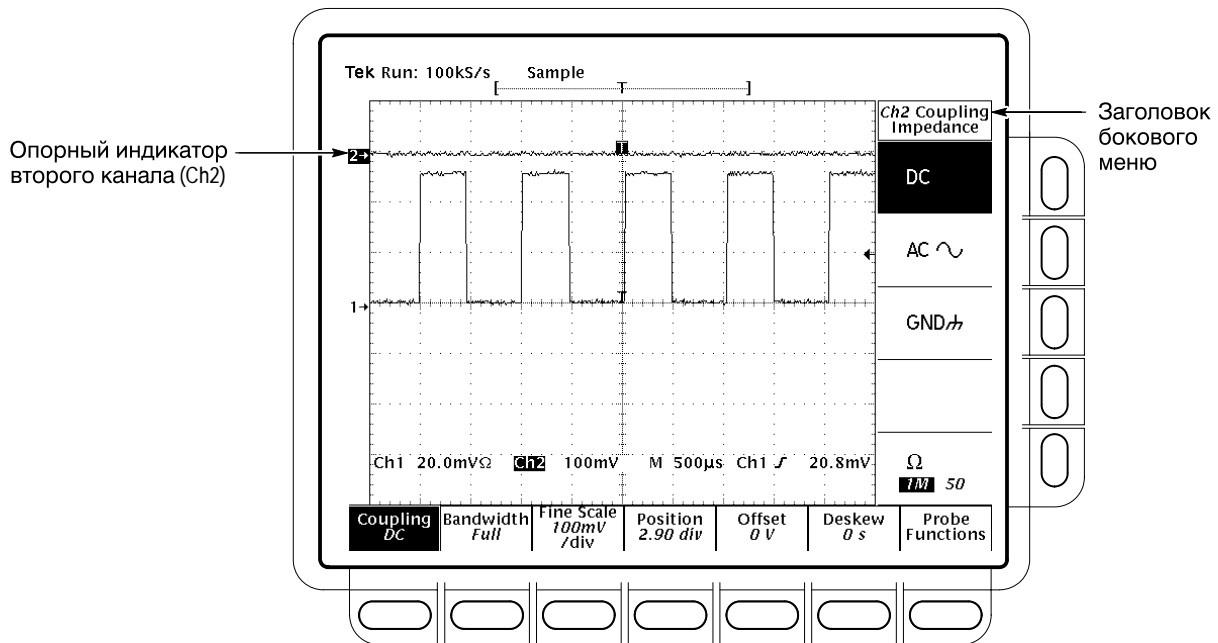


Рисунок 2-12: Главное меню Vertical и боковое меню Coupling

Назначение органов управления для другого канала

Нажатие кнопки выбора канала (CH) устанавливает органы управления по вертикали для этого канала. При этом выбранный канал добавляется на экран, если соответствующий сигнал не отображался. Чтобы изучить назначение органов управления другим каналам, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку выбора первого канала **CH 1**.

Обратите внимание, что теперь заголовок бокового меню показывает Ch1 (см. рис. 2-13) и зажглась лампочка над кнопкой CH 1. Выделенный пункт бокового меню изменился с GND (установка для канала 2) на DC (установка связи для канала 1).

2. Нажмите кнопки **CH 2 → DC** (side), чтобы переключить тип связи на DC. В результате входная связь для канала 2 вернется в первоначальное состояние.

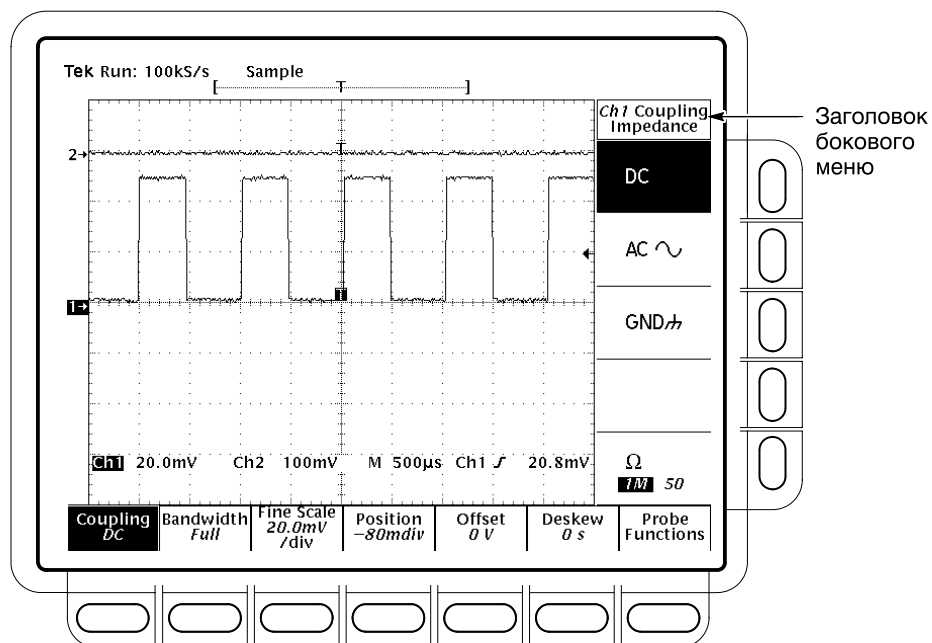


Рисунок 2-13: Меню после изменения каналов

Удаление сигнала с экрана

Нажатие кнопки WAVEFORM OFF (Отключение сигнала) удаляет осциллограмму для текущего выбранного канала. Если осциллограмма, которую необходимо удалить, еще не выбрана, выберите соответствующий канал с помощью кнопки выбора канала (CH).

1. Нажмите кнопку **WAVEFORM OFF** (под ручкой **SCALE** по вертикали).

Поскольку при нажатии кнопки WAVEFORM OFF был включен индикатор CH 2, то удаляется сигнал канала 2.

Индикатор канала теперь показывает канал 1, который стал выбранным каналом. При удалении последнего сигнала все индикаторы каналов гаснут.

2. Еще раз нажмите кнопку **WAVEFORM OFF**, чтобы удалить осциллограмму канала 1.

Пример 3. Автоматические измерения

Осциллограф TDS может автоматически измерять множество параметров сигнала и выводить результаты на экран. Выполните следующие упражнения, чтобы освоить настройку осциллографа для автоматического измерения сигнала. (Информация о дополнительных возможностях измерения приведена в разделах *Вывод статистики измерений* на стр. 3–139, *Отображение гистограмм* на стр. 3–147 и *Тестирование с помощью масок* на стр. 3–150.)

Автоматический вывод результатов измерений

Чтобы использовать автоматическую систему измерений, изображение сигнала на экране должно быть устойчивым. Кроме того, осциллограмма должна иметь все сегменты, необходимые для требуемого измерения. Например, для измерения длительности нарастания требуется по крайней мере один передний фронт, а для измерения частоты – хотя бы один полный период сигнала. Для проведения автоматических измерений выполните следующие действия:

1. Если предыдущий пример был пропущен, выполните инструкции на стр. 2–9 (раздел *Подготовка к работе*).
2. Нажмите кнопки **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm** **Factory Init** (side).
3. Нажмите кнопку **AUTOSET**.
4. Нажмите кнопку **MEASURE**, чтобы вывести главное меню Measure. (См. рис. 2–14.)
5. Если измерение не выбрано, нажмите кнопку **Select Measrmnt** (main). Экранная надпись для пункта меню показывает канал, в котором будут производиться измерения. Все автоматические измерения производятся в выбранном канале.

В боковом меню Select Measurement перечислены некоторые из типов измерений, которые могут быть выполнены для осциллограмм. Доступно множество различных измерений; одновременно может быть выполнено и отображено до четырех измерений. По нажатию кнопки рядом с пунктом меню **–more–** отображаются другие варианты измерений.



6. Нажмите кнопку **Frequency** (side). Если пункт меню **Frequency** не виден, нажимайте кнопку **–more–** (side), пока не появится пункт **Frequency**. Затем нажмите кнопку **Frequency** (side).

Обратите внимание, что измерение частоты появляется справа в области масштабной сетки. Экранная надпись измерения включает обозначение **Ch1**, означающее измерение сигнала в канале 1. (Чтобы выполнить измерение в другом канале, выберите этот канал, а затем выберите измерение.)

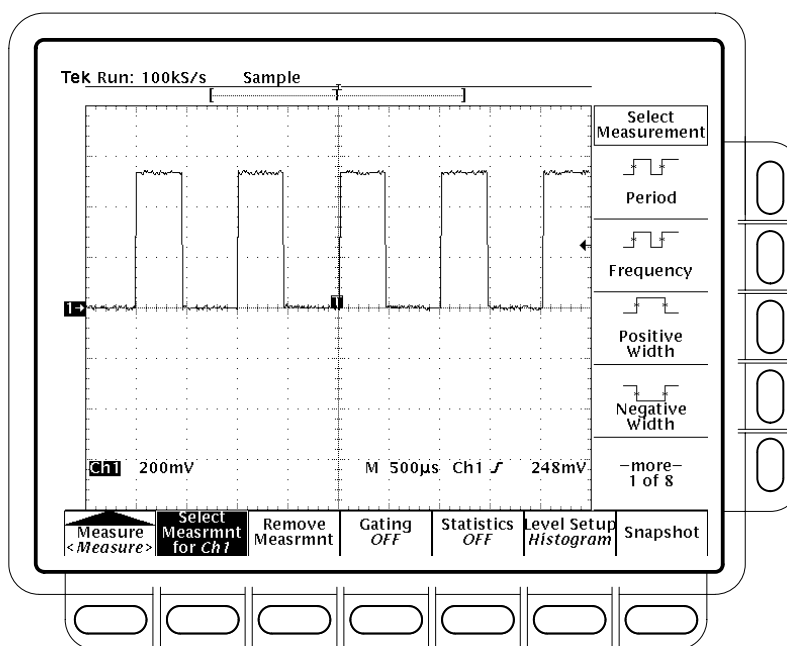
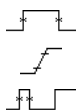


Рисунок 2-14: Главное меню Measure и боковое меню Select Measurement



7. Нажмите кнопки **Positive Width** (side) → **-more-** (side) → **Rise Time** (side) → **Positive Duty Cycle** (side).

Отображаются все четыре измерения. Теперь они закрывают часть области масштабной сетки, включая отображенные осциллограммы.

8. Чтобы переместить экранные надписи измерений за пределы области масштабной сетки, нажмите кнопку **CLEAR MENU**. (См. рис. 2-15.)

Удаление результатов измерений с экрана

Чтобы удалить ставшие ненужными результаты измерений с экрана, используйте меню Measure (Измерение). Чтобы удалить отдельные результаты измерений (их можно также удалить как группу), выполните следующие действия:

1. Для моделей TDS 600B: нажмите кнопки **MEASURE** → **Remove Measrmt (main)** → **Measurement 1**, **Measurement 2** и **Measurement 4 (side)**, чтобы удалить эти измерения. Оставьте на экране результаты измерения длительности нарастания.
2. Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure (pop-up)** → **Remove Measrmt (main)** → **Measurement 1**, **Measurement 2** и **Measurement 4 (side)**, чтобы удалить эти измерения. Оставьте на экране результаты измерения длительности нарастания.

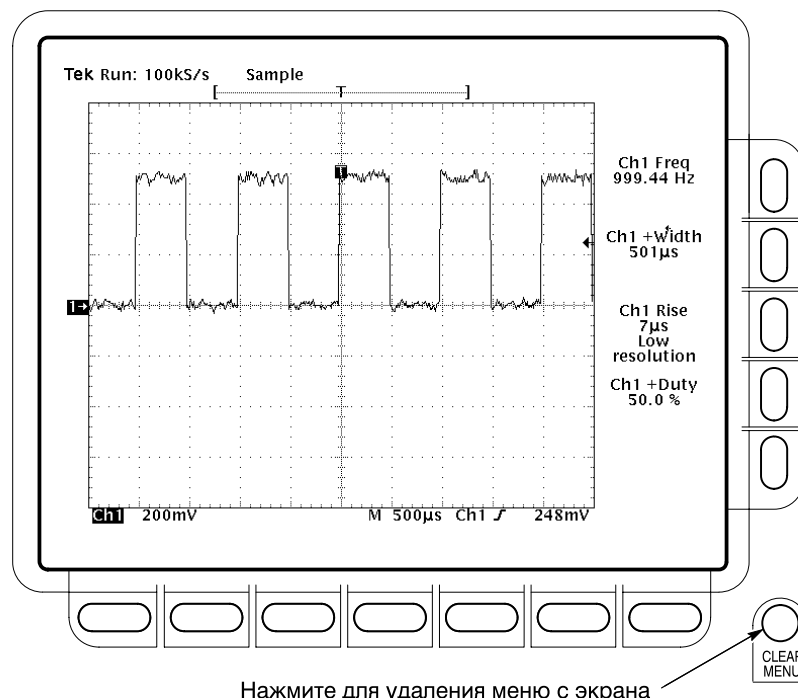


Рисунок 2-15: Экранные надписи четырех одновременных измерений

Изменение опорного уровня измеряемого сигнала

По умолчанию для измерения длительности нарастания система измерения использует уровни 10% и 90% сигнала. Эти значения могут быть изменены на другие значения в процентах или заменены уровнями абсолютного напряжения.



Чтобы проверить текущие значения, нажмите кнопки **Level Setup** (main) → **High Ref** (side).

Ручка общего назначения. Большая ручка общего назначения теперь настраивает верхний уровень опорного сигнала (рис.2–16).

Следует обратить внимание на следующие важные элементы, присутствующие на экране:



- Значок ручки появляется в верхней части экрана. Значок ручки показывает, что она настроена на изменение параметра.
- Надпись в правом верхнем углу экрана показывает значение высокого опорного уровня High Ref: 90%.
- Пункт бокового меню High Ref выделен, а надпись «90%» в пункте меню High Ref заключена в рамку. Рамка показывает, что ручка общего назначения настроена на изменение этого параметра.

Поверните ручку общего назначения влево и вправо, а затем используйте ее для установки высокого уровня 80%. Тем самым устанавливается высокий опорный уровень измерения, равный 80%.

Совет. Чтобы добиться быстрого изменения значений при использовании ручки общего назначения, нажмите кнопку **SHIFT** перед вращением ручки. Когда включен индикатор над кнопкой **SHIFT** и в верхнем правом углу экрана имеется надпись **Coarse Knobs**, вращение ручки общего назначения приводит к существенно более быстрому изменению значений.

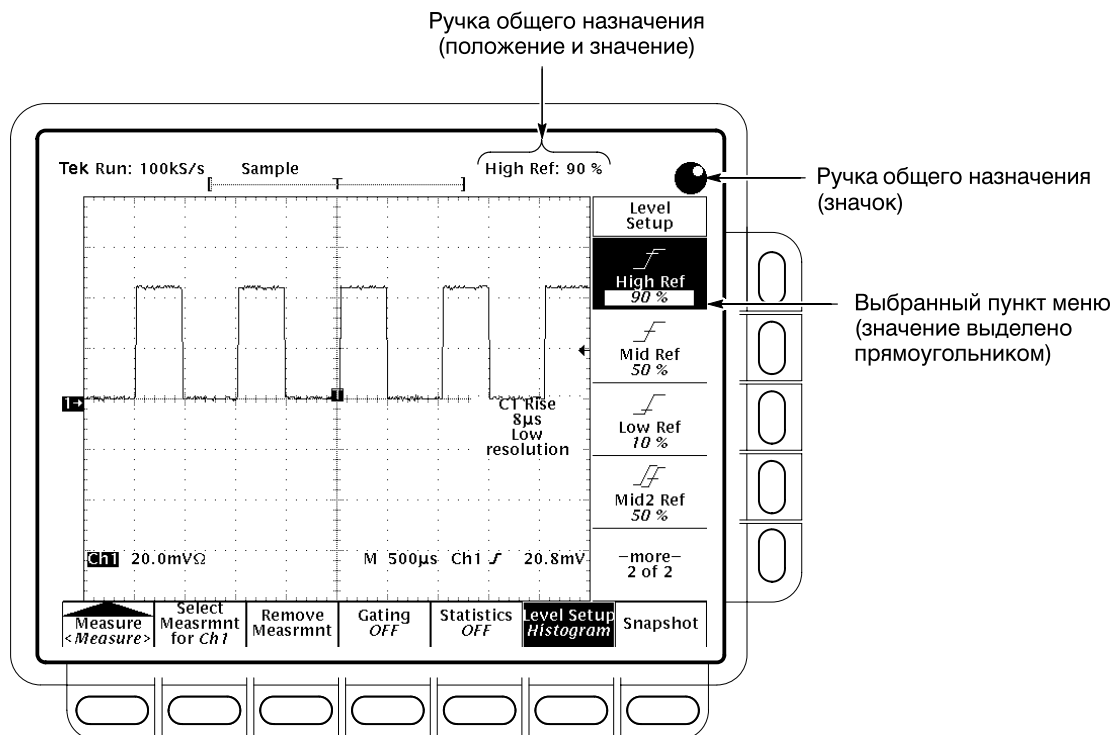


Рисунок 2-16: Индикаторы ручки общего назначения

Цифровая клавиатура. Если ручка общего назначения настроена на изменение числового параметра, то допускается ввод значений с помощью цифровой клавиатуры, а не ручки. Всегда завершайте ввод числа нажатием кнопки ENTER (↵).

Цифровая клавиатура также обеспечивает множители для технических параметров, например m (милли), M (Мега) и µ (микро). Чтобы ввести значения множителя, нажмите кнопку SHIFT, а затем – кнопку множителя.



1. Нажмите кнопку **Low Ref** (side).
2. На дополнительной цифровой клавиатуре нажмите кнопки **2, 0** и **ENTER** (**↵**), которые установят низкое опорное напряжение на уровень 20%. Обратите внимание, что значение времени нарастания изменилось.
3. Нажмите кнопки **Remove Measrmnt** (ьфшт) → **All Measurements** (Все измерения) (ьшву). После этого экран возвращается в исходное состояние.

Снимок результатов автоматических измерений

Как уже было показано, на экране можно показать до четырех отдельных автоматических измерений. Кроме того, поверх изображения на экране могут отображаться почти все автоматические измерения, доступные в боковых меню **Select Measrmnts** (Выбор измерений). Этот снимок измерений делается для сигнала, выбранного в настоящий момент с помощью кнопок выбора каналов.

Как и при отображении результатов отдельных измерений, изображение сигнала должно быть устойчивым, а сам сигнал должен иметь все сегменты, необходимые для требуемых измерений.

1. Нажмите кнопку **Snapshot** (main) для вывода поверх изображения на экране снимка всех доступных измерений одиночного сигнала. (См. рис. 2–17.)

Экран снимка включает метку **Ch1**, означающую, что отображенные измерения произведены для сигнала в канале 1. Чтобы получить снимок сигнала в другом канале, сначала необходимо выбрать этот канал с помощью кнопок выбора канала.

Постоянного обновления данных снимка не происходит. Снимок выполняет однократный захват всех измерений, которые не обновляются до следующего снимка.

2. Нажмите кнопку **Again** (side) для выполнения нового снимка и обновления измерений.
3. Для удаления снимка с экрана нажмите кнопку **Remove Measrmnt** (ьфшт). (Можно также нажать кнопку **CLEAR MENU**, но новый снимок будет выведен при следующем отображении меню **Measure**.)

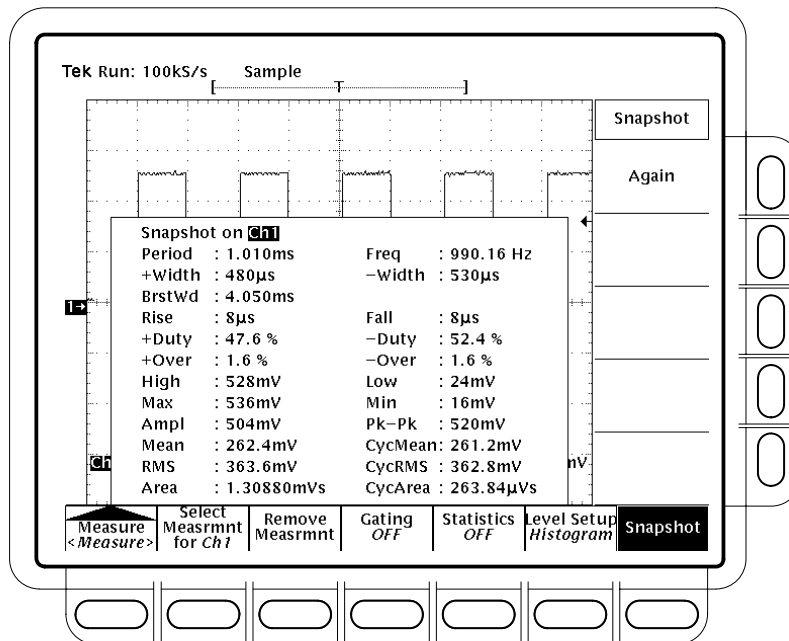


Рисунок 2-17: Снимок канала 1

Пример 4. Сохранение настроек

Осциллограф может сохранять настройки элементов управления и восстанавливать их впоследствии для быстрой перенастройки. Имеющиеся десять участков памяти позволяют хранить не более десяти настроек. Кроме того, файловая система обеспечивает хранение настроек на гибком диске, дополнительном жестком диске или внешнем накопителе Zip. Для изучения сохранения и восстановления настроек выполните описанные ниже процедуры.

ПРИМЕЧАНИЕ. Кроме возможности сохранения нескольких полных настроек, при выключении питания осциллограф запоминает все параметры настроек. Это позволяет продолжить работу после включения питания без необходимости восстанавливать настройки, действовавшие в момент выключения питания осциллографа.

Сохранение настроек

Сначала необходимо создать настройки прибора, которые будут сохраняться. Выполните перечисленные ниже действия для создания и сохранения достаточно сложных настроек, которые нежелательно повторять каждый раз при проведении соответствующих измерений:



1. Если предыдущий пример был пропущен, выполните инструкции на стр. 2–9 (раздел *Подготовка к работе*).
2. Нажмите кнопки **SETUP** → **Recall Factory Setup** (main) → **OK Confirm Factory Init** (side).
3. Нажмите кнопку **AUTOSET**.
4. Нажмите кнопки **MEASURE** → **Select Measrmnt** (main) → **Frequency** (side). (Нажмите кнопку бокового меню **more**–, если пункт **Frequency** не появляется в боковом меню.)
5. Нажмите кнопки **CH 2** → **CLEAR MENU**.
6. Нажмите кнопки **SAVE/RECALL SETUP** → **Save Current Setup** (main), чтобы вывести на экран главное меню настроек. (См. рис.2–18.)



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Места в памяти настроек помечены в боковом меню user (пользователь), если они содержат сохраненные настройки, или factory (заводская) в противном случае. Чтобы избежать перезаписи (и безвозвратной потери) сохраненных настроек, выбирайте место в памяти настроек, помеченное factory. (Место в памяти настроек, помеченное factory, содержит заводские настройки, сохраненные в качестве стандартных, и может быть использовано для хранения текущих настроек без нарушения сохраненных ранее настроек.)

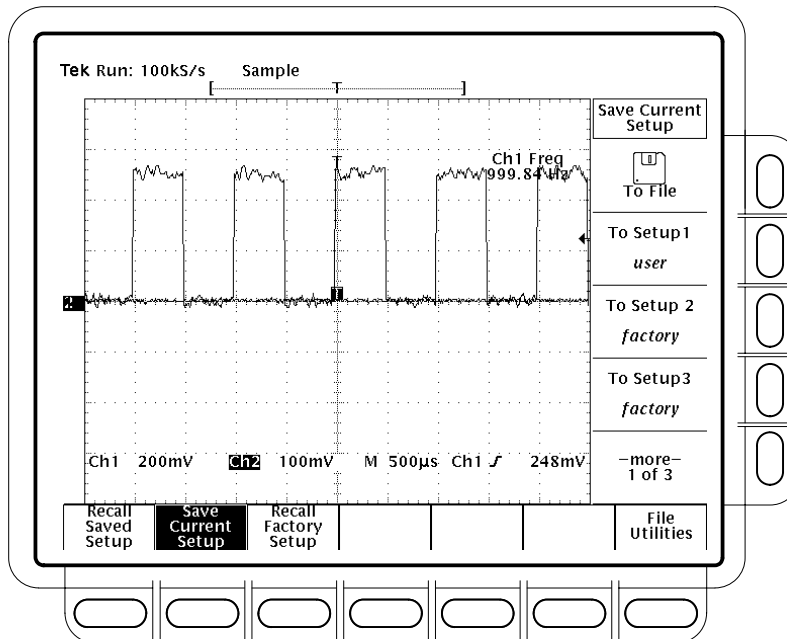


Рисунок 2-18: Меню Save/Recall Setup

7. Нажмите одну из кнопок бокового меню **To Setup**, чтобы сохранить текущие настройки прибора в этом месте памяти настроек. Запомните выбранное место хранения настроек, чтобы использовать его впоследствии.

Количество мест в памяти настроек превышает число отображаемых одновременно пунктов бокового меню. Боковое меню «-more-» предоставляет доступ ко всем местам в памяти настроек.

Сохранение определенной настройки дает возможность затем произвольным образом изменять соответствующие параметры, так как к данной настройке можно вернуться в любой момент.



8. Для моделей TDS 600B: нажмите кнопки **MEASURE → Positive Width** (side), чтобы добавить это измерение на экран.



9. Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **MEASURE → Measure** (pop-up) → **Positive Width** (side), чтобы добавить это измерение на экран.

**Возврат к
сохраненным
настройкам**

Чтобы восстановить настройки, нажмите кнопки **SAVE/RECALL SETUP → Recall Saved Setup (main) → Recall Setup (side)** для возврата в место в памяти настроек, использованного в предыдущем упражнении. Измерение длительности положительного импульса теперь удалено с экрана, поскольку оно было выбрано после сохранения настроек.

Выполненный шаг завершает примеры. Можно восстановить стандартные настройки, нажав кнопки **SETUP → Recall Factory Setup (main) → OK Confirm Factory Init** (ышву).

Обзор

В данном разделе подробно описывается выполнение задач, необходимых для проведения измерений, проверки, обработки, сохранения и документирования сигналов. Он начинается с трех подразделов, посвященных основным задачам: регистрации, устойчивому отображению и выполнению измерений сигналов:

- *Регистрация и отображение сигналов*
- *Синхронизация по сигналам*
- *Измерение сигналов*

После того как сигналы зарегистрированы и измерены, может возникнуть необходимость сохранить и восстановить их или настройки элементов управления, использованные для регистрации и измерения. Или может возникнуть необходимость сохранить копию экрана, дополненную информацией о сигнале и настройках, чтобы включить ее в документацию, создаваемую в настольной издательской системе. Можно даже произвести цифровую обработку сигналов (сложение, умножение, деление, интегрирование и дифференцирование сигналов или выполнение быстрого преобразования Фурье). Следующие два раздела посвящены этим вопросам:

- *Сохранение форм сигналов и настроек*
- *Дополнительные функции осциллографа*

При выполнении любой задачи может возникнуть необходимость отображения на экране полного списка текущих настроек элементов управления. Или может оказаться удобным просматривать на экране информацию об элементах управления передней панели и меню, а не искать ее в руководстве. Следующий раздел описывает выполнение обеих задач:

- *Определение состояния и получение справки*

В перечисленных выше разделах приведены последовательные действия для выполнения задачи, определенной в разделе. Перед ознакомлением с задачами, следует изучить раздел *Обозначения* на стр. xiv *Предисловия*.

Каждый из перечисленных разделов включает самые основные задачи и темы. Список этих задач приведен ниже.

Регистрация и отображение сигналов	Подача сигналов на осциллограф-----	3-5
	Автоматическая настройка: функции автонастройки и сброса настроек -----	3-10
	Выбор каналов -----	3-13
	Масштабирование и изменение положения осциллограмм-----	3-16
	Выбор режима оцифровки -----	3-28
	Настройка параметров экрана-----	3-41
	Настройка цвета изображения -----	3-48
	Увеличение осциллограмм -----	3-54
	Использование оцифровки в режиме ЦЛЮ -----	3-60
	Использование FastFrame [™] -----	3-68
Синхронизация по сигналам	Основные понятия синхронизации-----	3-75
	Синхронизация с передней панели-----	3-80
	Синхронизация по фронту сигнала-----	3-84
	Синхронизация по логическому сигналу-----	3-88
	Синхронизация по импульсам-----	3-101
	Синхронизация по коммуникационному сигналу-----	3-115
	Синхронизация с задержкой-----	3-119
Измерение сигналов	Автоматические измерения-----	3-128
	Курсорные измерения -----	3-140
	Измерения с помощью масштабной сетки-----	3-146
	Отображение гистограмм (только модели TDS 500D и TDS 700D) -----	3-147
	Тестирование с помощью масок (только для опции 2C)-----	3-150
	Повышение точности измерений: компенсация в сигнальном тракте и калибровка пробника -----	3-158
Сохранение форм сигналов и настроек	Сохранение и восстановление параметров настройки -----	3-167
	Сохранение и восстановление осциллограмм и накопленных данных ---	3-170
	Управление файловой системой-----	3-177
	Вывод печатных копий -----	3-182
	Подключение к внешним приборам -----	3-193
Определение состояния и получение справки	Отображение состояния -----	3-199
	Отображение титульного листа -----	3-201
	Вывод справки-----	3-201

Дополнительные функции осциллографа	Предельный тест -----	3-203
	Математическая форма сигнала-----	3-208
	Быстрое преобразование Фурье -----	3-211
	Дифференцирование сигнала -----	3-230
	Интегрирование сигнала -----	3-235

Регистрация и отображение сигналов

Чтобы использовать осциллограф TDS для измерения и отображения сигналов, необходимо ознакомиться с процедурой правильной регистрации, выбора и отображения этих сигналов. Для этого в данном разделе описывается выполнение следующих задач:

- Подача сигналов на входы каналов осциллографа
- Выбор каналов для включения и отключения отображения на экране поданных на них сигналов
- Установка размера и позиции изображения выбранного сигнала на экране
- Использование меню для установки параметров отображения по вертикали (связи, смещения и ширины полосы) и по горизонтали (масштаба времени, длины записи и т. п.)

Также в данном разделе описываются процедуры выбора правильного режима регистрации сигнала, настройки параметров экрана (включая выбор цвета элементов изображения на экране) и использования средств *Zoom* (Лупа), *FastFrame* и DPO (ЦЛО).

Подача сигналов на осциллограф

Корпорация Tektronix производит ряд пробников и кабелей для подачи различных сигналов на вход осциллографа. В данном подразделе рассматриваются два важных вопроса, связанных с подачей сигналов: *компенсация пробника* и *выбор входного импеданса*.

Если имеющаяся модель осциллографа укомплектована пробником, его можно использовать для подачи обычных сигналов на осциллограф. Список других пробников см. в разделе *Пробники* на стр. А–6.

Модели TDS 580D, TDS 680B, TDS 684B, TDS 784D и TDS 794D поставляются без пробников. Для них корпорация Tektronix рекомендует отдельно заказать пробники P6245, P6217 или P6158. Эти пробники позволяют использовать такое преимущество данных моделей, как более широкая полоса пропускания.

Остальные модели осциллографов – TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D – поставляются с пробниками общего назначения P6139A или P6243, в зависимости от модели. Модели и количество пробников общего назначения, поставляемых в комплекте с этими осциллографами, приведены в разделе *Стандартные комплектующие* на стр. А-4.

Кроме того, Tektronix предлагает ряд оптических и дифференциальных пробников и переходников, а также коаксиальные кабели и разъемы для подачи сигналов от различных источников на входы каналов. Сведения о конкретных изделиях содержатся в разделе *Опции и комплектующие* на стр. А-1, их можно также получить у торгового представителя компании Tektronix.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Буферизированный пассивный пробник P6339A в компенсации не нуждается.*

Компенсация пассивных пробников

При использовании *пассивного* пробника с любым изделием его следует скомпенсировать. Компенсация обеспечивает максимальный уровень передачи неискаженного сигнала на осциллограф и предотвращает неравномерность АЧХ в высокочастотной области (см. рис.3-1). Для компенсации пробника выполните следующие действия:

1. Подключите пробник к разъему сигнала компенсации пробника на передней панели. Общий провод пробника подключите к выводу заземления на передней панели.
2. Нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка).
3. Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** (По вертикали) → **Bandwidth** (Ширина полосы) (ьфшт) → **20 MHz** (side).

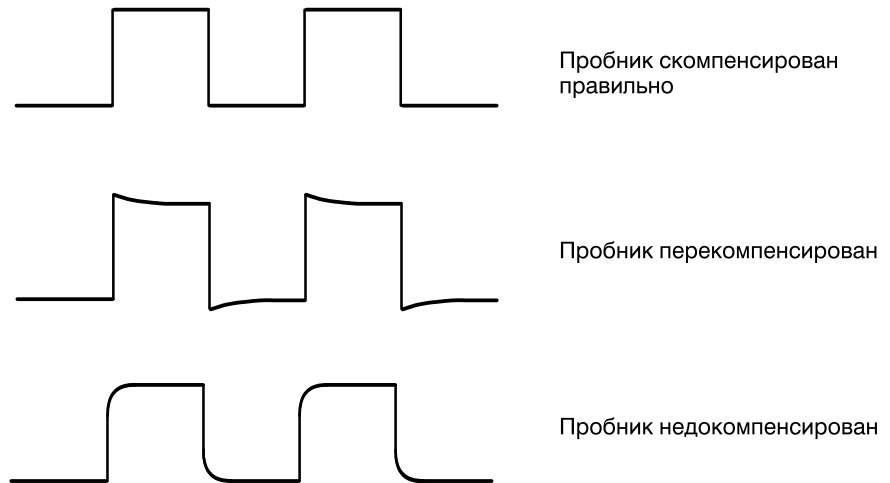


Рисунок 3-1: Влияние уровня компенсации пробника на форму сигнала

4. Если требуется изменить значение входного импеданса, нажмите кнопку **Coupling** (Связь) (ьфшт). Затем выберите нужный импеданс, переключая значение пункта Ω бокового меню.
5. Только для моделей TDS 500D и 700D: Нажмите кнопки **SHIFT** (Сдвиг) меню **ACQUIRE MENU** → **Mode** (Режим) (ьфшт) → **Hi Res** (Высокое разрешение) (ьшву).
6. Только для моделей TDS 600B: Нажмите кнопки **SHIFT** меню **ACQUIRE MENU** → **Mode** (main) → **Average** (Усреднение) (ьшву). С помощью дополнительной клавиатуры установите значение усреднения, равное 5.
7. Подстройте пробник так, чтобы на экране отображался неискаженный прямоугольный сигнал с ровным верхним уровнем. На рисунке 3-2 показано расположение подстроечного элемента.

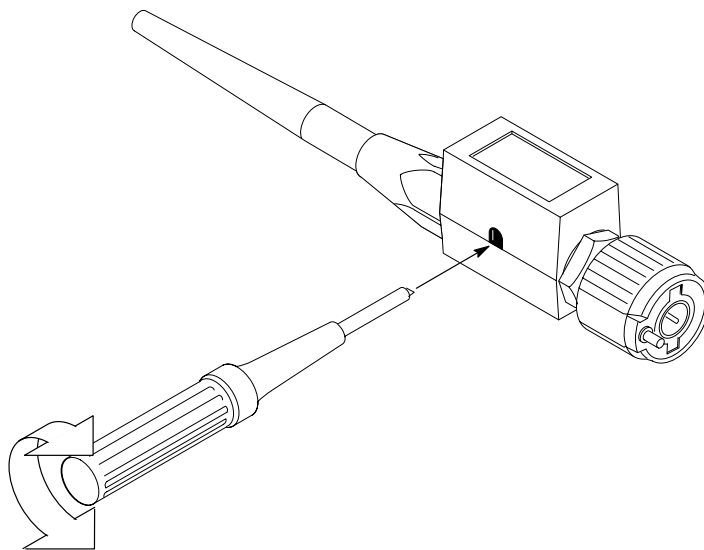


Рисунок 3-2: Подстройка пробника P6139A

ПРИМЕЧАНИЕ. Для того, чтобы в меню осциллографа TDS 794D отображались пункты AC (Переменный ток), 10 M Ω (10 МОм) и варианты выбора ширины полосы пропускания, необходим пробник P6339A.

Выбор входного импеданса

Для обеспечения правильной связи при подаче сигналов на осциллограф, при использовании для любого канала связи со входным импедансом в 50 Ом следует учитывать следующее:

- При установке режима связи по переменному току (АС) сигналы с частотой ниже 200 КГц отображаются осциллографом неточно.
- Осциллограф уменьшает максимальный масштаб в вольтах на деление для канала 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.
- При подключении активного пробника, например P6245, осциллограф устанавливает значение входного импеданса, равное 50 Ом, и отключает связь по переменному току (АС). Если до этого была выбрана связь по переменному току, прибор автоматически переключается на связь по постоянному току (DC). Подключение такого пробника также приводит к уменьшению максимального масштаба до 10 вольт на деление, как это было описано ранее. В результате устанавливаются входной импеданс 50 Ом и связь не по переменному току, пригодная для работы с активными пробниками (при использовании пробников с интерфейсом уровня 2 или 3 значение импеданса на экране не отображается).

ПРИМЕЧАНИЕ. При отключении активного пробника осциллограф не возвращается в режим 1 МОм (и установленной ранее связи по переменному току). Также при возврате к значению входного импеданса 1 МОм не восстанавливается масштаб «вольт/деление», уменьшенный при переходе к режиму 50 Ом. Необходимо заново установить масштаб канала, тип связи и значение входного импеданса для соответствующей схемы подачи входного сигнала. При подаче любого сигнала, не соответствующего схеме с входным импедансом 50 Ом, следует убедиться в том, что входной импеданс переключен на значение 1 МОм.

Дополнительная информация

Процедуры выбора типа связи и значения входного импеданса описаны в разделе *Изменение параметров отображения по вертикали* на стр. 3–17.

Список доступных пробников приведен в разделе *Дополнительные пробники* на стр. А–6.

Инструкции по выбору пробников различного назначения см. в *Приложении D: Выбор пробников* на стр. D–1.

Автоматическая настройка: функции автонастройки и сброса настроек

Осциллограф TDS позволяет автоматически отслеживать и выдавать устойчивое изображение сигнала в нужном масштабе. Допускается также сброс его настроек с переходом к стандартным заводским установкам. В данном подразделе описываются процедуры автоматической настройки и сброса настроек, а также приводится список значений по умолчанию, устанавливаемых при автоматической настройке.

Автонастройка служит для автоматической установки элементов управления передней панели, исходя из характеристик входного сигнала. Эта процедура выполняется гораздо быстрее, чем последовательная настройка этих элементов вручную. Автонастройка устанавливает следующие группы параметров: *Acquisition* (Оцифровка), *Display* (Экран), *Horizontal* (По горизонтали), *Trigger* (Синхронизация) и *Vertical* (По вертикали).

Выполнение автоматической настройки осциллографа

Для автоматической настройки всех параметров осциллографа выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку выбора канала (например **CH 1**), соответствующую номеру входного канала, чтобы сделать его активным.
2. Нажмите кнопку **AUTOSET**.

Если во время автоматической настройки отображаются один или несколько каналов, то для установки масштаба и синхронизации по горизонтали осциллограф использует канал с наименьшим номером. Масштаб по вертикали задается для каждого используемого канала отдельно. Если при автоматической настройке каналы не отображаются, осциллограф включает первый канал (CH 1) и устанавливает для него масштаб.

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

Если включена стандартная маска, осциллограмма, выбранная при автонастройке, подстраивается так, чтобы по возможности соответствовать маске. Масштаб и смещение по вертикали, масштаб по горизонтали, позиция запуска, полная полоса, усреднение и параметры запуска устанавливаются в соответствии со стандартными требованиями. Если к первому каналу подключен калиброванный оптический пробник и установлен стандарт ОС или FC, то автоматически включается первый канал, а остальные каналы отключаются.

Список параметров автонастройки по умолчанию

В таблице 3–1 приведены параметры автонастройки по умолчанию.

Таблица 3–1: Параметры автонастройки по умолчанию

Параметр	Значение, устанавливаемое при автонастройке
Выбранный канал	Отображаемый канал с наименьшим номером
Acquire Mode (Режим сбора данных)	Sample (Отсчеты)
Меню Acquire (Сбор данных): Repetitive Signal (Периодический сигнал) – только для моделей TDS 500D и 700D	On (Включено)
Меню Acquire (Сбор данных): Stop After (Условие остановки)	RUN/STOP button only (Только по нажатию кнопки Запуск/остановка)
Компенсация фазового сдвига канала/пробника	Без изменений
Меню Display (Экран): Style (Тип)	Vectors (Векторы)
Общая яркость изображения	При установке ниже 50% изменяется на 75%
Меню Display (Экран): Format (Формат)	YТ (временная развертка)
Режим FastFrame (только для моделей TDS 500D и 700D)	Off (Выключен)
Положение по горизонтали	По центру масштабной сетки
Масштаб по горизонтали	Определяется частотой сигнала
Масштаб времени по горизонтали	Только основной
Меню Horizontal (По горизонтали): Record Length (Длина записи)	Без изменений
Horizontal Lock (Строчная синхронизация)	Без изменений
Меню Horizontal (По горизонтали): Fit-to-Screen (Заполнение экрана)	Без изменений
Режим DPO (ЦПО) (только для моделей TDS 500D и 700D)	Без изменений
Предельный тест	Off (Выключен)
Trigger Position (Позиция запуска)	Без изменений
Меню Trigger (Синхронизация): Type (Тип)	Edge (По фронту)
Меню Trigger (Синхронизация): Source (Источник)	Отображаемый канал с наименьшим номером (выбранный канал)

Таблица 3–1: Параметры автонастройки по умолчанию (прод.)

Параметр	Значение, устанавливаемое при автонастройке
Меню Trigger (Синхронизация): Level (Уровень)	Половина амплитуды синхронизирующего сигнала
Меню Trigger (Синхронизация): Slope (Наклон)	Positive (Положительный)
Меню Trigger (Синхронизация): Coupling (Связь)	DC (По постоянному току)
Меню Trigger (Синхронизация): Holdoff (Задержка)	Default Holdoff (Задержка по умолчанию): устанавливается равным 5 горизонтальным делениям Adjustable Holdoff (Настраиваемая задержка): 250 нс Использование задержки по умолчанию или же настраиваемой задержки задается в меню Mode and Holdoff (Режим и задержка).
Масштаб по вертикали	Определяется уровнем сигнала
Меню Vertical (По вертикали): Coupling (Связь)	DC (связь по постоянной составляющей), если предварительно не был установлен режим AC (связь по переменной составляющей). Установленный ранее режим AC не изменяется.
Меню Vertical (По вертикали): Bandwidth (Ширина полосы)	Full (Полная)
Меню Vertical (По вертикали): Offset (Смещение)	0 вольт
Zoom (Лупа)	Off (Выключен)

Сброс настроек осциллографа

Для восстановления стандартных заводских настроек осциллографа выполните следующие действия:

1. В группе Save/Recall (Сохранение и восстановление) нажмите кнопку **SETUP** (Настройка), чтобы вывести на экран меню Setup (см. рис. 3-3). Нажмите кнопку, которая расположена непосредственно под пунктом меню **Recall Factory Setup** (Возврат к заводским установкам).
2. Нажмите кнопку справа от пункта бокового меню **OK Confirm Factory Init** (Подтверждение возврата к заводским установкам).
3. На передней панели нажмите кнопку **SET LEVEL TO 50%** (Установка уровня 50%). Это гарантирует запуск осциллографа при подаче входного сигнала.

Выбор каналов

Все операции, например выполнение измерений или изменение каких-либо параметров отображения по вертикали, осциллограф TDS выполняет над *выбранным* сигналом исходя из *конкретной* формы сигнала. Может быть выбрана *форма канального сигнала, математическая форма сигнала* или *эталонная осциллограмма*. В данном подразделе рассматривается выбор сигнала, а также отключение его отображения на экране.

Определение выбранного канала

Определить текущий выбранный канал можно по *индикатору канала*. Он расположен в левом нижнем углу экрана и содержит негативное изображение номера выбранного канала. Кроме того, для выбранного канала у левого края экрана в негативе отображается *опорный индикатор канала*. (См. рис. 3-3.)

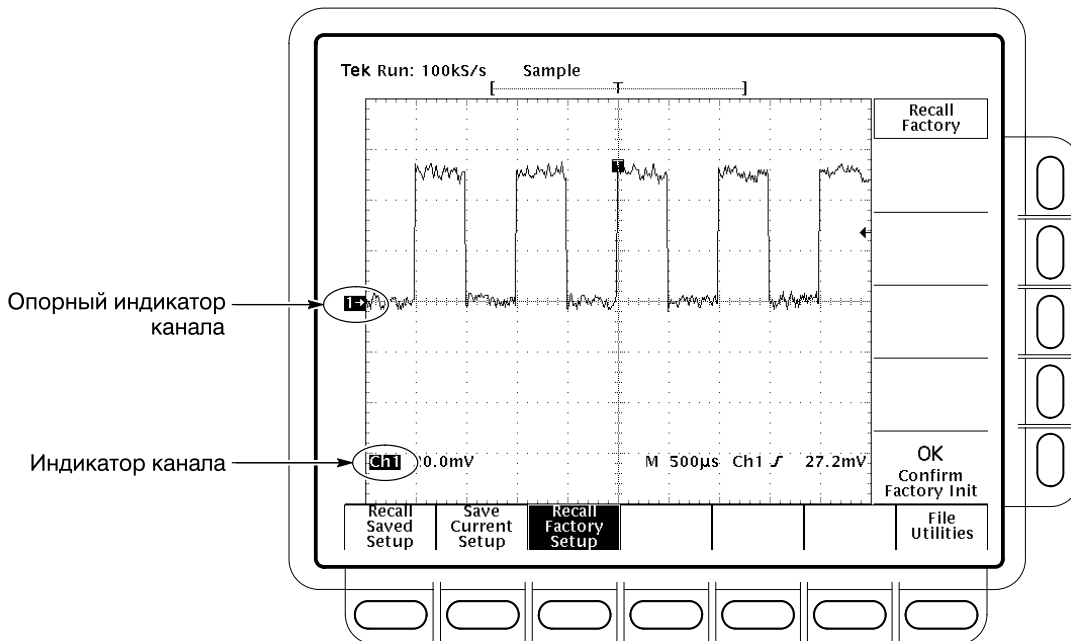


Рисунок 3-3: Индикатор канала

Выбор канала и отключение его отображения

Для выбора канала используются кнопки выбора каналов справа от экрана. С помощью этих кнопок, имеющих обозначения **CH 1**, **CH 2**, **CH 3**, **CH 4** и **MORE** (Дополнительно) можно выбрать канал и включить его отображение на экране, если оно было отключено. (Кнопка **MORE** позволяет выбрать для отображения и обработки хранящиеся в памяти *математические* и *опорные* формы сигналов.) Выбранный канал обозначается включенным светодиодным индикатором над кнопкой канала.

Чтобы отобразить сигналы на экране, а затем отключить их отображение, выполните следующие действия:

1. Для включения нужного канала (или нескольких каналов) нажмите соответствующие кнопки **CH 1**, **CH 2**, **CH 3** или **CH 4**. Последний выбранный канал (или первый, если был выбран только один канал) становится выбранным каналом. Выбранный канал автоматически включается, если до этого он не был включен.

Кнопки выбора каналов не применяются для выбора источника синхронизации. Вместо них используется меню Main Trigger (Основная синхронизация) или Delayed Trigger (Синхронизация с задержкой).

2. Для отключения отображения выбранного канала нажмите кнопку **WAVEFORM OFF** (Отключение осциллограммы). При этом с экрана будут удалены все результаты автоматических измерений данного сигнала.
3. Для выбора созданной математической формы сигнала или сохраненной эталонной осциллограммы нажмите кнопку **MORE** и выберите нужный пункт в меню More. Для отключения отображения сигнала, выбранного в меню More, следует нажать кнопку **WAVEFORM OFF** при включенном индикаторе кнопки MORE.

Приоритеты выбора каналов

При отключении сигнала осциллограф автоматически выбирает следующий сигнал с наивысшим приоритетом. Приоритеты сигналов приведены на рисунке 3–4.

- | | |
|----------------|----------|
| 1. CH1 | 1. MATH1 |
| 2. CH2 | 2. MATH2 |
| 3. CH3 или AX1 | 3. MATH3 |
| 4. CH4 или AX2 | 4. REF1 |
| | 5. REF2 |
| | 6. REF3 |
| | 7. REF4 |

Рисунок 3–4: Приоритеты выбора каналов

Рисунок 3–4 иллюстрирует два способа упорядочения приоритетов согласно следующим правилам. Если отключение нескольких сигналов начинается с отключения канального сигнала, то сначала отключаются все каналы, а потом осуществляется переход к дополнительным сигналам, доступным с помощью кнопки MORE. Если начать с отключения дополнительных сигналов, то сначала отключаются все дополнительные сигналы, а затем происходит переход к канальным сигналам.

При отключении канала, являющегося источником синхронизации, этот канал остается источником синхронизации, хотя сигнал не отображается.

Дополнительная информация

Сведения о выборе эталонных осциллограмм см. в разделе *Сохранение и восстановление осциллограмм и накопленных данных* на стр. 3–170.

Сведения о выборе (и создании) математических форм сигналов см. в разделе *Математическая форма сигнала* на стр. 3–208.

Масштабирование и изменение положения осциллограмм

Осциллограф TDS позволяет масштабировать (изменять размер по вертикали или по горизонтали) и изменять положение (перемещать вверх, вниз, влево или вправо) осциллограммы на экране для большей наглядности. (На рис. 3–5 представлены результаты масштабирования и перемещения по вертикали и по горизонтали.) Этот раздел посвящен в первую очередь способам быстрой проверки и установки масштаба и положения по вертикали и горизонтали, а также других параметров, таких как вертикальная полоса и горизонтальная длина записи.

Проверка положения

Чтобы быстро определить положение осциллограммы на экране, проверьте значки *Опорный индикатор канала*, *Просмотр записи* и *Просмотр регистрации*. (См. рисунки 3–5, 3–9 и 3–10.)

Значок опорного индикатора канала находится у левого края экрана и указывает положение записываемого сигнала, когда его смещение равно 0 вольт. Осциллограф сжимает или расширяет выбранный сигнал относительно этого положения при изменении масштаба по вертикали.

Значок просмотра записи в верхней части экрана указывает положение запуска и ту часть записи сигнала, которая видна на экране. Если в режиме расширенной регистрации индикатор запуска находится на уровне 0% или 100% относительно просмотра записи, фактическое положение запуска следует определять по значку просмотра регистрации.

В режиме расширенной регистрации (только опция 2M) при отображении действующего канала значок просмотра регистрации в верхней части экрана указывает положение запуска и записи сигнала при расширенной регистрации.

Проверка масштаба по вертикали

Проверьте *Показание по вертикали* в нижнем левом углу экрана, представляющее масштаб в вольтах на деление для каждого отображаемого канала (выбранный канал изображается в негативе). (См. рис.3–6.)

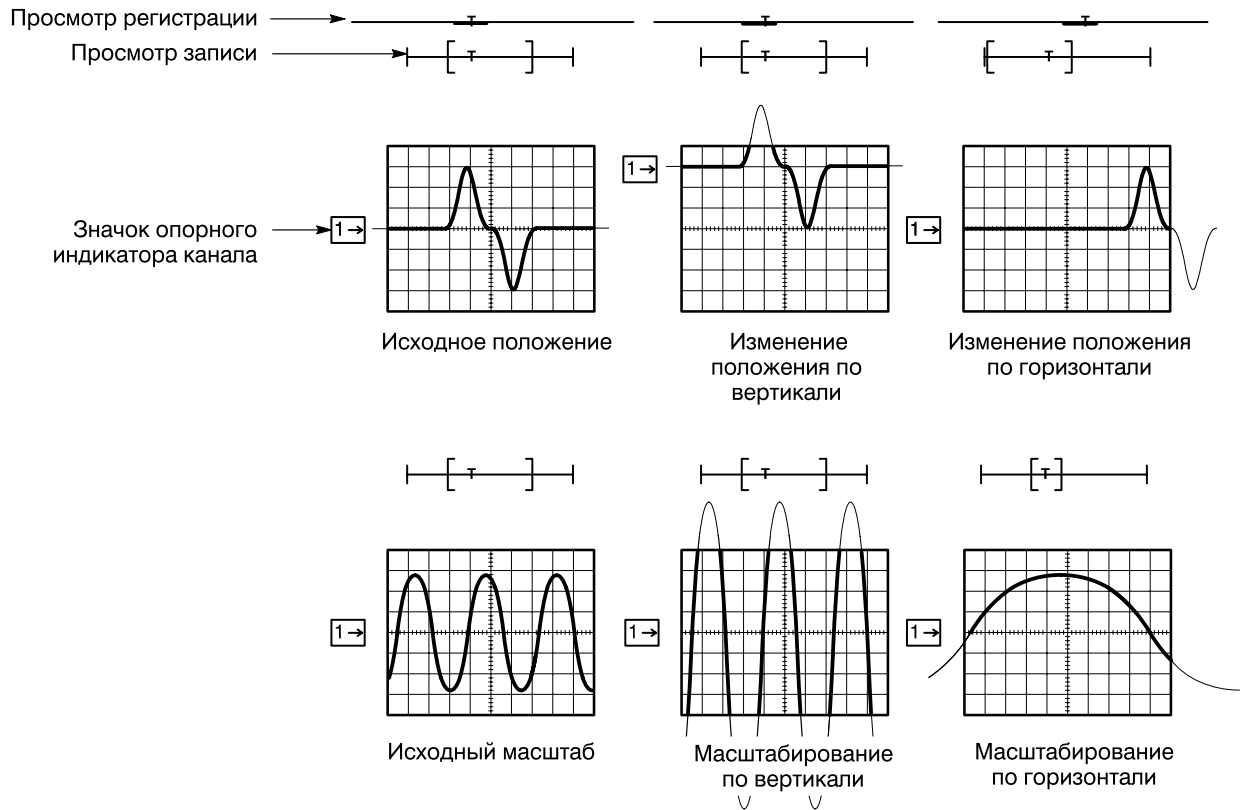


Рисунок 3-5: Масштабирование и изменение положения

Изменение масштаба и положения по вертикали

Осциллограф TDS позволяет быстро изменить масштаб и положение по вертикали с помощью специальных ручек на передней панели прибора. Для изменения масштаба и положения по вертикали выполните следующие действия:

1. Поверните ручку **SCALE** (Масштаб) в группе **VERTICAL** (По вертикали). При этом изменяется масштаб только выбранной осциллограммы.

При повороте ручки масштаба по вертикали по часовой стрелке масштаб уменьшается. В результате увеличивается разрешение, так как на экране отображается фрагмент осциллограммы меньшего размера. При повороте этой ручки против часовой стрелки масштаб увеличивается, позволяя рассмотреть более крупный фрагмент осциллограммы, но с меньшим разрешением.

2. Поверните ручку **POSITION** (Положение) в группе **VERTICAL** (По вертикали). И в этом случае изменяется положение только выбранной осциллограммы.

- Для ускорения перемещения нажмите кнопку **SHIFT**. Когда загорается индикатор над кнопкой **SHIFT** и в правом верхнем углу экрана появляется надпись **Coarse Knobs** (Грубая регулировка), вращение ручки **POSITION** приводит к более быстрому изменению положения осциллограммы.

Ручка **POSITION** просто добавляет деления экрана к опорной точке выбранного сигнала. При добавлении делений осциллограмма перемещается вверх, а при вычитании – вниз. Кроме того, для настройки положения осциллограммы служит параметр смещения в меню по вертикали (этот параметр рассматривается далее в этом разделе).

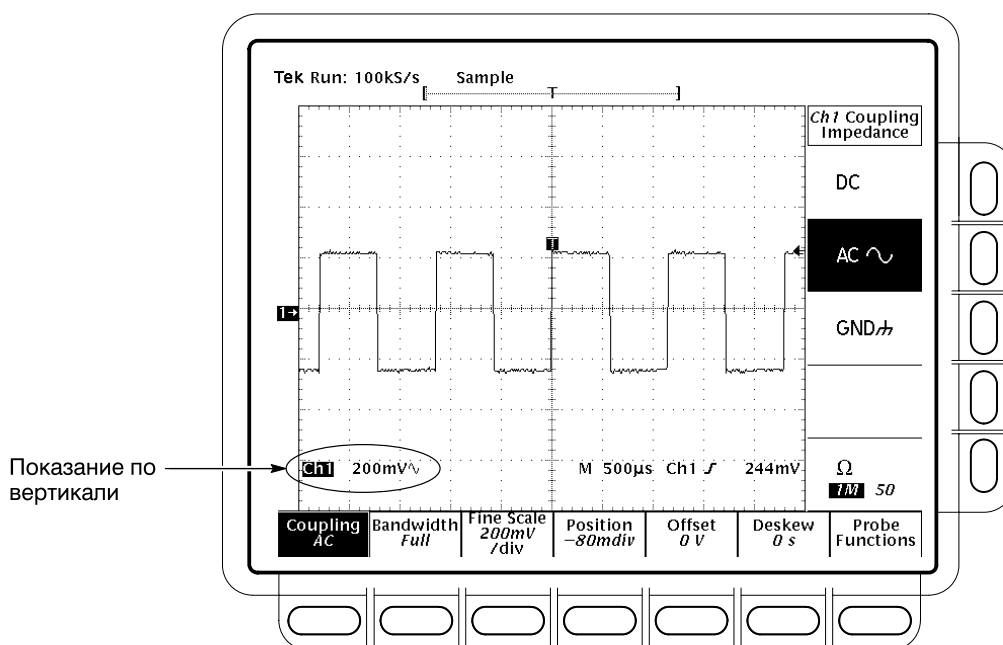


Рисунок 3-6: Показания по вертикали и меню Channel

Изменение масштаба по вертикали используется для изучения отдельных частей осциллограммы. Настройка положения по вертикали служит для перемещения осциллограммы вверх или вниз по экрану. Изменение положения по вертикали особенно удобно при сравнении нескольких сигналов.



Изменение параметров отображения по вертикали

Для задания связи, ширины полосы и смещения выбранного сигнала используйте меню параметров отображения по вертикали *Vertical* (рис. 3–6). Это меню позволяет также изменять числовые значения положения и масштаба без помощи ручек параметров по вертикали. Для этого выполните следующие действия:

ПРИМЕЧАНИЕ. Для того, чтобы в меню осциллографа TDS 794D отображались пункты связи по переменной составляющей, входного импеданса 10 МОм и полосы пропускания, необходим пробник P6339.

Связь. Чтобы выбрать тип связи для подключения входного сигнала к аттенюатору выбранного канала по вертикали и установить его входной импеданс, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Coupling** (Связь) (ѳшт) → **DC**, **AC**, **GND** или Ω ($\sigma\text{1}\delta\epsilon$).

- | | |
|---|--|
| DC | <ul style="list-style-type: none"> ■ Связь по постоянной составляющей (DC) показывает постоянную и переменную составляющие входного сигнала. |
| AC  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Связь по переменной составляющей (AC) показывает только переменные составляющие входного сигнала. |
| GND  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Связь по цепи заземления (GND) отключает входной сигнал от системы регистрации. |
| Ω | <ul style="list-style-type: none"> ■ Входной импеданс выбирается из двух значений: 1 МОм или 50 Ом. |

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбран импеданс 50 Ом и связь по переменной составляющей (AC), цифровой осциллограф будет неточно отображать сигналы с частотами ниже 200 КГц.

Кроме того, при подключении к осциллографу активного пробника (например, P6245) входной импеданс осциллографа автоматически принимает значение 50 Ом.. Если затем подключается пассивный пробник (например, P6139A), необходимо снова установить входной импеданс 1 МОм

Выбор импеданса 50 Ом приводит к уменьшению максимального масштаба с 10 до 1 вольта на деление. См. раздел Выбор входного импеданса стр. 3–9.

Ширина полосы. *Шириной полосы* называется диапазон частот сигналов, которые осциллограф способен правильно (т. е. с ослаблением менее чем 3 дБ) регистрировать и отображать. Если верхний предел высокочастотных составляющих ограничивается путем выбора полосы **250 MHz** или **20 MHz**, в нижней части экрана появляется значок B_w . Чтобы изменить ширину полосы для выбранного канала, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Bandwidth** (Ширина полосы) (ьфшт) → **Full, 250 MHz**, или **20 MHz** (side).

Шкала точного отсчета. Для точной настройки масштаба по вертикали нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Fine Scale** (Шкала точного отсчета) (ьфшт) и воспользуйтесь ручкой общего назначения или дополнительной клавиатурой.

Положение. Для изменения положения по вертикали на заданное число делений нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Position** (Положение) (ьфшт) и с помощью ручки общего назначения или дополнительной клавиатуры установите нужное значение смещения. Чтобы вернуть опорную точку выбранного сигнала в центр экрана, нажмите кнопку **Set to 0 divs** (side).

Смещение. Параметр смещения используется для вычитания смещения, обусловленного постоянной составляющей, перед анализом сигнала. Примером являются пульсации порядка 100 мВ выходного сигнала электропитания на уровне +5 вольт. Настройте смещение таким образом, чтобы пульсации находились в пределах экрана и оставалась возможность лучше рассмотреть их путем масштабирования по вертикали.

Для настройки смещения нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Offset** (Смещение) (ьфшт). Затем установите смещение по вертикали с помощью ручки общего назначения или клавиатуры. Чтобы задать нулевое смещение, нажмите кнопку **Set to 0 V** (side).

Установка внешнего ослабления сигнала (только TDS 500D и TDS 700D)

Допускается установка внешнего ослабления (или усиления) в дополнение к ослаблению самого пробника.

Чтобы установить внешнее ослабление, нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Probe Functions** (Функции пробника) (ьфшт) → **External Attenuation** или **External Attenuation in dB** (side).

External Attenuation. Воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой и установите множитель внешнего ослабления.

External Attenuation in dB (Внешнее ослабление в дБ). Воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой и установите внешнее ослабление в децибелах.

Чтобы установить для пробника значение ослабления по умолчанию, нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → Probe Functions (ъфшт) → **Set to Unity External Attenuation** (side). В результате присоединения пробника его ослабление также принимает значение по умолчанию.

Проверка состояния отображения по горизонтали

Чтобы определить размеры и положение записываемого сигнала и положение запуска относительно экрана, проверьте значок *Record View* (*Просмотр записи*). (См. рис. 3–7.)

Чтобы узнать цену деления и масштаб времени (основной или с задержкой), проверьте показание *Time Base* (*Масштаб времени*) в правом нижнем углу экрана. (См. рис. 3–7. См. также рис. 3–5 на стр. 3–17.) Поскольку все активные сигналы регистрируются в одном и том же масштабе времени, осциллограф отображает только один масштаб времени и цену деления для всех активных каналов.

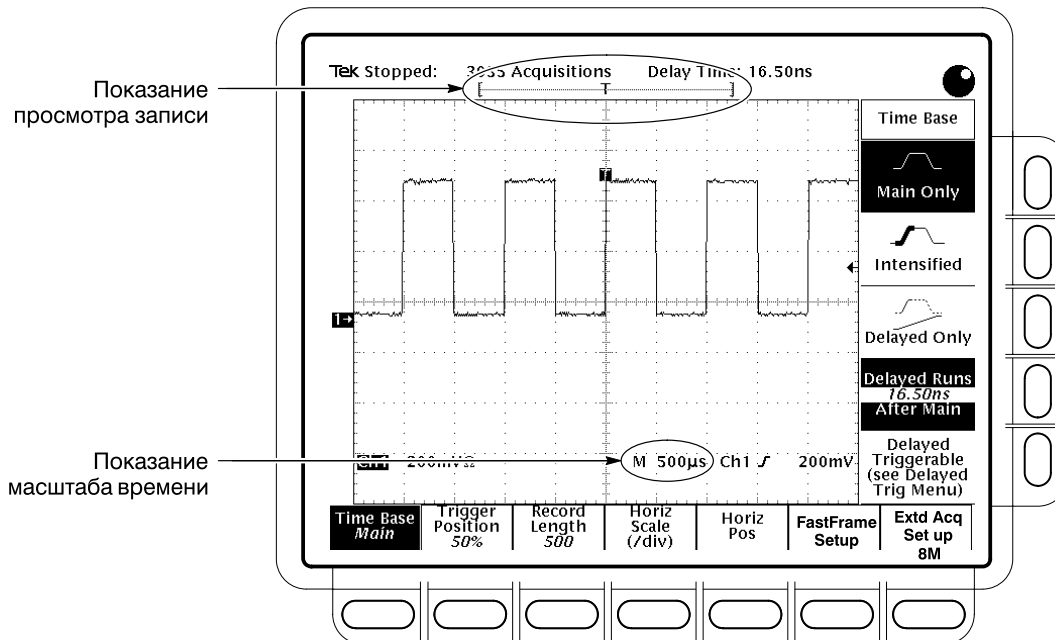


Рисунок 3–7: Показания просмотра записи и масштаба времени

Изменение масштаба и положения по горизонтали

Осциллограф TDS обеспечивает управление масштабом и положением по горизонтали с помощью соответствующих ручек на передней панели прибора.

Путем изменения положения по горизонтали осциллограмма перемещается вправо или влево, и на экране отображаются различные участки сигнала. Это особенно удобно при использовании более длинных записей, когда сигнал не помещается целиком на одном экране.

Для изменения масштаба и положения по горизонтали выполните следующие действия:

1. Поверните ручки **POSITION** и **SCALE** по горизонтали. (См. рис. 3–8.)
2. Для ускорения перемещения с помощью ручки **POSITION** нажмите кнопку **SHIFT**. Когда загорается индикатор над кнопкой **SHIFT** и в правом верхнем углу экрана появляется надпись **Coarse Knobs** (Грубая регулировка), вращение ручки **POSITION** приводит к более быстрому изменению положения осциллограммы.

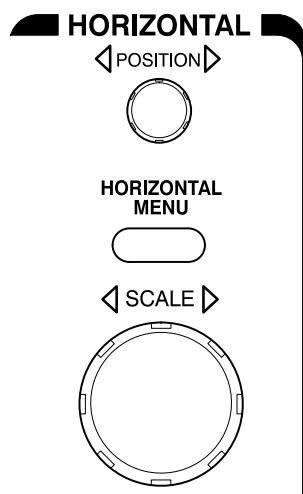


Рисунок 3–8: Органы управления отображением по горизонтали

При выборе канала ручка **SCALE** по горизонтали изменяет масштаб всех форм канальных сигналов, одновременно отображаемых на экране. Если выбрана математическая форма сигнала или эталонная осциллограмма, эта ручка масштабирует только выбранный сигнал.

При выборе канала ручка **POSITION** по горизонтали изменяет положение всех форм канальных, эталонных и математических сигналов, одновременно отображаемых на экране, *если* при этом в меню Zoom (Лупа) для параметра Horizontal Lock (Строчная синхронизация) установлено значение Lock (Синхронизация). См. раздел *Увеличение осциллограмм* на стр. 3–55.

Изменение параметров отображения по горизонтали

Для выбора длины записи сигнала и позиции запуска используйте меню *Horizontal*. Это меню служит также для изменения положения и масштаба по горизонтали без использования соответствующих ручек. Допускается выбор масштаба времени с задержкой (см. раздел *Синхронизация с задержкой* на стр. 3–119) или выбор кадров осциллограммы, которые следует отобразить (см. раздел *Использование FastFrame* на стр. 3–68).

Позиция запуска. Точка запуска отмечает ноль времени на осциллограмме или в записи оцифрованных данных (в режиме расширенной регистрации). Все точки записи, предшествующие событию запуска, относятся к интервалу записи до запуска. Все точки записи, следующие за событием запуска, входят в интервал после запуска. Все измерения времени в записи выполняются относительно события запуска. Для определения положения точки запуска выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU → Trigger Position (main) → Set to 10%** (Установить на уровне 10%), **Set to 50%** (Установить на уровне 50%) или **Set to 90%** (Установить на уровне 90%) (side) или измените соответствующее значение с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Длина записи. Длина записи определяет число точек в записи сигнала. Чтобы установить длину записи сигнала, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU → Record Length (main)**. Выберите нужную длину записи с помощью бокового меню. Для просмотра дополнительных вариантов нажмите кнопку **more**:

Осциллографы TDS 600B имеют стандартную длину записи не более 15 000 точек. Осциллографы TDS 500D имеют стандартную длину записи не более 50 000 точек. Осциллографы TDS 700D имеют стандартную длину записи не более 500 000 точек. Опции 1M и 2M увеличивают длину записи и оцифровки осциллографов TDS 500D и TDS 700D до 8 000 000 точек в зависимости от модели и опции (дополнительные сведения см. в таблице A–1 на стр. A–1). Опция 2M поставляется только вместе с прибором. Для моделей TDS 600B эти опции недоступны.

ПРИМЕЧАНИЕ. Модели TDS 500D и TDS 700D: оцифровка в режиме *Hi Res* (Высокого разрешения) требует вдвое больше памяти для оцифрованных данных по сравнению с другими режимами оцифровки. Поэтому при включении режима *Hi Res* соответствующим образом переключается параметр длины записи во избежание переполнения памяти осциллографа.

2. Для размещения оцифрованного сигнала (а в режиме расширенной регистрации – накопленных отсчетов) в видимой области экрана независимо от длины записи нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **Record Length** (main). Затем в боковом меню переключите параметр **Fit to Screen** (Заполнение экрана) в положение **ON** (Включено). Это средство автоматически настраивает осциллограмму аналогично настройке вручную, когда включается режим лупы и осциллограмма отображается на весь экран путем изменения цены деления в единицах времени. Для отключения этого средства переключите параметр **Fit to Screen** в положение **OFF** (Выключено).

Масштаб по горизонтали. Для изменения числового значения масштаба по горизонтали (цены деления на шкале времени) с помощью меню без использования ручки **SCALE** по горизонтали, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Scale** (Масштаб по горизонтали) (ьфшт) → **Main Scale** (Основной масштаб) или **Delayed Scale** (Масштаб с задержкой) (ьшву) и измените значения масштаба с помощью клавиатуры или ручки общего назначения.

Положение по горизонтали. Для установки конкретных значений положения по горизонтали с помощью меню без использования ручки **POSITION** по горизонтали, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **Horiz Pos** (main) → **Set to 10%**, **Set to 50%** или **Set to 90%** (side), чтобы задать ту часть осциллограммы, которая отображается слева от центра экрана.

Параметр положения по горизонтали допускает настройку таким образом, чтобы его изменение действовало на все отображаемые сигналы, лишь на активные сигналы или только на выбранный сигнал. Подробнее об использовании строчной синхронизации рассказывается в разделе *Увеличение осциллограммы* на стр. 3–55.

Выбор масштаба времени с задержкой

Допускается также выбор режимов Delayed Runs After Main (Отображение с задержкой относительно основного) или Delayed Triggerable (Синхронизация с задержкой). В большинстве случаев следует использовать основной масштаб времени. Масштаб времени с задержкой служит для задержки оцифровки с целью регистрации и отображения событий, следующих за другими событиями. См. ниже раздел *Дополнительная информация*.

Расширенная регистрация (только с опцией 2M)

Режим Extended Acquisition (Расширенная регистрация) служит для получения записи оцифрованных данных увеличенной длины. После регистрации данных любая их часть доступна для просмотра (см. рис.3-9).

ПРИМЕЧАНИЕ. Для правильной работы в режиме расширенной регистрации автоматически изменяются значения некоторых режимов и параметров осциллографа. Кроме того, измерения, зона интереса и курсоры ограничиваются текущей записью сигнала.

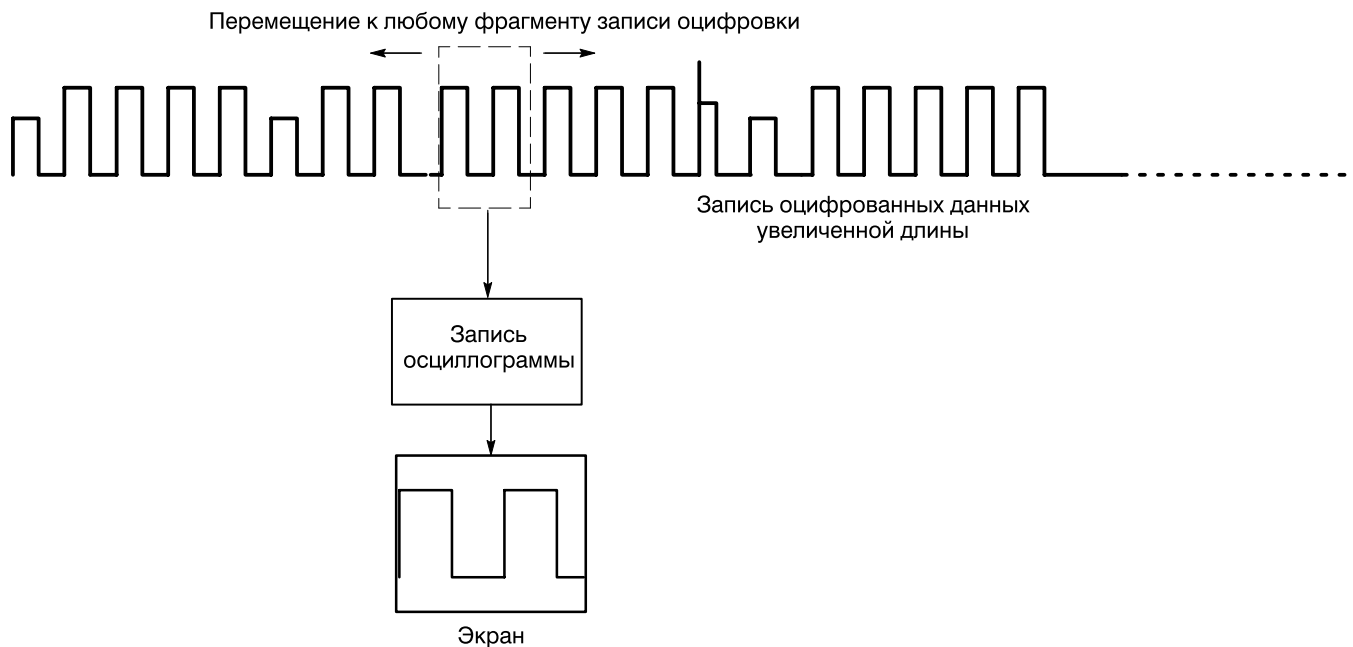


Рисунок 3-9: Отображение записи с расширенной регистрацией

В режиме расширенной регистрации используется одна последовательность оцифровки, что дает время на изучение полученных данных. Чтобы установить режим расширенной регистрации, выполните следующие действия:

Чтобы переключить параметр **Extended Acquisition** в положение **On** (Включено), нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **Extd Acq Setup** (main) → **Extended Acquisition** (side) (см. рис. 3–10).

Для оцифровки новой записи данных нажмите кнопку **Run/Stop** (Запуск/остановка).

Прочитайте в боковых меню значения параметров длины оцифровки, длины записи сигнала, продолжительности оцифровки и положения начала записи:

- Параметр **Acq Len** (Длина оцифровки) отображает длину записи оцифровки. Эта длина определяется моделью и числом каналов используемого осциллографа.
- Параметр **Wfm Len** (Длина сигнала) отображает длину записи сигнала. Эта длина определяется значением параметра **Record Length** (Длина записи) в меню **Horizontal** и режимом **Extended Acquisition**, который либо включен (**on**), либо выключен (**off**).
- Параметр **Acq Duration** (Продолжительность оцифровки) отображает время, потраченное на оцифровку данных.
- Параметр **Waveform Record Start** (Начало записи сигнала) служит для отображения/выбора процентного отношения оцифрованных данных, предшествующих записи сигнала в выбранном канале и любых синхронизированных активных каналах.
- Параметр **Fit To Screen** (Заполнение экрана) выполняет ту же функцию, что и параметр **Fit To Screen** в меню **Record Length**.

Чтобы установить начальное положение записи сигнала относительно оцифрованных данных, нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **Extd Acq Setup** (main) → **Waveform Record Start** (side). Затем установите относительное начало записи с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Чтобы просмотреть все оцифрованные данные, воспользуйтесь параметром **Horizontal Position** и задайте сдвиг записи сигнала в пределах записи оцифровки. Или с помощью параметров **Zoom** или **Fit To Screen** сожмите данные оцифровки в запись сигнала.

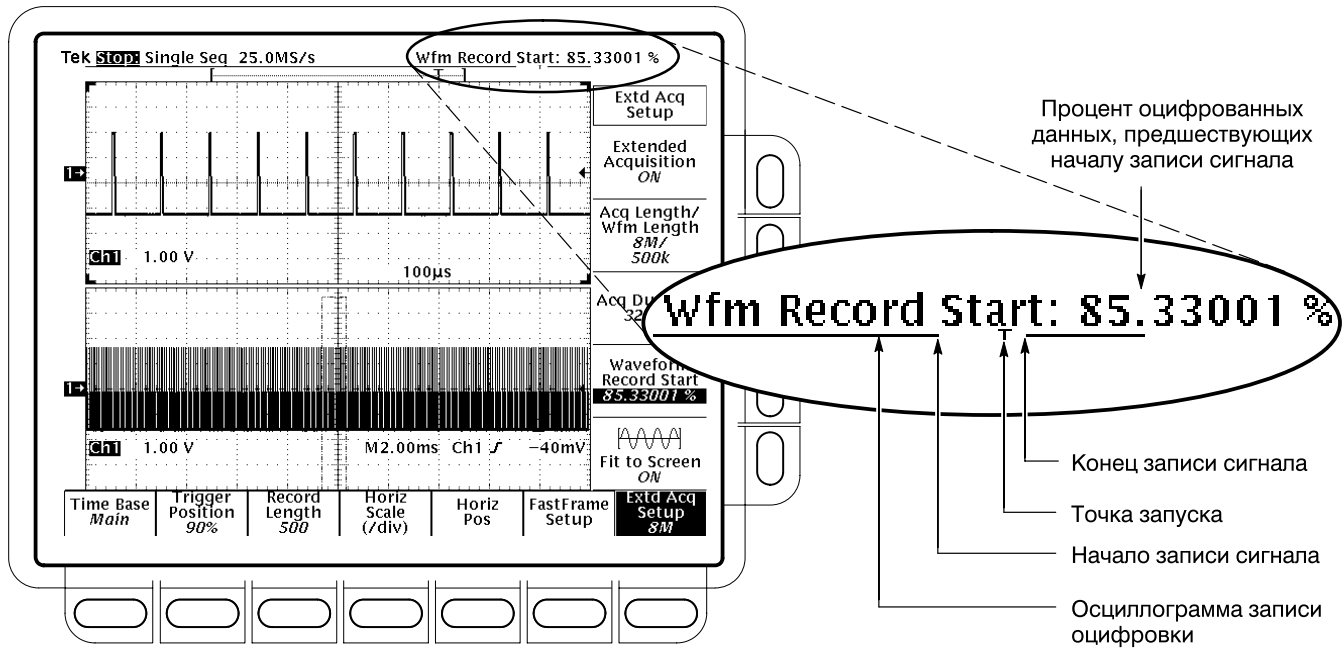


Рисунок 3–10: Расширенная регистрация и увеличение

Дополнительная информация

Для решения учебных задач по выбору, масштабированию и изменению положения осциллограмм см. *Пример 1. Отображение одного сигнала* на стр. 2–13 и *Пример 2. Отображение нескольких сигналов* на стр. 2–17.

Способам задержки сигналов посвящен раздел *Синхронизация с задержкой* на стр. 3–119. Увеличение осциллограмм описано в разделе *Увеличение осциллограммы* на стр. 3–55.

Выбор режима оцифровки

Осциллографы TDS являются цифровыми приборами для регистрации и обработки входных сигналов в различных режимах. В этом разделе описано, как выбрать наилучший режим измерений сигналов в конкретных случаях. В первую очередь рассматриваются следующие вопросы:

- Дискретизация и цифровое преобразование входного сигнала
- Влияние различных режимов регистрации (например, *интерполяции*) на этот процесс
- Выбор одного из возможных режимов

Затем описаны процедуры выбора режимов дискретизации и оцифровки, начиная с раздела *Проверка параметров оцифровки* на стр. 3–36.

Дискретизация и цифровое преобразование

Оцифровка – это процесс дискретизации аналогового входного сигнала, преобразования его в цифровую форму и сбора данных в запись сигнала. (См. рис. 3–11.) Осциллограф создает цифровое представление входного сигнала путем дискретизации уровня напряжения сигнала через равные промежутки времени. Дискретные цифровые отсчеты сигнала хранятся в памяти вместе с соответствующей информацией о синхронизации. Полученное цифровое представление используется для отображения, измерения или дальнейшей обработки сигнала.

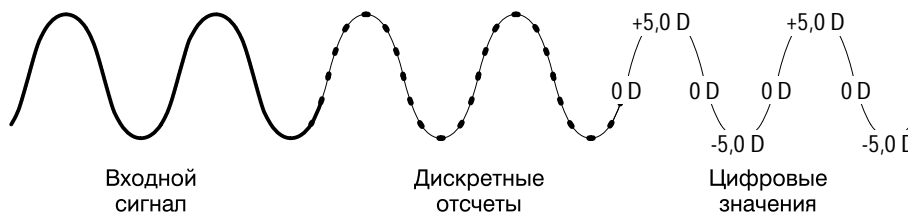


Рисунок 3–11: Оцифровка. Входной аналоговый сигнал, дискретизация и цифровое преобразование

Оциллограф использует полученные отсчеты сигнала (см. рис.3–13) для создания записи сигнала, содержащей указанное пользователем количество данных или точек записи. Каждая точка записи представляет некоторый уровень напряжения, наблюдавшийся через определенное время после события запуска.

Число отсчетов, полученных с помощью оциллографа, может превышать число точек в записи сигнала. Фактически, каждой точке записи могут соответствовать несколько отсчетов (см. рис. 3–12). Цифровой преобразователь допускает использование любых дополнительных отсчетов для расширенной обработки, например усреднения или поиска минимальных и максимальных значений. Выбранные способы дискретизации и оцифровки определяют, как оциллограф будет объединять оцифрованные отсчеты в запись сигнала.

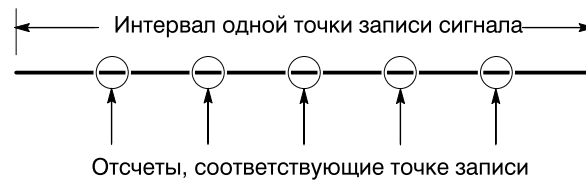


Рисунок 3–12: На каждую используемую точку может приходиться несколько оцифрованных отсчетов

Оцифровка в реальном времени

Существует два общих способа оцифровки: *оцифровка в реальном времени* и *оцифровка в эквивалентном времени*. В оциллографах TDS 600B применяется только оцифровка в реальном времени. Оциллографы TDS 500D и TDS 700D используют как оцифровку в реальном времени, так и оцифровку в эквивалентном времени.

При оцифровке в реальном времени оциллограф выполняет цифровое преобразование всех точек, зарегистрированных *последнего* события запуска (см. рис. 3–13). Режим оцифровки в реальном времени всегда используют для захвата одиночных импульсов и переходных процессов.

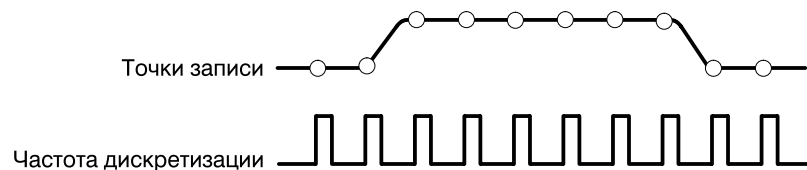


Рисунок 3–13: Оцифровка в реальном времени

Оцифровка в эквивалентном времени

Осциллографы моделей TDS 500D и TDS 700D (в моделях TDS 600B применяется только оцифровка в реальном времени) используют оцифровку в эквивалентном времени для получения частоты дискретизации, превышающей максимальную частоту дискретизации в реальном времени. Однако для этого требуются два условия:

- В меню Acquisition (Оцифровка) должен быть включен режим эквивалентного времени
- Осциллограф должен быть установлен на слишком высокую частоту дискретизации, которая не позволяет ему получить достаточное количество отсчетов для создания записи сигнала в режиме оцифровки в реальном времени.

При выполнении обоих условий осциллограф регистрирует несколько отсчетов по каждому событию запуска и в конечном счете создает запись сигнала на основе полученных отсчетов. Иными словами, осциллограф *несколько раз* выполняет оцифровку *повторяющегося* сигнала, чтобы получить выборку, объем которой достаточен для записи сигнала. (См. рис. 3–14). Такой способ обеспечивает точную оцифровку сигналов, частоты которых значительно превосходят максимальную ширину полосы осциллографа в режиме реального времени. Оцифровка в эквивалентном времени применима только к периодическим сигналам.

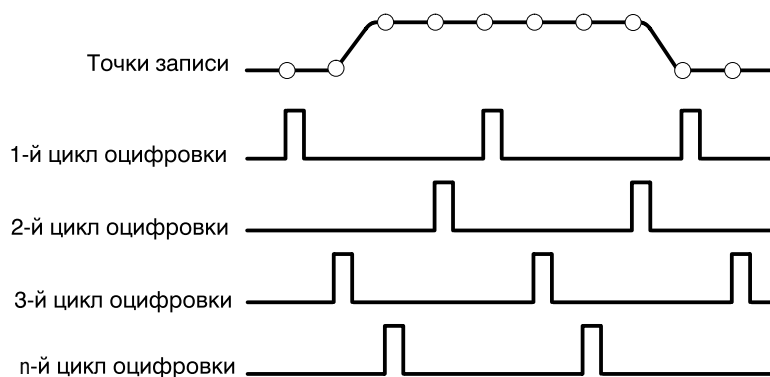


Рисунок 3–14: Оцифровка в эквивалентном времени

Применяемый в осциллографе тип оцифровки в эквивалентном времени называется *стохастической оцифровкой в эквивалентном времени*. В этом случае отсчеты снимаются последовательно во времени, но по отношению к запуску они являются случайными. Оцифровка получается случайной из-за того, что управляющие оцифровкой часы осциллографа идут асинхронно относительно входного сигнала и запуска сигнала. Осциллограф выполняет выборку независимо от момента запуска и отображает результаты исходя из разницы во времени между моментом выборки и моментом запуска.

Интерполяция

Осциллограф обеспечивает интерполяцию оцифрованных отсчетов. Как и в случае оцифровки в эквивалентном времени, это происходит только тогда, когда не удастся получить все *реальные* отсчеты, необходимые для формирования записи сигнала. Например, постепенное увеличение частоты оцифровки с помощью масштаба (SCALE) по горизонтали сокращает периоды времени для записи сигнала. Поэтому осциллограф должен быстрее осуществлять оцифровку отсчетов (точек записи), необходимых для заполнения записи. В конце концов период времени, определяемый параметром масштаба, уже не позволяет заполнить запись реальными отсчетами.

Описанная выше ситуация возникает, когда с помощью ручки Horizontal SCALE (Масштаб по горизонтали) устанавливается масштаб времени менее 10 нс (TDS 600B). (Для моделей TDS 500D и TDS 700D значение этого параметра изменяется в зависимости от числа каналов. См. таблицу 3–4 на стр. 3–38.) Затем осциллограф выполняет интерполяцию, создавая промежуточные точки записи сигнала. Имеются два способа интерполяции: линейная интерполяция и интерполяция $\sin(x)/x$. (В моделях TDS 500D и TDS 700D предусмотрена также оцифровка в эквивалентном времени для регистрации дополнительных отсчетов – см. раздел *Оцифровка в эквивалентном времени* на стр. 3–30.)

При *линейной интерполяции* точки записи рассчитываются как лежащие на прямой линии между фактически зарегистрированными отсчетами. Предполагается, что все интерполируемые точки лежат на этой прямой в соответствующие моменты времени. Линейная интерполяция применима ко многим сигналам, например последовательностям импульсов.

При *интерполяции $\sin(x)/x$* точки записи рассчитываются как лежащие на кривой $\sin(x)/x$ между фактическими собранными значениями. Предполагается, что все интерполируемые точки лежат на этой кривой. Такая интерполяция особенно удобна при регистрации сигналов более гладкой формы, например гармонических колебаний. Она пригодна и в общем случае, хотя при регистрации сигналов с коротким временем нарастания могут появиться некоторые выбросы или провалы.

ПРИМЕЧАНИЕ. При любом типе интерполяции можно так настроить отображение результатов, чтобы реальные отсчеты были на экране более яркими, чем интерполированные. Инструкции по включению режима усиления яркости отсчетов см. в разделе Выбор типа отображения на стр. 3–42.

Чередование

В осциллографах TDS 500D и TDS 700D предусмотрено чередование каналов для достижения более высоких частот цифрового преобразования без использования оцифровки в эквивалентном времени и интерполяции. Ресурсы цифрового преобразования свободных (т.е. отключенных) каналов осциллографа используются для дискретизации данных в используемых (включенных) каналах. В таблице 3–2 показано, как увеличивается максимальная частота цифрового преобразования данных одного канала за счет чередования нескольких цифровых преобразователей.

Если масштаб по горизонтали установлен с превышением максимальной частоты цифрового преобразования с учетом всех используемых каналов (см. таблицу 3–2), то осциллограф не сможет получить достаточно отсчетов для создания записи сигнала. В этом случае осциллограф либо автоматически выполняет *интерполяцию* для расчета дополнительных отсчетов, либо переходит из режима оцифровки в реальном времени в режим оцифровки в эквивалентном времени для получения дополнительных отсчетов. (См. разделы *Интерполяция* на стр. 3–31 и *Оцифровка в эквивалентном времени* на стр. 3–30.)

Таблица 3–2: Влияние чередования на частоту оцифровки

Количество каналов	Максимальная частота цифрового преобразования ¹			
	TDS 520D и TDS 724D	TDS 540D	TDS 754D	TDS 580D, TDS 784D и TDS 794D
1	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с
2	1 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с
3 или 4	Неприменимо	1 Гвыб/с	1 Гвыб/с	1 Гвыб/с

¹ **Оцифровка в реальном времени.**
(Гвыб = Гигавыборки, Мвыб = Мегавыборки.)

Режимы оцифровки

Все осциллографы, упомянутые в этом руководстве, поддерживают следующие четыре режима оцифровки: *Sample (Отсчеты)*, *Envelope (Огибающая)*, *Average (Усреднение)* и *Peak Detect (Пик детекция)*. Осциллографы TDS 500D и TDS 700D поддерживают также режим *Hi Res (Высокое разрешение)*. Знакомясь с представленными ниже описаниями, нужно представлять себе, какие режимы доступны в имеющейся модели осциллографа.

Режимы *Sample* (наиболее часто используемый режим), *Peak Detect* и *Hi Res* предусматривают оцифровку в реальном времени по единственному событию запуска при условии, что осциллограф способен оцифровать достаточное число отсчетов при каждом событии запуска. В режимах *Envelope* и *Average* осуществляется многократная регистрация. При этом осциллограф усредняет или строит огибающую нескольких сигналов по точкам. (Модели TDS 500D и TDS 700D отличаются тем, что только у них режимы *Hi Res*, *Envelope* и *Average* недоступны в режиме DPO (ЦЛО – цифровой люминесцентный осциллограф) – см. раздел *Несовместимые режимы* на стр. 3–67.)

Рисунок 3–15 иллюстрирует различные режимы с перечислением преимуществ каждого из них. Эти сведения облегчают выбор подходящего режима для конкретного применения. Обращайтесь к этому рисунку при чтении представленных ниже описаний каждого режима.



Режим Sample (Отсчеты). В режиме «Отсчеты» осциллограф создает точки записи, сохраняя в каждом интервале оцифровки первый отсчет (отсчетов может быть несколько). (Интервал оцифровки – это продолжительность записанного сигнала во времени, деленная на длину записи.) Режим отсчетов используется по умолчанию.



Режим Envelope (Огибающая). В режиме «Огибающая» осциллограф регистрирует и отображает запись сигнала, представляющую крайние результаты из нескольких регистраций (следует указать число регистраций). Осциллограф сохраняет наибольшее и наименьшее значения в двух смежных интервалах аналогично режиму Peak Detect. Однако режим «Огибающая» отличается от режима «Пик детекция» тем, что пиковые значения отбираются по нескольким событиям запуска.

После каждого события запуска осциллограф регистрирует данные, а затем сравнивает минимальное и максимальное значения текущей регистрации с соответствующими значениями предыдущих регистраций. В результате для каждой точки записи сигнала на экране отображаются самые крайние значения по всем регистрациям.



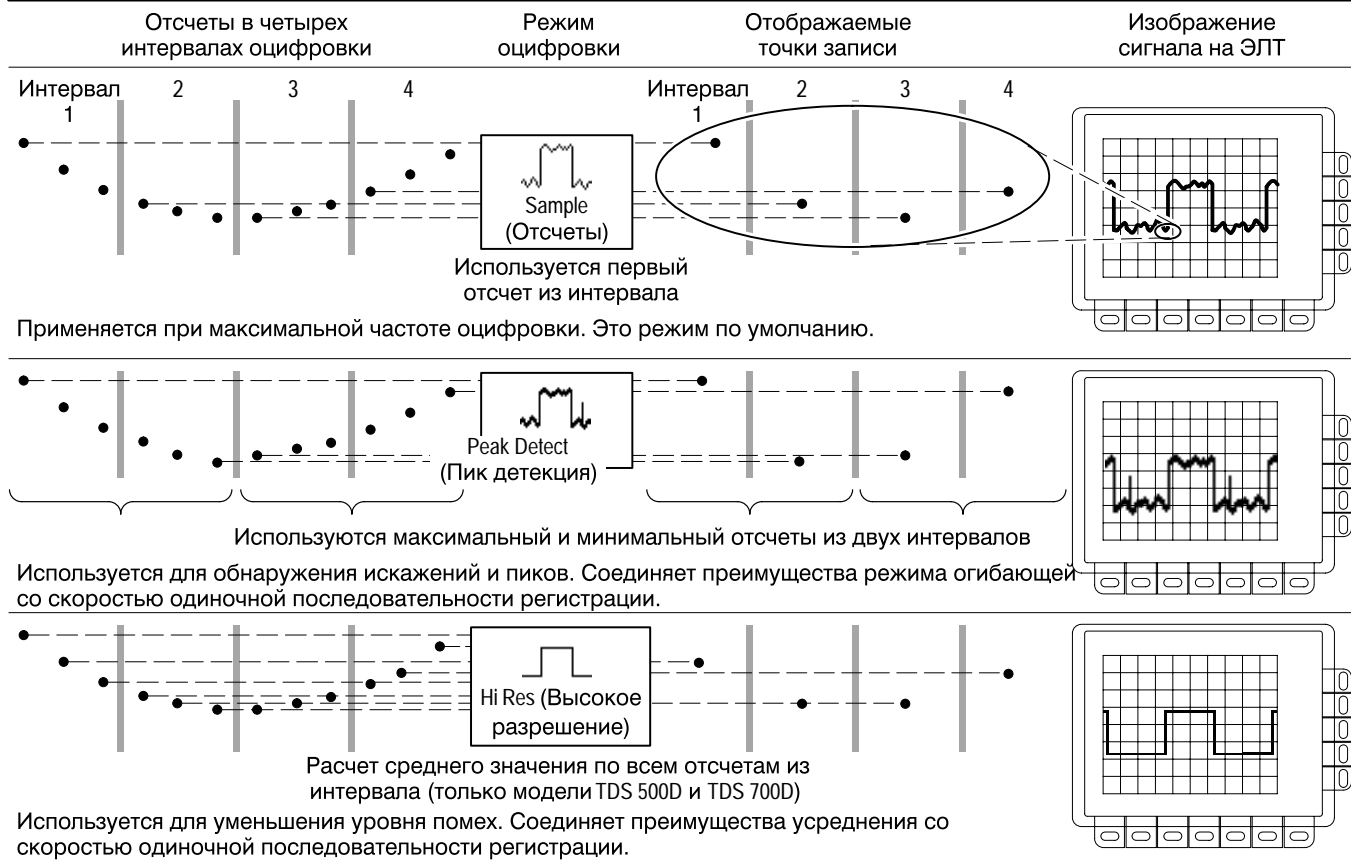
Режим Average (Усреднение). Режим «Усреднение» позволяет зарегистрировать и отобразить сигнал, являющийся результатом усреднения нескольких регистраций. В этом режиме уменьшается случайный шум. Осциллограф регистрирует данные после каждого события запуска с помощью режима отсчетов. Затем значения данной точки текущей выборки и соответствующих точек предыдущих выборок усредняются.



Режим Peak Detect (Пик детекция). В режиме «Пик детекция» по очереди сохраняются максимальный отсчет в одном интервале оцифровки и минимальный отсчет в следующем интервале оцифровки. Режим «Пик детекция» пригоден только для оцифровки в реальном времени без интерполяции.

Если заданный масштаб времени требует интерполяцию в реальном времени или оцифровку в эквивалентном времени, режим «Пик детекция» автоматически заменяется режимом «Отсчеты», хотя в меню это изменение не отражается.

Регистрация одного сигнала



Регистрация нескольких сигналов

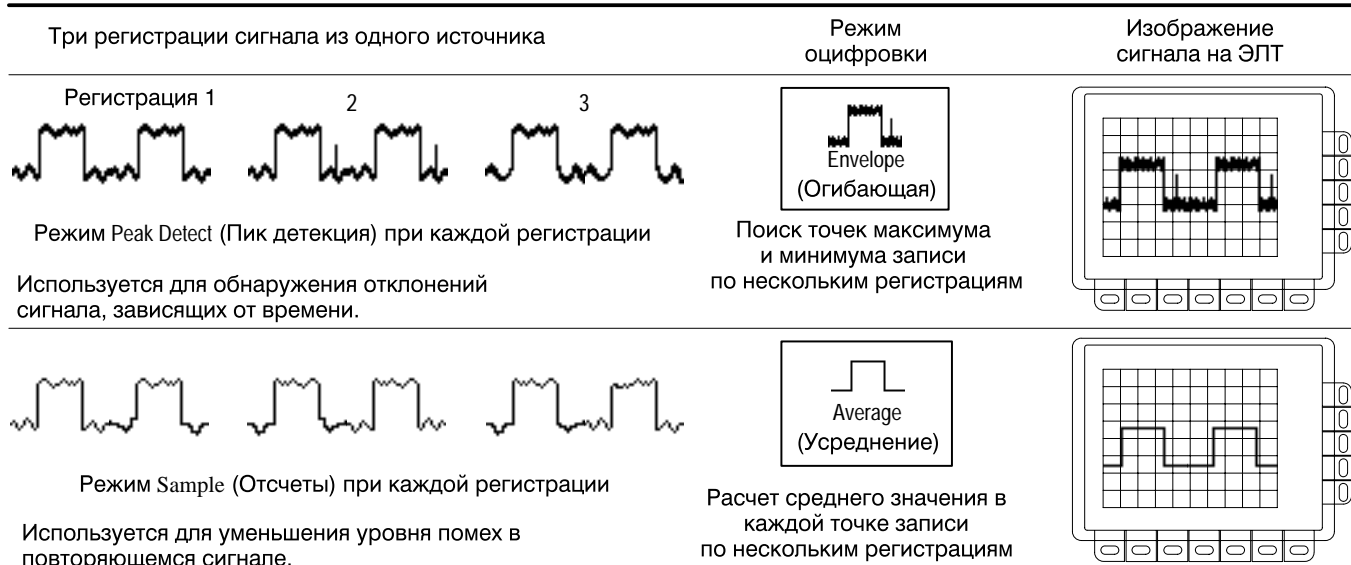


Рисунок 3-15: Работа в различных режимах оцифровки



Режим Hi Res (Высокое разрешение). Только для моделей TDS 500D и 700D: в режиме высокого разрешения точка записи создается путем усреднения всех отсчетов, полученных в интервале оцифровки. Усреднение приводит к повышению разрешения и сужению полосы сигнала.

Основное преимущество режима высокого разрешения – возможность увеличения разрешения независимо от входного сигнала. Таблица 3–3 и приведенные ниже уравнения иллюстрируют способ получения вплоть до 15 значащих битов при измерениях в режиме высокого разрешения. Следует учитывать, что улучшение разрешения ограничено частотами не более 100 нс/дел. Разрешение выше 15 битов невозможно также из-за аппаратных и вычислительных ограничений прибора.

$$Si = \text{Интервал выборки для модели TDS 754B} = 1 \text{ нс}$$

$$Dt = \text{Интервал дискретизации} = \frac{\text{Время/дел}}{\text{Число точек/дел}} = \frac{5 \text{ мкс/дел}}{50 \text{ Точек/дел}} = 100 \text{ нс}$$

$$Nd = \text{Число точек на интервал прорезивания} = \frac{\Delta t}{Si} = 100$$

$$\text{Повышение разрешения (битов)} = 0,5 \times \text{LOG}_2(Nd) \approx 3 \text{ дополнительных бита}$$

$$\text{Число битов разрешения} = \text{Повышение разрешения (3 бита)} + 8 \text{ бит} \approx 11 \text{ битов}$$

Режим высокого разрешения пригоден только для оцифровки в реальном времени без интерполяции. Если заданный масштаб времени требует интерполяции в реальном времени или оцифровки в эквивалентном времени, данный режим автоматически заменяется режимом отсчетов, хотя в меню это изменение не отражается.

Таблица 3–3: Дополнительные биты разрешения

Масштаб времени	Число битов разрешения
100 нс и менее	8 битов
от 200 до 500 нс	9 битов
от 1 мкс до 2 мкс	10 битов
от 5 мкс до 10 мкс	11 битов
от 20 мкс до 50 мкс	12 битов
от 100 мкс до 200 мкс	13 битов
500 мкс	14 битов
1 мкс и более	15 битов

Проверка параметров оцифровки

Для определения частоты, состояния (выполнение или остановка) и режима оцифровки проверьте надпись с параметрами оцифровки в верхней части экрана. (См. рис. 3–16). В состоянии Run: (Выполнение) отображаются частота и режим оцифровки. В состоянии Stop: (Остановка) отображается число регистраций, выполненных после остановки или изменения основной функции.

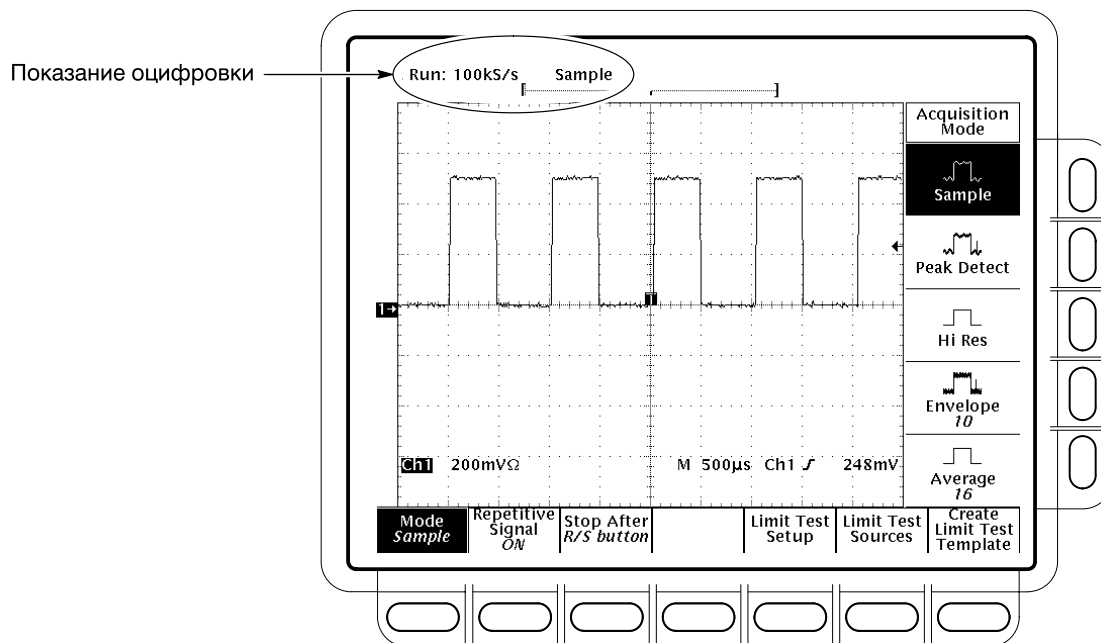


Рисунок 3–16: Меню и параметры оцифровки

Выбор режима оцифровки

В осциллографе предусмотрены несколько режимов оцифровки и преобразования аналоговых данных в цифровую форму (см. раздел *Режимы оцифровки* на стр. 3–32). Чтобы выбрать способ создания точек записи сигнала, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Mode** (main). (См. рис. 3–16).
2. TDS 600B: нажмите кнопку **Sample**, **Envelope**, **Average** или **Peak Detect** (side).

Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **Sample**, **Peak Detect**, **Hi Res**, **Envelope** или **Average** (side). (Для использования режимов «Высокое разрешение», «Огибающая» или «Усреднение» следует отключить режим ЦЛЮ.)

3. Если выбран режим «Усреднение» или «Огибающая», воспользуйтесь клавиатурой или ручкой общего назначения и введите число записей сигнала, которые следует усреднить или использовать при построении огибающей.

ПРИМЕЧАНИЕ. Только для моделей TDS 500D и 700D. Выбор режима *Hi Res* в меню *Acquire* (Сбор данных) вызывает автоматическое уменьшение длины записи во избежание переполнения памяти для хранения оцифрованных данных. Поскольку в режиме *Hi Res* используется вдвое больше памяти, чем в других режимах оцифровки, увеличение длины записи по горизонтали в этом режиме может привести к переполнению памяти осциллографа.

Выбор периодической оцифровки

Только для моделей TDS 500D и TDS 700D. Чтобы ограничить осциллограф оцифровкой в реальном времени или сохранить возможность переключения между оцифровкой в реальном времени и оцифровкой в эквивалентном времени, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **SHIFTACQUIRE MENU** → Repetitive Signal (Периодический сигнал) (ьфшт) → **ON** (Включено) или **OFF** (Выключено) (ьшву).

- **ON (Эквивалентное время).** Используется наиболее подходящий из двух режимов оцифровки – в реальном или эквивалентном времени (см. таблицу 3–4).
- **OFF (Только реальное время).** В этом случае осциллограф ограничен оцифровкой в реальном времени. Если осциллограф не может без ошибок получить достаточное число отсчетов для построения осциллограммы, применяется интерполяция.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для пополнения записи недостающими точками осциллограф использует выбранный в экранном меню метод интерполяции: линейную или $\sin(x)/x$. Вопросам интерполяции посвящен раздел Интерполяция на стр. 3–31.

Способ оцифровки сигналов, используемый осциллографом, зависит от скорости дискретизации и числа выбранных каналов.

- При больших значениях временной развертки оцифровка всегда осуществляется в реальном времени. При меньших значениях временной развертки осциллограф автоматически переключается из режима оцифровки в реальном времени в режим оцифровки в эквивалентном времени или в режим интерполяции, в зависимости от того, включен или выключен режим ET (ЭВ – эквивалентное время).

- Осциллограф отодвигает предел, при достижении которого должно происходить переключение режима оцифровки в реальном времени, с помощью цифровых преобразователей отключенных каналов. Эти преобразователи используются для оцифровки включенных каналов.

С помощью приведенной ниже таблицы 3–4 определите значения временной развертки, при которых в данной модели осциллографа происходит переключение из режима оцифровки в реальном времени (РВ) в режим оцифровки в эквивалентном времени или интерполяции (ЭВИ).

Таблица 3–4: Выбор режима оцифровки моделей TDS 500D и TDS 700D (при выключенном режиме заполнения экрана (Fit to screen))

Модель	TDS 520D и TDS 724D		TDS 754D и TDS 540D		TDS 580D, TDS 784D и TDS 794D		
	1	2	1 или 2	3 или 4	1	2	3 или 4
Число включенных каналов ¹							
Масштаб времени ²							
>50 нс	РВ ³	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ
50 нс	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ	РВ
25 нс	РВ	ЭВИ ⁴	РВ	ЭВИ	РВ	РВ	ЭВИ
12,5 нс	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	РВ	ЭВИ	ЭВИ
<12,5 нс	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ	ЭВИ

- 1 Модели TDS 520D и TDS 724D допускают одновременное включение не более двух каналов.
- 2 Знак «>» означает больший масштаб, а знак «<» меньший.
- 3 Сокращение «РВ» означает в этой таблице оцифровку в реальном времени.
- 4 Сокращение «ЭВИ» означает в этой таблице оцифровку в эквивалентном времени или интерполяцию.

Условие остановки Для выбора события, останавливающего оцифровку сигналов, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **SHIFT ACQUIRE MENU** → Stop After (Условие остановки) (ьфшт) → **RUN/STOP button only** (Только по нажатию кнопки Запуск/остановка), **Single Acquisition Sequence** (Одиночная последовательность регистрации) или **Limit Test Condition Met** (side). (См. рис. 3–17.) (Только для моделей TDS 500D и TDS 700D: режимы одиночной последовательности регистрации и предельного тестирования недоступны в режиме ЦЛЮ – см. раздел *Несовместимые режимы* на стр. 3–67.)

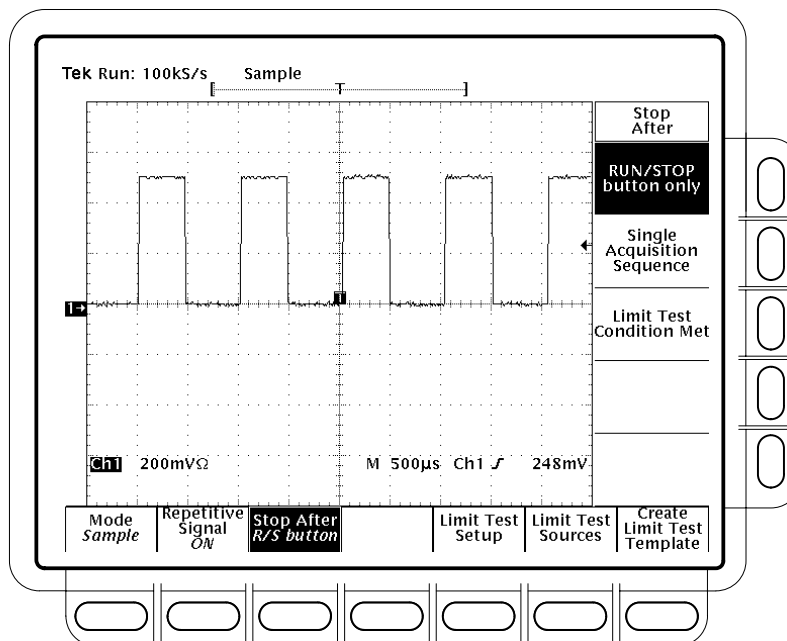


Рисунок 3-17: Меню Acquire – пункт Stop After

- Чтобы запустить или остановить регистрацию данных, нажмите кнопку **RUN/STOP button only** (ышву), а затем – кнопку **RUN/STOP**. Однократное нажатие кнопки RUN/STOP останавливает оцифровку. В левом верхнем углу экрана отображаются надпись «Stop» и число регистраций. При следующем нажатии этой кнопки осциллограф возобновляет сбор данных.
- Нажмите кнопку **Single Acquisition Sequence** (side). Эта кнопка позволяет выполнять одну последовательность регистрации по нажатию кнопки **RUN/STOP**. В режимах Sample, Peak Detect и Hi Res осциллограф регистрирует запись сигнала по первому допустимому событию запуска и останавливается. (Режим высокого разрешения имеется только у моделей TDS 500D и TDS 700D.)

В режимах Envelope и Average осциллограф выполняет указанное число регистраций для усреднения сигнала или построения огибающей.

Только для моделей TDS 500D и TDS 700D. Если осциллограф работает в режиме оцифровки в эквивалентном времени, то после нажатия кнопки **Single Acquisition Sequence** (ышву) процесс распознавания событий запуска и оцифровки отсчетов продолжается до тех пор, пока не будет заполнена запись сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы быстро выбрать режим *Single Acquisition Sequence* без отображения меню *Acquire* и *Stop After*, нажмите кнопки *SHIFT* и *FORCE TRIG* (Принудительная синхронизация). С этого момента кнопка *RUN/STOP* действует так, как описано выше. (Тем не менее, для отмены режима одиночной последовательности регистрации необходимо отобразить меню *Acquire*, а затем – меню *Stop After*.)

- Чтобы оцифровка сигналов продолжалась до тех пор, пока данные не выйдут за пределы, указанные в предельном тесте, нажмите кнопку **Limit Test Condition Met** (side). После этого регистрация прекращается. На этом этапе включаются также другие возможности осциллографа, доступные через пункт основного меню *Limit Test Setup* (Настройка предельного теста).

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы осциллограф прекратил сбор данных при выполнении условий предельного теста, необходимо включить предельный тест (установить значение *ON*) с помощью пункта *Limit Test Setup* главного меню.

Настройка предельного теста требует некоторых дополнительных действий. См. раздел *Предельный тест* на стр. 3–203.

Устранение искажений

При определенных условиях возможны искажения формы сигнала на экране. Ниже описаны искажения и даны советы по их предотвращению.

Общие сведения об искажениях Искажение сигнала проявляется в виде уменьшения его частоты по сравнению с реальным входным сигналом или нестабильности осциллограммы, несмотря на включенный индикатор **TRIG'D** (Синхронизация). Причиной искажений является неспособность осциллографа осуществить дискретизацию и построить правильную запись слишком быстрого сигнала. (См. рис. 3–18.)

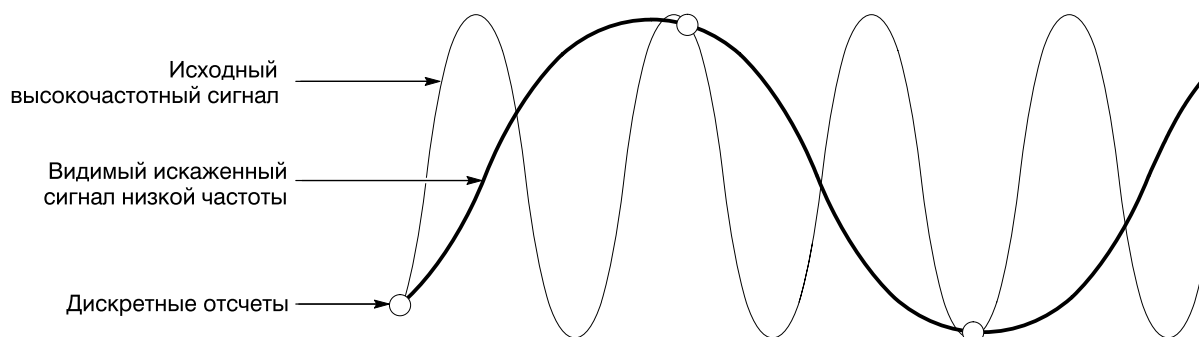


Рисунок 3–18: Искажения

Способы проверки и устранения Чтобы быстро проверить наличие искажений, следует медленно увеличить масштаб по горизонтали (цену деления в единицах времени). Резкое изменение или постоянство формы осциллограммы при меньшем значении временной развертки свидетельствует о возможном искажении сигнала.

Чтобы избежать искажений, убедитесь, что частота дискретизации входного сигнала более чем в два раза превышает максимальную частоту составляющих сигнала. Например, чтобы получить правильное представление сигнала с составляющими частотой 500 МГц без искажений, требуется частота дискретизации более 1 Гвыб/с. Ниже приведены советы по устранению искажений сигнала.

- Измените масштаб по горизонтали.
- Нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка).
- Переключите режим оцифровки (меню Acquisition) на Envelope или Peak Detect. В режиме «Огибающая» осуществляется поиск отсчетов с наибольшим и наименьшим значениями среди нескольких регистраций. В режиме «Пик детекция» та же самая операция применяется к одной регистрации. Оба режима позволяют обнаружить те составляющие сигнала, которые быстрее меняются во времени.
- Только для моделей TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопку режима оцифровки **DPO**. В режиме ЦЛО (цифровой люминофорный осциллограф) сигнал отображается так же, как на экране аналогового осциллографа.

Настройка параметров экрана

Осциллограф TDS отображает записи сигналов и другие элементы различными способами. Этот раздел посвящен настройке таких параметров осциллографа, как тип отображения, уровень интенсивности, масштабная сетка и формат.

ПРИМЕЧАНИЕ. Только для моделей TDS 500B и 700D. В этом разделе авторы исходят из предположения, что используется режим оцифровки Normal (Обычный) и параметры экрана установлены именно для этого режима. В режиме оцифровки DPO (ЦЛО) процедуры настройки параметров экрана Style (Тип), Format (Формат) и Readout (Экранная надпись) отличаются, причем некоторые значения недоступны. Различия в настройке описаны в разделе Использование оцифровки в режиме ЦЛО, на стр. 3–60; см. также раздел Несовместимые режимы на стр. 3–67.

Изменение параметров экрана

Чтобы отобразить меню Display, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (Настройки) (ьфшт) → **Display** (pop-up).

Меню **Display** служит для установки описанных ниже параметров типа, уровня интенсивности, масштабной сетки и формата. Меню **Color** (Цвет) позволяет изменять цвет различных компонентов экрана, таких как осциллограммы и надписи. Дополнительные сведения о цвете см. в разделе *Настройка цвета изображения* на стр. 3–48.

Выбор типа отображения

Только для TDS 600B: Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Style** (ьфшт) → **Vectors, Dots, Intensified Samples** (Усиление яркости), **Infinite Persistence** или **Variable Persistence** (side). (См. рис. 3–19).

Только для моделей TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **Normal** (pop-up) → **Style** (ьфшт) → **Vectors, Dots, Intensified Samples, Infinite Persistence** или **Variable Persistence** (side)

В режиме *Vectors* отображаются векторы (линии) между точками записи.

В режиме *Dots* запись сигнала отображается в виде точек.

В режиме *Intensified Samples* запись сигнала также отображается в виде точек. Однако реальные отсчеты отображаются цветом, который в меню Display Colors (Цвет изображения) помечен как Zone (Зона).

Кроме режима *Intensified Samples* (боковое меню), должен быть включен режим интерполяции (эквивалентное время должно быть выключено для моделей TDS 500D и TDS 700D) или режим Zoom (Лупа) с увеличением по горизонтали более 1X. См. разделы *Интерполяция* на стр. 3–31 и *Увеличение осциллограмм* на стр. 3–54.

В режиме *Variable Persistence* точки записи накапливаются на экране, но отображаются только в течение заданного интервала времени. В этом режиме экран выглядит как экран аналогового осциллографа. Введите значение времени для данного параметра с помощью клавиатуры или ручки общего назначения. Кроме того, точки записи отображаются цветом, изменяющимся в зависимости от послесвечения данной точки. См. раздел *Выбор палитры* на стр. 3–49.

В режиме *Infinite Persistence* точки записи накапливаются до тех пор, пока пользователь не изменит состояние какого-либо органа управления (например, масштабного коэффициента). В этом случае изображение на экране стирается.

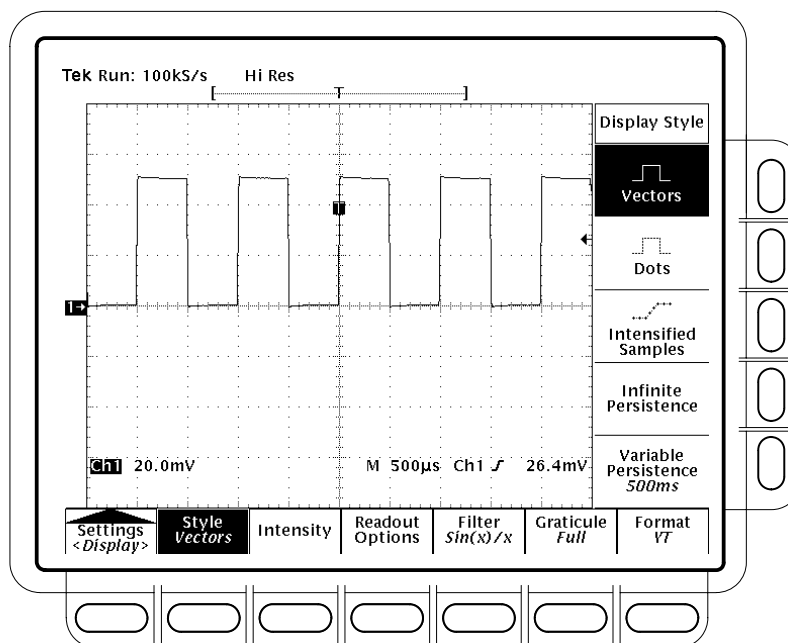


Рисунок 3-19: Меню Display – пункт Style

ПРИМЕЧАНИЕ. Только для моделей TDS 500B и TDS 700D: Различия в настройке параметров Style и Intensity (Интенсивность) в режиме ЦЛО описаны в разделе Использование оцифровки в режиме ЦЛО на стр. 3–60.

Настройка интенсивности

Параметр интенсивности устанавливает уровни интенсивности (яркости) надписей/масштабной сетки и осциллограммы. Для задания интенсивности выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Intensity** (ьфшт) → **Text/Grat** или **Waveform** (side). Введите значения относительной интенсивности в процентах с помощью клавиатуры или ручки общего назначения.

Диапазон настройки интенсивности простирается от 20% (почти полное отключение) до 100% (максимальная яркость).

Установка параметров показаний

Параметры показаний управляют отображением индикатора запуска, значка уровня запуска, а также текущих даты и времени на экране. Кроме того, эти параметры определяют тип значка уровня запуска – длинный или короткий.

1. TDS 600B: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Readout Options** (main).

Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **Normal** (pop-up) → **Format/RO** (main).

2. Переключите параметр **Display 'T' @ Trigger Point** (Отображение точки запуска как значка в виде буквы «Т») (ышву), чтобы обозначить точку запуска на экране в виде буквы «Е» или отменить это обозначение. Выберите значение **ON** (Включено) или **OFF** (Выключено). (Точка запуска указывает положение запуска в пределах записи сигнала.)
3. Нажмите кнопку **Trigger Bar Style** (side), чтобы выбрать короткий или длинный значок запуска или отключить его. (См. рис.3–20. Для иллюстрации здесь показаны оба значка, но в действительности отображается только один из них.)

Значок запуска отображается только в том случае, если источником синхронизации является отображаемый на экране активный сигнал. Кроме того, при отображении сигналов, синхронизируемых с задержкой, на экране присутствуют два значка запуска: один обозначает основной масштаб времени, а второй – масштаб времени с задержкой. Значок запуска служит индикатором уровня запуска на экране.

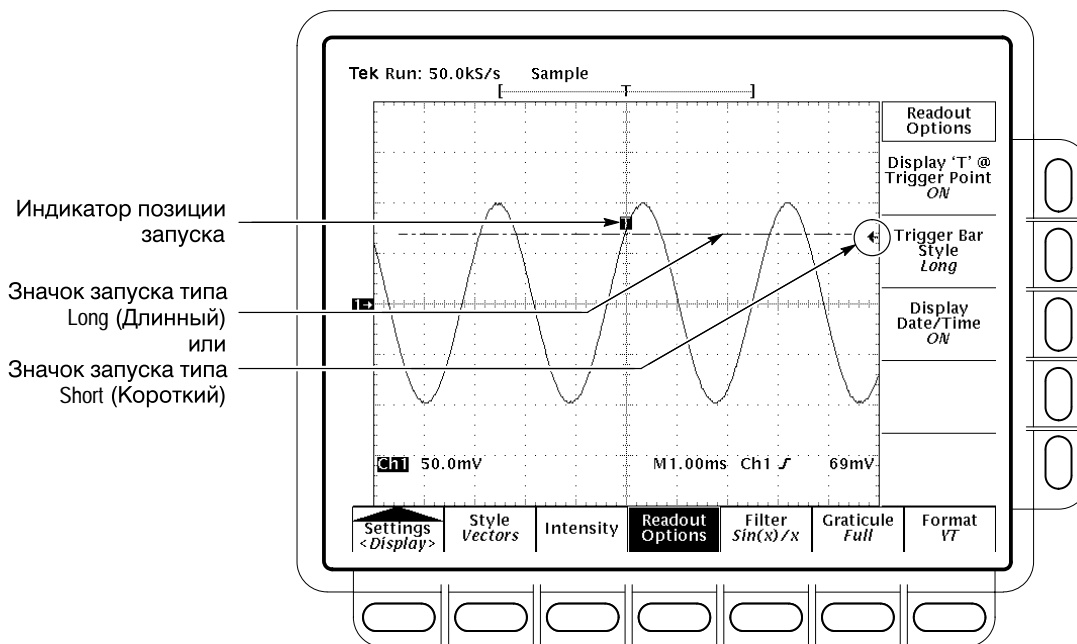


Рисунок 3–20: Индикаторы точки и уровня запуска.

В некоторых случаях, особенно при создании печатной копии, возникает необходимость показать на экране текущую дату и время.
(Дополнительные сведения об отображении и установке даты и времени см. в разделе *Отметки даты/времени в печатной копии* на стр. 3–186.)

4. Нажмите кнопку **Display Date/Time** (side), чтобы включить или выключить отображение даты и времени. Для отображения текущих даты и времени нажмите кнопку **Clear Menu** (Очистка меню).

Выбор интерполирующего фильтра

Имеются два типа экранных интерполирующих фильтров: $\sin(x)/x$ и линейный. Для переключения интерполирующего фильтра выполните следующие действия:

TDS 600B: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Filter** (Фильтр) (ьфшт) → **Sin(x)/x Interpolation** (Интерполяция $\sin(x)/x$) или **Linear Interpolation** (Линейная интерполяция) (ышву).

Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Normal** (pop-up) → **Filter** (ьфшт) → **Sin(x)/x Interpolation** или **Linear Interpolation** (side).

ПРИМЕЧАНИЕ. Интерполяция выполняется, когда масштаб по горизонтали установлен для более высоких частот (для модели TDS 600B – 10 нс/дел, частоты для моделей TDS 500B и TDS 700D см. в таблице 3–4 на стр. 3–38), а также когда осциллограммы увеличиваются по горизонтали с помощью средства ZOOM (Луна). (Тип фильтра – линейный или $\sin(x)/x$ – определяется параметром меню Display.) В других случаях интерполяция не используется. Вопросам интерполяции посвящен раздел Интерполяция на стр. 3–31.

Выбор типа масштабной сетки



Чтобы изменить тип масштабной сетки, выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Graticule** (main) → **Full, Grid, Cross Hair, Frame, NTSC** или **PAL** (side).

Параметр *Full* задает сетку, перекрестья и рамку.

Параметр *Grid* задает отображение рамки и сетки.

Параметр *Cross Hair* задает перекрестья и рамку.

Параметр *Frame* задает только отображение рамки.

Параметр *NTSC* задает сетку для измерения сигналов стандарта NTSC.

Параметр *PAL* задает сетку для измерения сигналов стандарта PAL.

ПРИМЕЧАНИЕ. Выбор масштабной сетки *NTSC* или *PAL* влечет автоматическое изменение масштаба по вертикали, положения и связи, а также установку нулевого смещения по вертикали для каждого отображаемого канала. При переключении на другой тип масштабной сетки значения этих параметров не восстанавливаются. Поэтому, после выбора другой масштабной сетки нужно восстановить заводские настройки или другие сохраненные настройки.

Выбор формата

Осциллограф отображает сигналы в одном из двух форматов: YТ и XY. Для установки формата оси экрана выполните следующие действия:

TDS 600B: Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Format** (main) → **XY** или **YT** (side).

Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **Normal** (pop-up) → **Format/RO** (main) → **XY** или **YT** (side).



Формат *YT* – это обычный формат отображения на дисплее осциллографа. Демонстрируется зависимость напряжения сигнала (по вертикальной оси) от времени (по горизонтальной оси).



Формат *XY* – это формат, в котором от точки к точке сравниваются уровни напряжения двух записей сигналов. То есть осциллограф отображает график зависимости записанного напряжения одного сигнала от напряжения другого сигнала. Этот режим особенно удобен при изучении фазовых соотношений.

В формате *XY* любой отображаемый каналный или эталонный сигнал привязан к оси, указанной в таблице 3–5, и является частью пары *XY*. Если в паре *XY* отображается только один источник, при выборе формата *XY* автоматически включается второй источник, дополняющий эту пару *XY*. Более того, если включен режим *XY*, то при выборе одного из источников пары, она включается, а по нажатию кнопки **WAVEFORM OFF** (Выключение сигнала) для одного из источников пары, отключается отображение обоих источников.

Таблица 3-5: Пары источников в формате XY

Пара XY	Источник оси X	Источник оси Y
Ch 1 и Ch 2	Ch 1	Ch 2
Ch 3 и Ch 4 (Ax1 и Ax2)	Ch 3 (Ax1)	Ch 4 (Ax2)
Ref 1 и Ref 2	Ref 1	Ref 2
Ref 3 и Ref 4	Ref 3	Ref 4

Поскольку форматы *YT* и *XY* влияют только на отображение сигналов, ручки и параметры меню, управляющие масштабом и положением по вертикали, сохраняют свои функции независимо от выбранного формата. Так, в режиме *XY*, параметр масштаба по горизонтали по-прежнему задает масштаб времени, а параметр положения по горизонтали определяет отображаемую на экране часть сигнала.

Хотя в формате *XY* отображаются только точки, допускается послесвечение. Включение режима **Vector** (Векторы) не влияет на отображение в формате *XY*.

Отображение математических форм сигналов в формате *XY* невозможно. При выборе формата *XY* отображение таких сигналов прекращается.

ПРИМЕЧАНИЕ. Использование формата *XY* при работе в помещениях с повышенной температурой или с применением форматов с повышенной интенсивностью изображения, например белых полей в палитре **Hardcopy** (Вывод печатной копии), может привести к временному ухудшению качества изображения.

Настройка цвета изображения

Осциллограф TDS может отображать данные в различных цветах. Этот раздел посвящен выбору цвета различных объектов, отображаемых на экране, с помощью меню Color (Цвет). Некоторые пункты этого меню доступны также в монохромных осциллографах TDS 500D.

Изменение цвета изображения

Чтобы отобразить меню Color (Цвет), выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **DISPLAY**, чтобы появилось меню Display.
2. Нажимая кнопку **Settings** главного меню, выберите во всплывающем меню параметр **Color**. (См. рис. 3-21.)

Меню Color позволяет изменять цвет различных компонентов экрана, таких как осциллограммы и надписи. Меню Display служит для установки типа, уровня интенсивности, масштабной сетки и формата отображения. Дополнительные сведения об экране см. в разделе *Изменение параметров экрана* на стр. 3-42.

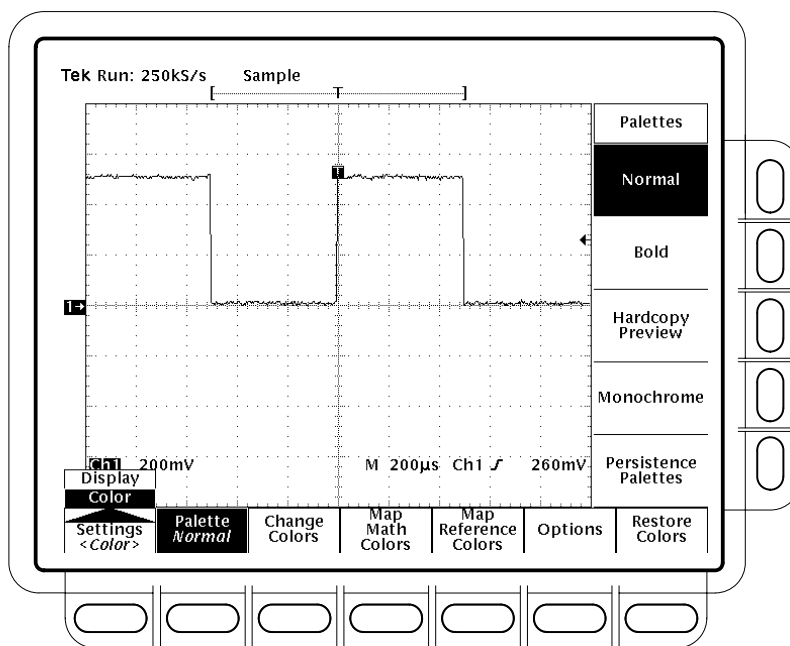


Рисунок 3-21: Меню Display – настройка

Выбор палитры

Для выбора палитры из 13 цветов в меню стандартных палитр выполните следующие действия:

1. Выберите начальную палитру. Для этого нажмите кнопку **Palette** (Палитра) главного меню.
2. Выберите одну из имеющихся палитр в боковом меню. Доступны палитры **Normal** (Обычная), **Bold** (Контрастная), **Hardcopy Preview** (Предварительный просмотр печатной копии) и **Monochrome** (Монохромная).
3. При отображении с послесвечением для изменения цвета каждой точки в зависимости от ее послесвечения выберите параметр **Persistence Palettes** (Палитры послесвечения). Затем выберите в боковом меню вариант **Temperature** (Температура), **Spectral** (Спектр) или **Gray Scale** (Серая шкала). Для просмотра выбранной палитры на экране нажмите кнопку **View Palette** (Просмотр палитры). По нажатию кнопки **Persistence Palette** предварительный просмотр прекращается. Для возвращения в меню **Palette** нажмите кнопку **Clear Menu** (Очистка меню).

ПРИМЕЧАНИЕ. Работа в помещениях с повышенной температурой или с применением форматов с повышенной интенсивностью изображения, например белых полей в палитре **Hardcopy Preview** (Предварительный просмотр печатной копии), может привести к временному ухудшению качества изображения.

*Палитра **Hardcopy Preview** применяется для некоторых форматов цветной печати. По умолчанию в этой палитре используются основные цвета максимальной интенсивности на белом фоне, что в большинстве случаев дает наилучший результат.*

Изменение цветов в палитре

Для изменения цвета в текущей палитре выберите нужный цвет и измените приведенные ниже атрибуты цвета.

Hue (Оттенок) – определяется длиной волны света, отраженного от поверхности. Оттенок непрерывно изменяется вдоль цветового спектра, примером которого может служить радуга. Параметр «Оттенок» недоступен в монохромных осциллографах.

Lightness (Освещенность) – определяется количеством света, отраженного от поверхности. Изменяется от черного цвета к номинальному, белому цвету.

Saturation (Насыщенность) – интенсивность цвета. При полном отсутствии насыщенности получается серый цвет. Полная насыщенность цвета данного оттенка соответствует максимальной интенсивности этого цвета. Параметр «Насыщенность» недоступен в монохромных осциллографах.

1. Для цветных осциллографов: выберите в главном меню пункт **Change Colors** (Изменение цветов). (См. рис. 3–22.)

При изменении цветов в палитре послесвечения: нажмите кнопки **Palette (main) → Persistence Palettes (side) → View Palette (main)**. Затем выберите в боковом меню палитру, которую следует изменить, после чего выберите в главном меню пункт **Change Colors for** (Изменение цвета элемента).

Для монохромных осциллографов: выберите в главном меню пункт **Change Persistence Colors** (Изменение цвета послесвечения).

2. Выберите один из цветов. Для этого несколько раз нажмите кнопку бокового меню **Color**, а если изменяется палитра послесвечения – кнопку **Color Index**.
3. Чтобы воспользоваться стандартным заводским значением данного цвета или индекса цвета, нажмите в боковом меню кнопку **Reset to Factory Color** (Восстановление заводских установок цвета).
4. Чтобы выбрать нужный оттенок, нажмите в боковом меню кнопку **Hue** и воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой. Значения изменяются от 0 до 359, например 0 = синий, 60 = пурпурный, 120 = красный, 180 = желтый, 240 = зеленый, 300 = голубой.
5. Чтобы выбрать освещенность, нажмите в боковом меню кнопку **Lightness** и воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой. Значение 0 соответствует черному цвету. Значение 50 дает номинальный цвет. Значение 100 соответствует белому цвету.
6. Чтобы выбрать насыщенность, нажмите в боковом меню кнопку **Saturation** и воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой. Значение 100 соответствует чистому цвету. Значение 0 дает серый цвет.

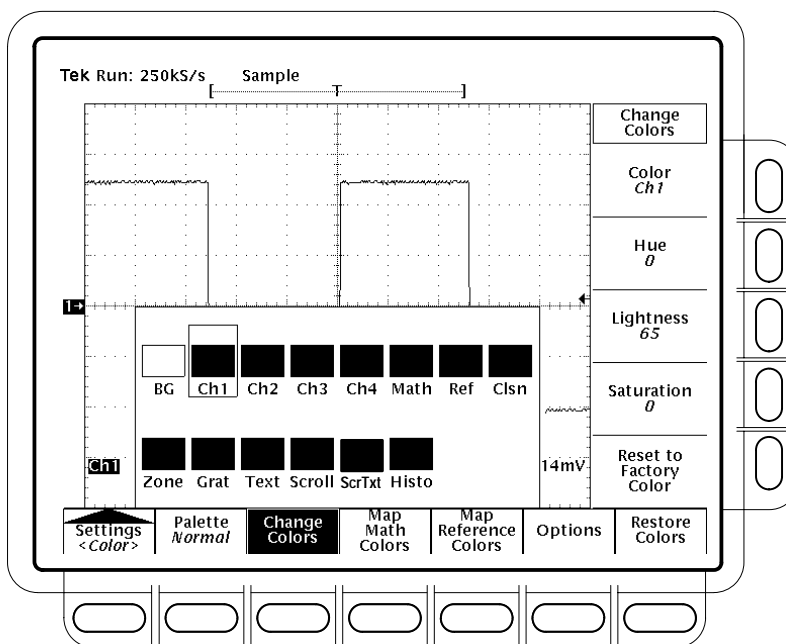


Рисунок 3-22: Меню Display – цвета палитры

Установка цвета математической формы сигнала

Для определения цветов математической формы сигнала выполните следующие действия:

1. Выберите в главном меню пункт **Map Math** (Отображение математической формы сигнала).
2. Выберите одну из трех математических форм сигнала, нажимая кнопку **Math** (Математические) бокового меню.
3. Чтобы назначить конкретный цвет выбранной математической форме сигнала, нажмите кнопку **Color** и путем циклического перебора вариантов выберите нужный цвет.
4. Чтобы выбранная математическая форма сигнала имела тот же цвет, что и сигнал, на котором эта математическая форма основана, выберите вариант **Color Matches Contents** (Цвет содержимого). Если данная математическая форма сигнала основана на двух сигналах, используется цвет первого из составляющих ее сигналов.

Для восстановления стандартных заводских установок нажмите кнопку **Reset to Factory Color** (Восстановление заводских установок цвета).

Установка цвета эталонной осциллограммы

Для определения цветов эталонной осциллограммы выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Map Reference** (Отображение опорного сигнала) главного меню. (См. рис. 3–23.)
2. Выберите одну из четырех эталонных осциллограмм, нажимая кнопку **Ref** (Эталонные) бокового меню.
3. Чтобы назначить конкретный цвет выбранной эталонной осциллограмме, нажимайте кнопку **Color**, пока не появится нужный цвет.
4. Чтобы выбранная эталонная осциллограмма имела тот же цвет, что и сигнал, на котором она основана, выберите вариант **Color Matches Contents** (Цвет содержимого).

Для восстановления стандартных заводских установок нажмите кнопку **Reset to Factory Color**.

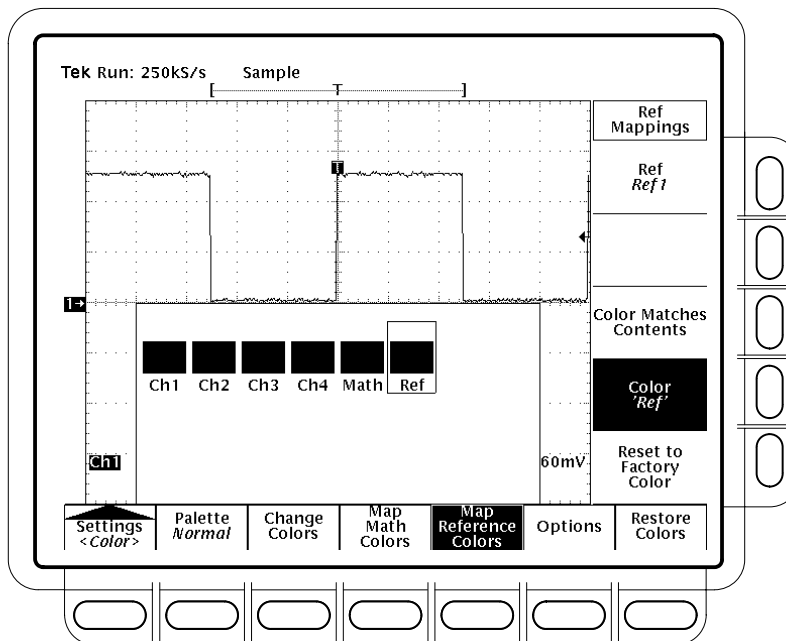


Рисунок 3-23: Меню Display – отображение цветов эталонного сигнала

Выбор параметров

Чтобы определить цвет, обозначающий места пересечения осциллограмм друг с другом, выполните следующие действия:

1. Для моделей TDS 600B: нажмите кнопку **Options** (Параметры) главного меню.

Для моделей TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопку **Options Restore** (Восстановление параметров) главного меню.

2. Чтобы отметить зоны перекрытия осциллограмм особым цветом, переключите параметр бокового меню **Collision Contrast** (Контрастные зоны перекрытия) в положение **ON** (Включено).

Восстановление цветов

Для восстановления стандартных заводских установок цвета, выполните следующие действия:

1. Для моделей TDS 600B: нажмите кнопку главного меню **Restore Colors** (Восстановление цветов). (См. рис.3-24.)

Модели TDS 500D и TDS 700D: нажмите кнопку главного меню **Options Restore**.

2. Выберите объекты, подлежащие восстановлению. Для этого нажмите кнопки бокового меню **Reset Current Palette To Factory** (Восстановление заводской настройки текущей палитры), **Reset All Palettes To Factory** (Восстановление заводских настроек всех палитр; для монохромных осциллографов – **Reset Palette**) или **Reset All Mappings To Factory** (Восстановление заводских настроек всех отображаемых объектов).

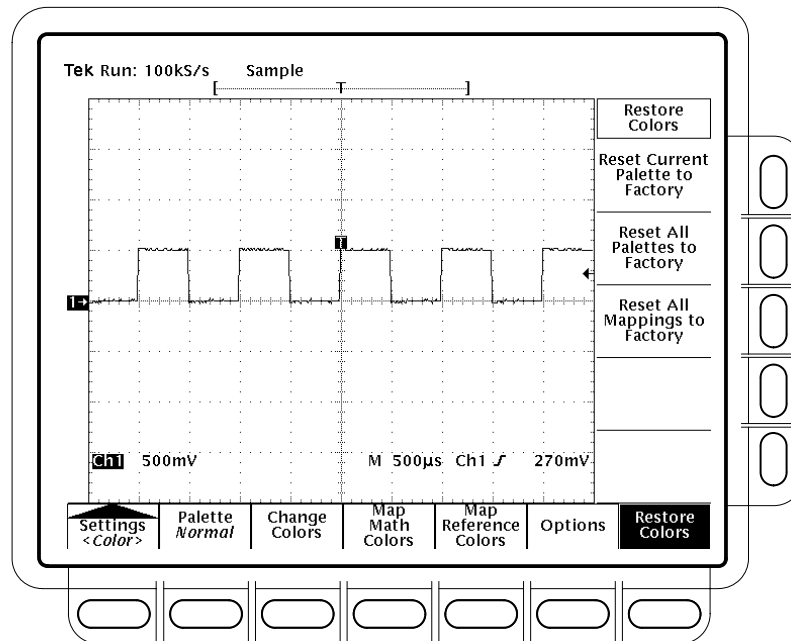


Рисунок 3–24: Меню Display – пункт Restore Colors

Выбор цветового отображения

Определите способ сопоставления оцифрованных значений из базы данных и показаний на экране (только для моделей TDS 500D и 700D). Для этого выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Options Restore** главного меню.
2. Для отображения значений в виде значений интенсивности или относительных значений, переключите значение параметра бокового меню **Color Mapping** (Цветовое отображение) на **Intensity** (Интенсивность) или **Percentages** (Проценты).

Вариант «Интенсивность» позволяет управлять интенсивностью с помощью пункта главного меню DPO Brightness (Яркость ЦЛЮ) (см. стр. 3–64). Вариант «Проценты» используется для установки относительных коэффициентов цветового отображения в меню Map Colors (Отображение цветов).

Коэффициенты цветового отображения

Для установки относительных коэффициентов сопоставления оцифрованных значений из базы данных и показаний на экране (только для моделей TDS 500D и 700D) выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Percentage Color Mapping** (Коэффициенты цветового отображения) главного меню.
2. Переключите значение параметра **Color Index** (side) (Индекс цвета) на диапазон индексов цвета, который следует изменить.
3. Нажмите кнопку **Min Percentage** (side) (Минимальный коэффициент). Затем с помощью ручки общего назначения или клавиатуры установите нижний предел относительного коэффициента для выбранного индекса цвета.

Для восстановления стандартных заводских установок нажмите кнопку **Reset to Factory** (Восстановление заводских установок).

Увеличение осциллограмм

Осциллограф TDS допускает расширение или сжатие (увеличение или уменьшение) осциллограммы без изменения параметров регистрации (частоты дискретизации, длины записи и др.). Этот раздел посвящен использованию средства Zoom (Лупа) и его взаимодействию с выбранным сигналом. Кроме того, описано влияние интерполяции на лупу.

Чтобы воспользоваться функцией увеличения, нажмите кнопку ZOOM. Лупа временно увеличивает осциллограмму, позволяя детально рассмотреть форму сигнала. Например, чтобы исследовать искажения импульса, воспользуйтесь временным увеличением перегиба на переднем фронте импульса. Для этого с помощью лупы увеличьте его по горизонтали и вертикали. Чтобы восстановить исходный масштаб по горизонтали по завершении работы, нажмите одну из кнопок меню. (Лупа удобна также для увеличения по горизонтали осциллограмм, зарегистрированных с минимальной ценой деления в единицах времени.)

Применение для осциллограмм

Для эффективного использования лупы следует знать, как осуществляется увеличение осциллограмм. При увеличении по вертикали осциллограф увеличивает или сжимает только *выбранную* осциллограмму. Кроме того, в режиме лупы осциллограф только позиционирует выбранную осциллограмму.

При увеличении по горизонтали лупа действует на выбранную осциллограмму, на все активные осциллограммы или на все активные и эталонные осциллограммы, в зависимости от значения параметра Horizontal Lock (Строчная синхронизация) в меню Zoom.

При увеличении по горизонтали или по вертикали лупа увеличивает или сжимает осциллограмму на величину коэффициента увеличения.

Интерполяция и увеличение

Для эффективного использования лупы следует знать, как интерполяция влияет на увеличение. Лупа увеличивает некоторую часть осциллограммы. Если для этого осциллограф должен отобразить больше точек, чем было зарегистрировано, осуществляется интерполяция.

Осциллограф использует линейную интерполяцию или интерполяцию $\sin(x)/x$. Метод интерполяции влияет на результат увеличения осциллограммы посредством лупы. Если выбрана интерполяция $\sin(x)/x$, которая используется по умолчанию, то по краям осциллограммы возможно некоторое перерегулирование или отрицательный выброс. В этом случае следует изменить интерполяцию на линейную согласно инструкциям на стр. 3–57.

Указанные два способа интерполяции описаны в разделе *Интерполяция* на стр. 3–31. Чтобы отличить реальные и интерполированные отсчеты, установите тип отображения **Intensified Samples** (Усиление яркости). (См. раздел *Выбор типа отображения* на стр. 3–42.)

Проверка коэффициента увеличения

Чтобы быстро узнать коэффициент увеличения осциллограммы, выберите соответствующий сигнал – на экране появится надпись **Zoom**. Она содержит номер выбранного сигнала и коэффициенты увеличения по горизонтали и по вертикали.

Показание **Zoom** отображается в верхней части экрана при включении средства **Zoom**. (См. рис. 3–25 на стр. 3–57). В режиме двух окон (предварительного просмотра) показание **Zoom** не отображается.

Увеличение осциллограммы

Чтобы применить средство **Zoom**, выберите осциллограмму, включите лупу и задайте увеличение выбранной осциллограммы с помощью ручек масштаба по вертикали и по горизонтали:

1. Нажмите одну из кнопок выбора осциллограммы **CH 1 – CH 4** справа от экрана. Или нажмите кнопку **MORE** и выберите в меню **More** математическую форму сигнала или эталонную осциллограмму.
2. Нажмите кнопку **ZOOM**.

Нажмите кнопки **ZOOM → Mode (main) → ON (side)**. На передней панели должна загореться кнопка **ZOOM**. В боковом меню переключите значение параметра **Dual Zoom** (Двойная лупа) на **OFF**.

3. Измените коэффициент увеличения выбранной осциллограммы по вертикали с помощью ручки **SCALE** (Масштаб) по вертикали. Настройте положение увеличенной осциллограммы по вертикали с помощью ручки **POSITION** (Положение) по вертикали.
4. Измените коэффициент увеличения по горизонтали с помощью ручки **SCALE** по горизонтали. Настройте положение увеличенной осциллограммы по горизонтали с помощью ручки **POSITION** по горизонтали.

В зависимости от выбранного значения параметра **Horizontal Lock** (Строчная синхронизация) в боковом меню, увеличение отображаемых осциллограмм осуществляется следующим образом:

None (Нет) – допускается увеличение и смещение по горизонтали только выбранной осциллограммы (рис. 3–25).

Live (Активные) – увеличение и смещение по горизонтали действует одновременно на все активные (в отличие от эталонных) осциллограммы. Если выбранная осциллограмма является *эталонной осциллограммой* или *математической формой сигнала* и для параметра **Horizontal Lock** установлено значение *Live*, увеличение и смещение действует только на выбранную эталонную или математическую осциллограмму.

All (Все) – все отображаемые осциллограммы (активные, эталонные и математические) увеличиваются и позиционируются по горизонтали одновременно.

5. Нажмите кнопки **ZOOM** → **Lock** (Синхронизация) (ьфшт) → **All**, **Live** или **None** (side).

ПРИМЕЧАНИЕ. Хотя для контроля за тем, какие осциллограммы подвергаются увеличению, должен быть включен режим *Zoom*, именно параметр *Horizontal Lock* определяет, какие осциллограммы позиционируются по горизонтали, независимо от включения лупы. Правила, действующие для трех указанных выше установок, перечислены в шаге 4 на стр. 3–55.

Изменяется размер только выбранной (верхней) осциллограммы.

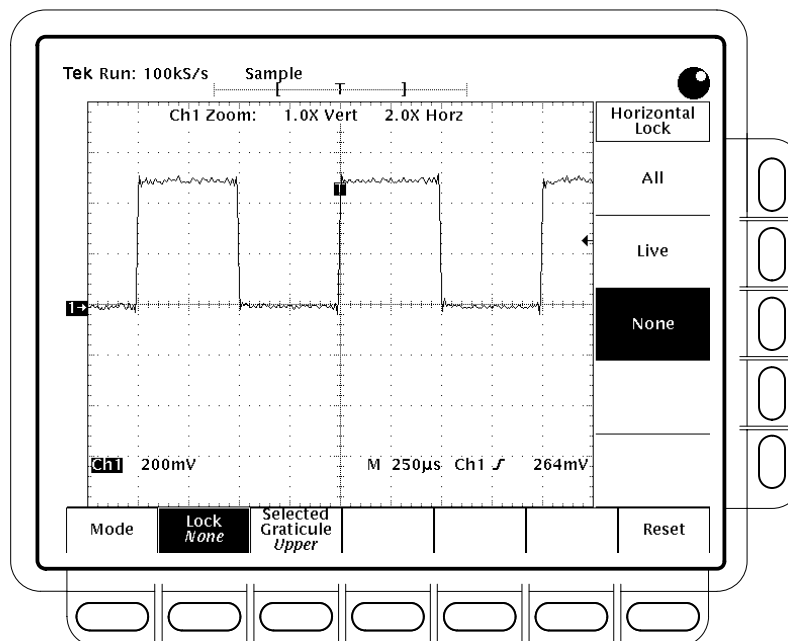


Рисунок 3–25: Режим увеличения при отсутствии строчной синхронизации

Выбор способа интерполяции

Для изменения используемого способа интерполяции нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Filter** (main) → **Sin(x)/x Interpolation** или **Linear Interpolation** (ышву).

Сброс увеличения

Для сброса всех коэффициентов увеличения с восстановлением значений по умолчанию выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **ZOOM** → **Reset** (Сброс) (ыфшт) → **Reset Live Factors** (Сброс активных коэффициентов) или **Reset All Factors** (Сброс всех коэффициентов) (ышву). Кнопка **Reset Live Factors** сбрасывает масштабирование только активных осциллограмм, в отличие от эталонных осциллограмм. Кнопка **Reset All Factors** сбрасывает масштабирование всех осциллограмм.

Использование режима двух окон

Осциллограф допускает отображение и управление двумя представлениями одной осциллограммы, одно из которых является масштабированным (увеличенным), а другое – немасштабированным (неувеличенным). Для этого создаются две масштабных сетки (два окна) половинной высоты. Увеличенная осциллограмма отображается на верхней масштабной сетке, а неувеличенная – на нижней. Для использования режима двойной лупы (также называемого режимом предварительного увеличения), выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **Zoom** → **Mode** (main) → **Preview** (Предварительный просмотр) (ышву). Область осциллограммы, заключенная в прямоугольную рамку, отображается в увеличенном виде на верхней масштабной сетке. (См. рис. 3–26.)

- Для масштабирования и изменения позиции *неувеличенной* осциллограммы нажмите кнопки **Selected Graticule** (main) → **Lower** (side). Неувеличенная осциллограмма в прямоугольнике масштабируется и позиционируется с помощью ручек управления по вертикали и горизонтали.

При масштабировании или перемещении неувеличенной осциллограммы относительно указанного прямоугольника изменяется увеличенное изображение, соответствующее части осциллограммы, находящейся внутри этого прямоугольника.

- Для масштабирования и изменения положения *увеличенной* осциллограммы нажмите кнопки **Selected Graticule** (main) → **Upper** (side). Масштабирование и перемещение увеличенной осциллограммы производится с помощью ручек управления по вертикали и горизонтали.

При масштабировании или перемещении увеличенной осциллограммы прямоугольник рамки соответствующим образом масштабируется или перемещается относительно неувеличенной осциллограммы. Этот прямоугольник включает только ту часть осциллограммы, которая в увеличенном виде отображается на верхней масштабной сетке.

В режиме двух окон осциллограф не отображает коэффициенты увеличения. Однако масштабные коэффициенты увеличенной осциллограммы отображаются (вольт/деление и время/деление).

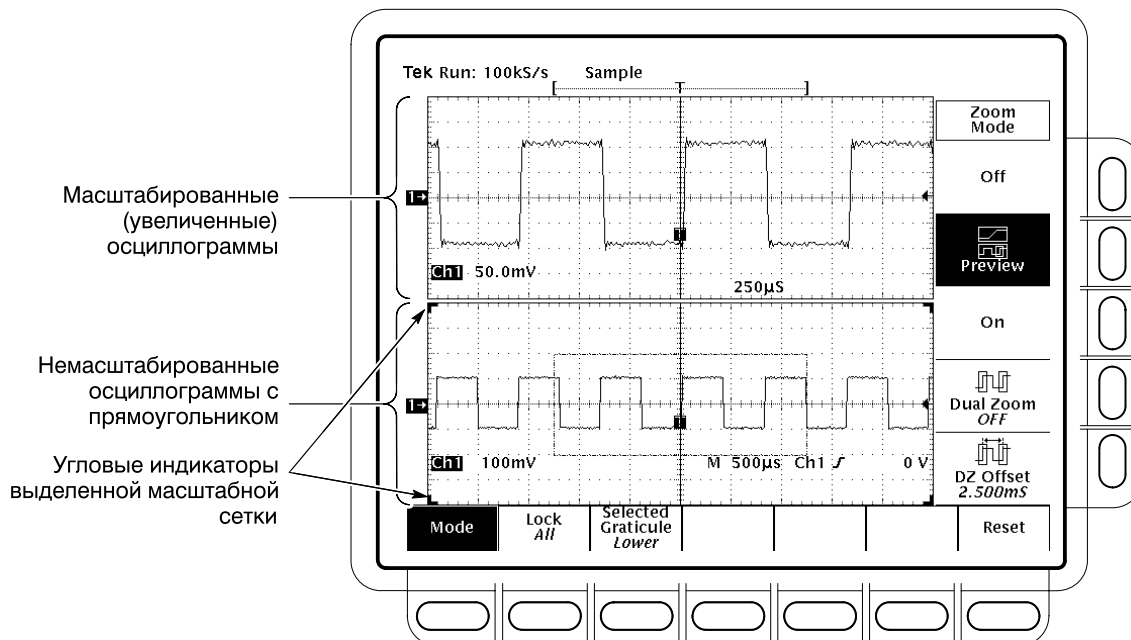


Рисунок 3-26: Режим двух окон (предварительный просмотр)

Двойная лупа

Для включения режима Dual Zoom (Двойная лупа), нажмите кнопки **ZOOM → Mode (main) → Dual Zoom (side)**, переключив значение последнего параметра на **ON**. (См. рис. 3–27.)

В режиме двойной лупы на экране отображается второе увеличенное представление выбранной неувеличенной осциллограммы. Это второе масштабированное представление смещено во времени относительно первого масштабированного представления. Кроме того, для отображения двойной лупы должен быть включен режим лупы (в боковом меню выбрано значение On–«Включено» или Preview–«Предварительный просмотр»).

Установка смещения двойной лупы

Для установки смещения во времени второй увеличенной осциллограммы относительно первой, нажмите кнопки **ZOOM → Mode (main) → Dual Zoom Offset** (Смещение двойной лупы) (ышву). Затем установите смещение с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Смещение двойной лупы всегда положительно. Осциллограф устанавливает смещение, наиболее близкое к заданному значению из всех возможных. Если требуемое смещение равно 0,0, прямоугольники лупы примыкают друг к другу независимо от коэффициента увеличения.

Минимально возможное смещение по времени определяется коэффициентом увеличения и масштабным коэффициентом по горизонтали. Оба прямоугольника лупы всегда охватывают равные интервалы времени, причем второй прямоугольник всегда смещен относительно первого на время, соответствующее одному прямоугольнику. Удвоение коэффициента увеличения уменьшает вдвое интервал времени, охватываемый каждым из двух прямоугольников, и, следовательно, сокращает вдвое минимальное смещение по времени.

Осциллограф сохраняет в качестве «запроса» любые введенные значения, меньшие, чем минимально возможное время, *если эти значения вводятся с клавиатуры*. Смещение по времени принимает запрошенное значение, когда это значение становится допустимым в результате соответствующего увеличения коэффициента увеличения или уменьшения масштаба по горизонтали. С помощью ручки общего назначения невозможно установить смещение меньше, чем минимально возможное смещение по времени.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для упрощения настройки двойной лупы включите в боковом меню режим Preview. В этом режиме с двумя окнами увеличенное изображение строится на верхней масштабной сетке, а на нижней масштабной сетке отображается неувеличенная осциллограмма с двумя прямоугольниками, заключающими в себе фрагменты, рассматриваемые с увеличением. В результате изменения смещения правый прямоугольник перемещается относительно левого, который остается на месте. Связанная увеличенная осциллограмма на верхней масштабной сетке перемещается в соответствии с изменением смещения. Допускается также настройка осциллограммы относительно прямоугольников лупы, для чего следует выбрать нижнюю масштабную сетку и воспользоваться ручками управления по вертикали и горизонтали. См. раздел Использование режима двух оконна стр. 3–57.

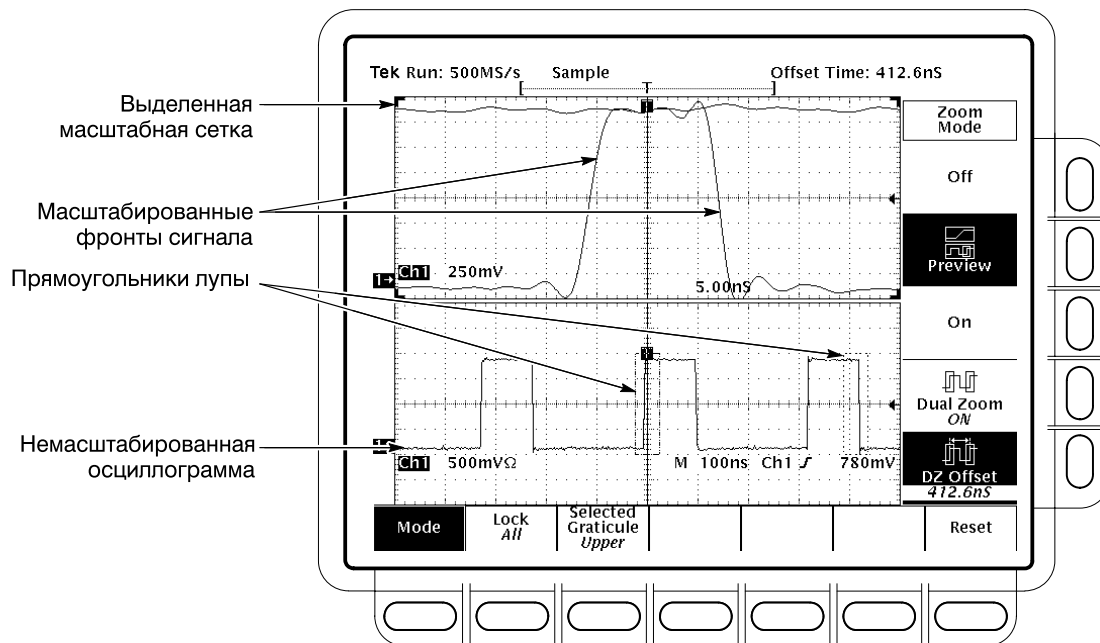


Рисунок 3-27: Двойная лупа – режим двух окон (предварительный просмотр)

Использование оцифровки в режиме ЦЛО

В осциллографах TDS 500D и 700D режим оцифровки ЦЛО служит для отображения данных с помощью интенсивности изображения. Режим оцифровки ЦЛО уменьшает неиспользуемое время между регистрациями сигнала, характерное для цифровых запоминающих осциллографов (ЦЗО). За счет уменьшения неиспользуемого времени в режиме ЦЛО осуществляется захват и отображение переходных отклонений сигнала, таких как выбросы или огибающие импульсов. Эти отклонения часто пропускаются при сравнительно большей продолжительности неиспользуемого времени в обычных режимах работы ЦЗО. Кроме того, в режиме ЦЛО допускается отображение сигнала на экране с интенсивностью, зависящей от частоты появления особенностей сигнала.

В режимах ЦЛО XY и XYZ также используется интенсивность при приеме непрерывных сигналов из входных каналов без синхронизации. В этом разделе описано использование режима ЦЛО и его отличия от обычного режима оцифровки.

Для оптимизации изображения на экране в режиме ЦЛО автоматически выбираются длина записи и частота дискретизации. Частота дискретизации не превосходит 1 Гвыб/с, а длина записи – 500 тысяч точек. Полученные данные сжимаются до максимальной емкости экрана, равной 500 пикселям.

Скорость захвата осциллограммы

Рисунки 3–28, 3–29 и 3–30 иллюстрируют отличия режима оцифровки ЦЛО от обычного режима оцифровки, используемого в цифровых запоминающих осциллографах. В обычном режиме выполняется цикл «захват сигнала – цифровое преобразование сигнала – обновление осциллограммы в памяти – отображение осциллограммы». В обычном режиме пропускаются кратковременные отклонения, происходящие за длительное неиспользуемое время. Обычно захват сигнала выполняется с частотой 50 осциллограмм в секунду.

В режиме ЦЛО скорость захвата сигнала возрастает до 200 000 осциллограмм в секунду (максимальная скорость зависит от модели осциллографа), при этом массив осциллограммы многократно обновляется в промежутках между его отображениями на экране. Очень высокая скорость захвата увеличивает вероятность накопления в памяти формы сигнала таких редких событий, как огибающие импульсов, выбросы и др. Затем осциллограф отображает полученную форму сигнала с нормальной скоростью отображения в режиме переменного или бесконечного послесвечения с регулируемой или автоматически задаваемой яркостью. Для управления длительностью послесвечения на экране выберите параметр Variable Persistence (Переменное послесвечение) и постоянную гашения. Для отображения только последних данных выберите значение No Persistence (Без послесвечения).

Для отображения дополнительных сведений о каждой точке из массива осциллограммы в режиме ЦЛО используется интенсивность изображения или шкала серого, как в аналоговом осциллографе. Массив осциллограммы – это двумерный массив элементов изображения. Значение элемента изображения возрастает при каждой записи данного элемента во время оцифровки сигнала. Если сброс базы данных происходит недостаточно быстро, элементы изображения достигают насыщения или переполнения. Момент насыщения зависит от глубины массива для каждого элемента изображения, частоты запуска и степени стабильности или постоянства регистрируемых данных. Чем более постоянными являются данные, тем чаще увеличивается значение в данной точке массива и тем скорее оно достигает насыщения. Установка глубины массива осциллограммы описана в разделе *Установка глубины накопления* на стр. 3–65.

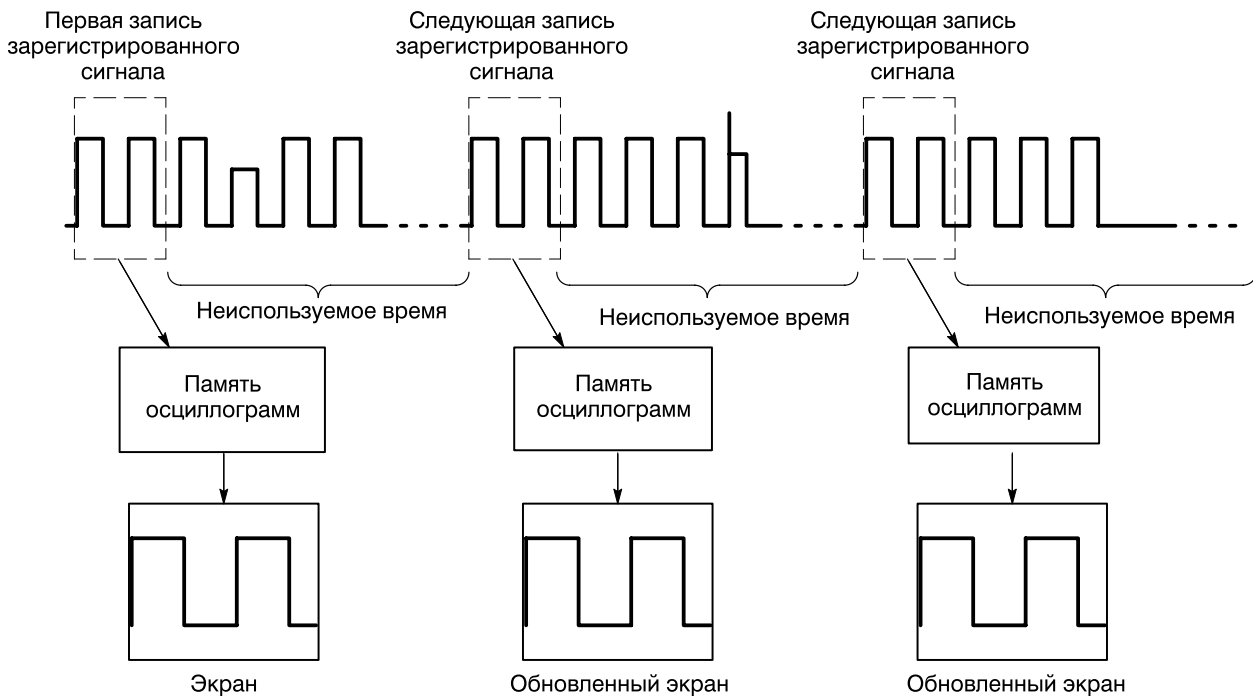
Использование режима ЦЛО

Для включения режима ЦЛО выполните *одно* из перечисленных ниже действий:

1. Нажмите кнопку **DPO** (ЦЛО) на передней панели.
2. Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main). Еще раз нажмите кнопку **Mode**, чтобы переключить осциллограф в режим ЦЛО.
3. Чтобы восстановить заводские настройки режима ЦЛО, нажмите кнопки **SAVE/RECALL SETUP** → **Recall Factory With DPO** (main) → **OK Confirm DPO Init** (side).

Для отключения режима ЦЛО нажмите кнопку **DPO**. Существует и другой способ: нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main), а затем еще раз нажмите кнопку **Mode**, чтобы переключить осциллограф в режим Normal (Обычный).

Режим ЦЗО Normal (Обычный)



Режим ЦЛО

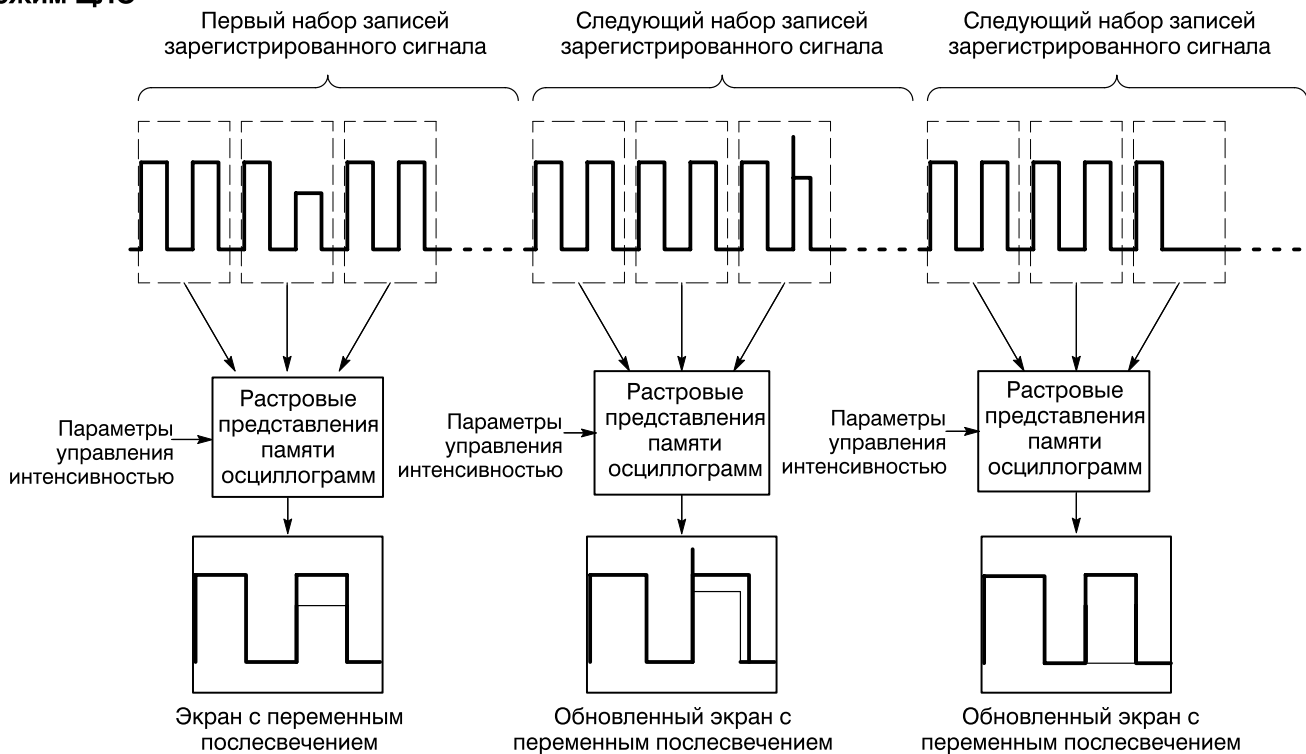


Рисунок 3-28: Сравнение обычного режима регистрации и отображения данных ЦЗО и режима ЦЛО

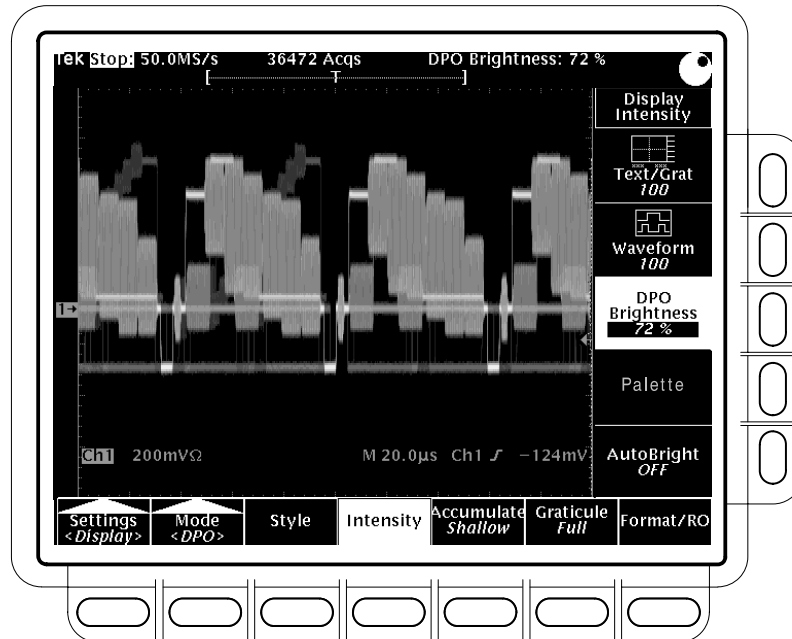


Рисунок 3–29: Экран ЦЛО

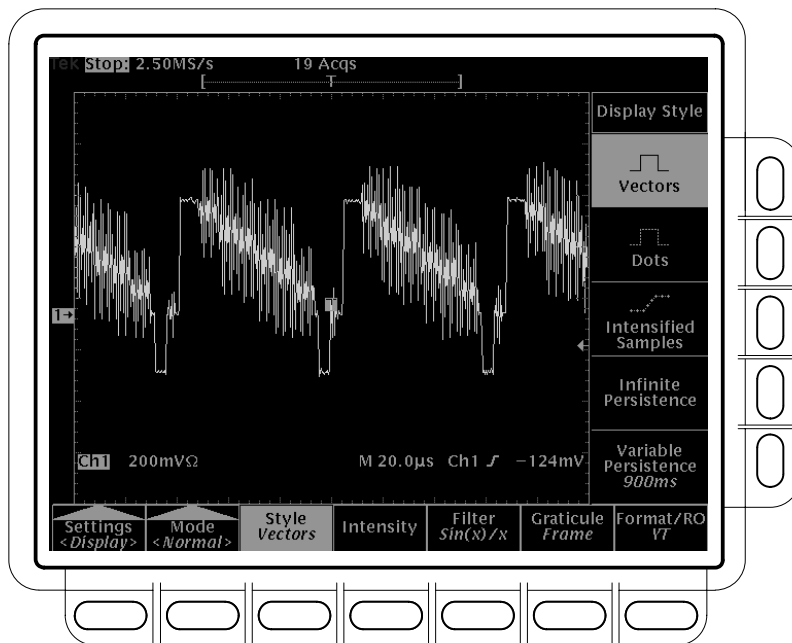


Рисунок 3–30: Обычный экран ЦЗО

Установка типа отображения ЦЛО

Чтобы изменить тип отображения ЦЛО, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **DPO** (pop-up) → **Style** (main).
2. Выберите в боковом меню пункт **Vectors** или **Dots**. (Режим отображения «Точки» является стандартной заводской настройкой.)
3. Выберите в боковом меню один из пунктов **Infinite Persistence**, **Variable Persistence** или **No Persistence**. (Режим отображения «Переменное послесвечение» является стандартной заводской настройкой.)

Режимы «Бесконечное послесвечение» и «Переменное послесвечение» описаны на стр. 3–42. Вариант «Без послесвечения» доступен только в режиме ЦЛО. При выключенном послесвечении экран очищается каждый раз, когда отображается новый массив осциллограммы.

4. Для настройки времени послесвечения (частоты гашения) в режиме **Variable Persistence** используйте ручку общего назначения или клавиатуру.

Установка параметров экранных надписей ЦЛО

Чтобы изменить параметры экранных надписей ЦЛО, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **DPO** (pop-up) → **Format/RO** (main).
2. В боковом меню переключите соответствующим образом значения параметров **Display T @ Trigger Point** (Отображение точки запуска как значка в виде буквы «Т»), **Trigger Bar Style** (Тип значка запуска) и **Display Date/Time** (Отображение даты и времени).

Настройка интенсивности

В режиме ЦЛО имеются две дополнительные настройки яркости изображения на экране. Для установки интенсивности выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Intensity** (main) → **DPO Brightness** (side). Введите значение интенсивности с помощью клавиатуры или ручки общего назначения. Данный управляющий параметр игнорируется, если параметр **Color Mapping** (Цветовое отображение) имеет значение **Percentages** (Проценты). При повышенной яркости лучше видны менее частые события.
2. Чтобы автоматически установить максимальную яркость равной яркости наиболее частого события, нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Intensity** (ьфшт). Затем переключите значение параметра **AutoBright** (side) на **ON** (Включено). Значение **Off** (Выключено) соответствует режиму, при котором яркость изображения зависит от частоты запуска, а экран похож на экран аналогового осциллографа.

Установка глубины накопления

Параметр Accumulation Depth (Глубина накопления) определяет длину массива осциллограммы. Этот массив состоит из счетчиков попаданий оцифрованных сигналов в соответствующие элементы изображения. Счетчики используются в режимах ЦЛЮ, Mask Counting (Подсчет с маской) и Histogram (Гистограмма). В режиме ЦЛЮ каждому элементу изображения соответствует значение шкалы серого, которое определяется накопленным значением счетчика и параметрами управления интенсивностью.

Для задания глубины накопления выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **DPO** (pop-up) → **Accumulate** (main).
2. Выберите в боковом меню пункт **Shallow** (Мелкое) или **Deep** (Глубокое). (Вариант «Мелкое» является стандартной установкой.)

При «мелком» накоплении изображение быстрее достигает насыщения. «Мелкое» накопление соответствует глубине накопления 21 бит, а если подсчет осуществляется в режиме гистограммы или с маской – 32 бита. «Глубокое» накопление осуществляется с глубиной 64 бита. Если глубина накопления превышает 21 бит, уменьшается частота обновления экрана, выключаются режимы Variable Persistence и No Persistence, и становится доступной функция Save/Recall Image Array (Сохранение/восстановление массива изображения).

Выбор формата

Осциллограммы ЦЛЮ отображаются на экране в одном из трех форматов: YT, XY или XYZ. Для установки формата оси экрана выполните следующие действия:

Нажмите кнопки **DISPLAY** → **Settings** (main) → **Display** (pop-up) → **Mode** (main) → **DPO** (pop-up) → **Format/RO** (main) → **XY, YT** или **XYZ** (side).



Формат *YT* – это обычный формат отображения на экране осциллографа. Демонстрируется зависимость напряжения сигнала (по вертикальной оси) от времени (по горизонтальной оси).



Формат *XY* – это формат, в котором от точки к точке сравниваются уровни напряжения двух записей сигналов (см. рис. 3–31). То есть осциллограф отображает график зависимости зарегистрированного напряжения одного сигнала от напряжения другого сигнала. Этот режим особенно удобен при изучении фазовых соотношений. В формате *XY* синхронизация отсутствует. Если установленные в режиме *YT* параметры VERTICAL POSITION (Положение по вертикали) и Vertical Offset (Смещение по вертикали) соответствуют центру экрана, то в режиме *XY* изображение также попадает в центр экрана, причем каждое деление экрана в режиме *YT* преобразуется в некоторое деление экрана в режиме *XY*.

В формате *XY* любой отображаемый каналный или эталонный сигнал привязан к оси, указанной в таблице 3–6, и является частью пары *XY*. Если в паре *XY* отображается только один источник, второй источник включается автоматически, дополняя эту пару *XY*. Более того, если включен режим *XY*, то при выборе одного из источников пары она включается, а по нажатию

кнопки WAVEFORM OFF (Выключение сигнала) для одного из источников пары отключается отображение обоих источников.

В ЦЛО в режимах XY и XYZ можно использовать маски и гистограммы.

Таблица 3–6: Пары источников формата XY в режиме ЦЛО

Пара XY	Источник оси X	Источник оси Y
Ch 1 и Ch 2	Ch 1	Ch 2
Ch 3 и Ch 4 (Ax1 b Ax2)	Ch 3 (Ax1)	Ch 4 (Ax2)
Ref 1 и Ref 2	Ref 1	Ref 2
Ref 3 и Ref 4	Ref 3	Ref 4

В формате XYZ поточечно сравниваются уровни напряжения записей сигналов CH 1 (ось X) и CH 2 (ось Y), как в формате XY. Яркость отображаемых сигналов модулируется по форме сигнала на канале CH 3 (ось Z). В формате XYZ синхронизация отсутствует. Формат XYZ недоступен в осциллографах, работающих в режиме 2+2 канала. Если сигнал в канале CH 3 соответствует минус пяти делениям (с учетом положения и смещения), получается пустой экран, а сигнал на уровне плюс пяти делений дает полную интенсивность изображения.

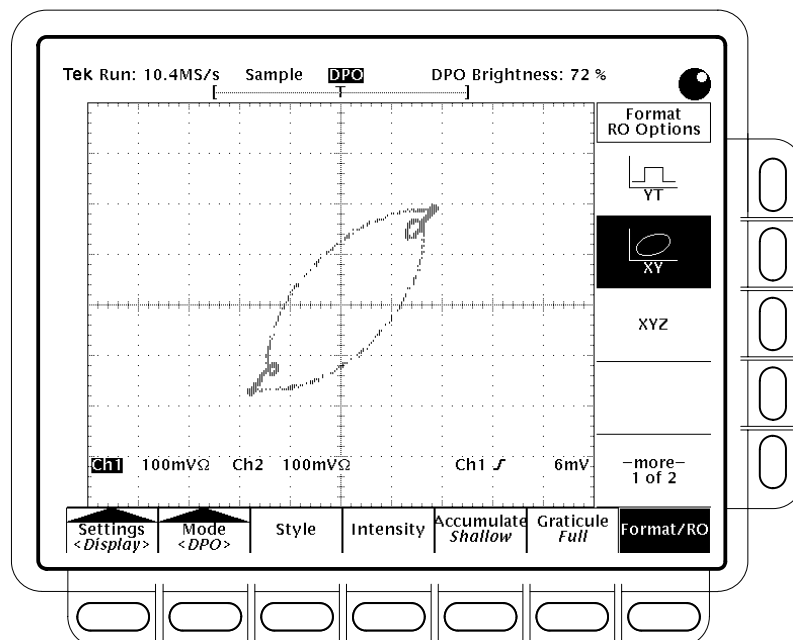


Рисунок 3–31: Экран XY в режиме ЦЛО

В режимах ЦЛО XY и XYZ параметры управления по горизонтали игнорируются.

Хотя в формате XY отображаются только точки, допускается послесвечение. Включение режима Vector (Векторы) не влияет на отображение в формате XY.

Несовместимые режимы

В режиме ЦЛО недоступны следующие режимы/средства:

- Режимы FastFrame, Limit Testing (Предельный тест), Extended Acquisition (Расширенная регистрация) и Zoom (Лупа).
- Режимы регистрации Envelope (Огибающая), Average (Усреднение), Hi Res (Высокое разрешение) и Single Acquisition Sequence (Одиночная последовательность регистрации), а также режим Autosave (Автоматическое сохранение).
- Временная развертка с усиленной яркостью.
- Записи длиной более 500 отсчетов.
- Интерполяция (заменяется оцифровкой в эквивалентном времени).
- Режим Vectors (Векторы) в режиме эквивалентного времени (заменяется режимом Dots (Точки) с отображением осциллограмм точками). (Условия использования интерполяции и эквивалентного времени описаны в разделе *Выбор периодической оцифровки* на стр. 3–37.)
- Математические формы сигналов.
- Измерения в каналах в режимах ЦЛО XY и XYZ.
- Запуски АМІ разрешены, но не отображаются задние фронты изолированных единичных импульсов.
- Графические форматы печатной копии.
- Изменение положения по горизонтали игнорируется.

Выбор любого из этих режимов до или после включения режима ЦЛО отражается только в соответствующих меню – осциллограф их игнорирует. Эти режимы вступают в силу после выключения режима ЦЛО. Если после выключения режима ЦЛО параметры осциллографа отличаются от ожидаемых, причиной этого могут быть несовместимые с ЦЛО режимы, которые осциллограф перестал игнорировать.

В режиме ЦЛО невозможен выбор математических форм сигналов. При попытке выбора математической формы сигнала в меню MORE (Дополнительно) на экране появляется сообщение об ошибке. В этом случае следует либо выключить режим ЦЛО и создать нужную форму математического сигнала, либо выбрать форму канального сигнала и продолжить работу в режиме ЦЛО.

Отображение в режиме ЦЛО осуществляется с послесвечением (см. меню экрана). Если выбран масштаб времени Intensified (Временная развертка с усиленной яркостью), зона усиления яркости, как и при выключенном режиме ЦЛО, управляется параметрами Horizontal Scale (Масштаб по горизонтали) и Delay time (Время задержки), однако эта зона маскируется послесвечением и на экране не видна. Для отображения зоны с усиленной яркостью выключите режим ЦЛО.

Использование FastFrame™

Только для моделей TDS 500D и 700D можно определить и использовать средство кадрирования FastFrame. Это средство обеспечивает захват результатов нескольких регистраций в памяти для оцифрованных данных одного канала. Рисунок 3–32 иллюстрирует объединение с помощью FastFrame захваченных записей в одну запись большего размера. Например, средство FastFrame позволяет сохранить 10 записей по 500 отсчетов каждая в одной записи длиной 5000 отсчетов.

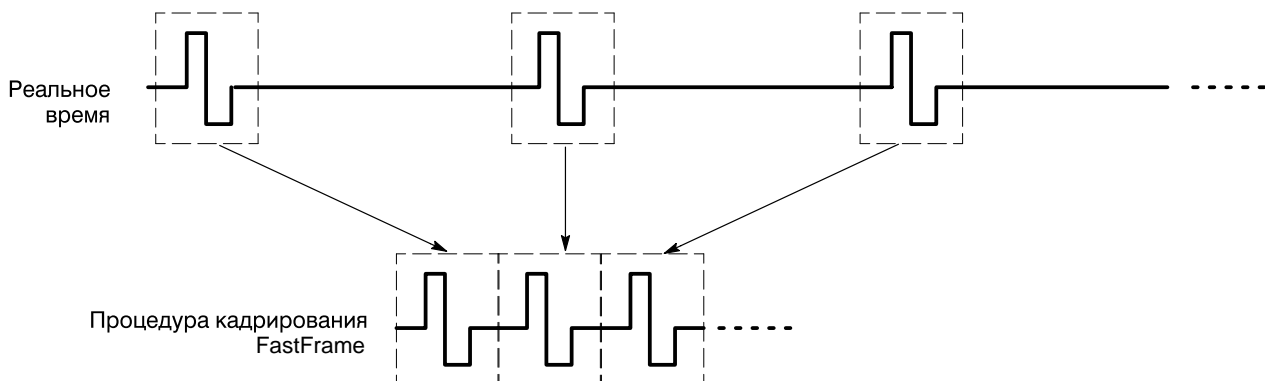


Рисунок 3–32: Процедура кадрирования FastFrame

В режиме FastFrame допускается переход к нужному кадру. Чтобы воспользоваться средством FastFrame, выполните следующие действия:

1. Чтобы включить или выключить режим FastFrame, нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** → **FastFrame Setup** (Настройка FastFrame) (ьфшт) → **FastFrame** (side) (см. рис. 3–33).

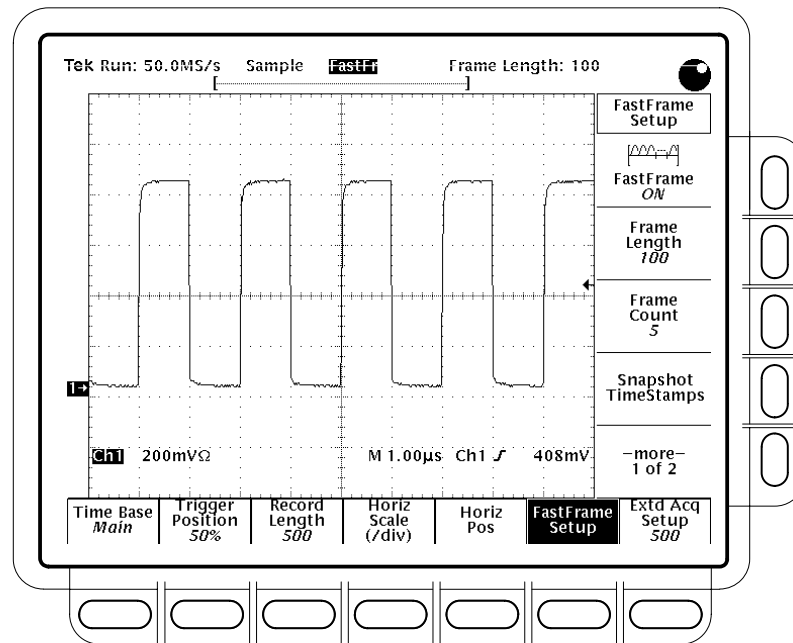


Рисунок 3–33: Меню Horizontal – пункт FastFrame Setup

2. Нажмите кнопки **Frame Length** (Длина кадра) или **Frame Count** (Счетчик кадров) (ьшву) и с помощью ручки общего назначения введите параметры FastFrame.
 - Параметр Frame Length (Длина кадра) определяет число отсчетов в каждой регистрации.
 - Параметр Frame count (Счетчик кадров) определяет число регистраций, сохраняемых в памяти канала для оцифрованных данных. Осциллограф устанавливает длину записи, равную или превышающую произведение счетчика кадров и длины рамки. Если это произведение превышает максимально возможную длину записи, осциллограф уменьшает длину кадра или счетчик кадров, чтобы их произведение соответствовало длине записи.

3. Нажмите кнопку **Horiz Pos** (Положение по горизонтали) (главное меню), затем кнопку **Frame** (Кадр) (ьшву) и с помощью ручки общего назначения введите номер просматриваемого кадра. После нажатия кнопки **Enter** (Ввод) этот кадр должен появиться на экране.

При сдвиге осциллограммы вправо или влево с помощью ручки **HORIZONTAL POSITION** на передней панели, в окне рядом с кнопкой бокового меню **Frame** появляется номер кадра осциллограммы, находящейся в центре экрана.

Отметка времени кадра

Средство TimeStamp (Отметка времени) служит для отображения абсолютного времени запуска отдельного кадра и относительного времени, разделяющего моменты запуска двух указанных кадров. Чтобы включить средство TimeStamp в режиме FastFrame, выполните следующие действия:

1. Включите средство FastFrame, как описано на стр. 3–68.
2. Для выбора опорного кадра нажмите кнопки **HORIZONTAL → FastFrame Setup (main) → Reference Frame (side)**. Затем с помощью ручки общего назначения или клавиатуры выберите опорный кадр. Это значение задает начальный кадр при измерении промежутка времени между двумя кадрами.
3. Для выбора позиционируемого кадра нажмите кнопки **HORIZONTAL → FastFrame Setup (main) → Position Frame (side)**. Затем с помощью ручки общего назначения или клавиатуры выберите позиционируемый кадр. Это значение задает конечный кадр при измерении промежутка времени между двумя кадрами.
4. Для взаимной синхронизации опорного и позиционируемого кадров нажмите кнопки **HORIZONTAL → FastFrame Setup (main)**. Затем переключите значение параметра **Lock Frames (side)** на **ON**. Если синхронизация включена, относительное расстояние между кадрами сохраняется при изменении любого из них.
5. Для включения средства TimeStamp нажмите клавиши **HORIZONTAL → FastFrame Setup (main)**. Затем переключите значение параметра **TimeStamp (side)** на **ON** (см. рис. 3–35).

Время отображается в следующем формате:

@Pos: xxx	Номер позиционируемого (или опорного) кадра
DD MMM YYYY	Дата (день, месяц и год)
HH:MM:SS.mmm,	Время (часы, минуты, секунды и миллисекунды)
µµµ,nnn,ppp	Доли секунды (до пикосекунд включительно)

**Просмотр всех
отметок времени**

Для отображения списка всех отметок времени текущей регистрации относительно отметки времени опорного кадра (см. рис.3–34) нажмите кнопки **HORIZONTAL** → **FastFrame Setup** (main) → **Snapshot** (side).

В первом столбце приводится приращение времени между опорным кадром (кадр номер 6 на рисунке) и каждым из остальных кадров. Во втором столбце для каждого кадра приводится приращение времени между данным кадром и предшествующим ему кадром. Для получения следующего измерения нажмите кнопку **Again** (side). При прокрутке списка позиционируемый кадр изменяется в соответствии с положением полосы прокрутки.

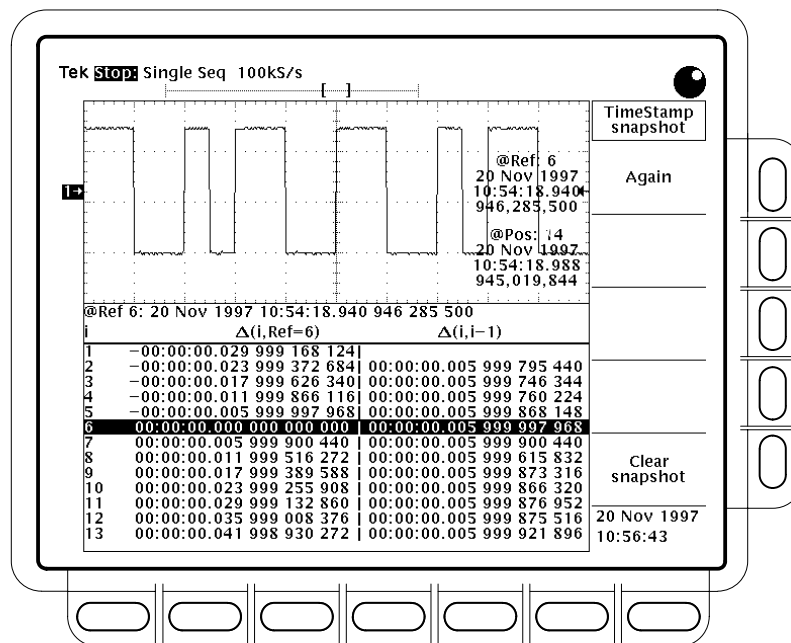


Рисунок 3–34: Меню Horizontal – снимок кадра FastFrame

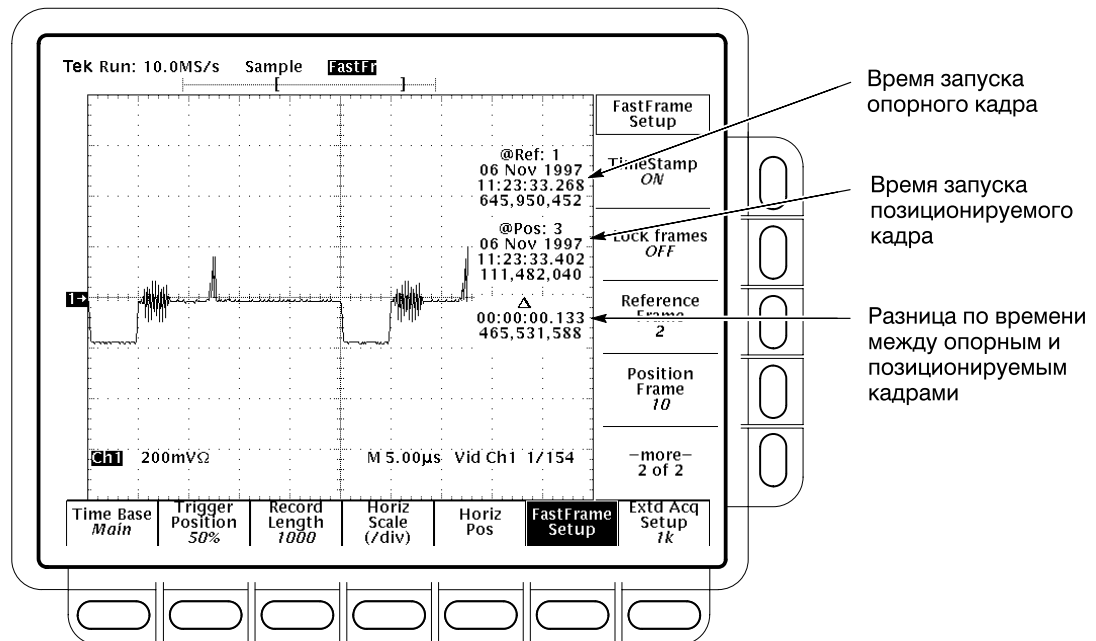


Рисунок 3-35: Средство TimeStamp в режиме FastFrame

Рабочие характеристики средства FastFrame

При использовании средства FastFrame следует учитывать следующие рабочие характеристики:

- В режимах Envelope (Огибающая), Average (Усреднение) и Hi Res (Высокое разрешение) формирование огибающей сигнала или его усреднение осуществляется вслед за последним кадром связанной записи. Например, если выбран режим оцифровки Average или Hi Res и счетчик кадров равен 10, то в сегментах с 1 по 10 будут отображаться кадры Sample (Отсчеты) или Hi Res, а в кадре номер 11 – результаты усреднения кадров с 1 по 10 включительно. Если памяти для одного дополнительного кадра не хватает, то под результаты построения огибающей или усреднения отводится память отображения кадра, зарегистрированного последним. Счетчики усреднения и огибающей в режиме FastFrame игнорируются.
- Кнопка **RUN/STOP** позволяет завершить последовательность FastFrame. Зарегистрированные к этому моменту кадры отображаются. Если зарегистрированных кадров нет, отображается предыдущая осциллограмма FastFrame.
- Поскольку осциллограммы FastFrame содержат многочисленные события запуска, индикаторы точек запуска удаляются из осциллограммы и из просмотра записи, если выбранная канальная, эталонная или математическая форма сигнала является осциллограммой FastFrame.

- В режиме Equivalent Time (Эквивалентное время) осциллограф игнорирует режим FastFrame.
- Поскольку средство FastFrame требует дополнительного времени для обработки данных в рабочем цикле регистрации, обработки и отображения, лучше всего использовать режим Single Sequence Acquisition (Одиночная последовательность регистрации) – см. меню Acquire (Сбор данных) и Stop After (Условие остановки). Если выбран режим Single Sequence (Одиночная последовательность), отображается текущая последовательность оцифровки. В противном случае текущая последовательность сдвигается на одну последовательность. Для просмотра текущей последовательности достаточно также остановить регистрацию, нажав кнопку RUN/STOP.
- Средство TimeStamp использует результаты измерений; поэтому включение средства TimeStamp режима FastFrame отключает режим Measurements (Измерения) и наоборот.

Синхронизация по сигналам

Чтобы использовать осциллограф TDS для измерения и отображения сигналов, необходимо ознакомиться с процедурой синхронизации устойчивого отображения этих сигналов. Поэтому данный раздел охватывает следующие темы:

- *Основные понятия синхронизации* – детально описываются некоторые основные принципы и элементы синхронизации: *тип, источник, связь, задержка, режим* и т. д.
- *Синхронизация с передней панели* – описывается использование элементов управления синхронизацией, расположенных на передней панели. Каждый из них является общим для большинства, если не для всех типов синхронизации, обеспечиваемых осциллографом.

В этом разделе описывается синхронизация с помощью различных типов запуска, обеспечиваемых основной системой запуска: *по фронту сигнала, по логическому сигналу и по импульсу*.

- Чтобы использовать синхронизацию «общего назначения» – по фронту сигнала, см. раздел *Синхронизация по фронту сигнала* на стр. 3–84.
- Чтобы использовать синхронизацию по логическому сигналу, использующую модель входа или нарушение установки/удержания, см. раздел *Синхронизация по логическому сигналу* на стр. 3–88.
- Чтобы использовать импульсную синхронизацию, основанную на различных типах импульсов (пик, огибающая) или их параметрах (ширина, скорость нарастания) см. раздел *Синхронизация по импульсам* на стр. 3–101.
- Чтобы использовать синхронизацию по коммуникационным сигналам (только для моделей TDS 500D и 700D опция 2C) см. раздел *Синхронизация по коммуникационным сигналам* на стр. 3–115.

Этот раздел завершается описанием и инструкцией по использованию *масштаба времени с задержкой и системы запуска с задержкой* для задержки оцифровки сигналов относительно события запуска. (См. раздел *Синхронизация с задержкой* на стр. 3–119.)

Основные понятия синхронизации

Синхронизация определяет момент времени, когда осциллограф останавливает регистрацию и начинает отображение сигнала. Она помогает получать приемлемые осциллограммы из неустойчивых нагромождений сигналов или пустых экранов. (См. рис. 3–36). Осциллограф имеет пять типов синхронизации: по фронту сигнала, по логическому сигналу, по импульсу, по коммуникационному сигналу (с опцией 2C) и по видеосигналу (с опцией 05).

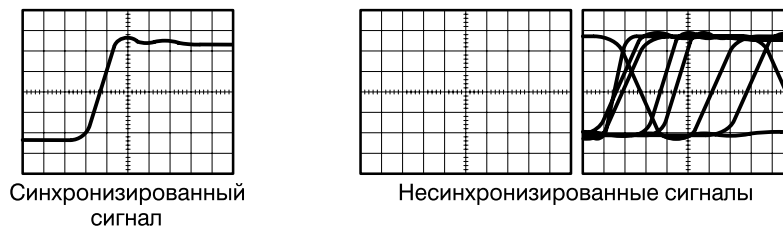


Рисунок 3-36: Синхронизированные и несинхронизированные изображения

Событие запуска

Событие запуска устанавливает точку нуля времени в записи сигнала. Все точки в записи 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*, или правее события запуска). После выявления события запуска, осциллограф с цифровым преобразованием не будет принимать следующий запуск до завершения регистрации предыдущего.

Источники синхронизации

Синхронизация может быть получена из следующих источников:

Входные каналы представляют наиболее часто используемый источник синхронизации. Можно выбрать любой из четырех входных каналов. Канал, выбранный в качестве источника синхронизации, будет функционировать вне зависимости от того, отображается ли он.

АС \sim

Сеть переменного тока – источник синхронизации, наиболее часто используемый при наблюдении сигналов, связанных с частотой в линиях электропередач. Примеры включают такие устройства, как осветительное оборудование и электроснабжение. Поскольку осциллограф генерирует синхронизацию, нет необходимости иметь входной сигнал для синхронизации.

Вспомогательная синхронизация – источник синхронизации, наиболее часто используемый при проектировании и ремонте цифровых схем. Например, может возникнуть необходимость синхронизации от внешнего таймера или от сигнала из другой части цепи. Чтобы использовать вспомогательную синхронизацию, подключите внешний синхронизирующий сигнал ко входному соединителю Auxiliary Trigger (Дополнительная синхронизация) на задней панели осциллографа.

Типы синхронизации

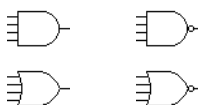
Осциллограф с цифровым преобразованием обеспечивает три стандартных типа синхронизации для основной системы запуска: по фронту сигнала, по логическому сигналу и по импульсу. Опция 05 обеспечивает синхронизацию по видеосигналу. Стандартные типы синхронизации описаны отдельно, начиная со стр. 3–84. Краткое описание каждого типа приведено ниже.



По фронту сигнала – это «основная» синхронизация. Ее можно использовать как для аналоговых, так и для цифровых цепей. Событие запуска по фронту сигнала происходит, когда *источник* синхронизации (сигнал, контролируемый цепью запуска) проходит через указанный уровень напряжения в указанном направлении (запускающий фронт).



Импульсная – специальная синхронизация, используемая главным образом для цифровых цепей. Пять классов импульсной синхронизации – это *топик*, *огibaющая*, *ширина*, *скорость нарастания* и *пауза*. Импульсная синхронизация доступна только при основном запуске.



По логическому сигналу – специальная синхронизация, используемая главным образом для цифровых логических цепей. Два класса синхронизации, *модель* и *состояние*, основаны на логическом операторе, выбираемом для источника синхронизации. Синхронизация происходит, когда выполняются логические условия. Третий класс, *запуск по установке/удержанию*, использует изменение состояния источника синхронизации внутри интервалов установки и удержания, указанных относительно сигнала таймера в другом источнике синхронизации. Логическая синхронизация доступна только для основной системы запуска.



По коммуникационному сигналу (доступна как опция 2С) – специальная синхронизация, используемая для коммуникационных сигналов. Список поддерживаемых кодов, стандартов и форм импульсов см. в таблицах 3–9 и 3–10, начинающихся на стр. 3–115.



По видеосигналу (доступна как опция 05) – специальная синхронизация, используемая в видеоцепях. Она помогает исследовать события, происходящие при генерации видеосигналом вертикальных и горизонтальных синхроимпульсов. Поддерживаемые классы видеосинхронизации включают *NTSC*, *PAL*, *SECAM* и телевизионные сигналы высокого разрешения.

Режимы синхронизации

Режим синхронизации определяет поведение осциллографа в отсутствие события запуска. Осциллограф обеспечивает два режима синхронизации: *нормальный* и *автоматический*.

Нормальный режим синхронизации позволяет осциллографу регистрировать сигнал, если только он синхронизирован. Если синхронизация не произведена, осциллограф не будет регистрировать сигнал. (Можно нажать кнопку FORCE TRIGGER (Принудительная синхронизация), чтобы заставить осциллограф выполнить одиночную регистрацию.)

Автоматический режим синхронизации позволяет осциллографу регистрировать сигнал, даже если синхронизация не была проведена. Автоматический режим использует таймер, который включается после возникновения события запуска. Если другое событие запуска не выявлено до истечения времени ожидания таймера, осциллограф в любом случае выполняет синхронизацию. Продолжительность времени ожидания события запуска зависит от установки масштаба времени.

Обратите внимание, что автоматический режим при вынужденной синхронизации в отсутствие действительного события запуска не синхронизирует сигнал на экране. Другими словами, последующие регистрации не будут синхронизированы в той же точке сигнала, следовательно, осциллограмма будет перемещаться по экрану. Конечно, если произойдет действительное событие запуска, изображение на экране станет устойчивым.

Поскольку автоматический режим выполняет синхронизацию в отсутствие событий, этот режим полезен при наблюдении сигналов, когда важен лишь уровень амплитуды сигнала. Поскольку несинхронизированная осциллограмма может «катиться» вдоль экрана, она не будет зафиксирована, как в нормальном режиме синхронизации. Примером применения автоматического режима может служить наблюдение выходного сигнала систем электроснабжения.

Задержка синхронизации

Когда осциллограф распознает событие запуска, он отключает систему синхронизации на то время, пока не будет завершена регистрация. Кроме того, система синхронизации остается отключенной в период задержки, следующий за каждой регистрацией. Можно установить время задержки, чтобы гарантировать устойчивое изображение.

Например, синхронизирующий сигнал может иметь сложную форму со множеством возможных точек запуска. Хотя сигнал является повторяющимся, простая синхронизация может давать на экране каждый раз ряд сигналов вместо одного.

Ряд цифровых импульсов является хорошим примером сигнала сложной формы. (См. рис. 3–37.) Каждый импульс похож на любой другой, поэтому существует множество возможных точек запуска. Не все из них дадут одно и то же изображение. Период задержки позволяет осциллографу синхронизироваться на правильном фронте, что обеспечивает устойчивое изображение.

Задержка может быть установлена от 250 нс (минимально возможная задержка) до 12 секунд (максимально возможная задержка). Порядок установки задержки см. в разделе *Установка режима и задержки* на стр. 3–87.

Можно установить значение задержки по умолчанию. Задержка по умолчанию – это «общее» значение для большинства синхронизирующих сигналов. Она изменяется в соответствии с горизонтальной шкалой. Она равна пяти делениям для текущего масштаба времени.

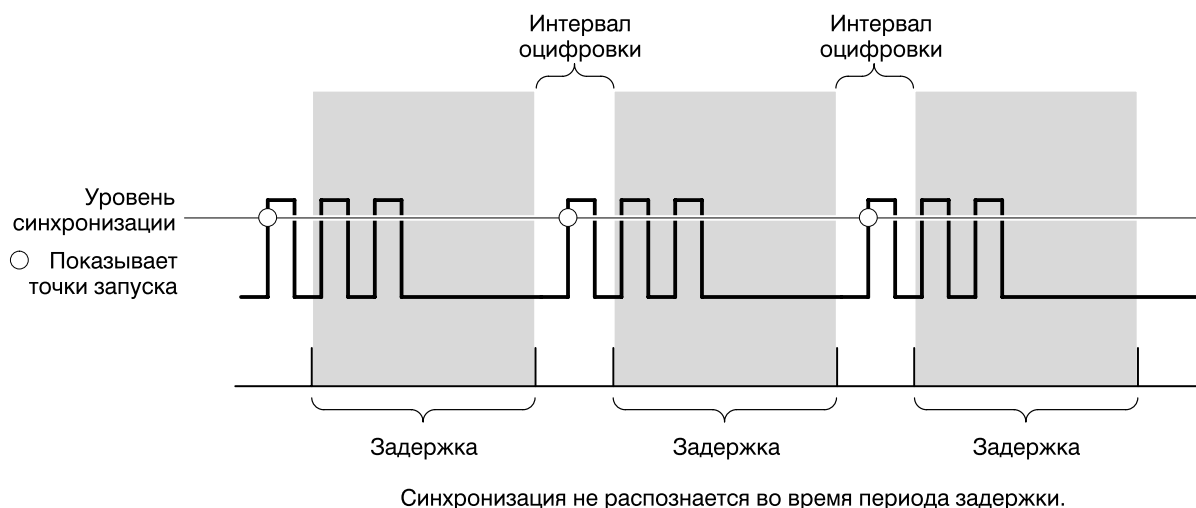


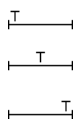
Рисунок 3–37: Установка времени задержки гарантирует правильную синхронизацию

Связь синхронизации

Связь синхронизации определяет часть сигнала, передаваемую в цепь синхронизации. Все типы синхронизации, за исключением синхронизации по фронту, используют только связь по постоянной составляющей. Синхронизация по фронту может использовать все доступные типы связи: по постоянной составляющей, по переменному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума. Описание каждого типа связи см. в разделе *Указание типа связи* на стр. 3–86.

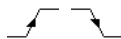
Положение точки запуска

Настраиваемая функция *позиция запуска* определяет место на записи сигнала, в котором будет произведена синхронизация. Это позволяет правильно выровнять и измерить данные в записи. Часть записи *до* синхронизации – это интервал до запуска. Часть записи *после* синхронизации – это постзапуск.



Чтобы помочь визуализировать позицию запуска, в верхней части экрана имеется значок, показывающий в записи сигнала, где произошла синхронизация. В меню *Horizontal* указывается доля осциллограммы, которая будет содержать информацию об интервале до запуска.

Отображение информации об интервале до запуска может быть важно при устранении неполадок. Например, при попытке найти причину нежелательного выброса в проверяемой цепи можно синхронизировать осциллограф по пику и сделать интервал до запуска достаточно большим, чтобы захватить данные до выброса. Проанализировав произошедшее перед выбросом, можно найти его источник.

Наклон и уровень

Элемент управления наклоном определяет фронт сигнала (нарастающий или спадающий), на котором осциллограф будет искать точку запуска. (См. рис. 3–38.)

Наклон устанавливается выбором параметра **Slope** (Наклон) в меню **Main Trigger** (Основная синхронизация) и выбором между значком нарастающего фронта и значком спадающего фронта в появляющемся боковом меню.

Элемент управления уровнем определяет место на фронте, соответствующее точке запуска. (См. рис. 3–38.) Осциллограф позволяет установить уровень основной синхронизации с помощью ручки **MAIN LEVEL**.

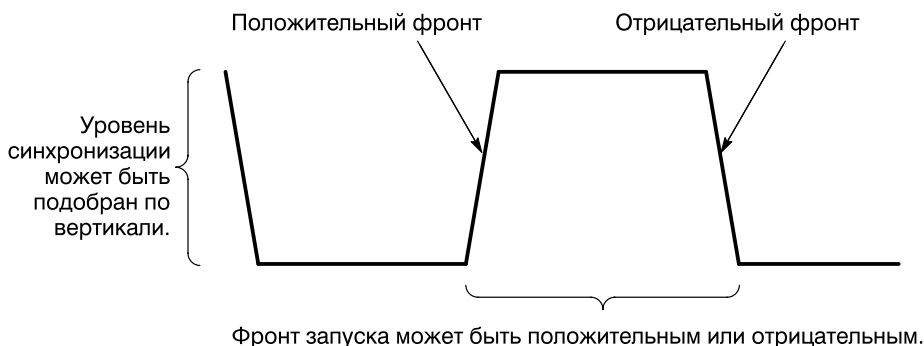


Рисунок 3–38: Элементы управления наклоном и уровнем помогают определить синхронизацию

Система запуска с задержкой

Осциллограф имеет также систему запуска с задержкой, которая обеспечивает синхронизацию по фронту сигнала (но не импульсную или логическую). При использовании масштаба времени с задержкой можно задержать оцифровку сигнала на указанное пользователем время или указанное пользователем число событий запуска с задержкой после основного события запуска. Можно также использовать оба типа задержек. Сведения об использовании задержки приведены в разделе *Синхронизация с задержкой* на стр. 3–119.

Синхронизация с передней панели

Кнопки и ручки позволяют быстро настроить уровень синхронизации или выполнить принудительную синхронизацию. (См. рис.3–39.) Показания и экран состояния синхронизации позволяют быстро определить состояние системы синхронизации. Используйте следующие показания и элементы управления синхронизацией для всех типов синхронизации, за исключением тех случаев, которые указаны.

Установка основного уровня

Чтобы изменить уровень синхронизации при синхронизации по фронту (или пороговые уровни для синхронизации по логическому сигналу или по импульсу) вручную, поверните ручку **MAIN LEVEL** (Основной уровень). Она немедленно настраивает уровень синхронизации (или пороговый уровень) вне зависимости от отображенных (если таковые есть) меню.

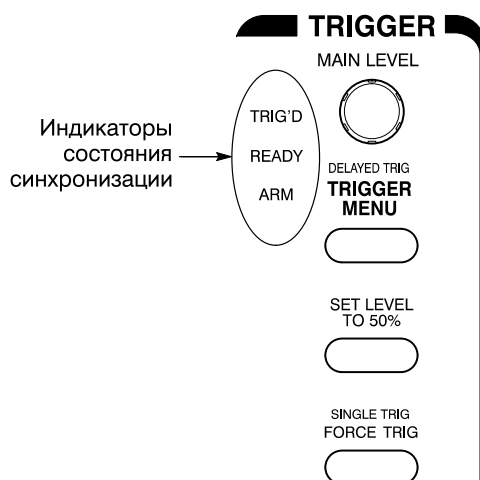


Рисунок 3-39: Элементы управления и индикаторы TRIGGER

Установка уровня 50%

Чтобы быстро настроить синхронизацию по фронту или импульсную синхронизацию по пику или ширине, нажмите кнопку **SET LEVEL TO 50%** (Установить уровень 50 %). Осциллограф устанавливает уровень синхронизации в половину амплитуды сигнала синхронизации. Нажатие данной кнопки не оказывает влияния при синхронизации по логическому или видеосигналу.

Если выбрана синхронизация по фронту или импульсная синхронизация по пику или ширине, можно также установить уровень в 50 % в меню Trigger пункта Level главного меню.

Обратите внимание, что ручка MAIN LEVEL и элементы меню применимы только к уровню основной синхронизации. Чтобы изменить уровень синхронизации с задержкой, используйте элемент Level в меню Delayed Trigger (Синхронизация с задержкой).

Выполнение принудительной синхронизации

Чтобы заставить осциллограф немедленно начать регистрацию записи сигнала, даже при отсутствии события запуска, нажмите кнопку **FORCE TRIG** (Принудительная синхронизация) на передней панели.

Принудительная синхронизация полезна, если в нормальном режиме синхронизации входной сигнал не обеспечивает действительной синхронизации. Нажатие кнопки FORCE TRIG подтверждает наличие сигнала для регистрации осциллографом. После этого можно определить способ синхронизации по данному сигналу (нажмите кнопку **SET LEVEL TO 50%**, проверьте установки источника синхронизации и т.д.).

Осциллограф распознает и обрабатывает нажатие кнопки FORCE TRIG, даже если она нажата до истечения интервала задержки перед запуском. Однако нажатие кнопки не оказывает влияния при остановленной системе оцифровки.

Выполнение одиночного запуска

Чтобы синхронизировать по следующему действительному событию запуска и затем остановиться, нажмите **SHIFT FORCE TRIG**. Для запуска одиночной последовательности регистраций нажимайте кнопку **RUN/STOP** (Запуск/Остановка).

Чтобы выйти из режима одиночного запуска, нажмите **SHIFT ACQUIRE MENU** (Меню оцифровки) → **Stop After** (Условие остановки) (ьфшт) → **RUN/STOP Button Only** (Только кнопка RUN/STOP) (ьшву).

Дополнительную информацию об одиночной последовательности регистраций см. в разделе *Условие остановки* на стр. 3–38.

(Одиночная последовательность запусков недоступна в режиме ЦЛО (цифровой люминофорный осциллограф); см раздел *Несовместимые режимы* на стр. 3–67.)

Проверка состояния синхронизации

Чтобы проверить состояние и настроить цепи синхронизации, используйте *индикаторы состояния синхронизации, показания и экран синхронизации*.

Индикаторы состояния синхронизации Чтобы быстро определить состояние синхронизации, проверьте три индикатора **TRIG'D**, **READY** и **ARM** в области управления синхронизацией. (См. рис.3–39.)

- Если индикатор TRIG'D (Синхронизирован) включен, это означает, что осциллограф распознал действительную синхронизацию и заполняет часть осциллограммы, соответствующую интервалу после запуска.
- Если индикатор READY (Готов) включен, это означает, что осциллограф может принять действительное событие запуска и ждет этого события.
- Если индикатор ARM (Ручной) включен, это означает, что цепь синхронизации заполняет часть записи осциллограммы, соответствующую интервалу до запуска.
- Если включены оба индикатора TRIG'D и READY, это означает, что осциллограф распознал действительную основную синхронизацию и ждет синхронизацию с задержкой. Когда осциллограф распознает синхронизацию с задержкой, заполняется часть записи осциллограммы после запуска.
- Если все индикаторы ARM, TRIG'D и READY выключены, цифровой преобразователь остановлен.
- Если все индикаторы ARM, TRIG'D и READY включены (только для моделей TDS 500D и TDS 700D), включен режим FastFrame. В этом случае наблюдение состояния синхронизации не производится.

Показания синхронизации. Чтобы быстро определить настройки некоторых ключевых параметров синхронизации, проверьте показания синхронизации в нижней части экрана. (См. рис. 3–40.) Показания для синхронизации по фронту сигнала, по логическому сигналу и по импульсу отличаются друг от друга.

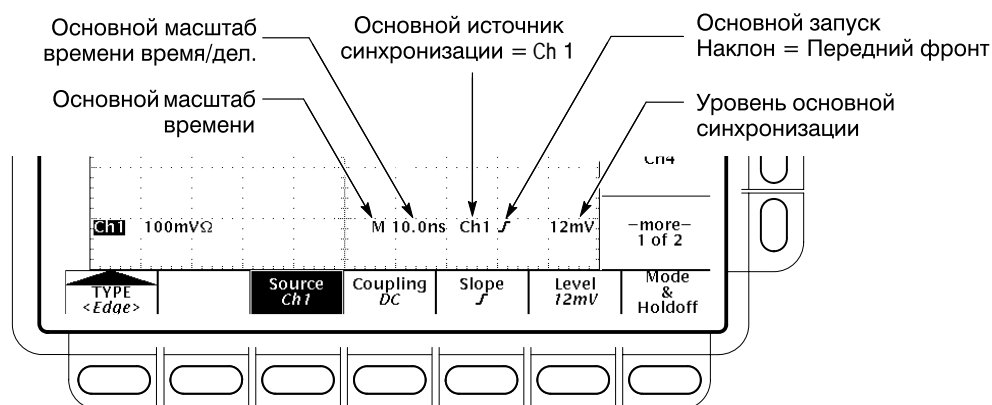


Рисунок 3–40: Пример показаний синхронизации – выбрана синхронизация по фронту

Просмотр записи. Чтобы определить, где точка запуска располагается на осциллограмме, проверьте вид записи в верхней части экрана. (См. рис. 3–41.)

Индикаторы положения и уровня синхронизации Чтобы увидеть точку запуска и уровень на экране сигнала, проверьте графические индикаторы *Trigger Position* (позиция запуска) и *Trigger Bar* (значок запуска). На рис. 3–41 показаны индикатор позиции запуска и значок уровня синхронизации.

И индикатор позиции запуска, и значок уровня отображаются через меню *Display* (Отображение). Дополнительные сведения см. в разделе *Установка параметров показаний* на стр. 3–43.

Индикатор точки запуска показывает ее расположение. Он может располагаться горизонтально вне экрана, особенно при установке большой длины записи. Значок уровня запуска показывает только уровень синхронизации. Он остается на экране, вне зависимости от горизонтального положения, пока отображается канал, обеспечивающий источник синхронизации.

Экран состояния синхронизации Чтобы увидеть исчерпывающий список настроек для основной системы синхронизации и синхронизации с задержкой, нажмите **SHIFT STATUS** → **STATUS** (Состояние) (ьфшт) → **Trigger** (ьшву).

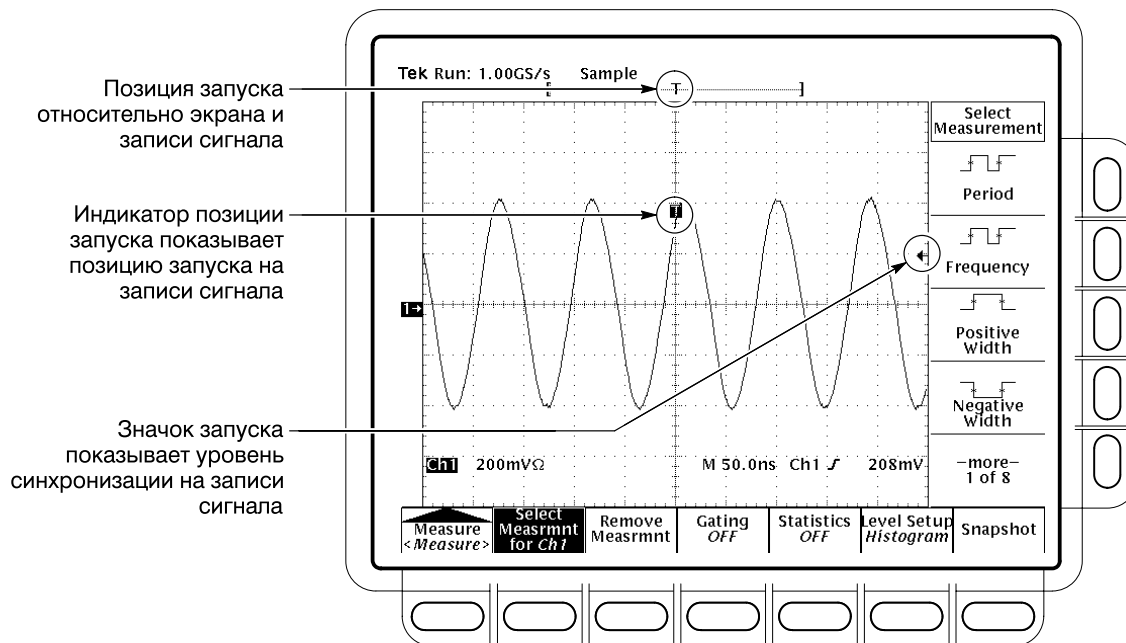


Рисунок 3-41: Данные просмотра записи, позиции записи и показателя уровня синхронизации

Меню Trigger (Синхронизация)

Каждый тип синхронизации (по фронту, по импульсу и по логическому сигналу) имеет собственное меню синхронизации, которое описывается по мере обсуждения каждого из этих типов в данном разделе. Чтобы выбрать тип синхронизации, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (Тип) (ѡшт) → **Edge**, **Logic** (Логика) или **Pulse** (Импульс) (pop-up).

Синхронизация по фронту сигнала

Осциллограф TDS может синхронизироваться по фронту сигнала. Событие *запуска по фронту сигнала* происходит, когда *источник синхронизации* проходит через указанный уровень напряжения в указанном направлении (запускающий фронт). Синхронизация по фронту используется в большинстве измерений. В этом разделе описывается синхронизация по фронту — выбор типа фронта, источника, связи, наклона и уровня. Здесь также подробно описан выбор режима синхронизации (автоматический или нормальный) для *всех* типов синхронизации.

Проверка состояния синхронизации по фронту сигнала

Чтобы быстро проверить, выбрана ли синхронизация по фронту, проверьте показания синхронизации. Если выбрана синхронизация по фронту, показания отображают источник синхронизации, а также наклон и уровень. (См. рис. 3-42.)

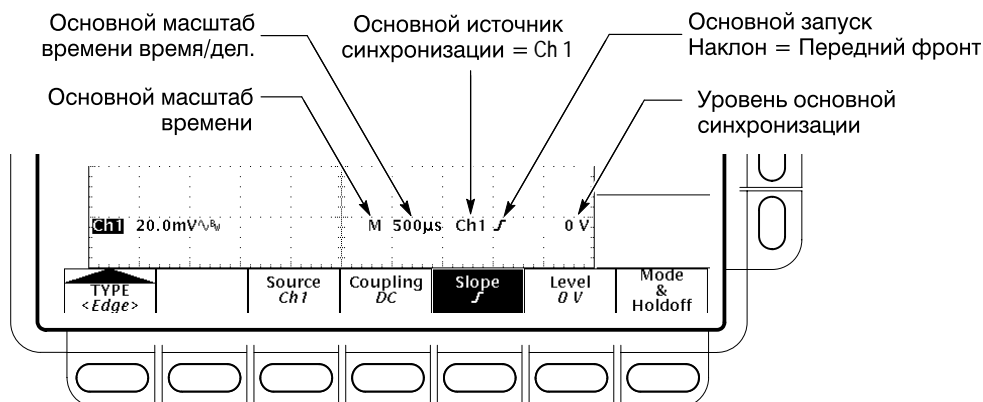


Рисунок 3–42: Показания синхронизации по фронту сигнала

Выбор синхронизации по фронту сигнала

Используйте меню синхронизации по фронту сигнала для выбора типа синхронизации и выполнения последующих процедур для источника, связи, наклона, уровня запуска, режима и задержки.

Чтобы вывести на экран меню синхронизации по фронту, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Edge** (зщз-гз). ((См. рис. 3–43.))

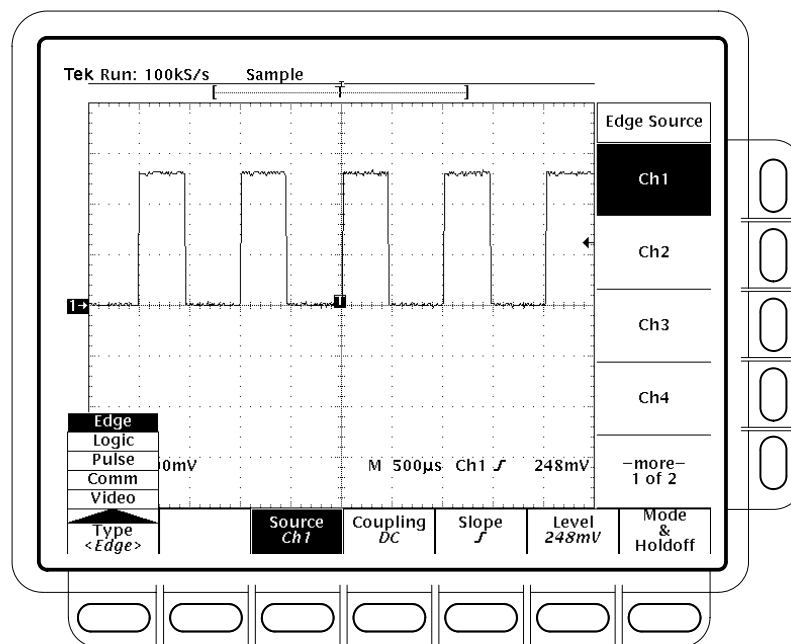


Рисунок 3–43: Меню основного запуска – синхронизация по фронту

Выбор источника

Чтобы выбрать источник для синхронизации:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Edge** (зщз-гз) → **Source** (main) → **Ch1** (Канал 1), **Ch2**, **Ch3**, **Ch4**, **AC Line** (Сеть переменного тока) или **DC Aux** (Дополнительный, по постоянному току) (ьшву).

Указание типа связи

Чтобы выбрать требуемый тип связи, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Edge** (зщз-гз) → **Coupling** (Связь) (main) → **DC** (По постоянной составляющей), **AC** (По переменному току), **HF Rej** (Подавление высоких частот), **LF Rej** (Подавление низких частот) или **Noise Rej** (Подавление шума) (side).

DC

Связь по постоянной составляющей передает весь входной сигнал. Другими словами, в цепь синхронизации передается и переменная, и постоянная составляющие.

AC 

Связь по переменной составляющей передает только переменные составляющие сигнала. Постоянная составляющая сигнала синхронизации из сигнала синхронизации удаляется.



Подавление ВЧ удаляет высокочастотную часть сигнала синхронизации. Это позволяет передать в систему синхронизации для запуска регистрации только низкочастотные компоненты. Подавление высоких частот ослабляет сигналы с частотой выше 30 кГц.



Подавление НЧ удаляет низкочастотную часть сигнала синхронизации. Подавление низких частот ослабляет сигналы с частотой ниже 80 кГц.



Подавление шума обеспечивает меньшую чувствительность. Подавление шума требует дополнительной амплитуды сигнала для устойчивой синхронизации, уменьшая вероятность ложного запуска от шума.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если в качестве источника синхронизации выбирается сеть (Line), осциллограф использует связь по переменной составляющей для подачи образца напряжения сети переменного тока на цепи синхронизации. Хотя тип связи может быть установлен в другое значение при использовании сети переменного тока, осциллограф игнорирует этот параметр, пока не будет выбран другой источник (каналы от Ch1 до Ch4).

Аналогично, если в качестве источника синхронизации выбран DC Aux (на задней панели), осциллограф использует связь по постоянной составляющей для передачи дополнительного сигнала на цепи синхронизации. Хотя тип связи может быть установлен в другое значение при использовании дополнительного источника, осциллограф игнорирует этот параметр, пока не будет выбран канал от Ch1 до Ch4.

Установка режима и задержки

С помощью этого элемента меню можно изменить время задержки и выбрать режим синхронизации. Описание этих функций приведено в разделах *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации*, начинающихся на стр. 3–77. Чтобы установить режим и задержку, выполните следующие действия:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Mode & Holdoff** (Режим и задержка) (ьфшт) → **Auto** (Автоматический) или **Normal** (Нормальный) (ьшву). Режимы действуют следующим образом:
 - В автоматическом режиме осциллограф оцифровывает сигнал через определенный промежуток времени, даже если синхронизация не была выполнена. Продолжительность времени ожидания осциллографа зависит от установки масштаба времени.
 - В нормальном режиме осциллограф оцифровывает сигнал только, если была получена действительная синхронизация.
2. Чтобы изменить время задержки, нажмите **Holdoff** (Задержка) (ьшву). Введите значение времени с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Если требуется ввести большое число с помощью ручки общего назначения, перед вращением ручки нажмите кнопку **SHIFT**. Когда загорается индикатор над кнопкой **SHIFT**, а в верхнем правом углу экрана появляется надпись **Coarse Knobs** (Грубая регулировка), вращение ручки общего назначения приводит к существенно более быстрому изменению значений.

Задержка может быть установлена от 250 нс (минимально возможная задержка) до 12 секунд (максимально возможная). Типичные минимальные и максимальные значения приведены в разделе *Holdoff, Variable, Main Trigger* (Задержка, переменные, основной запуск) в руководстве *TDS 500D, TDS 600B & TDS 700D Oscilloscopes: Performance Verification and Specifications* (Осциллографы TDS 500D, TDS 600B и TDS 700D: Проверка работы и спецификации).

3. Чтобы изменить стандартную заводскую настройку задержки для текущей установки масштаба по горизонтали, нажмите **Default Holdoff** (Задержка по умолчанию) (ьшву).

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбрана задержка по умолчанию, время задержки, используемое по умолчанию, будет изменяться вместе с настройкой масштаба по горизонтали. Это обеспечит соответствующее значение времени для обычной синхронизации в данном масштабе. Однако, если выбрано **Holdoff** (в противоположность **Default Holdoff**), время, установленное в элементе меню **Holdoff**, будет использоваться для всех значений масштаба по горизонтали.

Установка наклона

Чтобы выбрать наклон, по которому будет выполняться синхронизация по фронту:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Edge** (зщз-гз) → **Slope** (Наклон) (main).



Установка уровня

2. Выберите нарастающий или спадающий фронт из бокового меню.

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Edge** (зщз-гз) → **Level** (Уровень) (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** или **Set to 50%** (side).

Level позволяет вводить уровень синхронизации с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Set to TTL (Установить для транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ)) фиксирует уровень синхронизации на значении +1,4 В.

Set to ECL (Установить для логических схем с эмиттерными связями) фиксирует уровень синхронизации на значении –1,3 В.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если масштаб напряжения имеет значение, меньшее 200 мВ/деление, осциллограф уменьшает уровни синхронизации **Set to TTL** или **Set to ECL** ниже стандартных значений уровней для транзисторно-транзисторной логики и схем с эмиттерными связями. Это уменьшение происходит из-за того, что уровень синхронизации равен ± 12 делениям от центра. При масштабе 100 мВ/деление (следующее значение, меньшее 200 мВ/деление) диапазон синхронизации равен $\pm 1,2$ В, что меньше типичного уровня для TTL (+1,4 В) или ECL (–1,3 В).

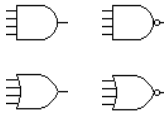
Set to 50% (Установка уровня 50%) устанавливает уровень синхронизации приблизительно в 50% полного размаха амплитуды входного сигнала синхронизации.

Синхронизация по логическому сигналу

Осциллограф TDS может синхронизироваться по логической или двоичной модели и по состоянию логической или двоичной модели в момент срабатывания таймера. Он также может синхронизироваться по данным, нарушающим времена установки/удержания относительно сигнала таймера. В этом разделе описано использование трех классов синхронизации по логическому сигналу: *модель, состояние и установка/удержание*.

Синхронизация *по модели* происходит, если логические входы выбранной логической функции обращают функцию в значение TRUE (Истинное) (или, по желанию, в FALSE (Ложное)). Когда используется синхронизация по модели, задаются:

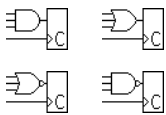
- Начальное состояние для каждого логического входа — высокое логическое значение, низкое логическое или любое (логические входы — каналы 1, 2, 3 и 4).



- Логическая функция выбирается из AND (И), NAND (дополнение к И), OR (ИЛИ) и NOR (дополнение к ИЛИ).
- Условие для синхронизации – синхронизировать при обращении логической функции в TRUE (высокое логическое значение) или FALSE (низкое) и является ли условие TRUE ограниченным по времени.

Синхронизация *по состоянию* происходит, если логические входы логической функции обращают значение функции в значение TRUE (или, по желанию, в FALSE) *в то время*, когда входной таймер изменяет состояние. Когда используется синхронизация по состоянию, задаются:

- Начальное состояние для каждого логического входа, каналов 1, 2 и 3.
- Направление изменения состояния для входного таймера, канал 4.



- Логическая функция выбирается из AND, NAND, OR и NOR.
- Условие для синхронизации — синхронизировать при обращении логической функции в TRUE (высокое логическое значение) или FALSE (низкое).

Синхронизация *по установке/удержанию* происходит, если логические входы изменяют состояние в пределах интервалов установки/удержания относительно сигнала таймера. Когда используется синхронизация по установке/удержанию, задаются:

- Канал, содержащий логический вход (источник данных), и канал, содержащий таймер (источник таймера).
- Направление используемого фронта.
- Уровень таймера и уровень данных, которые используются осциллографом для определения перехода в данных и таймере.
- Времена установки/удержания, которые совместно определяют диапазон времени относительно сигнала таймера.








Классы «модель» и «состояние»

Синхронизация по модели и состоянию применяет логические функции к логическим входам. Таблица 3–7 определяет эти четыре логические функции.

Для синхронизации *по модели* осциллограф ожидает завершения фиксации синхронизации и затем снимает входные значения со всех каналов. Затем осциллограф синхронизируется, если выполняются условия, определенные в таблице 3–7. (Goes TRUE (Переход в логическое состояние True) или Goes FALSE (Переход в логическое состояние False) должны быть установлены в меню Trigger When (Условие запуска). Другие настройки в этом меню описаны в разделе *Задание синхронизации по модели, ограниченной по времени* на стр. 3–95.)

Для синхронизации *по состоянию* осциллограф ожидает завершения задержки синхронизации и затем ожидает, когда на канале 4 возникнет фронт перехода в требуемом направлении. В этот момент осциллограф снимает значения со всех других входных каналов и синхронизируется, если выполняются условия, определенные в таблице 3–7.

Таблица 3–7: Логика для модели и состояния

«Модель»	«Состояние»	Определение ^{1, 2}
 AND	 AND в момент срабатывания таймера	Осциллограф синхронизируется, если <i>все</i> входные условия ³ , выбранные для логических входов, равны TRUE.
 NAND	 NAND в момент срабатывания таймера	Осциллограф синхронизируется, если <i>не все</i> входные условия ³ , выбранные для логических входов, равны TRUE.
 OR	 OR в момент срабатывания таймера	Осциллограф синхронизируется, если <i>любое из</i> входных условий ³ , выбранных для логических входов, равно TRUE.
 NOR	 NOR в момент срабатывания таймера	Осциллограф синхронизируется, если <i>ни одно из</i> входных условий ³ , выбранных для логических входов не равно TRUE.

- 1 Обратите внимание, что для синхронизации по состоянию, определения должны иметь место в момент изменения состояния входным таймером.
- 2 Определения, приведенные здесь, справедливы для установки Goes TRUE в меню Trigger When. Если в этом меню установлено Goes False, поменяйте местами определения для AND и NAND, а также для OR и NOR в обоих классах.
- 3 Логическими входами являются каналы 1, 2, 3 и 4 при использовании синхронизации по модели. Для синхронизации по состоянию канал 4 становится входом таймера, а остальные каналы служат логическими входами.

Класс «установка/удержание»

Синхронизация по установке/удержанию использует время установки/удержания для определения «зоны нарушения установки/удержания» относительно сигнала таймера. Данные, которые изменяют состояние внутри этой зоны, синхронизируют осциллограф. На рис. 3–44 показано размещение этой зоны относительно сигнала таймера при разных временах установки/удержания.

Синхронизация *по установке/удержанию* использует зону нарушения установки/удержания для выявления неустойчивости данных в непосредственной близости от момента срабатывания таймера. После завершения каждой задержки синхронизации осциллограф контролирует источники данных и таймера. При появлении фронта таймера осциллограф проверяет поток обрабатываемых данных (из источника данных) для поиска переходов, происходящих внутри зоны нарушения установки/удержания. Если хотя бы один из них происходит, осциллограф синхронизируется, *привязывая точку запуска к фронту таймера*.

Положительные значения для обоих времен установки и удержания (применяются наиболее часто) размещают зону нарушения установки/удержания, чтобы она *перекрывала* фронт таймера. (См. верхнюю осциллограмму на рис. 3–44). Осциллограф выявляет данные, которые не становятся устойчивыми достаточно долго перед сигналом таймера (нарушение времени установки) или не остаются устойчивыми достаточно долго после сигнала таймера (нарушение времени удержания). Эти данные используются для синхронизации сигнала.

Отрицательные установки для времен установки и удержания располагают зону нарушения установки/удержания до или после фронта таймера. (См. нижнюю и центральную осциллограммы на рис. 3–44). Осциллограф может выявить и синхронизироваться по нарушениям временного *интервала*, которые происходят *до* или *после* сигнала таймера.

ПРИМЕЧАНИЕ. Разность половины периода таймера и значения времени удержания не должна быть больше 2,5 нс (время удержания \leq (период/2) – 2,5 нс). Иначе осциллограф не сможет синхронизироваться (это предполагает 50% скважность таймера).

Проверка состояния синхронизации по логическому сигналу

Чтобы быстро проверить, выбрана ли синхронизация по логическому сигналу и, если выбрана, то какого класса, проверьте показания синхронизации. Если выбрана синхронизация по логическому сигналу, показания отображают выбранный класс синхронизации: *Pattern* (модель), *State* (состояние), или *StHld* (установка/удержание). (См. рис. 3–45.)

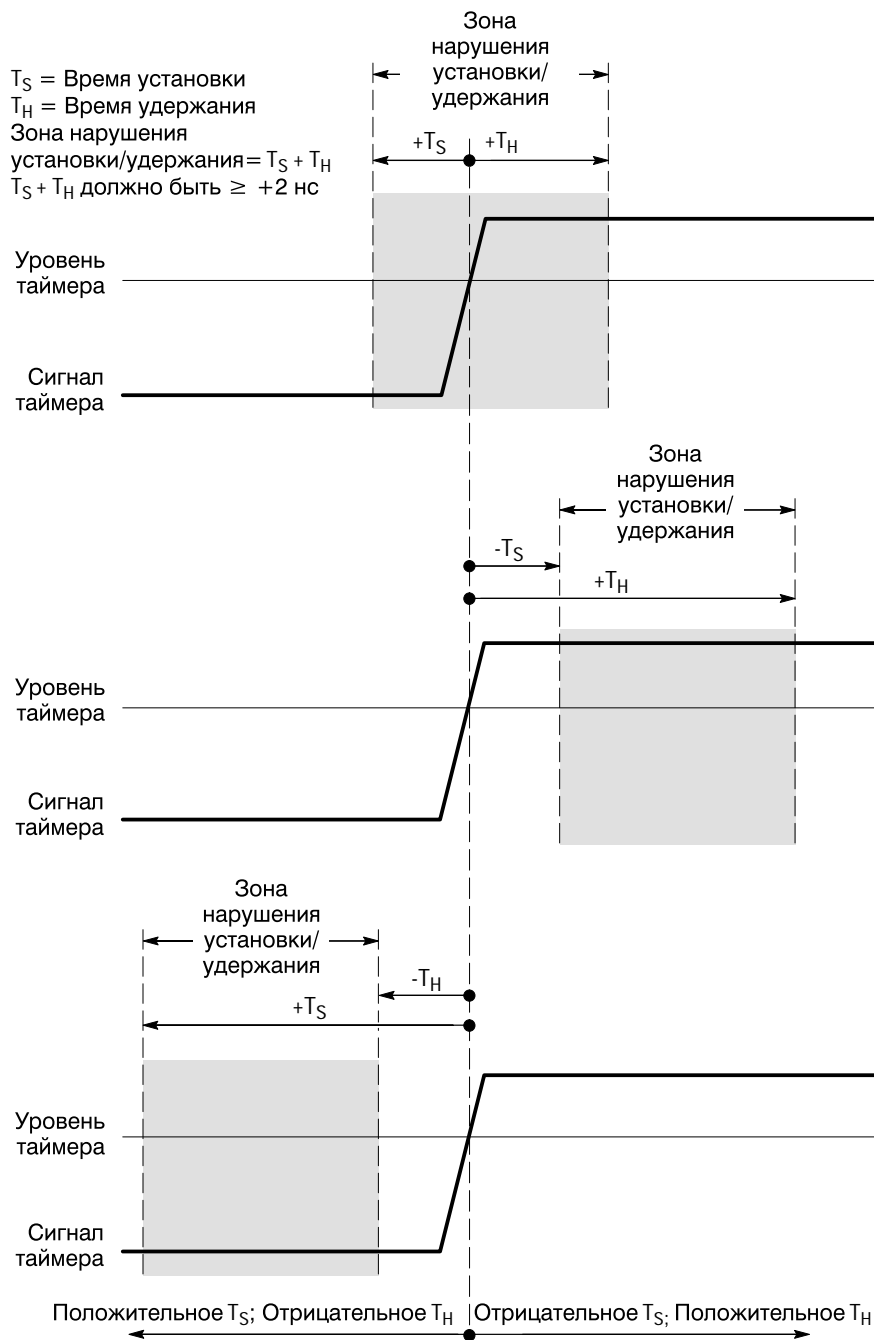


Рисунок 3-44: Зоны нарушения для синхронизации по установке/удержанию

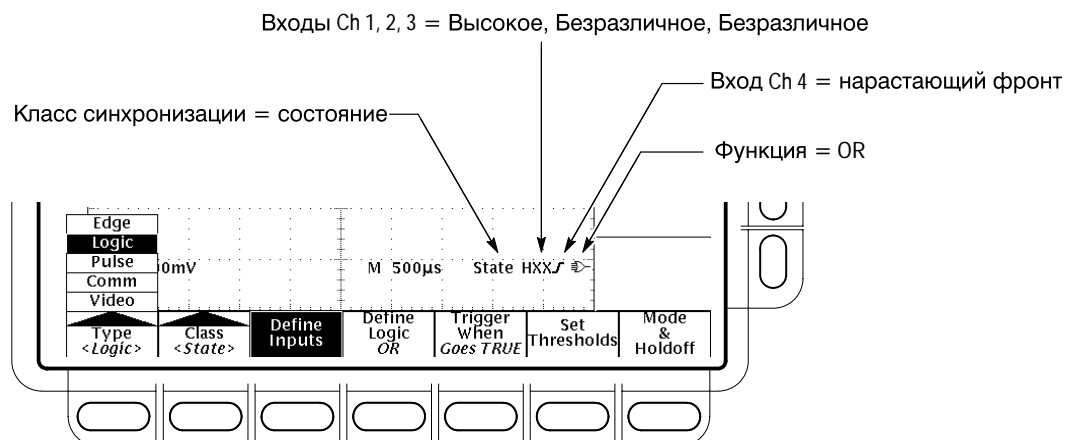


Рисунок 3–45: Показания синхронизации по логическому сигналу выбран класс «состояние»

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбрана синхронизация по логическому сигналу, уровни синхронизации должны быть установлены для каждого канала отдельно в меню *Set Thresholds* (Установка порогов) (классы «модель» и «состояние») или *Levels* (Уровни) (класс «установка/удержание»). Следовательно, показание *Trigger Level* (уровень синхронизации) исчезнет с экрана и ручка *Trigger Level* может быть использована для установки выбранных уровней, пока меню *Main Trigger* (Основной запуск) установлено в *Logic* (Логика).

Выполнение синхронизации по модели

Если выбран класс «модель», осциллограф будет синхронизироваться по определенной логической комбинации четырех входных каналов. (На стр. с 3–88 по 3–90 описана работа синхронизации по модели). Чтобы использовать синхронизацию по модели, выполните следующую процедуру:

Выберите синхронизацию по модели Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (Класс) (main) → **Pattern** (Модель) (pop-up).

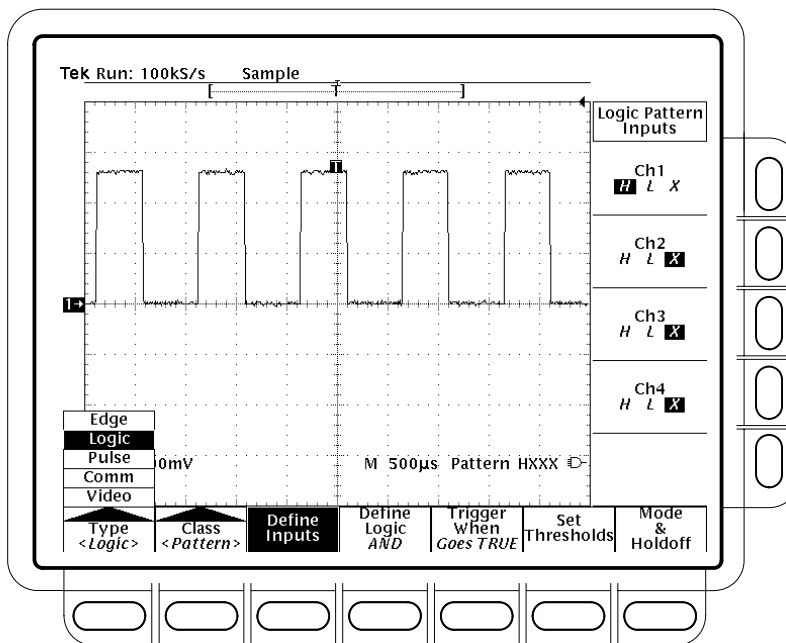


Рисунок 3-46: Меню Logic Trigger

Определите входы модели. Чтобы установить логические состояния для входных каналов:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Define Inputs** (Определение входов) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (side).
2. Последовательно нажимайте каждый вход, выбранный на шаге 1, для выбора высокого (**H**), низкого (**L**) или любого (**X**) состояния для каждого канала (см. рис. 3-46).

Установите пороги. Чтобы установить логический порог для каждого канала:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Set Thresholds** (Установка порогов) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (side).
2. Используйте ручку **MAIN TRIGGER LEVEL**, ручку общего назначения или клавиатуру для установки каждого порогового значения.

Определите логику. Чтобы выбрать логическую функцию, которую необходимо применять ко входным каналам (определение логических функций для синхронизации обоих классов: по модели и по состоянию, см. на стр. 3–89):

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Define Logic** (Определение логики) (main) → **AND, OR, NAND** или **NOR** (side).

Установка Trigger When. Чтобы выбрать синхронизацию при выполнении (**Goes TRUE**) или не выполнении (**Goes FALSE**) логического условия, выполните следующие действия:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Trigger When** (Условие запуска) (ьфшт) → **Goes TRUE** или **Goes FALSE** (side).

Элементы бокового меню TRUE for less than (TRUE короче, чем) и TRUE for greater than (TRUE дольше, чем) используются для ограниченной по времени синхронизации по модели. См. процедуру в разделе *Задание синхронизации по модели, ограниченной по времени*, расположенном ниже.

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Задание синхронизации по модели, ограниченной по времени

Можно также ограничить по времени синхронизацию по логической модели. То есть, указывается время, в течение которого логическая функция (AND, NAND, OR или NOR) должна принимать значение TRUE. Чтобы указать ограничение по времени, а также тип ограничения (больше или меньше указанного ограничения) для синхронизации по модели, выполните следующие действия:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Pattern** (pop-up) → **Trigger When** (ьфшт) → **TRUE for less than** или **TRUE for more than** (ьшву).
2. Используйте ручку или клавиатуру для установки времени в боковом меню.

Если выбрано TRUE for less than и указано время, входные условия должны поддерживать значение логической функции в TRUE меньше, чем указанный промежуток времени. И наоборот, элемент меню TRUE for more than требует значения TRUE для логической функции больше указанного времени.

Обратите внимание на индикатор синхронизации на рис.3-47.

Синхронизация происходит в точке, в которой осциллограф *определяет*, что указанная логическая функция имеет значение TRUE в установленном интервале времени. Осциллограф определяет точку запуска следующим образом:

- Дождется, когда логическое условие станет равным TRUE.
- Запускает таймер и ожидает того момента, когда логическая функция станет FALSE.
- Сравнивает времена и, если время, в течение которого функция имеет значение TRUE больше (для TRUE for more than) или меньше (для TRUE for less than), запускает отображение осциллограммы в *точке, в которой логическая функция приняла значение FALSE*. Это время может быть, и обычно бывает, отлично от времени, установленного для TRUE for more than или TRUE for less than.

На рис. 3-47 задержка между вертикальными курсорами – это время, в течение которого функция принимала значение TRUE. Поскольку это время больше (216 мкс), чем установленное в элементе меню TRUE for more than (150 мкс), осциллограф выполняет синхронизацию в этой точке, а не в точке, которая соответствует 150 мкс пребывания функции в состоянии TRUE.

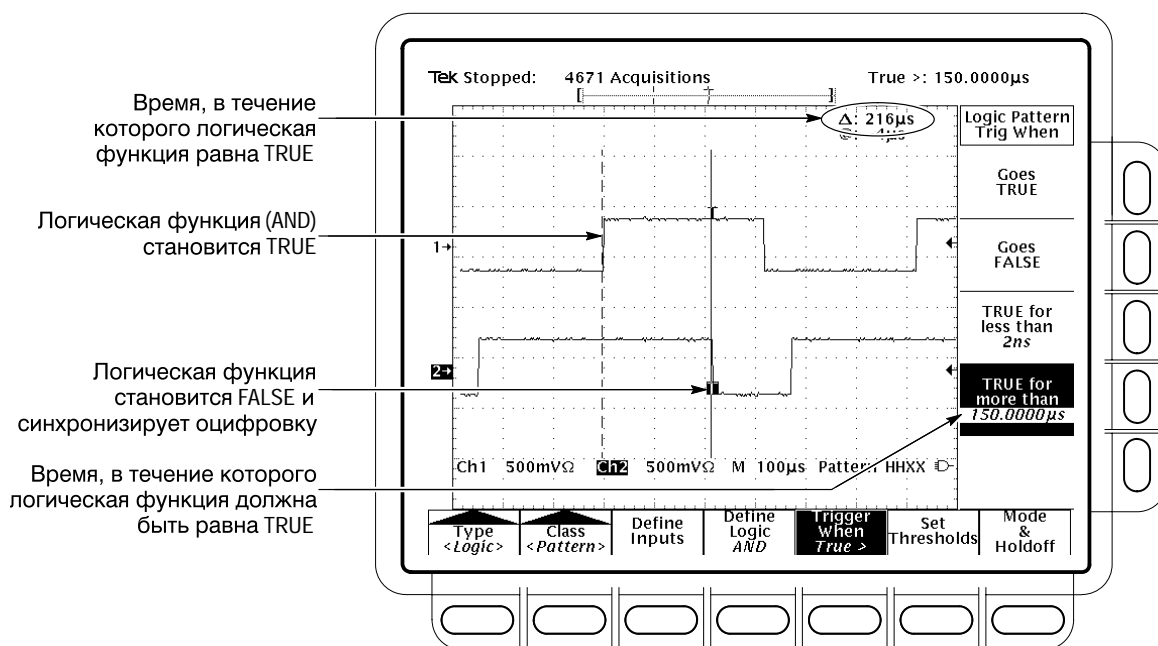


Рисунок 3-47: Меню Logic Trigger – Time Qualified установлено в TRUE

Выполнение синхронизации по состоянию

Если выбран класс «состояние», осциллограф использует канал 4 в качестве таймера и синхронизируется по логической цепи, образованной остальными каналами (стр. с 3–88 по 3–90 описывают работу синхронизации по состоянию). Чтобы использовать синхронизацию по состоянию, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по состоянию. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **State** (pop-up).

Определите входы. Чтобы установить логические состояния для входных каналов (**Ch1**, **Ch2**, ...):

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Define Inputs** (main).
2. Для первых трех каналов выберите **H** (высокое), **L** (низкое) или **X** (любое) (ьшву). Для **Ch4** можно выбрать нарастающий фронт или спадающий фронт.

Установите пороги. Чтобы установить логический порог для каждого канала:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Set Thresholds** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (side).
2. Используйте ручку **MAIN TRIGGER LEVEL**, ручку общего назначения или клавиатуру для установки каждого порогового значения.

Определите логику. Чтобы выбрать тип логической функции, применяемой ко входным каналам:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Define Logic** (ьфшт) → **AND**, **OR**, **NAND** или **NOR** (side).

Установка Trigger When. Чтобы выбрать синхронизацию, когда логическое условие выполняется (**Goes TRUE**) или не выполняется (**Goes FALSE**):

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class** (main) → **State** (pop-up) → **Trigger When** (ьфшт) → **Goes TRUE** или **Goes FALSE** (side).

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Выполнение синхронизации по нарушению времени установки/удержания

Если выбран логический класс **Setup/Hold** (Установка/удержание), осциллограф использует один канал как канал данных (стандартная заводская установка – это Ch1), другой канал – как канал таймера (по умолчанию Ch2) и синхронизируется при переходах данных внутри времени установки или удержания относительно таймера. (Стр.3–89 и 3–90 описывают работу синхронизации по установке/удержанию). Чтобы использовать синхронизацию по установке и удержанию, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по установке/удержанию Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (Установка/удержание) (pop-up).

Определите источник данных Чтобы выбрать канал, содержащий сигнал данных:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (pop-up) → **Data Source** (Источник данных) (main).
2. Нажмите любой из каналов **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (side). *Не выбирайте* один и тот же канал для источников данных и таймера.

Определите источник таймера и фронт Чтобы выбрать канал, который будет содержать сигнал таймера и запускающий фронт:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (main) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (pop-up) → **Clock Source** (Источник таймера) (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (ьшву).
2. Нажмите любой из каналов **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (ьшву). *Не выбирайте* тот же канал, который был выбран в качестве источника таймера.
3. Нажмите **Clock Edge** (Фронт таймера) (ьшву) для переключения между нарастающим и спадающим фронтами.

Установите уровни для данных и таймера Чтобы установить уровни перехода, которые должны пересечь сигналы данных и таймера для распознавания осциллографом:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (pop-up) → **Levels (main)** → **Clock Level** (Уровень таймера) или **Data Level** (Уровень данных) (ьшву).
2. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для задания выбранных значений уровней данных и таймера.

При желании можно установить уровни в значение, соответствующее одному из двух семейств логических схем. Чтобы сделать это:

3. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (pop-up) → **Levels (main)** → **Set Both to TTL** (Установить оба в уровень TTL) или **Set Both to ECL** (Установить оба в уровень схем с эмиттерными связями) (ьшву).

Осциллограф использует установленный уровень таймера для определения появления фронта таймера (нарастающего или спадающего, в зависимости от выбора). Осциллограф использует точку пересечения уровня таймера сигналом таймера как отправную точку для измерения времен установки и удержания.

Установите время установки и удержания Чтобы установить время установки/удержания относительно сигнала таймера:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Logic** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Setup/Hold** (pop-up) → **Set/Hold Times** (Время установки/удержания) (main) → **Setup Time** или **Hold Time** (ьшву). См. рис. 3–48.
2. Поверните ручку общего назначения или используйте клавиатуру, чтобы установить время установки и удержания.

ПРИМЕЧАНИЕ. Правильные значения времен установки и удержания см. в разделе Setup/Hold Time Violation Trigger Minimum Clock Pulse Widths (Минимальная ширина импульсов таймера при синхронизации по нарушению времен установки/удержания) в руководстве Performance Verification and Specifications (Проверка работы и спецификации).

Положительное время установки всегда предшествует фронту таймера; положительное время удержания всегда следует за фронтом таймера. Время установки всегда дает в сумме с временем удержания не менее 2 нс ($T_S + T_H \geq 2$ нс). При попытке установить любое из времен так, чтобы сумма оказалась меньше 2 нс, производится изменение другого времени для выполнения этого условия.

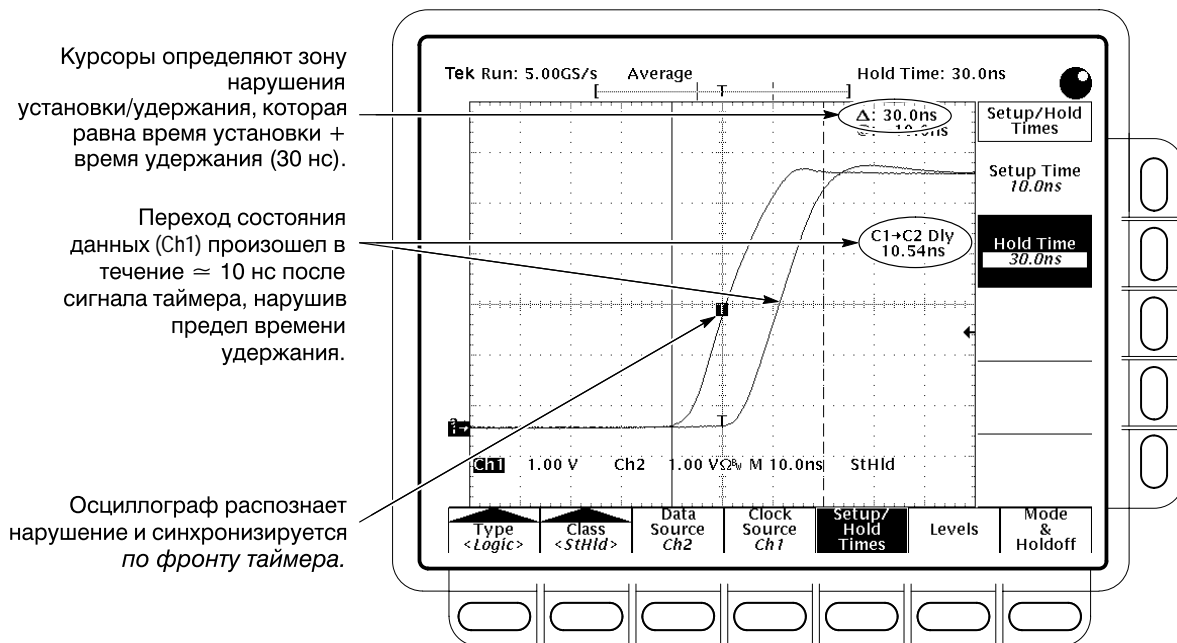


Рисунок 3-48: Синхронизация по нарушению времени установки/удержания

В большинстве случаев вводятся положительные значения и для времени установки, и для времени удержания. Положительные значения задают синхронизацию осциллографа, если источник данных изменяет состояние в течение времени установки перед сигналом таймера или переключается внутри интервала удержания после сигнала таймера. Можно исказить эту «зону нарушения установки/удержания», формируемую временами установки/удержания, задав отрицательные значения. См. рис.3-44 на стр. 3-92.

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3-87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3-77.

Синхронизация по импульсам

Осциллограф TDS может синхронизироваться по пикам и огибающим импульсов или на основе ширины, скорости нарастания или паузы импульсов. Эти возможности делают осциллограф удобным для выполнения таких задач, как дистанционный контроль и устранение сбоев электроснабжения или проверки скоростей нарастания GO/NO GO операционных усилителей. Этот раздел описывает использование каждого из пяти типов импульсной синхронизации: синхронизация *по пику*, *огibaющей*, *ширине*, *скорости нарастания* и *паузе*.

Синхронизация *по пику* производится, если источник синхронизации выявляет импульс, который уже (или шире) некоего указанного времени. Синхронизация может выполняться по сигналу любой полярности. Синхронизация по пику может быть установлена так, чтобы подавлять пики одной полярности.

Синхронизация *по огибающей* выполняется, если источник синхронизации обнаруживает короткий импульс, который пересекает один порог, но не пересекает другой порог до повторного пересечения первого порога. Можно настроить осциллограф для выявления положительных или отрицательных огибающих.

Синхронизация *по ширине* выполняется, если источник синхронизации обнаруживает импульс, который располагается внутри, или вне некоторого указанного диапазона времени (определяется верхним и нижним пределом). Осциллограф может синхронизироваться от положительных или отрицательных импульсов.

Синхронизация *по скорости нарастания* производится, если источник синхронизации обнаруживает импульс, который нарастает между двумя уровнями амплитуды со скоростью большей или меньшей заданной. Осциллограф может синхронизироваться от положительных или отрицательных импульсов. Можно воспринимать синхронизацию по скорости нарастания как синхронизацию, основанную на наклоне (изменение напряжения/изменение времени) фронта импульса.

Синхронизация *по паузе* происходит, если источник синхронизации обнаруживает ожидаемого фронта импульса.

На рис. 3–49 приведены показания синхронизации по импульсу. В таблице 3–8 на стр. 3–102 даны варианты импульсной синхронизации.

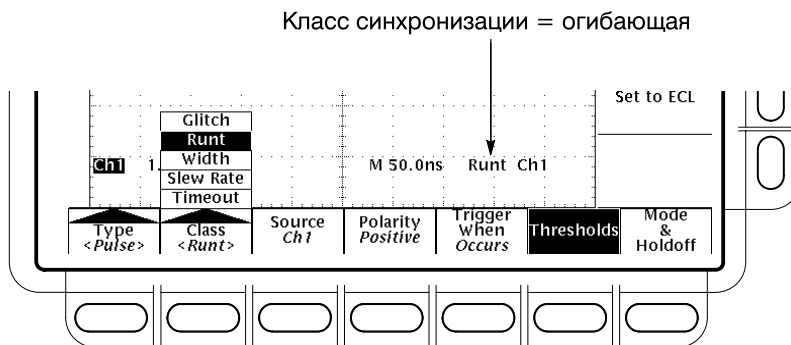


Рисунок 3-49: Показания синхронизации по импульсу

Таблица 3-8: Определения импульсной синхронизации











Название	Определение
 Glitch positive (Положительный пик)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает положительный выброс с шириной, меньшей указанного времени пика.
 Glitch negative (Отрицательный пик)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает отрицательный выброс с шириной, меньшей указанного времени пика.
 Glitch either (Любой пик)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает положительный или отрицательный выброс с шириной, меньшей указанного времени пика.
 Runt positive (Положительная огибающая)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает нарастающий импульс, который, нарастая, пересекает один порог, но не пересекает другой порог до повторного пересечения первого порога при уменьшении.
 Runt negative (Отрицательная огибающая)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает спадающий импульс, который, спадая, пересекает один порог, но не пересекает другой порог до повторного пересечения первого порога при нарастании.
 Runt either (Любая огибающая)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф обнаруживает нарастающий или спадающий импульс, который пересекает один порог, но не пересекает другой порог до повторного пересечения первого порога.
 Width positive (Ширина, положительный импульс)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит положительный импульс с шириной между заданными пользователем верхним и нижним пределами (а в некоторых случаях, вне этого интервала).

Таблица 3–8: Определения импульсной синхронизации (прод.)

Название	Определение
 Width negative (Ширина, отрицательный импульс)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит отрицательный импульс с шириной между заданными пользователем верхним и нижним пределами (а в некоторых случаях, вне этого интервала).
 Slew positive (Положительная скорость нарастания)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит нарастающий фронт импульса, который, после пересечения нижнего порога, пересекает и верхний. Чтобы синхронизация осуществилась, импульс должен перейти с одного уровня на другой быстрее или медленнее (указывается пользователем) скорости нарастания, указанной пользователем.
 Slew negative (Отрицательная скорость нарастания)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит спадающий фронт импульса, который, после пересечения верхнего порога, пересекает и нижний. Чтобы синхронизация осуществилась, импульс должен перейти с одного уровня на другой быстрее или медленнее (указывается пользователем) скорости нарастания, указанной пользователем.
 Slew either (Любая скорость нарастания)	Синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит нарастающий или спадающий фронт импульса, который, после пересечения одного порога, пересекает и другой. Чтобы синхронизация осуществилась, импульс должен перейти с одного уровня на другой быстрее или медленнее (указывается пользователем) скорости нарастания, указанной пользователем.
 Timeout stays high (Остается высоким в паузе)	Синхронизация осуществляется, когда сигнал остается выше уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.
 Timeout stays low (Остается низким в паузе)	Синхронизация осуществляется, когда сигнал остается ниже уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.
 Timeout either (Не изменяется в паузе)	Синхронизация осуществляется, когда сигнал остается выше или ниже уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.

Выполнение синхронизации по пику

Когда выбран класс **Glitch** (Пик), осциллограф будет синхронизироваться по импульсу, который уже (или шире) некоторого определенного времени. Чтобы настроить синхронизацию по пику, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по пику. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ѡфшт) → **Pulse** (Импульс) (зщз-гз) → **Class** (main) → **Glitch** (Пик) (зщз-гз).

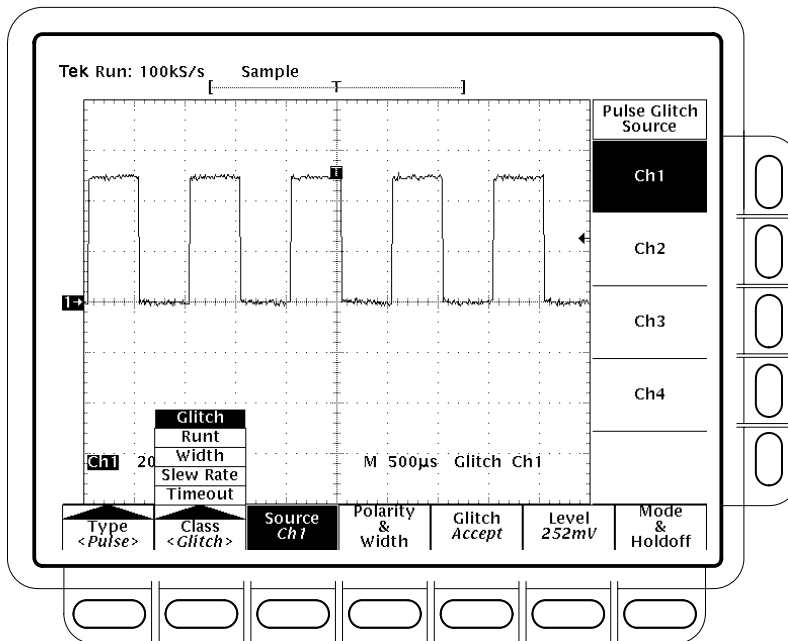


Рисунок 3-50: Меню основного запуска – класс «пик»

Выберите источник Чтобы указать канал, который станет источником импульсной синхронизации:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Source (main)** → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4 (side)**. Выбранный источник становится источником синхронизации для всех четырех классов синхронизации.

Выберите полярность и ширину. Чтобы указать полярность (положительную, отрицательную или любую) и ширину пика, выполните следующую последовательность действий:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Polarity & Width** (Полярность и ширина) (ьфшт) → **Positive** (Положительный), **Negative** (Отрицательный) или **Either** (Любой) (side).



Positive следит за нарастающими импульсами.



Negative следит за спадающими импульсами.



Either следит как за нарастающими, так и за спадающими импульсами.



2. Нажмите **Width (side)** (Ширина) и установите ширину пика с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Установите принятие или игнорирование пика Чтобы указать синхронизацию по пику или игнорирование пиков, нажмите **TRIGGER MENU → Type (ьфшт) → Pulse (зщз-гз) → Class (main) → Glitch (pop-up) → Glitch (main) → Accept Glitch** (Принять пик) или **Reject Glitch** (Игнорировать пик) (side).

Если выбрано **Accept Glitch**, осциллограф будет синхронизироваться только по импульсам, которые имеют ширину меньше указанной. Если выбрано **Reject Glitch**, осциллограф будет синхронизироваться только по импульсам, которые имеют ширину больше указанной.

Установите уровень Чтобы установить уровень синхронизации с помощью основного меню **Level** (или ручки **LEVEL**, расположенной на передней панели), нажмите **TRIGGER MENU → Type (ьфшт) → Pulse (зщз-гз) → Level (main) → Level, Set to TTL, Set to ECL** или **Set to 50%** (side).

- Если выбрано **Level**, значение уровня синхронизации задается с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.
- Если выбрано **Set to TTL**, осциллограф устанавливает уровень синхронизации в значение порога переключения схем с транзисторно-транзисторной логикой.
- Если выбрано **Set to ECL**, осциллограф устанавливает уровень синхронизации в значение порога переключения схем с эмиттерными связями.
- Если выбрано **Set to 50%**, осциллограф ищет половину амплитуды сигнала источника синхронизации и устанавливает уровень синхронизации в это значение.

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Выполнение синхронизации по огибающей

Если выбрана синхронизация *по огибающей*, осциллограф будет синхронизироваться по короткому импульсу, который пересекает один порог, но не пересекает другой порог до повторного пересечения первого порога. Чтобы настроить синхронизацию по огибающей, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по огибающей Нажмите **TRIGGER MENU → Type (ьфшт) → Pulse (зщз-гз) → Class (main) → Runt** (Огибающая) (зщз-гз). (См рис. 3–51.)

Выберите источник Чтобы указать канал, который станет источником импульсной синхронизации:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4** (side). Выбранный источник становится источником синхронизации для всех четырех классов синхронизации.

Выберите полярность Чтобы указать направление огибающей импульса:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Runt** (зщз-гз) → **Polarity** (ьфшт) → **Positive, Negative** или **Either** (side).

Positive следит за нарастающими импульсами.

Negative следит за спадающими импульсами.

Either следит как за нарастающими, так и за спадающими импульсами.

Установите условие синхронизации Чтобы определить ширину огибающей импульса, синхронизирующего осциллограф:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Runt** (зщз-гз) → **Trig When** (ьфшт).
2. Нажмите **Occurs**, чтобы синхронизация производилась по всем огибающим, независимо от ширины.
3. Нажмите **Runt is Wider Than** (ьшву), чтобы синхронизация производилась только по огибающим с шириной, превосходящей заданную. Введите ширину с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Установите пороги Чтобы установить два пороговых уровня, используемых при выявлении огибающей:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Runt** (зщз-гз) → **Thresholds** (Пороги) (ьфшт).
2. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для установки значений верхнего и нижнего порогов.

Совет. Чтобы использовать возможности значка запуска для установки пороговых уровней на ряде импульсов, нажимайте **DISPLAY** → **Readout Options** (Параметры показаний) (ьфшт) → **Trigger Bar Style** (Стиль значка запуска) (ьшву), пока **Long** (Длинный) не появится в пункте меню.

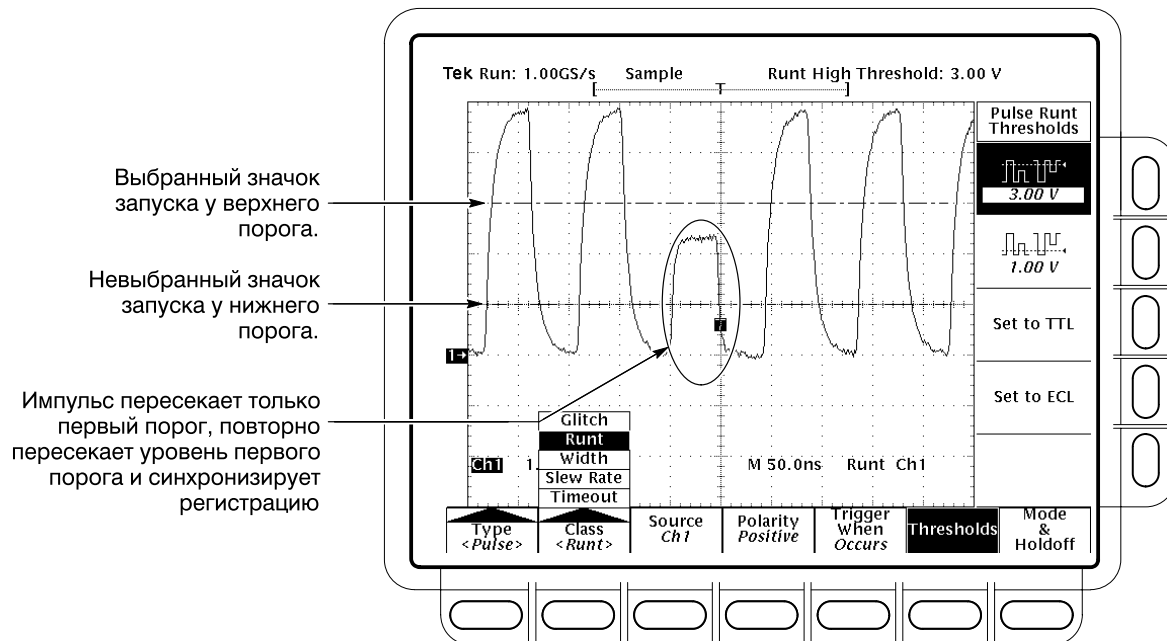


Рисунок 3-51: Меню основного запуска – класс «огibaющая»

Обратите внимание на индикатор синхронизации на рис.3-51. Синхронизация осуществляется в точке, в которой импульс, спадая, возвращается к первому (нижнему) порогу, не пересекая второго порогового уровня (верхнего). Полярность, выбранная в боковом меню *Polarity*, определяет порядок пересечения порогов для выполнения синхронизации по огибающей:

Positive требует, чтобы *нижний* порог сначала пересекался *при нарастании*, а затем пересекался повторно *при уменьшении*, а *верхний* порог вообще не пересекался.

Negative требует, чтобы *верхний* порог сначала пересекался *при уменьшении*, а затем пересекался повторно *при нарастании*, а *нижний* порог вообще не пересекался.

Either требует, чтобы *один* порог сначала пересекался в *любом* направлении, затем пересекался снова в *противоположном* направлении, а *другой* порог вообще не пересекался.

Для всех трех значений полярности синхронизация происходит в точке *повторного пересечения* первого порога.

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Синхронизация, основанная на ширине импульса

Если выбран класс **Width** (Ширина), осциллограф будет синхронизироваться по импульсу, который уже (или шире) указанного *диапазона* времени (определяется верхним и нижним пределами). Чтобы настроить синхронизацию по ширине, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по ширине импульса Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Width** (Ширина) (зщз-гз).

Выберите источник Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Source (main)** → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4 (side)**. Выбранный источник становится источником синхронизации для всех четырех классов синхронизации.

Выберите полярность. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Width** (зщз-гз) → **Polarity** (ьфшт) → **Positive** или **Negative (side)**.

Установите условие синхронизации Чтобы установить диапазон ширины (в единицах времени), в котором источник синхронизации будет искать сигналы, и указать сигналы, по которым будет производиться синхронизация (ширина должна лежать внутри диапазона или вне его), выполните следующую последовательность действий:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Width** (зщз-гз) → **Trig When** (ьфшт).
2. Нажмите **Within Limits** (ьшву), если синхронизация должна производиться по сигналам, попадающим в указанный диапазон. Если синхронизация должна производиться по импульсам вне диапазона, нажмите **Out of Limits** (ьшву).

3. Чтобы установить диапазон ширины импульсов в единицах времени, нажмите **Upper Limit** (ышву) или **Lower Limit** (ышву). Введите значения с помощью ручки общего назначения или клавиатуры. **Upper Limit** (Верхний предел) – это максимальная ширина импульса, который будет отслеживаться источником синхронизации. **Lower Limit** (Нижний предел) – это минимальная ширина импульса. Осциллограф всегда будет добиваться, чтобы **Lower Limit** был меньше или равен **Upper Limit**.

Установите уровень. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Width** (зщз-гз) → **Level** (main) → **Level, Set to TTL, Set to ECL** или **Set to 50%** (side).

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Выполнение синхронизации по скорости нарастания

Если выбран класс «скорость нарастания», осциллограф будет синхронизироваться по импульсам, которые проходят между верхним и нижним пороговыми уровнями со скоростью, большей или меньшей указанной скорости нарастания. Чтобы настроить синхронизацию по скорости нарастания, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по скорости нарастания Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Slew Rate** (Скорость нарастания) (зщз-гз). (См. рис. 3–52 на стр. 3–112.)

Выберите источник Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4** (side). Выбранный источник становится источником синхронизации для всех четырех классов синхронизации.

Выберите полярность Чтобы указать направление фронта импульса, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Slew Rate** (зщз-гз) → **Polarity** (ьфшт) → **Positive, Negative** или **Either** (side).

Positive контролирует скорость нарастания передних фронтов импульсов. Фронт должен сначала пересечь нижний порог, а затем – верхний.

Negative контролирует скорость нарастания спадающих фронтов импульсов. Фронт должен сначала пересечь верхний порог, а затем – нижний.

Either контролирует и нарастающий, и спадающий фронты импульсов. Фронт должен сначала пересечь один порог, а затем – другой.

Установите скорость нарастания Пороговые уровни и значение приращения времени определяют скорость нарастания. Чтобы установить эти параметры:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Slew Rate** (зщз-гз) → **Thresholds** (ьфшт).
2. Нажмите **Set to TTL** или **Set to ECL** (ьшву), чтобы установить верхний и нижний порог в значения, соответствующие этим семействам логических схем. ...OR...
3. Нажмите кнопку верхнего порога, а затем кнопку нижнего порога (ьшву). Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для установки значений для верхнего и нижнего порогов.

Совет. Чтобы использовать возможности значка запуска для установки пороговых уровней на фронте импульса, нажимайте **DISPLAY** → **Readout Options** (ьфшт) → **Trigger Bar Style** (ьшву), пока **Long** не появится в элементе меню.

Настройки порогов определяют составляющую напряжения в скорости нарастания (Вольт/секунда). Чтобы завершить задание скорости нарастания, установите временную составляющую, выполнив следующую последовательность действий:

4. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Slew Rate** (зщз-гз) → **Trigger When** (ьфшт) → **Delta Time** (Приращение времени) (ьшву).
5. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для задания значения приращения времени для скорости нарастания.

ПРИМЕЧАНИЕ. Пункт меню *Slew Rate* в боковом меню не является меткой кнопки; он является показанием установок скорости нарастания. Это показание изменяется при изменении параметра *Delta Time* в этом боковом меню и настроек пороговых значений в меню *Thresholds*. Эти параметры изменяются для подбора скорости нарастания. Нельзя непосредственно установить скорость нарастания.

Установите условие синхронизации Осциллограф сравнивает фронт импульса источника синхронизации со значением скорости нарастания в меню Trigger When. Чтобы выбрать синхронизацию по импульсам, которые имеют скорость нарастания выше указанной в показании, или по импульсам с более низкой скоростью, выполните следующие действия:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Slew Rate** (зщз-гз) → **Trigger When** (ьфшт) → **Trigger if Faster Than** (Синхронизация, если быстрее) или **Trigger if Slower Than** (Синхронизация, если медленнее) (ьшву). (См. рис.3–52.)

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбрано **Trigger if Faster Than**, а осциллограф не синхронизируется, это может быть вызвано тем, что фронт слишком крутой, а не слишком пологий. Чтобы проверить скорость фронта, переключитесь на синхронизацию по фронту. Затем выполните синхронизацию по фронту и определите время, требуемое для перехода между уровнями, установленными в меню **Thresholds** для скорости нарастания. Осциллограф не может выполнить синхронизацию по фронту импульса, который проходит между пороговыми уровнями меньше чем за 600 пс.

Для устойчивой синхронизации по скорости нарастания импульс также должен иметь ширину не менее 7,5 нс. Импульс меньшей ширины может вызвать синхронизацию по другому фронту или вообще не вызвать синхронизации. Переключитесь на синхронизацию по фронту и проверьте ширину импульса, если не удастся выполнить синхронизацию по скорости нарастания.

Чтобы понять, что происходит при синхронизации по скорости нарастания, изучите рис. 3–52, учитывая следующее:

- Основное меню показывает, что осциллограф установлен на синхронизацию по скорости нарастания входного импульса источника синхронизации (Ch 1). Он контролирует нарастающие фронты источника синхронизации и синхронизируется по любому фронту со скоростью выше, чем заданная скорость нарастания.

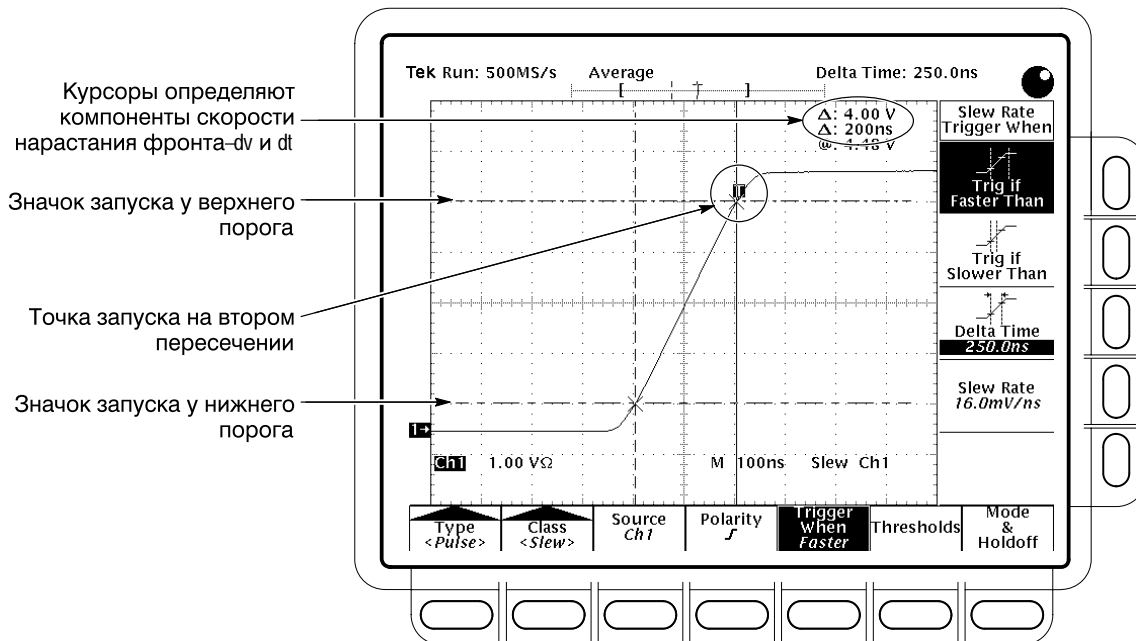


Рисунок 3-52: Меню основного запуска – класс «скорость нарастания»

- Боковое меню Trigger When отображает показание Slew Rate, которое отображает настройки скорости нарастания. Настройки скорости нарастания это не скорость нарастания импульса, а скорость, с которой осциллограф сравнивает скорость нарастания импульса (см. выше). Значение скорости нарастания задается косвенно установкой отношения приращения напряжения к приращению времени по формуле:

$$\text{Скорость нарастания} = \frac{\text{Верхний порог} - \text{Нижний порог}}{\text{Приращение времени}}$$

Заменив значения порогов и приращения времени настройками на рис. 3-52:

$$\text{Скорость нарастания} = \frac{4,5 \text{ В} - 0,5 \text{ В}}{250 \text{ нс}} = 16,0 \text{ мВ/нс}$$

- Индикаторы значка запуска (длинные горизонтальные полосы) указывают на верхний и нижний пороги. Сдвоенные курсоры, выровненные по пороговым уровням, выводят приращение напряжения (приблизительно 4 В) и приращение времени 200 нс между пороговыми уровнями. Следовательно, скорость нарастания синхронизирующего импульса равна:

$$\text{Измеренная скорость нарастания} = \frac{dv}{dt} = \frac{4 \text{ Вольт}}{200 \text{ нс}} = 20 \text{ мВ/нс}$$

- Боковое меню Trigger When показывает, что осциллограф будет выполнять синхронизацию по импульсам со скоростью нарастания большей, чем настройка скорости нарастания. Поскольку фронт импульса нарастает со скоростью 20 мВ/нс, что больше установленного значения скорости нарастания 16 мВ/нс, осциллограф выполняет синхронизацию.
- Индикатор точки запуска показывает место синхронизации осциллографа. Для сигнала, синхронизированного по скорости нарастания, точка запуска всегда располагается на пороге, пересеченном последним (верхний порог для положительной полярности и нижний для отрицательной).

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Синхронизация, основанная на паузе импульса

Если выбран класс **Пауза**, осциллограф TDS будет синхронизироваться по изменению импульса, которое НЕ произойдет внутри установленных пределов. То есть, синхронизация будет выполнена если, в зависимости от выбранной полярности, сигнал остается в положении выше или ниже уровня синхронизации во время указанного значения паузы. Чтобы настроить синхронизацию по паузе, выполните следующие действия.

Выберите синхронизацию по паузе. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Timeout** (Пауза) (por-up).

Выберите источник. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Source** (main) → **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4** (side). Выбранный источник становится источником синхронизации для всех четырех классов синхронизации.

Выберите полярность. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class** (main) → **Timeout** (зщз-гз) → **Polarity** (ьфшт) → **Stays High** (Остается высоким), **Stays Low** (Остается низким) или **Either** (Не изменяется) (side).



Stays High вызывает синхронизацию, если сигнал остается выше уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.



Stays Low вызывает синхронизацию, если сигнал остается ниже уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.



Either вызывает синхронизацию, если сигнал остается ниже или выше уровня синхронизации дольше, чем значение паузы.

Время. Чтобы установить время паузы:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Timeout (pop-up)** → **Time (main)**
2. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для установки времени паузы.

Установите уровень. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Pulse** (зщз-гз) → **Class (main)** → **Timeout (pop-up)** → **Level (main)** → **Level, Set to TTL, Set to ECL** или **Set to 50% (side)**.

- Если выбрано **Level**, значение уровня синхронизации задается с помощью ручки или клавиатуры.
- Если выбрано **Set to TTL**, осциллограф устанавливает уровень синхронизации в значение порога переключения схем с транзисторно-транзисторной логикой.
- Если выбрано **Set to ECL**, осциллограф устанавливает уровень синхронизации в значение порога переключения схем с эмиттерными связями.
- Если выбрано **Set to 50%**, осциллограф ищет половину амплитуды сигнала источника синхронизации и устанавливает уровень синхронизации в это значение.

Установите режим и задержку. Режим и задержка могут быть установлены для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

Синхронизация по коммуникационному сигналу

Осциллограф TDS может выполнять синхронизацию по коммуникационным сигналам (только опция 2С). В таблице 3–9 перечислены доступные стандарты, коды и скорости передачи. В этом разделе описывается использование синхронизации по коммуникационным сигналам: выбор источника, кода, скорости передачи, телекоммуникационного стандарта, формы импульса, уровня или порога и режима и задержки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для правильной оцифровки при синхронизации по коммуникационным сигналам значения некоторых режимов и параметров осциллографа изменяются автоматически. Выбор маски из меню MEASURE (Измерение) выбирает настройки синхронизации по коммуникационным сигналам для этой маски. Однако при выборе синхронизации по коммуникационным сигналам маска не выбирается.

Таблица 3–9: Синхронизация по коммуникационному сигналу

Стандарт	Код ¹	Скорость передачи
OC1/STM0	NRZ	51,84 Мб/с
OC3/STM1	NRZ	155,52 Мб/с
OC12/STM4	NRZ	622,08 Мб/с
DS0 Sgl	Маски ²	64 кб/с
DS0 Dbl	Маски ²	64 кб/с
DS0 Data Contra	Маски ²	64 кб/с
DS0 Timing	Маски ²	64 кб/с
E1	AMI	2,048 Мб/с
E2	AMI	8,44 Мб/с
E3	AMI	34,368 Мб/с
E4	CMI	139,26 Мб/с
E5 (CEPT)	NRZ	565 Мб/с
STM1E	CMI	155,52 Мб/с

Таблица 3–9: Синхронизация по коммуникационному сигналу (прод.)

Стандарт	Код ¹	Скорость передачи
DS1	AMI	1,544 Мб/с
DS1A	AMI	2,048 Мб/с
DS1C	AMI	3,152 Мб/с
DS2	AMI	6,312 Мб/с
DS3/DS3 Rate	AMI	44,736 Мб/с
DS4NA	CMI	139,26 Мб/с
STS-1	AMI	51,84 Мб/с
STS-3	CMI	155,52 Мб/с
FC133	NRZ	132,8 Мб/с
FC266	NRZ	265,6 Мб/с
FC531	NRZ	531,2 Мб/с
FC1063	NRZ	1,0625 Мб/с
D2	NRZ	143,18 Мб/с
D1	NRZ	270 Мб/с
FDDI	NRZ	125 Мб/с
4:2:2 SMPTE 259M-D	NRZ	360 Мб/с
SMPTE 292M	NRZ	1,485 Гб/с
10Base-T Ethernet	NRZ	10 Мб/с
100Base-T Ethernet	NRZ	125 Мб/с
Gigabit Ethernet	NRZ	1,25 Гб/с

¹ AMI = Alternate Mark Inversion (кодирование с чередованием полярности). CMI = Code Mark Inversion (кодирование с инверсией логических уровней). NRZ = Non-return to Zero (отсутствие возврата к нулю)

² Эти телекоммуникационные стандарты DS0 автоматически выбираются из меню Mask (Маска). Используется импульсная синхронизация по ширине сигнала.

Выбор синхронизации по коммуникационному сигналу

Используйте меню Comm (Синхронизация по коммуникационному сигналу) для выбора типа синхронизации и выполнения последующих процедур для источника, кода, стандарта, формы импульса, уровня запуска или порога, режима и задержки.

Чтобы вывести меню синхронизации по коммуникационному сигналу, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (По коммуникационному сигналу) (зщз-гз). (См. рис.3–53.)

Выбор источника

Чтобы выбрать источник, используемый для синхронизации:

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (зщз-гз) → **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4** (ышву).

Указание кода

Чтобы выбрать код, нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (зщз-гз) → **Code** (main) → **AMI, CMI** или **NRZ** (pop-up).

Установка режима и задержки

Можно установить режим и задержку для всех стандартных типов и классов синхронизации. Чтобы установить режим и задержку, обратитесь к разделу *Установка режима и задержки* на стр. 3–87. Для получения дополнительной информации о режимах синхронизации и задержке см. разделы *Режимы синхронизации* и *Задержка синхронизации* на стр. 3–77.

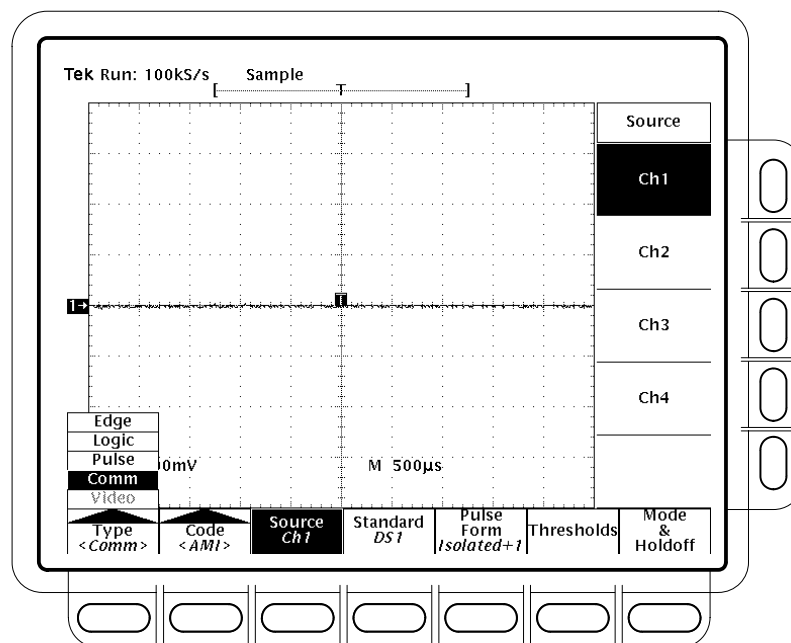


Рисунок 3–53: Меню основного запуска – синхронизация по коммуникационному сигналу

Выбор коммуникационного стандарта

Чтобы выбрать стандарт и скорость передачи коммуникационного сигнала, по которому будет выполняться синхронизация:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (зщз-гз) → **Standard** (Стандарт) (main).
2. Выберите стандарт из бокового меню. Отображаются только стандарты для выбранного кода. Список доступных стандартов и их скоростей передачи приведен в таблице 3–9 на стр. 3–115.

Выбор формы импульса

Чтобы выбрать форму коммуникационного сигнала, по которому будет выполняться синхронизация:

1. Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (зщз-гз) → **Pulse Form** (Форма импульса) (main).
2. Выберите форму импульса из бокового меню. Отображаются формы сигналов только для выбранного кода. Список форм импульса приведен в табл. 3–10.

Таблица 3–10: Формы коммуникационного импульса

AMI	CMI	NRZ
Isolated +1	Plus One	Eye Diagram
Isolated –1	Minus One	Rise
Eye Diagram	Zero	Fall
	Eye Diagram	Pattern 0-7

Установка уровня или порога

Нажмите **TRIGGER MENU** → **Type** (ьфшт) → **Comm** (зщз-гз) → **Level** или **Threshold** (main) → **High**, **Low**, **Level**, **Set to TTL**, **Set to ECL** или **Set to 50%** (side). Отображаются альтернативы только для выбранного кода.

High (высокий) позволяет вводить верхний порог с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Low (низкий) позволяет вводить нижний порог с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Level (уровень) позволяет вводить уровень синхронизации с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Set to TTL фиксирует уровень синхронизации на значении +1,4 В.

Set to ECL фиксирует уровень синхронизации на значении –1,3 В.

Set to 50% устанавливает уровень синхронизации приблизительно в 50% полного размаха амплитуды входного сигнала синхронизации. Если выбрано AMI, этот выбор вызывает измерение уровня полной амплитуды и установку верхнего порога в 75% от этого значения, а нижнего – в 25%. Если выбрана маска DS0 и уровень запуска установлен правильно, не нажимайте кнопку SET LEVEL TO 50% на передней панели.

Синхронизация с задержкой

Оциллограф TDS обеспечивает основной масштаб времени и масштаб времени с задержкой. Масштаб времени с задержкой, как и основной, требует сигнала синхронизации и источника входа, выделенного для этого сигнала. Задержку можно использовать только относительно синхронизации по фронту и определенных классов синхронизации по импульсу. Данный раздел описывает задержку оцифровки сигнала.

Существует два различных способа задержки оцифровки сигнала: *delayed runs after main* (задержка после основной синхронизации) и *delayed triggerable* (отложенный сигнал запуска). Только отложенный запускающий сигнал использует систему запуска с задержкой. При задержке после основной синхронизации происходит отслеживание основного запуска, затем период ожидания, указанный пользователем, и затем начинается оцифровка. (См. рис. 3–54.)

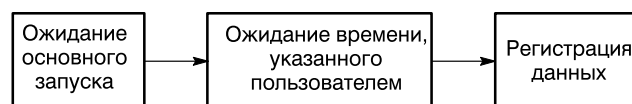


Рисунок 3–54: Задержка после основной синхронизации

Отложенный сигнал запуска следит за основной синхронизацией и затем, в зависимости от выбранного типа синхронизации с задержкой, выполняет один из трех типов накопления отчетов: *After Time* (через промежуток времени), *After Events* (после события) или *After Events/Time* (после события/времени). Чтобы понять последовательность действий, выполняемых осциллографом в каждом из этих режимов, изучите рис.3–55.

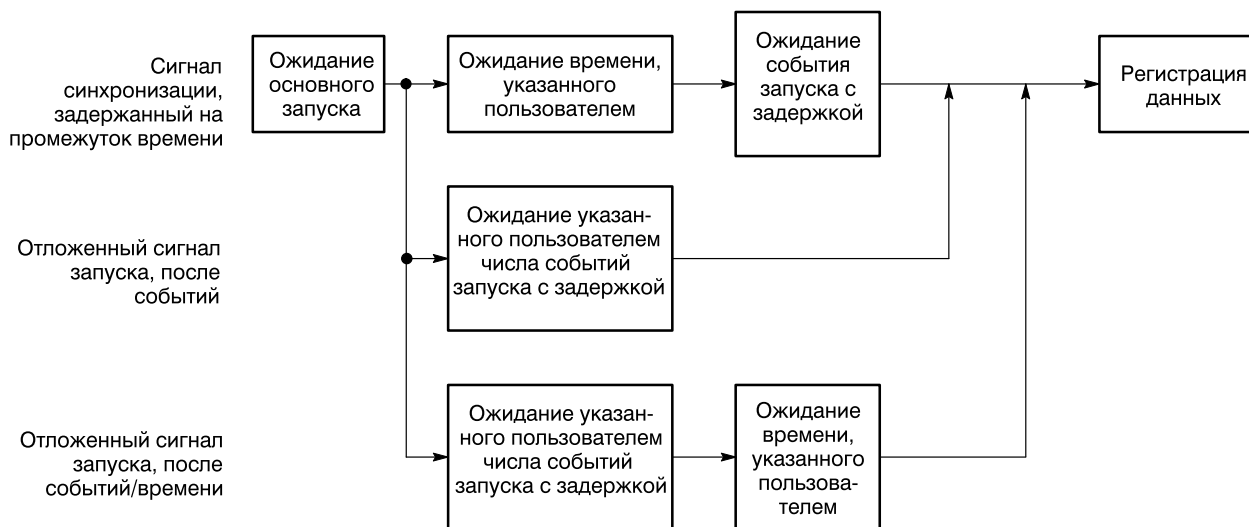


Рисунок 3-55: Отложенный сигнал запуска

Осциллограф всегда регистрирует выборки для заполнения записи сигнала, соответствующей интервалу до запуска. Когда условие задержки выполняется, он собирает достаточное число выборок после синхронизации для заполнения записи сигнала и затем отображает его. Обратитесь к рис. 3-56 за более подробной информацией о расположении задержанных записей во времени относительно основной синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Из-за аппаратных ограничений масштаб времени с задержкой не может быть сделан синхронизируемым, если тип синхронизации – по логическому сигналу (любой класс) или тип синхронизации – по импульсу (классы «огibaющая» или «скорость нарастания»). Для этих настроек осциллограф принудительно переводит масштаб времени с задержкой в режим задержки после основной синхронизации.

Запуск после задержки

Используйте меню Horizontal (По горизонтали) для выбора и определения запуска с задержкой после основной синхронизации и отложенного сигнала запуска. Отложенный сигнал запуска, однако, требует дальнейшего выбора в меню Delayed Trigger (Синхронизация с задержкой). Выполните следующую последовательность действий для установки масштаба времени с задержкой для запуска непосредственно после задержки:

1. Нажмите **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (Масштаб времени) (main) → **Delayed Only** (Только с задержкой) (side) → **Delayed Runs After Main** (Задержка после основной синхронизации)(side).

2. Воспользуйтесь ручкой общего назначения или клавиатурой и установите время задержки.

Если нажато Intensified (Увеличено) (ьшву), отображается увеличенная зона на записи основного масштаба времени, которая показывает запись масштаба данных с задержкой относительно основной синхронизации. Для режима отображения с задержкой относительно основной синхронизации начало увеличенной зоны соответствует началу записи масштаба времени с задержкой. Конец зоны соответствует концу задержанной записи.

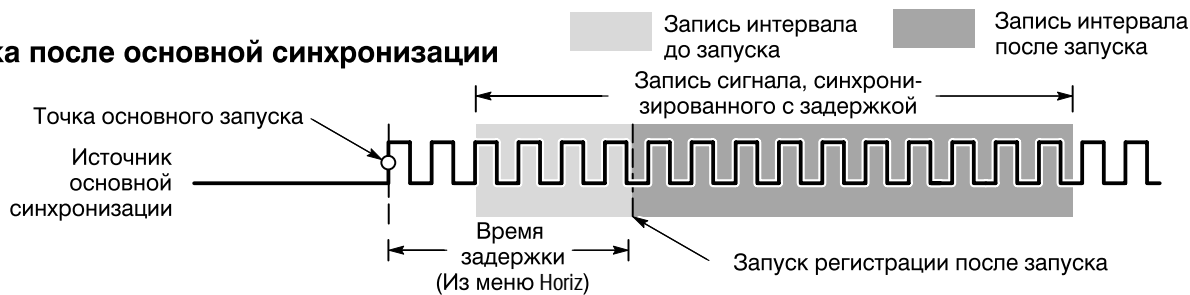
ПРИМЕЧАНИЕ. Увеличенная зона не видна в режиме ЦЛО (цифровой люминофорный осциллограф) (только модели TDS 500D и TDS 700D); см. раздел «Несовместимые режимы» на стр. 3–100.

Выполнение синхронизации после задержки

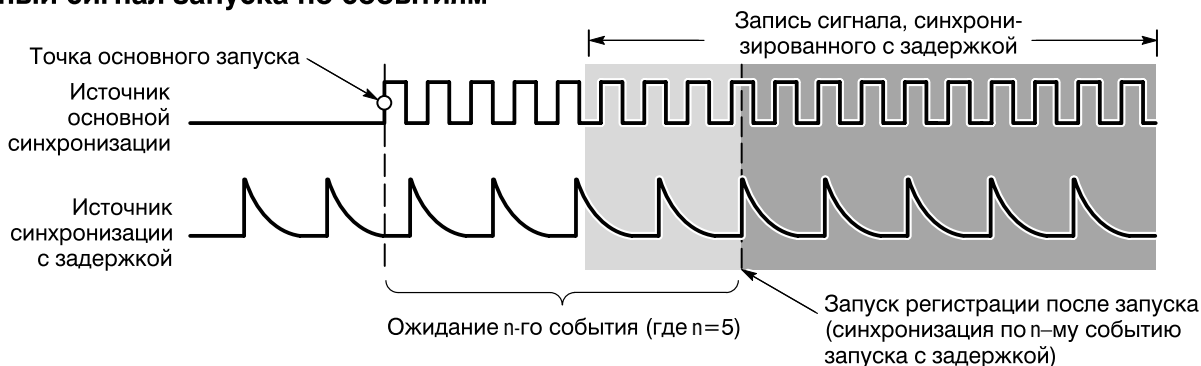
Чтобы убедиться, что настройки меню основного запуска совместимы с отложенным сигналом запуска, и выбрать этот режим, выполните следующие действия:

1. Нажмите **TRIGGER MENU**.
2. Если **Type** установлен в **Logic**, нажмите **Type** (ьфшт), чтобы изменить его на **Edge** или **Pulse** в соответствии с задачей. Тип «логика» несовместим с отложенным сигналом запуска.
3. Если **Source** установлен в **Auxiliary** (Дополнительный), нажмите **Source** (ьфшт). В соответствии с задачей, из бокового меню выберите любой источник, отличный от Auxiliary.

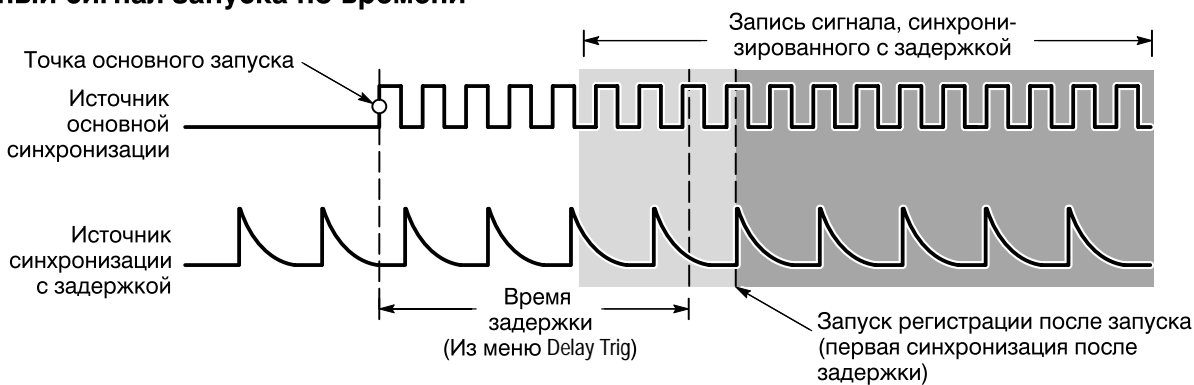
Задержка после основной синхронизации



Отложенный сигнал запуска по событиям



Отложенный сигнал запуска по времени



Отложенный сигнал запуска по событиям/времени

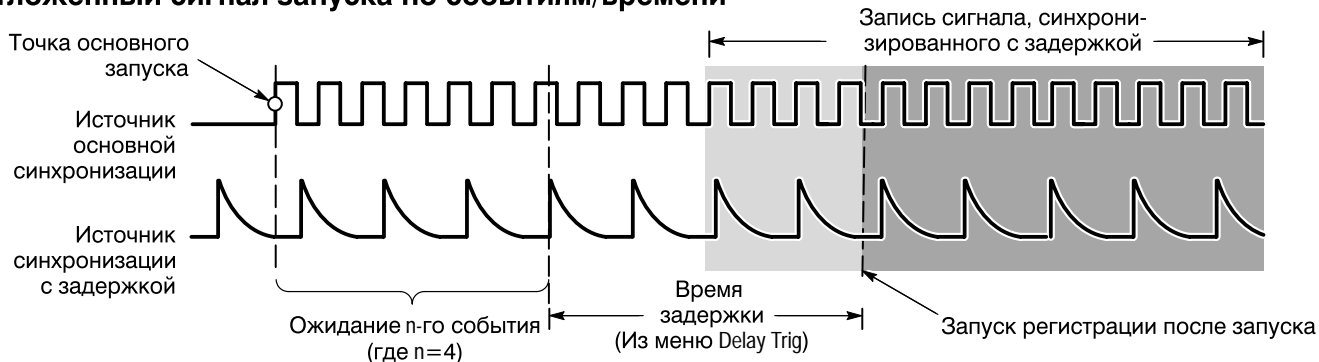


Рисунок 3-56: Как работает синхронизация с задержкой

4. Если **Type** установлен в **Pulse**, нажмите **Class** (ьфшт) и измените его на **Glitch** или **Width**, в соответствии с задачей. Классы «огибающая» и «скорость нарастания» несовместимы с отложенным сигналом запуска.
5. Нажмите **HORIZONTAL MENU** → **Time Base** (main) → **Delayed Only** (side) → **Delayed Triggerable** (Отложенный сигнал запуска) (side).

ПРИМЕЧАНИЕ. Пункт меню *Delayed Triggerable* не может быть выбран, пока не отменены несовместимые установки в меню основного запуска. (См. эти шаги в начале данной процедуры). При наличии несовместимых установок пункт меню *Delayed Triggerable* отображается в меню более тускло, чем остальные пункты.

Нажав **Intensified** (ьшву), можно отобразить увеличенную зону, которая показывает, где запись масштаба времени с задержкой *может* произойти (действительное событие синхронизации с задержкой должно произойти) относительно основной синхронизации в основном масштабе времени. Для режима отложенного сигнала запуска начало увеличенной зоны соответствует началу записи масштаба времени с задержкой. Конец зоны соответствует концу основного масштаба времени, поскольку запись масштаба времени с задержкой может быть синхронизирована в любой точке после истечения времени задержки.

Чтобы узнать о задании уровня интенсивности обычного и увеличенного сигнала, см. раздел *Настройка интенсивности* на стр. 3–43.

Теперь необходимо вывести меню **Delayed Trigger**, чтобы можно было определить событие запуска с задержкой.

6. Нажмите **SHIFT DELAYED TRIG** → **Delay by** (Задержка на) (main) → **Triggerable After Time** (Время), **Events** (События) или **Events/Time** (События/время) (side) (См. рис. 3–57.)
7. Введите время задержки или события с помощью ручки общего назначения или клавиатуры. Если выбрано **Events/Time**, используйте **Time** (Время) (ьшву) и **Events** (События) (ьшву) для переключения между установкой времени и числа событий.

Совет. Можно перейти непосредственно в меню **Delayed Trigger**. (См. шаг 6.) При выборе **After Time**, **Events** или **Events/Time** осциллограф автоматически переключается на **Delayed Triggerable** в меню **Horizontal**. Попрежнему будет необходимо отобразить меню **Horizontal**, если необходимо выйти из **Delayed Triggerable**.

Меню **Source** позволяет указать вход, используемый в качестве источника синхронизации с задержкой.

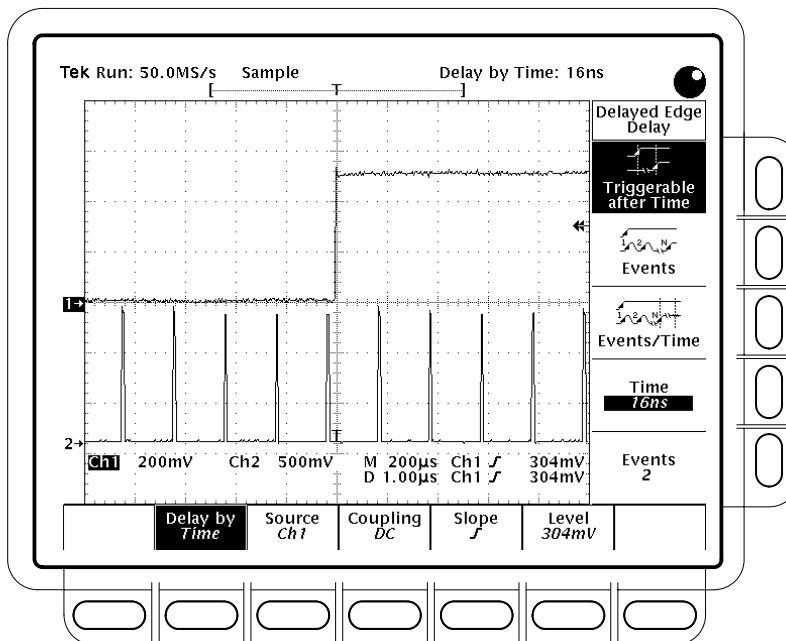


Рисунок 3-57: Меню синхронизации с задержкой

8. Нажмите **Source** (main) → **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4** или **DC Aux** (side).

ПРИМЕЧАНИЕ. Выбор *DC Aux* в качестве источника в **ОБОИХ** меню основной синхронизации и синхронизации с задержкой заставляет одновременно устанавливать уровни основного запуска и запуска с задержкой. Пока обе системы имеют в качестве источника *DC Aux*, настройка уровня запуска в одной системе настраивает его в обеих системах.

9. Нажмите **Coupling** (main) → **Main Trigger, DC** или **Noise Rej** (side) для указания связи входного сигнала с синхронизацией с задержкой.

Main Trigger (основной запуск) устанавливает связь синхронизации с задержкой, совпадающую с настройкой связи основной синхронизации. Описание типов связи **DC** и **Noise Rej** см. в разделе *Указание типа связи* на стр. 3-86.

10. Нажмите **Slope** (main) для выбора фронта, по которому будет производиться синхронизация с задержкой. Выбирайте между нарастающим и спадающим фронтами.

При использовании режима отложенного сигнала запуска для регистрации сигналов отображаются два значка запуска. Один значок показывает уровень, установленный основной системой запуска, другой — уровень, установленный системой запуска с задержкой.

11. Нажмите **Level** (main) → **Level**, **Set to TTL**, **Set to ECL** или **Set to 50%** (side).

Level позволяет вводить уровень синхронизации с задержкой с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Set to TTL фиксирует уровень синхронизации на значении +1,4 В.

Set to ECL фиксирует уровень синхронизации на значении –1,3 В.

Set to 50% устанавливает уровень синхронизации с задержкой в 50% полного размаха амплитуды входного сигнала синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Диапазон уровня синхронизации всегда составляет ± 12 делений от центра вертикального интервала. Некоторые комбинации вертикального масштаба, смещения и позиции влияют на диапазон синхронизации, что не позволяет **Set to TTL** или **Set to ECL** достичь желаемых настроек. В этом случае уровень синхронизации устанавливается как можно ближе к желательным настройкам.

Измерение сигналов

Чтобы максимально использовать возможности осциллографа TDS при измерениях, нужно уметь пользоваться пятью типами, или *классами*, измерений, которые он может выполнять. В этом разделе рассказывается о том, как выполнять следующие классы измерений (на рис.3–58 показаны четыре класса измерений):

- *Автоматические* – для автоматического измерения и отображения сигналов
- *Курсорные* – для измерения разницы (во времени или в напряжении) между двумя точками записи осциллограммы
- *С помощью масштабной сетки* – для быстрой оценки параметров сигнала по делениям выведенной на экран масштабной сетки
- *Гистограммные* – для отображения и автоматического измерения изменений сигнала по вертикальной и горизонтальной шкалам в окне сбора гистограммы
- *С помощью масок* – для подсчета с масками, выбора маски или изменения маски

В этом разделе также рассказывается о том, как использовать функции *Probe Cal* (калибровка пробника), *Channel/Probe Deskew* (компенсация сдвига по фазе канала/пробника) и *Signal Path Compensation* (компенсация в сигнальном тракте) для повышения точности измерений.

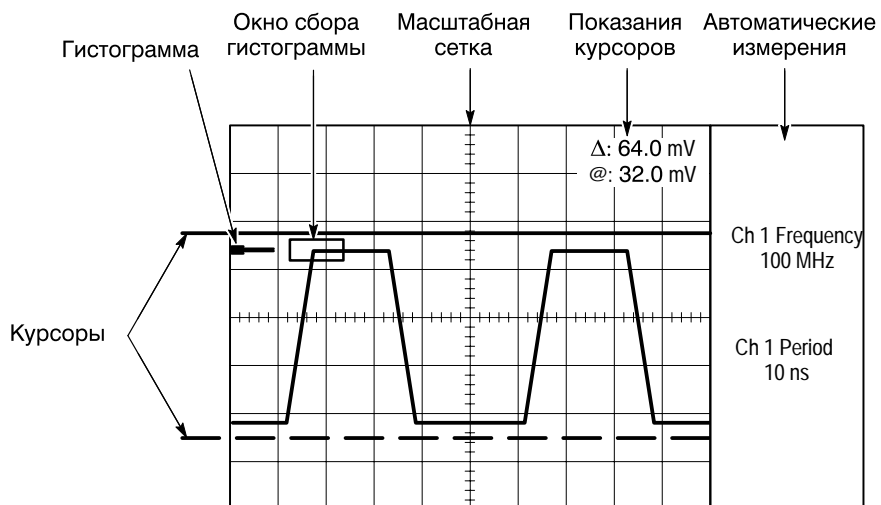


Рисунок 3–58: Измерения: гистограммные, с помощью масштабной сетки, курсорные и автоматические

Автоматические измерения

Осциллограф TDS имеет функцию *Measure* (Измерение) для автоматического измерения и отображения сигнала. В этом разделе рассказывается о том, как настроить осциллограф на автоматическое измерение сигналов.

Так как автоматические измерения используют точки записи осциллограммы, они обычно являются более точными и быстрыми, чем курсорные измерения или измерения с помощью масштабной сетки. Осциллограф будет постоянно обновлять и отображать результаты измерения сигнала.

Автоматические измерения выполняются для всей записи осциллограммы или, если задана зона интереса (см. страницу 3–132), для области, ограниченной вертикальными курсорами. Автоматические измерения только лишь для отображаемых участков осциллограмм не выполняются.

Осциллограф может также отображать почти все классы измерений одновременно — см. раздел *Создание снимка результатов измерений* на стр. 3–137.

Список измерений

Осциллограф TDS предоставляет возможность выполнения автоматических измерений. В таблице 3–11 приведены краткие описания автоматических измерений, которые позволяет выполнять осциллограф (более подробные сведения см. в *Приложении В: Алгоритмы*, стр. В–1).

Таблица 3–11: Определения измерений






Название	Определение
 Amplitude (Амплитуда)	Измерение напряжения. Разность наибольшего и наименьшего значений, измеряемая по всей осциллограмме или по зоне интереса. <i>Амплитуда = Высокое – Низкое</i>
 Area (Область)	Измерение напряжения в течение периода времени. Область всей осциллограммы или осциллограммы в зоне интереса; выражается в вольт-секундах. Области выше уровня заземления считаются положительными, а области ниже уровня заземления – отрицательными.
 Cycle Area (Циклическая область)	Измерение напряжения в течение периода времени. Область первого цикла всей осциллограммы либо первого цикла зоны интереса; выражается в вольт-секундах. Области выше уровня заземления считаются положительными, а области ниже уровня заземления – отрицательными.
 Burst Width (Длительность вспышки)	Временное измерение. Продолжительность вспышки. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Cycle Mean (Среднее значение цикла)	Измерение напряжения. Арифметическое среднее по первому циклу всей осциллограммы либо по первому циклу в зоне интереса.

Таблица 3-11: Определения измерений (прод.)





















Название	Определение
 Cycle RMS (Среднеквадратическое значение цикла)	Измерение напряжения. Истинное среднеквадратическое значение напряжения по первому циклу всей осциллограммы либо по первому циклу зоны интереса.
 Delay (Задержка)	Временное измерение. Время между пересечениями среднего опорного значения двумя различными сигналами на всей осциллограмме или в зоне интереса.
 Fall Time (Длительность спада)	Временное измерение. Время, в течение которого спадающий фронт первого импульса осциллограммы или зоны интереса спадает от высокого опорного уровня (High Ref) (по умолчанию = 90%) до низкого опорного уровня (Low Ref) (по умолчанию = 10%) своего конечного значения.
 Frequency (Частота)	Временное измерение первого цикла осциллограммы или зоны интереса. Частота является обратным значением периода (Period). Измеряется в герцах (Гц); 1 Гц = 1 период в секунду.
 High (Высокое)	Значение, рассматриваемое как 100% в тех случаях, когда требуются высокое, низкое и среднее опорные значения (например, при измерениях времени спада и времени нарастания). Рассчитывается по соотношению мин/макс или по методу гистограммы. Метод мин/макс использует максимальное обнаруженное значение. Метод гистограммы использует наиболее часто встречающееся значение, превышающее среднее. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Low (Низкое)	Значение, рассматриваемое как 0% в тех случаях, когда требуются высокое, низкое и среднее опорные значения (например, при измерениях времени спада и времени нарастания). Рассчитывается по соотношению мин/макс или по методу гистограммы. По методу мин/макс это – минимальное обнаруженное значение. По методу гистограммы это – наиболее часто встречающееся значение ниже средней точки. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Maximum (Максимум)	Измерение напряжения. Максимум амплитуды. Обычно это пиковое напряжение с максимальным положительным значением. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Mean (Среднее)	Измерение напряжения. Арифметическое среднее по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Minimum (Минимум)	Измерение напряжения. Минимум амплитуды. Обычно это пиковое напряжение с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса.
 Negative Duty Cycle (Отрицательная скважность)	Временное измерение первого цикла осциллограммы или зоны интереса. Отношение ширины отрицательной части импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. $\text{NegativeDutyCycle} = \frac{\text{NegativeWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Negative Overshoot (Отрицательный выброс)	Измерение напряжения. Измеряется по всей осциллограмме или по зоне интереса. $\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
 Negative Width (Ширина отрицательной части)	Временное измерение первого импульса осциллограммы или зоны интереса. Ширина отрицательной части (Negative Width) представляет расстояние (время) между точками пересечения уровня амплитуды MidRef (по умолчанию = 50%) для отрицательной части импульса.
 Peak to Peak (Амплитуда пик-пик)	Измерение напряжения. Абсолютная разница между максимальной и минимальной амплитудами, измеряемая по всей осциллограмме или по зоне интереса.

Таблица 3–11: Определения измерений (прод.)

Название	Определение
 Phase (Фаза)	Временное измерение. Время опережения или запаздывания одного сигнала по сравнению с другим. Выражается в градусах; 360° составляют один цикл осциллограммы.
 Period (Период)	Временное измерение. Длительность первого целого цикла в осциллограмме или зоне интереса. Период является обратным значением частоты (frequency). Измеряется в секундах.
 Positive Duty Cycle (Положительный коэффициент заполнения)	Временное измерение первого цикла осциллограммы или зоны интереса. Отношение ширины положительной части импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. $PositiveDutyCycle = \frac{PositiveWidth}{Period} \times 100\%$
 Positive Overshoot (Положительный выброс)	Измерение напряжения по всей осциллограмме или по зоне интереса. $PositiveOvershoot = \frac{Max - High}{Amplitude} \times 100\%$
 Positive Width (Ширина положительной части)	Временное измерение первого импульса осциллограммы или зоны интереса. Расстояние (время) между точками пересечения среднего опорного уровня (MidRef) (по умолчанию = 50%) для положительной части импульса.
 Rise time (Длительность нарастания)	Временное измерение. Время, в течение которого передний фронт первого импульса осциллограммы или зоны интереса нарастает от низкого опорного уровня (Low Ref) (по умолчанию = 10%) до высокого опорного уровня (High Ref) (по умолчанию = 90%) своего конечного значения.
 RMS (Среднеквадратичное значение)	Измерение напряжения. Истинное среднеквадратичное значение напряжения по всей осциллограмме или по всей зоне интереса.
Extinction Ratio (Коэффициент затухания)	Оптическое измерение (только для TDS 500D и TDS 700D). Коэффициент затухания представляет собой отношение High/Low.
Extinction % (Затухание в %)	Оптическое измерение (только для TDS 500D и TDS 700D). Значение, вычисляемое по формуле (100/Коэффициент затухания).
Extinction dB (Затухание в дБ)	Оптическое измерение (только для TDS 500D и TDS 700D). Значение, вычисляемое по формуле (10*log10(Коэффициент затухания)).
Mean dBm (Среднее значение в дБм)	Оптическое измерение (только для TDS 500D и TDS 700D). Средняя оптическая мощность, вычисляемая по формуле (10*log10(Среднее/0.001)).

Результаты измерений

Когда на экране нет меню, результаты измерений выводятся справа от масштабной сетки. (См. рис. 3–59.) Одновременно могут отображаться и постоянно обновляться до четырех результатов измерений. Если меню присутствует на экране, результаты измерений перемещаются в правую часть области сетки. Средство TimeStamp (Отметка времени) использует результаты измерений; поэтому включение средства TimeStamp в режиме FastFrame отключает режим Measurements (Измерения) и наоборот.

Результат измерения 1 расположен сверху, под ним – результат измерения 2 и так далее. Уже выведенный на экран результат измерения сохраняет свое положение, даже если будут удалены результаты, расположенные выше него.

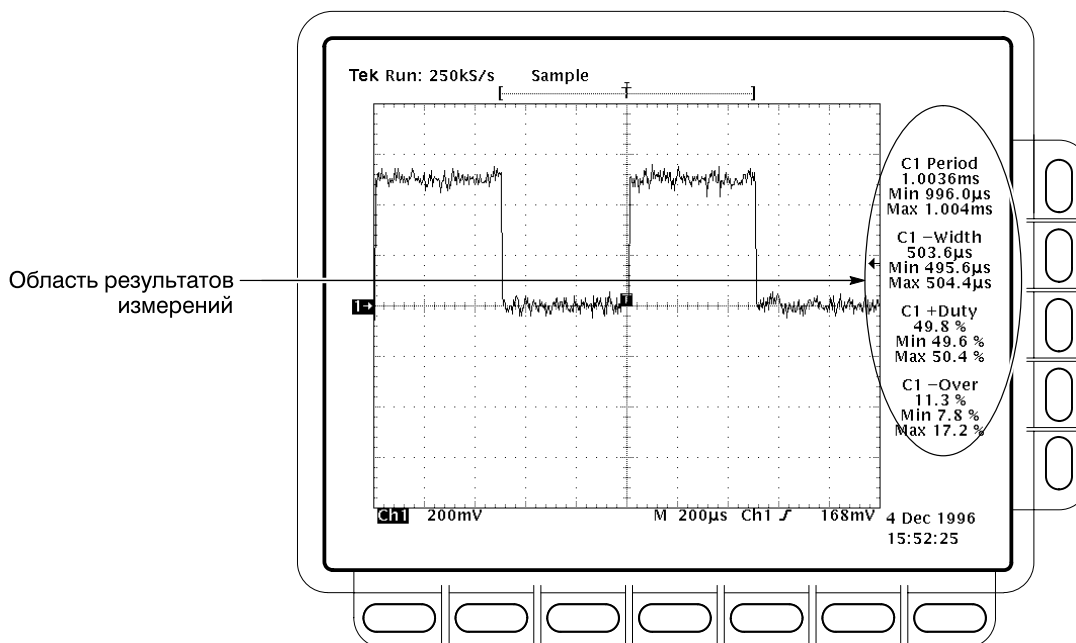


Рисунок 3-59: Результаты измерений и статистика

Вывод результатов измерений

Для выполнения автоматических измерений нужно сначала получить устойчивое изображение измеряемого сигнала. (В этом может помочь кнопка **AUTOSET** (Автонастройка).) Получив устойчивое изображение, выполните следующие действия (см. рис. 3-60):

1. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Select Measrmnt** (main).
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Select Measrmnt** (main).
3. Выберите измерение из бокового меню. При выполнении автоматических измерений имейте в виду следующее:
 - Одновременно можно выполнять не более четырех измерений. Чтобы добавить пятое, нужно удалить одно или несколько из существующих измерений.
 - Чтобы изменить источник измерений, просто выберите другой канал и укажите нужные измерения.
 - Будьте внимательны при автоматическом измерении зашумленных сигналов. Вы можете измерить частоту шума, а не исследуемого сигнала. Данный осциллограф помогает распознать такие ситуации, выдавая сообщение о малой амплитуде сигнала (*low signal amplitude*) или о малом разрешении (*low resolution*).

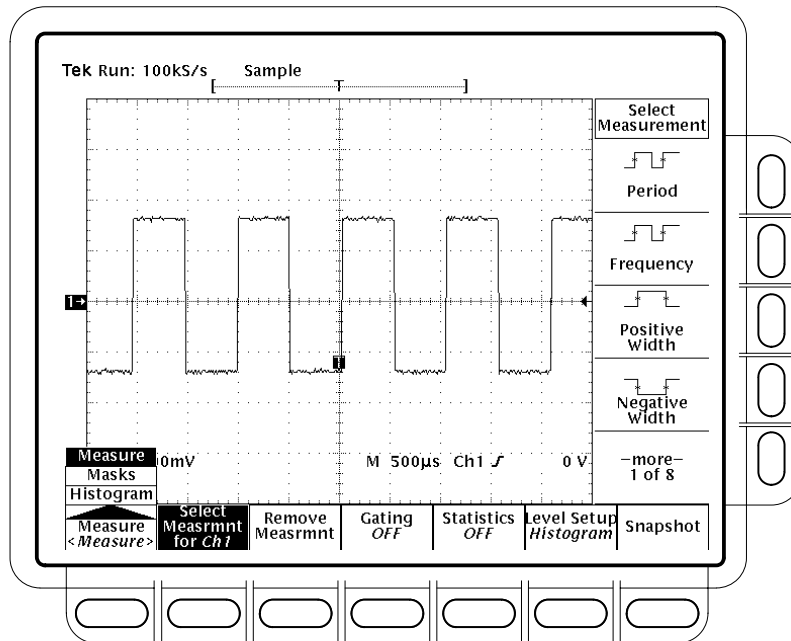


Рисунок 3-60: Меню Measure

- Будьте внимательны при автоматических измерениях в режиме Extended Acquisition (Расширенная оцифровка) с использованием сильного сжатия сигнала. При сжатии могут быть удалены атрибуты сигнала, необходимые для некоторых измерений.

Удаление измерений

Команда **Remove Measrmt** (Удаление измерений) позволяет удалить с экрана измерения, используя положение их результатов. Чтобы удалить измерения, выполните следующие действия:

1. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Remove Measrmt** (main).
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Remove Measrmt** (main).
3. Выберите в боковом меню измерение, которое нужно удалить. Чтобы удалить сразу все измерения, нажмите кнопку **All Measurements** (Все измерения) (ышву).

Измерения в зоне интереса

Зона интереса позволяет ограничить автоматические измерения указанной частью осциллограммы. Когда режим зоны интереса **отключен**, осциллограф выполняет измерения по всей записи осциллограммы.

При включении режима измерений в зоне интереса на экране появляются вертикальные курсоры. Используйте их для задания участка осциллограммы, на котором нужно выполнять измерения. (Этот участок и называется *зоной интереса*.) Для проведения измерений в зоне интереса выполните следующие действия:

1. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Gating** (В зоне интереса) (ьфшт) → **Gate with V Bar Cursors** (Ограничить зону интереса вертикальными курсорами) (ьшву). (См. рис.3–61.)
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Gating** (main) → **Gate with V Bar Cursors** (side). (См. рис. 3–61.)

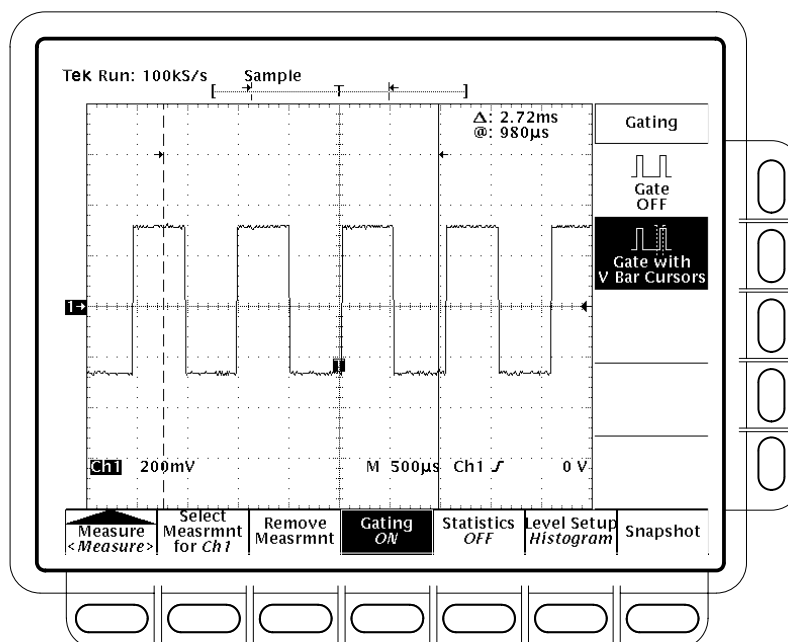


Рисунок 3–61: Меню Measure — Измерения в зоне интереса

3. Используя ручку общего назначения, переместите выделенный (активный) курсор. Для выбора активного курсора нажмите кнопку **SELECT**.

Вывод меню курсора и отключение вертикальных курсоров *не* отключает режим измерений в зоне интереса. (На экране остаются стрелки, показывающие зону интереса, в которой будет производиться измерение.) Отключить режим измерений в зоне интереса можно в боковом меню Gating.

ПРИМЕЧАНИЕ. Курсоры отображаются относительно выбранного сигнала. При измерении двух сигналов это может привести к недоразумению. Если отключить строчную синхронизацию и подстроить горизонтальную позицию одного сигнала независимо от другого, курсоры появляются в требуемой позиции относительно выбранного сигнала. Измерения в зоне интереса остаются точными, но позиции, в которых отображаются курсоры, меняются при смене выбранного сигнала.

Определение значений High-Low

Осциллограф может определять значения уровней сигнала High (Высокое) и Low (Низкое) двумя методами - методом *гистограммы* и методом *мин/макс*. Для выбора метода определения значений High-Low выполните следующее действие:

Для моделей TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Hi-Low Setup** (Определение высокого и низкого значений) (ѳшт) → **Histogram** (Гистограмма) или **Min-Max** (side). Если выбирается команда **Min-Max**, то с помощью этого бокового меню можно будет проверить и/или изменить опорные уровни.

Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Level Setup** (Настройка уровня) (main) → **Histogram** или **Min-Max** (side). Если выбирается команда **Min-Max**, то с помощью этого бокового меню можно будет проверить и/или исправить опорные уровни.

Метод гистограммы устанавливает эти значения на основании статистических наблюдений. Он выбирает наиболее часто встречающиеся значения, лежащие выше и ниже среднего уровня, определяя тем самым, соответственно, высокий и низкий опорные уровни. Так как этот статистический подход не учитывает кратковременные aberrации (перерегулирование, колебательные переходные процессы и т. п.), гистограмма является лучшим выбором для исследования импульсов.

Метод *Мин/макс* использует самое высокое и самое низкое значения записи осциллограммы. Этот метод лучше подходит для исследования сигналов, не имеющих больших ровных участков с постоянными значениями, например, синусоидальных или треугольных волн — почти всех сигналов, за исключением импульсов.

Определение опорных уровней

После того, как опорные уровни будут определены, осциллограф станет использовать их во всех измерениях, где они требуются. Чтобы определить опорные уровни, выполните следующие действия:

1. Для моделей TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Reference Levels** (Опорные уровни) (ѳшт) → **Set Levels** (Определить уровни) (ышву).
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Level Setup** (Настройка уровня) (ѳшт) → **Set Levels** (side).

Затем выберите метод, которым будут задаваться опорные уровни: в процентах относительно уровней High (100%) и Low (0%) или просто в единицах выбранного сигнала (обычно, в вольтах). См. рис.3–62. Введите значения с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

% выбирается по умолчанию. Он полезен для приложений общего назначения.

Units служит для установки точных значений. Например, при измерении соответствия цепи RS-232-C спецификации установите уровни точно в значения напряжения, указанные в спецификации RS-232-C, задав высокий и низкий опорные уровни в единицах измерения.

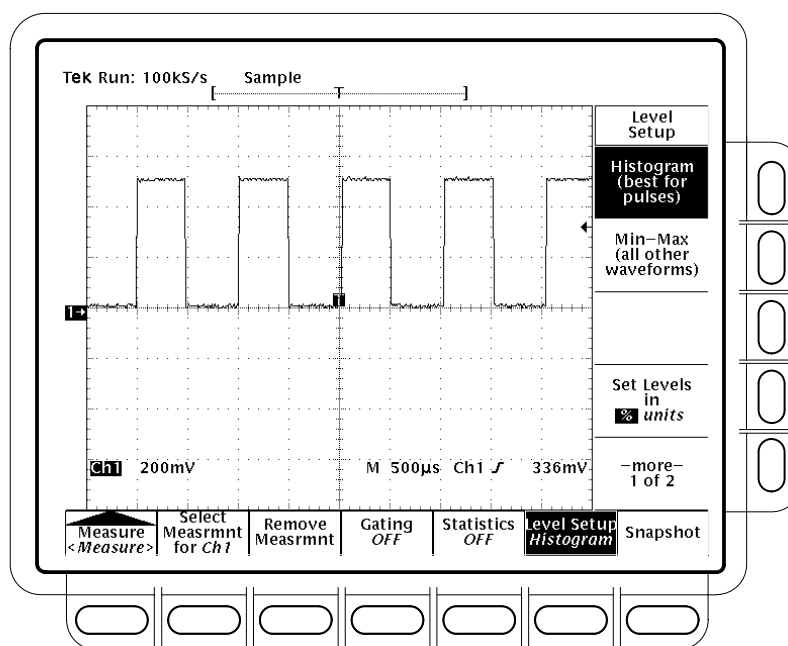


Рисунок 3–62: Меню Measure — Опорные уровни

- Нажмите кнопку **High Ref**, **Mid Ref**, **Low Ref** или **Mid2 Ref** (side).



High Ref — Установка высокого опорного уровня. Значение по умолчанию – 90%.



Mid Ref — Установка среднего опорного уровня. Значение по умолчанию – 50%.



Low Ref — Установка низкого опорного уровня. Значение по умолчанию – 10%.



Mid2 Ref — Установка среднего опорного уровня для второго сигнала, который используется в измерениях задержки или сдвигов фазы. Значение по умолчанию – 50%.

Измерение задержек

Возможность измерения задержек позволяет измерять временную дистанцию между фронтом выбранного сигнала и фронтом другого сигнала. Для измерения задержки выполните следующие действия:

1. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Select Measmnt (main)** → **Delay (Задержка)** (ышву) → **Delay To (main)** → **Measure Delay to**.
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure (pop-up)** → **Select Measmnt (main)** → **Delay (side)** → **Delay To (main)** → **Measure Delay to**.
3. Нажмите несколько раз кнопку **Measure Delay to (side)** для выбора сигнала, *до* которого нужно измерить задержку. Возможны следующие варианты: **Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3** и **Ref4**.

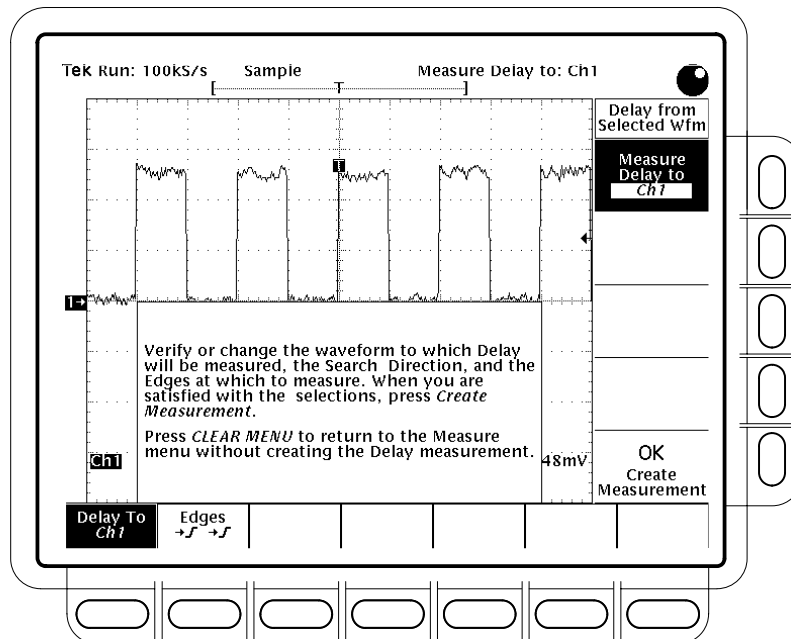


Рисунок 3–63: Меню Measure Delay — Задержка до

Описанные выше действия позволяют задать сигнал, *до* которого вычисляется задержка. Имейте в виду, что сигналом, *от* которого вычисляется задержка, является выбранный сигнал. (См. рис.3–63.)

4. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Edges** (Фронты) (ьфшт).
5. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Select Measrmt** (main) → **Delay** (side) → **Edges** (main).

Появится боковое меню фронтов и направлений задержки. Выберите одну из комбинаций из бокового меню, учитывая следующую информацию:

- Выбранная комбинация определяет фронты, между которыми нужно измерить задержку.
 - Верхний сигнал на каждом значке обозначает сигнал, *от* которого вычисляется задержка, а нижний — сигнал, *до* которого она вычисляется.
 - Стрелки направления позволяют задать либо прямой поиск для обоих сигналов, либо прямой поиск для сигнала, *от* которого вычисляется задержка, и обратный поиск для сигнала, *до* которого она вычисляется. Последнее полезно для выделения определенной пары фронтов из потока.
6. Чтобы выполнить выбранное измерение, нажмите кнопки **Delay To** (main) → **OK Create Measurement** (Измерить) (ьшву).

Для выхода из меню Measure Delay (Измерение задержки), не измеряя задержки, нажмите кнопку **CLEAR MENU** (Очистка меню), которая восстановит меню Measure.

Создание снимка результатов измерений

Иногда может потребоваться вывести на экран результаты всех автоматических измерений одновременно. Для этого предусмотрен режим Snapshot (Снимок). В режиме Snapshot все доступные отдельные измерения выбранного сигнала выполняются *один раз* и их результаты выводятся на экран. (Постоянного обновления данных этих измерений не происходит.) Отображаются результаты всех измерений, перечисленных в таблице 3–11 на странице 3–128, за исключением измерений Delay (Задержка) и Phase (Фаза). (Для измерений задержки и фазы требуются два сигнала, поэтому они не подходят для снимка.)

Область показаний снимка измерений представляет собой всплывающее окно, занимающее около 80% области масштабной сетки. (См. рис.3–64.) Можно получить снимок любого канала или отображение опорной памяти, но в каждый момент времени на экране может находиться только один снимок.

Чтобы создать снимок, получите устойчивое изображение измеряемого сигнала (в этом может помочь кнопка **AUTOSET**). Затем выполните следующие действия:

1. Для модели TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** → **SNAPSHOT** (main).
2. Для моделей TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **SNAPSHOT** (main).
3. Нажмите кнопку **SNAPSHOT** (main) или **AGAIN** (side), чтобы получить другой снимок.

ПРИМЕЧАНИЕ. В окне снимка будет указан канал, для которого был создан этот снимок.

4. Нажмите кнопку **Remove Measrmt**.

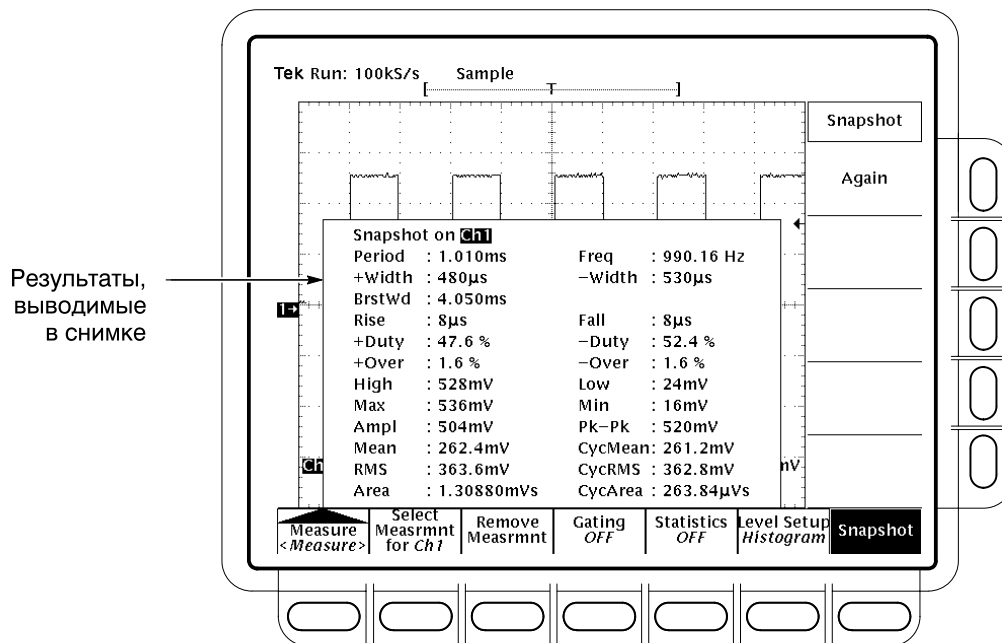


Рисунок 3-64: Меню Snapshot и данные снимка

При создании снимка учитывайте следующие рекомендации:

- Обеспечьте надлежащее качество изображения сигнала перед созданием снимка. Если масштаб осциллограммы выбран неправильно (сигнал усечен, имеет малую амплитуду, небольшое разрешение и т. д.), никакого предупреждения выдано не будет.
- Чтобы изменить источник снимка, просто выберите другой канал, математическую форму сигнала или опорную память и создайте снимок заново.
- Помните, что снимок создается по данным одной оцифровки (или последовательности сбора отсчетов). Данные измерений, показанные в области снимка, не обновляются.
- Будьте внимательны при автоматическом измерении зашумленных сигналов. Можно случайно измерить частоту шума, а не исследуемого сигнала.
- Имейте в виду, что нажатие любой кнопки главного меню (кроме Snapshot) или любой кнопки передней панели, выводящей новое меню, удаляет снимок с экрана.
- Уровни High-Low (стр. 3–134), опорные уровни (стр. 3–134) и измерения в зоне интереса (стр. 3–132) используются для снимков точно так же, как и для отдельных измерений из меню **Select Measurement**.

Вывод статистики измерений (только для TDS 500D и TDS 700D)

Статистика измерений предоставляет информацию о каждом измерении (см. рис. 3–59 на стр. 3–131). По мере обновления измерений, выведенные результаты измерений могут меняться. Статистика измерений выводит либо среднее значение и среднее квадратическое отклонение, либо минимальное и максимальное значения измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ. Статистика не выводится для измерений фазы и задержки, а также для гистограммных измерений.

Для вывода статистики измерений получите устойчивое изображение измеряемого сигнала. Затем выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Statistics** (main) → **Statistics Min/Max** или **Statistics Mean/StdDev** (side).

Statistics Min/Max — Вывод минимального и максимального значений измерений.

Statistics Mean/StdDev — Вывод среднего значения и среднеквадратического отклонения измерений.

2. Чтобы задать число измерений, по которым собирается статистика, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Statistics** (main) → **Statistics Weights** (side). Введите число измерений с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры.
3. Чтобы отключить статистику измерений, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (pop-up) → **Statistics** (main) → **Statistics Off** (side).

Дополнительная информация

Пример выполнения автоматических измерений см. в *Примере 3: Автоматизация измерений* на стр. 2–22.

Алгоритмы, которые осциллограф использует для автоматических измерений, описаны в *Приложении В: Алгоритмы*, стр. В–1.

Курсорные измерения

Осциллограф TDS предоставляет курсоры для измерения разницы (во времени или в напряжении) между двумя точками записи осциллограммы. В этом разделе описана работа с курсорами — как выбирать тип и режим, выводить на экран и использовать их в измерениях.

Курсорные измерения выполняются просто и быстро. Курсоры состоят из двух маркеров, положение которых регулируется ручкой общего назначения. В зависимости от выбранного режима курсоров можно перемещать либо один курсор, либо оба вместе. Когда курсоры установлены, на дисплей выводятся и начинают постоянно обновляться результаты измерений.

Типы курсоров

Имеется три типа курсоров: *горизонтальной полосы*, *вертикальной полосы* и *сдвоенные* (см. рис. 3–65).

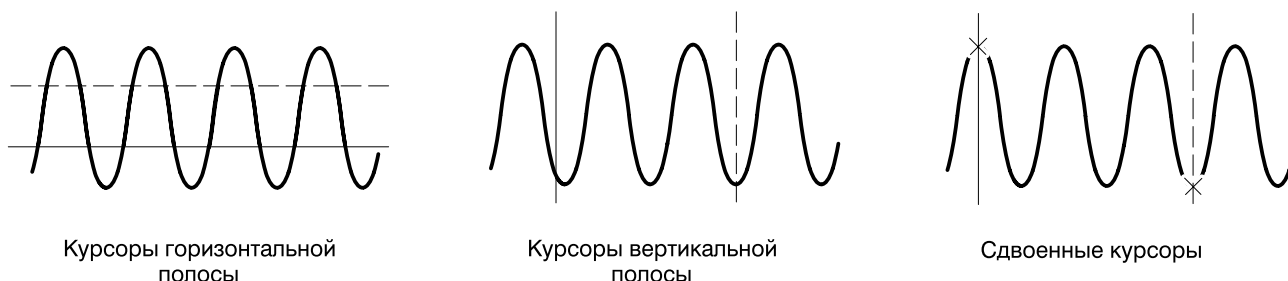


Рисунок 3–65: Типы курсоров

Курсоры горизонтальной полосы измеряют вертикальные параметры (обычно напряжение).

Курсоры вертикальной полосы измеряют горизонтальные параметры (обычно время или частоту).

Сдвоенные курсоры измеряют и вертикальные (обычно напряжение), и горизонтальные (обычно время) параметры одновременно.

Посмотрите на рисунок 3–65. Обратите внимание, что каждый из сдвоенных курсоров имеет вид вертикальной черты, на которой расположен значок X. Значки X измеряют вертикальные параметры (обычно напряжение); вертикальные черты измеряют горизонтальные параметры (обычно время или частоту). (Дополнительные сведения см. в разделе *Показание курсоров* на странице 3–142.)

ПРИМЕЧАНИЕ. Когда курсоры измеряют некоторые математические формы сигнала, измеряться могут характеристики, отличные от времени, частоты и напряжения. Курсорные измерения таких математических форм сигнала описаны в разделе *Математическая форма сигнала, который начинается на стр. 3–208.*

Режимы курсора

Имеется два режима курсоров: *независимый* и *совместный*. (См. рис. 3–66.)

В независимом режиме в каждый момент времени с помощью ручки общего назначения перемещается только один курсор. Активный или выбранный курсор представляет собой сплошную линию. Для выбора курсора нажмите кнопку **SELECT**.

В совместном режиме оба курсора перемещаются (с помощью ручки общего назначения), как правило, вместе. Дистанция (по времени или по напряжению) между двумя курсорами остается постоянной. Нажмите кнопку **SELECT**, чтобы временно отключить совместный режим курсоров. После этого, пользуясь ручкой общего назначения, можно изменить положение сплошного курсора относительно курсора, представленного штриховой линией. Повторное нажатие этой ручки вернет курсоры в совместный режим.

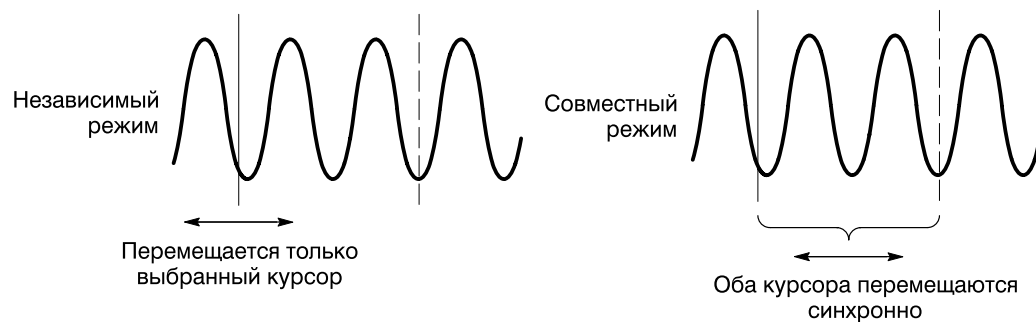


Рисунок 3-66: Режимы курсора

Показания курсоров

Показания курсоров информируют об абсолютном положении выбранного курсора и о разнице между ним и вторым курсором. Показания различаются в зависимости от выбранного типа курсора: H Bars (горизонтальная полоса), V Bars (вертикальная полоса), или Paired (сдвоенные).

H Bars (курсоры горизонтальной полосы). Значение после Δ показывает разницу в напряжении между курсорами. Значение после @ показывает напряжение выбранного курсора относительно уровня заземления. (См. рис. 3-67.) При наличии видеосинхронизации можно также отображать напряжение в единицах IRE.

V Bars (курсоры вертикальной полосы). Значение после Δ показывает разницу во времени (или в частоте) между курсорами. Значение после @ показывает время (частоту), соответствующую выбранному курсору, относительно точки запуска. При наличии видеосинхронизации можно также отображать номер строки.

Только для моделей TDS 500D и TDS 700D: В режиме FastFrame значение после @ показывает положение во времени выбранного курсора относительно точки запуска того кадра, в котором он находится. Значение после Δ показывает разницу во времени между двумя курсорами только в том случае, если они оба находятся в одном и том же кадре.

Paired (сдвоенные курсоры). Значение после первой Δ показывает разницу в напряжении между двумя значками X ; значение после второй Δ показывает разницу во времени (или в частоте) между двумя вертикальными прямыми. Значение после @ показывает напряжение относительно уровня заземления для значка X выбранного курсора. (См. рис. 3–68.)

Только для моделей TDS 500D и TDS 700D: В режиме FastFrame значение после Δ показывает разницу во времени между двумя курсорами только в том случае, если они оба находятся в одном и том же кадре.

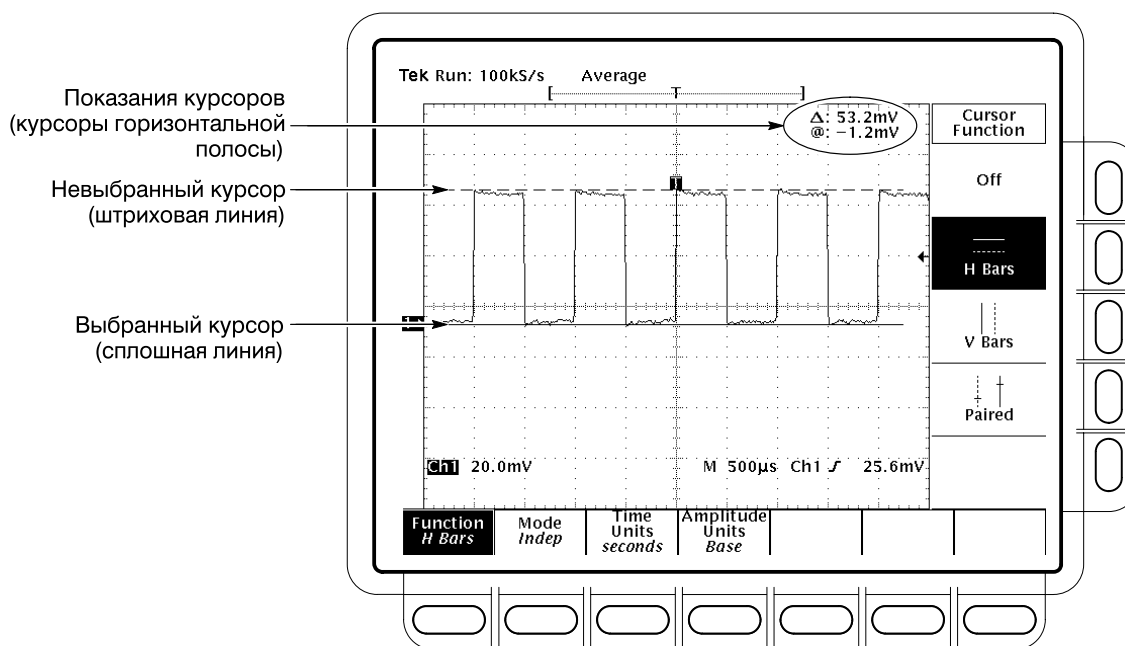


Рисунок 3–67: Меню и показания курсоров горизонтальных полос

Сдвоенные курсоры могут показывать разницу в напряжении, только находясь на экране. Если переместить сдвоенные курсоры горизонтально за экран, то вместо значений напряжений в показаниях курсора будет выведено слово Edge («граница»).

Выбор функции курсора

Эта и следующие процедуры описывают процесс выполнения курсорных измерений. Чтобы выбрать нужный тип курсоров, выполните следующие действия:

1. Чтобы вывести меню курсоров, нажмите кнопку **CURSOR**. (См. рис. 3–67.)
2. Нажмите кнопки **Function** (main) → **Bars**, **V Bars**, **Paired** или **Off** (side).

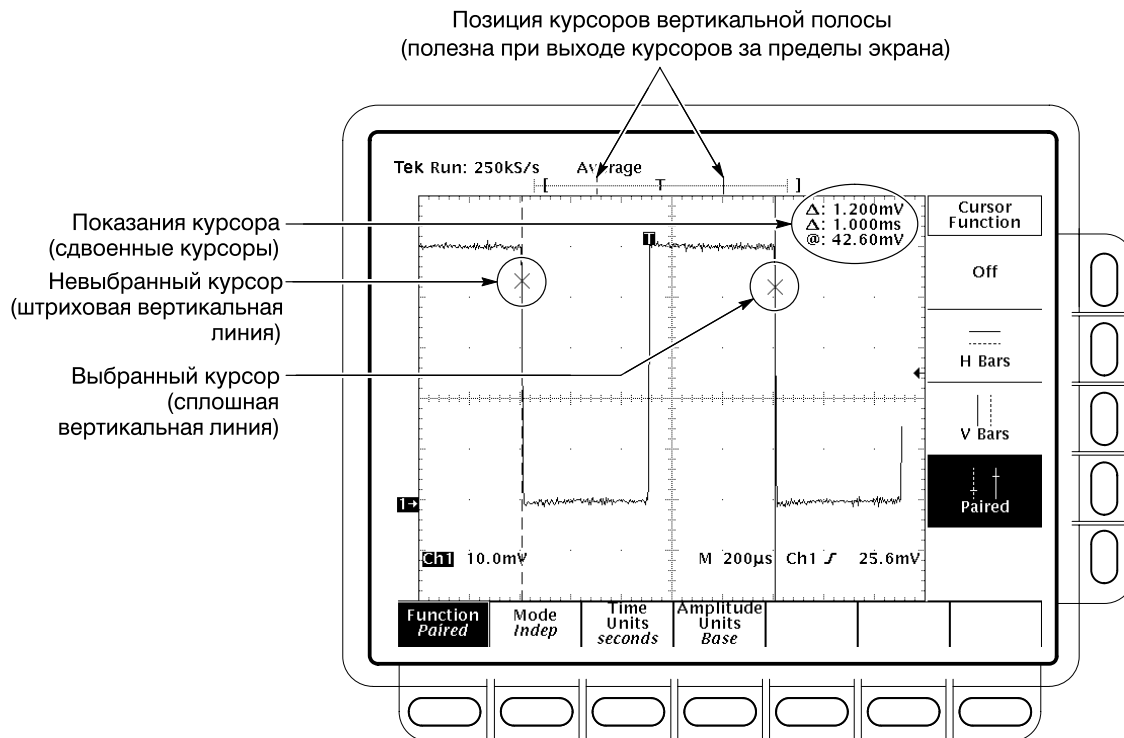


Рисунок 3-68: Меню и показания сдвоенных курсоров

Выбор режима и установка курсоров

Чтобы выбрать режим курсора и установить курсоры в выбранном режиме, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** (Независимый) или **Track** (Совместный) (ышву):

Independent позволяет устанавливать курсор в любую позицию вне зависимости от позиции другого курсора.

Track обеспечивает совместное перемещение курсоров; курсоры перемещаются синхронно и между ними поддерживается постоянное расстояние по вертикали или по горизонтали.

2. Установите курсоры в соответствии с выбранным режимом:
 - Чтобы установить каждый курсор в независимом режиме, используйте для перемещения выбранного (активного) курсора ручку общего назначения. Перемещаемый курсор представлен сплошной линией, а неподвижный - штриховой. Переключение между курсорами осуществляется кнопкой **Select**.

- Чтобы установить оба курсора в совместном режиме, используйте для их перемещения ручку общего назначения.
- Чтобы изменить расстояние между курсорами в совместном режиме, временно отключите совместное перемещение, нажав кнопку **SELECT**. После этого, пользуясь ручкой общего назначения, можно изменить положение сплошного курсора относительно курсора, представленного штриховой линией. Для возврата в совместный режим снова нажмите кнопку **SELECT**.

Выбор скорости курсора

Для изменения скорости курсора нажмите кнопку **SHIFT** (Сдвиг) перед поворотом ручки общего назначения. Курсор перемещается быстрее, когда индикатор над кнопкой **SHIFT** горит, а в правом верхнем углу экрана присутствует надпись *Coarse Knobs* (Грубая регулировка).

Выбор единиц шкалы времени

Показания вертикального курсора можно отображать в единицах времени или частоты. При наличии опции 5 можно также выражать результаты в виде номера видеостроки. Чтобы задать единицы измерения для показаний курсора вертикальной полосы, выполните следующее действие:

Нажмите кнопки **CURSOR** → **Time Units** (Единицы шкалы времени) (ьфшт) → **seconds** (секунды) или **1/seconds (Hz)** (Герцы), либо, при наличии опции 5, **Video Line Number** (Номер видеостроки) (ышву).

Выбор единиц шкалы амплитуды

При измерении сигналов NTSC можно выражать данные вертикальной шкалы в единицах IRE. Для измерения таких сигналов следует иметь опцию 05 (опцию видеосинхронизации), так как без нее будет трудно синхронизировать композитные видеосигналы. Для переключения между IRE и основными единицами курсора выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **CURSOR** → **Amplitude Units** (Единицы шкалы амплитуды) (ьфшт) → **IRE (NTSC)**.
2. Для возврата к обычным единицам нажмите кнопки **CURSOR** → **Amplitude Units (main)** → **Base** (Основные).

Дополнительная информация

Сведения об использовании курсоров с математическими формами сигналов см. в разделе *Математическая форма сигнала* на стр. 3–208.

Инструкции по использованию курсора с осциллограммами, полученными в результате дифференцирования или интегрирования сигнала, а также при преобразовании сигнала с помощью БПФ, см. в разделах *Быстрое преобразование Фурье* на стр. 3–211, *Дифференцирование сигнала* на стр. 3–230 и *Интегрирование сигнала* на стр. 3–235.

Для получения информации об использовании курсоров при работе с видеосигналами см. *TDS Family Option 05 Video Trigger Interface (Интерфейс видеосинхронизации, опция 05 для моделей TDS)*, если осциллограф оснащен этой опцией.

Измерения с помощью масштабной сетки

Осциллограф TDS предоставляет масштабную сетку для измерения разницы (по времени или по амплитуде) между двумя точками записи осциллограммы. Измерения с помощью сетки позволяют быстро визуально оценить характеристики сигнала. Например, можно взглянуть на амплитуду сигнала и сказать: «она немного превышает 100 мВ». В этом разделе кратко рассказывается о том, как выполнять измерения с помощью масштабной сетки.

Измерение амплитуды сигнала

Чтобы измерить амплитуду сигнала, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку выбора того канала, который является источником сигнала. Обратите внимание на коэффициент вертикального масштабирования для этого канала, выведенный в данных канала на экране.
2. Подсчитайте число делений масштабной сетки между двумя измеряемыми точками и умножьте его на этот коэффициент.

Например, если между минимумом и максимумом амплитуды сигнала находится пять основных делений масштабной сетки, а коэффициент вертикального масштабирования равен 100 мВ/деление, то перепад напряжения можно оценить по формуле:

$$5 \text{ делений} \times 100 \text{ мВ/деление} = 500 \text{ мВ.}$$

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе масштабной сетки NTSC для всех выбранных каналов устанавливается значение 143 мВ/деление (152 мВ/деление для PAL), где деления представляют собой деления обычной сетки, а не видеосетки. В видеосетке NTSC деления расположены с интервалом 10 IRE, а в видеосетке PAL – с интервалом 100 мВ.

Измерение времени сигнала

Чтобы измерить время сигнала, повторите описанный выше процесс, но подсчитайте деления по горизонтали и умножьте их на коэффициент горизонтального масштабирования. Например, если цикл осциллограммы занимает пять основных делений по горизонтали, а коэффициент горизонтального масштабирования равен 50 мкс/деление, то период сигнала можно легко вычислить по формуле:

$$5 \text{ делений} \times 50 \text{ мкс/деление} = 250 \text{ мкс или } 4 \text{ кГц.}$$

Отображение гистограмм (только модели TDS 500D и TDS 700D)

Осциллограф TDS может выводить гистограммы, построенные на основе данных выбранной осциллограммы. Гистограмма может быть вертикальной или горизонтальной. В каждый момент времени на экране может присутствовать гистограмма только одного типа. См. рис.3–69.

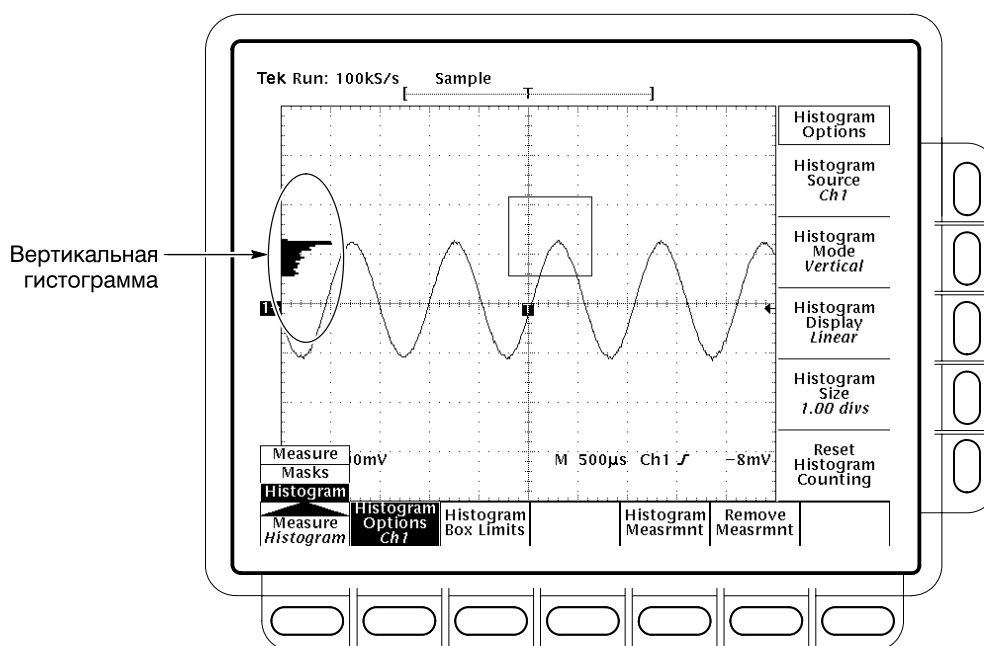


Рисунок 3–69: Меню Histogram и вертикальная гистограмма

Начало подсчета гистограммы

Чтобы начать подсчет гистограммы нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Histogram Mode** (side) → **Off**, **Vertical** или **Horizontal** (side). Если подсчет гистограммы выполняется в режиме ЦЛЮ, см. дополнительные сведения в разделе *Установка глубины накопления* на стр. 3–65.

- **Off** выключает подсчет и отображение гистограммы.

- **Vertical** выводит вертикальную гистограмму, показывающую изменение сигнала по вертикали в окне сбора гистограммы. Вертикальная гистограмма выводится начиная с левой границы сетки. Максимальный размер столбца гистограммы задается с помощью бокового меню Histogram Size (Размер гистограммы).
- **Horizontal** выводит горизонтальную гистограмму, показывающую изменение времени в окне сбора гистограммы. Горизонтальная гистограмма выводится в верхней части сетки. Максимальный размер столбца гистограммы задается с помощью бокового меню Histogram Size.

Сброс данных гистограммы

Чтобы сбросить длины всех столбцов гистограммы в ноль, нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Reset Histogram Counting** (side).

Отображение гистограммы

Чтобы отобразить гистограмму, нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Histogram Display** (side) → **Off, Log** или **Linear** (side).

- Нажатие кнопки **Off** отменяет отображение гистограммы. Подсчет гистограммы и измерения продолжают. Окно сбора гистограммы не отключается.
- Нажатие кнопки **Log** выводит гистограмму в логарифмическом масштабе. Логарифмическая шкала обеспечивает лучшую визуализацию небольших столбцов.
- Нажатие кнопки **Linear** выводит обычную линейную гистограмму.

Чтобы выбрать сигнал, по которому собирается гистограмма, нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Histogram Source** (side) → **Ch1, Ch2, Ch3** или **Ch4** (side). Команда Histogram Source недоступна в режиме ЦЛЮ, так как в данных гистограммы участвуют все включенные каналы.

Чтобы задать размер отображаемой гистограммы, нажмите кнопки **MEASURE** → (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Histogram Size** (side). Установите размер гистограммы с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры.

Задание размера окна сбора гистограммы

Окно сбора гистограммы позволяет выбрать участок осциллограммы, по которому строится гистограмма. Чтобы задать размер окна сбора гистограммы, нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Box Limits** (main) → **Top Limit, Bottom Limit, Left Limit** или **Right Limit** (side). С помощью ручки путукфд згкзщью или вспомогательной клавиатуры измените положение выбранной границы окна сбора гистограммы.









Перемещение окна сбора гистограммы

Чтобы переместить окно сбора гистограммы, не изменяя его размера, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Box Limits** (main). Затем кнопкой **Move Box** (side) включите режим **Horizontal** или **Vertical** и с помощью ручки общего назначения переместите окно сбора гистограммы. (Кнопка **SELECT** также переключает режим перемещения этого окна.)

Перечень гистограммных измерений

Оциллограф TDS позволяет выполнять 10 гистограммных измерений. В таблице 3–12 содержится их краткое описание.

Таблица 3–12: Определения измерений

Название	Определение
 Mean (Среднее)	Среднее по всем накопленным точкам в окне сбора гистограммы.
 Median (Медиана)	Половина собранных точек в окне сбора гистограммы меньше этого значения, а другая половина – больше.
 StdDev (Средне-квадратичное отклонение)	Стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение) всех собранных точек в окне сбора гистограммы.
Hits in Box	Hits in Box (Число точек в окне сбора гистограммы) Число точек в окне сбора гистограммы или на границе этого окна.
Waveform Count	Waveform Count (Число сигналов) Число сигналов, которые участвовали в построении этой гистограммы.
 Peak Hits (Число пиковых значений)	Число точек в самом большом столбце гистограммы.
 Pk-Pk (Полный размах)	Полный размах гистограммы. Для вертикальных гистограмм показывается «напряжение» самого верхнего ненулевого столбца минус «напряжение» самого нижнего ненулевого столбца. Для горизонтальных гистограмм показывается «время» самого правого ненулевого столбца минус «время» самого левого ненулевого столбца.
 Mean ± 1 StdDev (Среднее ± 1 ср. кв. отклонение)	Процент точек гистограммы, находящихся в пределах одного среднеквадратичного отклонения от ее среднего значения.
 Mean ± 2 StdDev (Среднее ± 2 ср. кв. отклонения)	Процент точек гистограммы, находящихся в пределах двух среднеквадратичных отклонений от ее среднего значения.
 Mean ± 3 StdDev (Среднее ± 3 ср. кв. отклонения)	Процент точек гистограммы, находящихся в пределах трех среднеквадратичных отклонений от ее среднего значения.

Результаты измерений

Результаты гистограммных измерений выводятся в той же области экрана, что и результаты остальных измерений. (См. рис.3–59 на стр. 3–131).

Отображение результатов измерений

Чтобы отобразить результаты гистограммных измерений, нужно сначала получить устойчивое изображение измеряемого сигнала. (В этом может помочь кнопка **AUTOSET**.) Получив устойчивое изображение, нажмите кнопку **MEASURE**, чтобы вывести на экран меню Measure. (См. рис. 3–60.)

1. Включите подсчет гистограммы, нажав кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Options** (main) → **Histogram Mode** (side) → **Vertical** или **Horizontal** (side).
2. Нажмите кнопки **MEASURE** → **Histogram** (pop-up) → **Histogram Measmnt** (main).
3. Выберите в боковом меню нужное измерение (см. таблицу 3–12 на стр. 3–149).

Удаление измерений

Команда **Remove Measmnt** выполняет те же функции, что и ее аналог из меню Measure. См. раздел *Удаление измерений* на стр. 3–132.

Тестирование с помощью масок (только для опции 2С)

Осциллограф с цифровым преобразованием может выполнять тестирование с помощью масок. Можно выбрать стандартную маску или создать и выбрать собственную маску.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Чтобы тестирование с помощью масок работало правильно, маски устанавливают некоторые режимы и параметры осциллографа в новые значения.*

Выбор маски

Чтобы выбрать маску, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up).
2. Нажимайте кнопку **Mask Type** (pop-up), пока не будет выбран нужный тип маски (см. таблицу 3–13 на стр. 3–157).
3. Нажмите кнопку **Standard Mask** (main) и выберите маску в боковом меню (см. таблицу 3–13 на стр. 3–157).

Настройка параметров маски

Параметры масок позволяют указывать сигнал, к которому они должны применяться, включать или выключать маски, включать автонастройку маски, включать регулировку смещения для масок, а также включать цифровой фильтр сигнала (см. рис.3–70).

Чтобы выбрать канал, тестируемый с помощью выбранной маски, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем выберите с помощью кнопки **Mask Source** (side) источник маски: **Ch1**, **Ch2**, **Ch3** или **Ch4**. Команда Mask Source недоступна в режиме ЦЮО, так как при этом в данных маски участвуют все включенные каналы.

Чтобы включить или отключить определенные маски, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем кнопкой **Mask Display** (side) выберите один из режимов: **ON** или **OFF**.

Чтобы инвертировать маски DS1, DS1A, DS1C, DS2, DS3, E1 Sym, E1 Coax, E2, E3, STS-1, STM1E или E4, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем кнопкой **Invert Mask** (side) выберите один из режимов: **ON** или **OFF**. Если инвертирование включено и выбрана одна из перечисленных выше масок, то полученная маска будет предназначена для импульсов с полярностью, противоположной полярности стандартной маски.

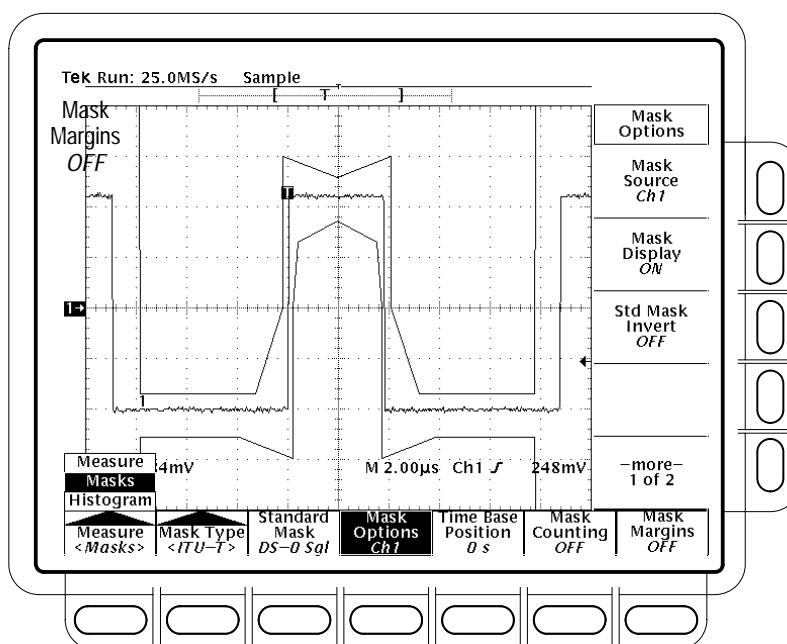


Рисунок 3–70: Меню Mask

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе режима *Manual* (ручной) автоматически будут настроены некоторые элементы управления; если же выбран режим *Auto* (автоматический), то будет выполнена полная автонастройка. Кроме того, если включена пользовательская маска, при автонастройке выбранный сигнал подстраивается так, чтобы по возможности соответствовать последней выбранной стандартной маске.

Чтобы указать, нужно ли выполнять автонастройку при выборе стандартной маски, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем с помощью кнопки **Std Mask Autoset** (side) выберите нужный режим: **Auto** или **Manual**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбрать *OFF*, то при выборе стандартов *DS-0*, *E1*, *E2*, *E3* или *T1.102* смещение не регулируется.

Чтобы указать, может ли автонастройка подстраивать вертикальное смещение для совмещения сигнала с маской, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем с помощью кнопки **Std Mask Offset Adj** (side) выберите нужный режим: **ON** или **OFF**.

Чтобы включить оптический опорный приемник (опции 3C и 4C), требующийся в некоторых оптических стандартах, которым необходим отклик Бесселя-Томпсона, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Options** (main). Затем нажмите кнопку **Filter** (side) для переключения в режим **Enable**. Меню **Filter** недоступно в модели TDS 794D.

Чтобы определить состояние калибровки коммуникационного фильтра, нажмите кнопки **SHIFT** → **UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up). Ознакомьтесь с состоянием калибровки в меню **Comm Filter** (Коммуникационный фильтр). Если состояние отлично от **Pass** (Годеи), передайте осциллограф специалистам для ремонта или регулировки. Осциллограф определяет это состояние при включении питания.

Регулировка позиции развертки

Чтобы вручную совместить осциллограмму сигнала с маской, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Time Base Position** (main) → **Time Base Position** (side) и выполните необходимую регулировку с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры.

Чтобы сбросить позицию развертки в 0 с, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Time Base Position** (main) → **Set to 0 s** (side).

Подсчет с масками

После выбора маски, настройки ее параметров и регулировки позиции развертки можно включить подсчет с использованием масок. Чтобы включить подсчет с масками, нажмите кнопки **MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main) → Count Masks (side)**. Если подсчет с маской выполняется в режиме ЦЛЮ, см. дополнительные сведения в разделе *Установка глубины накопления* на стр. 3–65

Когда подсчет с маской включен, с его результатами можно ознакомиться в боковых меню:

- **Waveform Count** (Число сигналов) – выводит число сигналов, которые участвовали в подсчете с маской.
- **Total Hits** (Всего попаданий) – показывает общее число попаданий во всех масках.
- **Mask n Hits** (Попаданий для маски n) – показывает число попаданий для маски n.

Чтобы обнулить счетчики для всех масок, нажмите кнопки **MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main) → Reset Mask Counting (side)**.

**Проверка
«годен-негоден»**

Когда проверка «годен-негоден» с помощью маски включена, ее результаты выводятся в боковом меню Pass/Fail Testing. Чтобы включить проверку «годен-негоден» с помощью маски, нажмите кнопки **MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main)**. Затем переключите значение параметра **Pass/Fail Test (side)** (Проверка «годен-негоден», на **On** (Включено).

В боковом меню Pass/Fail Test выводится следующая информация о состоянии проверки:

- **Passing** (Годен) – выводится, если для рассматриваемого количества полученных сигналов число попаданий не превосходит число попаданий, указанное в пороговом значении для отказа.
- **Failed** (Негоден) – выводится, если для рассматриваемого количества полученных сигналов число попаданий больше или равно пороговому значению Pass/Fail Failure Threshold.
- **OFF Passed** (Завершено: годен) или **OFF Failed** (Завершено: негоден) – выводится, в зависимости от результатов, по завершении проверки.

Проверка «годен-негоден» активизирует подсчет с маской и сбрасывает счетчик попаданий маски в значение 0.

Установка порога отказа	Число попаданий, превышающее или равное порогу Pass/Fail Failure Threshold, приводит к отрицательному результату проверки. Чтобы задать порог, нажмите кнопки MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main) → Pass/Fail Failure Threshold (side). Затем установите порог с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры.
Задание минимального числа сигналов	Проверка продолжается, пока не будет получено минимально необходимое количество сигналов. Чтобы задать минимальное количество сигналов, нажмите кнопки MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main) → Set Minimum Number of Waveforms (side). Установите количество сигналов с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры.
Выдача звукового сигнала	<p>Меню Pass/Fail Bell управляет выдачей звукового сигнала по окончании проверки «годен-негоден». Чтобы выбрать режим выдачи звукового оповещения проверкой «годен-негоден», нажмите кнопки MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Counting (main). С помощью кнопки Pass/Fail Bell (side) выберите нужный режим: Off, On Failed или On Completion.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Off не выдает звуковой сигнал ■ On Completion выдает сигнал по окончании проверки ■ On Failed выдает звуковой сигнал при отрицательном результате проверки и по ее завершении
Регулировка позиции по горизонтали	Используйте элемент управления HORIZONTAL POSITION или меню Time Base Position, чтобы вручную совместить осциллограмму с маской. При этом счетчики попаданий будут сброшены.
Настройка границ маски	<p>Границы маски помогают определить, достигает ли сигнал определенных пределов. Чтобы установить границу маски, выполните следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чтобы включить или отключить определенные маски, нажмите кнопки MEASURE → Measure (main) → Masks (pop-up) → Mask Margins (main). Затем с помощью кнопки Mask Margins (side) выберите нужный режим: On или Off. Если в определенной пользователем маске участвуют более трех масок, включение границ маски вызовет ошибку. Выключение границ маски приведет к установке процентной величины границ в значение 0%.

2. Чтобы установить процентные значения границ, нажмите кнопку **Margin Percentage** (side). Установите границу с помощью ручки общего назначения или вспомогательной клавиатуры. При задании процентных значений границ маски ее контуры перемещаются для соответствия с выбранной границей. Отрицательные границы облегчают успешное прохождение проверки с помощью маски.

Изменение маски

Можно создавать и изменять пользовательские маски. Если изменяется стандартная маска, ее изменяемая копия становится пользовательской маской. Чтобы изменить маску, выполните следующие действия:

1. Чтобы начать изменение стандартной маски, выполните процедуру, описанную в разделе *Выбор маски* на стр. 3–150.
2. Чтобы выбрать изменяемую или создаваемую маску, нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (main) → **Masks** (pop-up) → **Mask Type** (main) → **Edit** (pop-up) → **User Mask Editing** (main). Выберите маску из бокового меню.
3. Маска создается или изменяется путем перемещения по экрану крестообразного курсора и установки или удаления точек. Курсор перемещается при помощи ручки общего назначения. Чтобы изменить направление курсора, нажмите кнопку **SELECT**.
4. Чтобы добавить точку маски, поместите курсор в нужное место и нажмите кнопку **Add Point** (side).
5. Чтобы удалить точку маски, поместите курсор на точку и нажмите кнопку **Delete Point** (side).
6. Чтобы удалить все точки маски, нажмите кнопку **Delete All Points** (side).
7. По завершении изменения маски нажмите кнопку **OK End Edit** (side).

Маски создаются путем соединения точек независимо от порядка их добавления. Соединение происходит следующим образом: точки сортируются в порядке слева направо и группируются вдоль диагонали, начиная с самой левой точки и заканчивая самой правой. Если две точки имеют одинаковую позицию по горизонтали вдоль левого или правого края маски, то диагональ проходит от верхней самой левой точки до нижней самой правой. Точки под диагональю формируют нижний контур маски, а точки над диагональю – верхний.

При создании масок учтите следующее (см. рис. 3–71):

- Одну точку следует разместить вдоль левого (или правого) края маски левее (или правее) всех других точек.
- Точки соединяются в направлении слева направо.

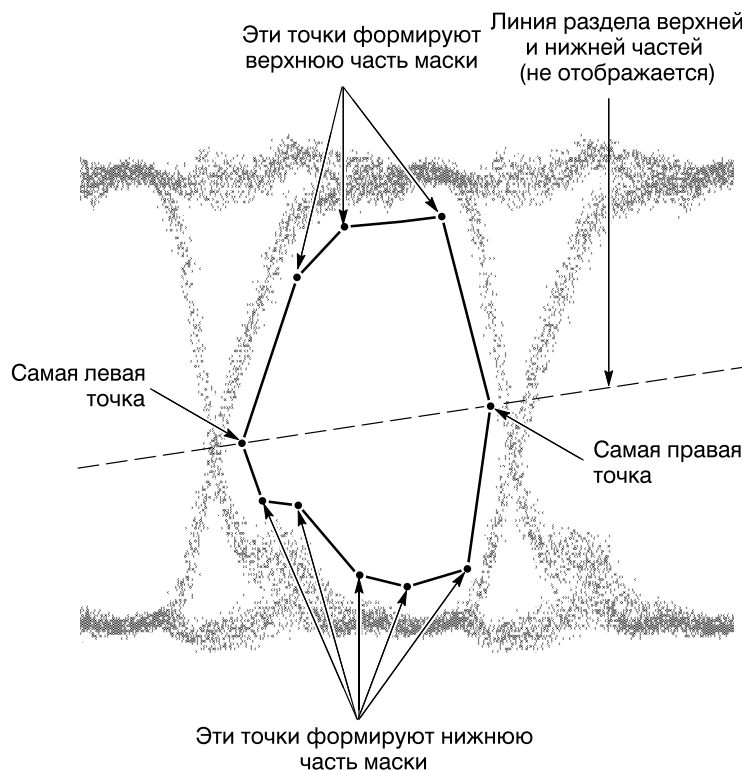


Рисунок 3–71: Создание пользовательской маски

- Чтобы создать маску с вогнутой боковой стороной, создайте несколько масок, покрывающих эту область.
- Маски сохраняются вместе с параметрами, поэтому наборы масок можно сохранить, определив их и сохранив параметры прибора. Выведенные в настоящий момент маски замещаются новыми при восстановлении сохраненных параметров, при выборе стандартной маски, а также при инициализации осциллографа.

Таблица 3-13: Стандартные маски

SONET SDH	ITU-T	T1.102	Оптоволокно	Видео	Ethernet	Разное
Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
OC1/STM0 51,84 Мбит/с	DS-0 Sgl Single 64,4 Кбит/с	DS1 1,544 Мбит/с	FC133 Оптическая 132,8 Мбит/с	4fsc NTSC "D2" 143,18 Мбит/с	Gigabit Ethernet Оптическая 1,25 Гбит/с	FDDI Halt 125 Мбит/с
OC3/STM1 155,52 Мбит/с	DS-0 Dbl Double 64 Кбит/с	DS1A 2,048 Мбит/с	FC266 Оптическая 265,6 Мбит/с	4:2:2 "D1" 270 Мбит/с	100 Base-TX UTP 125 Мбит/с	
OC12/STM4 622,08 Мбит/с	DS-0 Data Data Contra 64 Кбит/с	DS1C 3,152 Мбит/с	FC531 Оптическая 531,2 Мбит/с	4:2:2 SMPTE 259M-D 360 Мбит/с	100 Base-TX STP 125 Мбит/с	
	DS-0 Tmg Timing 64 Кбит/с	DS2 6,312 Мбит/с	FC1063 Оптическая 1,0625 Гбит/с	SMPTE 292M 1,485 Гбит/с	10 Base-T Idle (IDL) Time Details 10 Мбит/с	
	DS-1 Rate 1,544 Мбит/с	DS3 Full Mask 44,736 Мбит/с	FC133E Электрическая 132,7 Мбит/с		10 Base-T Idle (IDL) Volt Details 10 Мбит/с	
	DS-3 Rate 44,736 Мбит/с	DS3 Time Details 44,736 Мбит/с	FC266E Электрическая 265,6 Мбит/с		10 Base-T Idle (IDL) Full Mask 10 Мбит/с	
	E1 Sym Sym Pair 2,048 Мбит/с	DS4NA 139,26 Мбит/с	FC531E Электрическая 531,2 Мбит/с		10 Base-T Link Test Time Details 10 Мбит/с	
	E1 Coax Coax Pair 2,048 Мбит/с	DS4NA Mx Max Output 139,26 Мбит/с	FC1063E Электрическая 1,0625 Гбит/с		10 Base-T Link Test Volt Details 10 Мбит/с	
	E2 8,448 Мбит/с	STS-1 Eye Eye 51,84 Мбит/с			10 Base-T Link Test Full Mask 10 Мбит/с	
	E3 34,368 Мбит/с	STS-1 Pulse 51,84 Мбит/с				
	E4 0 Binary 0 139,26 Мбит/с	STS-3 155,52 Мбит/с				
	E4 1 Binary 1 139,26 Мбит/с	STS-3 Mx Max Output 155,52 Мбит/с				
	E5 SEPT 565 Мбит/с					
	STM1E 0 Binary 0 155,52 Мбит/с					
	STM1E 1 Binary 1 155,52 Мбит/с					

Повышение точности измерений: компенсация в сигнальном тракте и калибровка пробника

Осциллограф TDS имеет три средства повышения точности измерений. *Компенсация в сигнальном тракте (SPC)* позволяет скомпенсировать внутренний сигнальный тракт, используемый для получения и измерения сигналов, с учетом температуры окружающей среды. *Компенсация сдвига по фазе канала/пробника* компенсирует задержки, обусловленные различной длиной кабелей, по которым поступают сигналы. *Калибровка пробника* позволяет скомпенсировать весь сигнальный тракт – от наконечника пробника до оцифрованного сигнала – для улучшения усиления и точности смещения пробника. В этом разделе рассказывается о том, как использовать все эти средства.

Компенсация в сигнальном тракте

Осциллограф TDS позволяет скомпенсировать внутренний сигнальный тракт, используемый для получения измеряемых сигналов. Компенсация в сигнальном тракте повышает точность выполняемых осциллографом измерений, учитывая влияние температуры окружающей среды.

Компенсацию в сигнальном тракте следует выполнять при любом изменении температуры более чем на 5°С с того момента, когда она выполнялась последний раз.

ПРИМЕЧАНИЕ. При измерениях, в которых одному делению соответствует напряжение, не превышающее 5 мВ, компенсацию в сигнальном тракте следует выполнять не реже одного раза в неделю. Без этого осциллограф не может обеспечивать гарантированного уровня точности измерений на таких разрешениях. (Гарантированные характеристики перечислены в руководстве *Performance Verification and Specifications (Проверка работы и спецификации.)*)

Чтобы провести компенсацию в сигнальном тракте, выполните следующие действия:

1. Включите цифровой осциллограф и дайте ему прогреться в течение 20 минут.
2. Отключите все входные сигналы от четырех входных каналов.

СТОП. Выполняя шаги 3 и 4, не выключайте осциллограф до завершения процесса компенсации в сигнальном тракте. При отключении (или потере) питания в процессе компенсации в список ошибок осциллографа заносится сообщение. В таком случае нужно повторить компенсацию в сигнальном тракте.

3. Нажмите кнопки **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up) → **Signal Path** (main) → **OK Compensate Signal Paths** (side).
4. Дождитесь завершения компенсации в сигнальном тракте (она может занять до 15 минут). Пока она продолжается, на экране присутствует значок «часы» (показан слева). Когда компенсация завершится, сообщение о состоянии в главном меню будет иметь значение *Pass* или *Fail*.
5. Проверьте наличие слова *Pass* в пункте **Signal Path** главного меню. (См. рис. 3–72.)

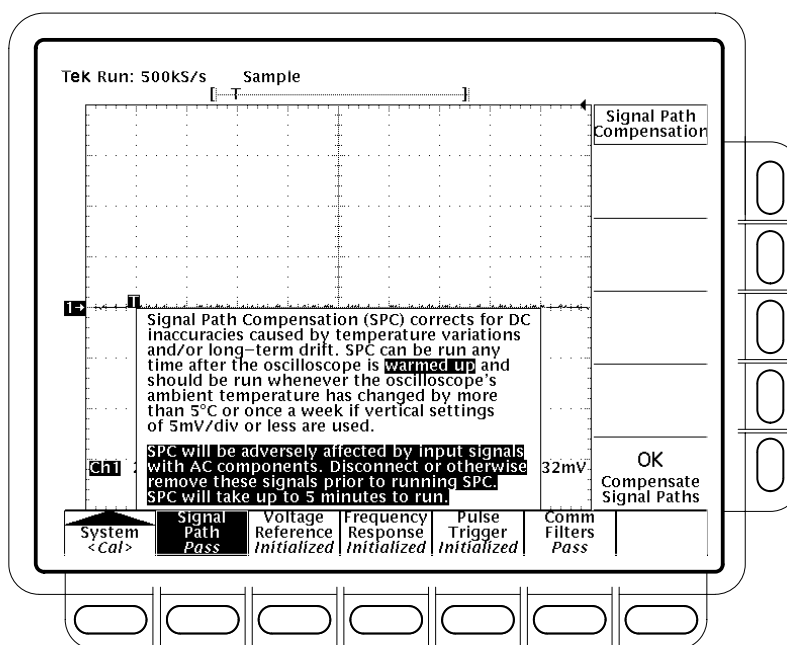


Рисунок 3–72: Выполнение компенсации в сигнальном тракте

Компенсация сдвига по фазе канала/пробника

Осциллографы TDS позволяют регулировать относительную временную задержку для каждого канала. Таким образом, обеспечивается выравнивание сигналов для компенсации задержек, обусловленных различной длиной кабелей, по которым поступают сигналы.

Осциллограф применяет компенсирующие значения фазового сдвига после завершения накопления отсчетов; следовательно, эти значения не влияют на синхронизацию логики. Кроме того, эти значения не влияют на формат отображения XY.

Чтобы задать компенсацию сдвига по фазе канала/пробника, выполните следующие действия:

- Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Deskew** (main).
- Установите время компенсации сдвига по фазе с помощью ручки общего назначения или клавиатуры. Отменить компенсацию сдвига по фазе можно с помощью кнопки **Set to 0 S** (Установить в 0 с) (боковое меню).

Калибровка пробника

Осциллограф TDS позволяет компенсировать пробник на канале, к которому он подключен, для улучшения усиления и точности смещения пробника. Калибровка для канала с установленным пробником позволяет повысить точность измерений, выполняемых осциллографом на данном канале с данным пробником.

Выполняйте калибровку пробника всегда, когда нужно добиться максимально возможной точности измерений. Калибровку пробника следует также выполнять при смене пробника.

Некоторые пробники нельзя скомпенсировать. Для одних типов пробников может быть скомпенсировано лишь усиление, для других – лишь смещение, для третьих – и то, и другое. Некоторые же пробники вообще не могут быть скомпенсированы. Учтите следующие ограничения:

- Осциллограф не может компенсировать пробники, коэффициент ослабления которых превышает 20. При попытке скомпенсировать такой пробник будет выдано сообщение об ошибке.
- Данный осциллограф не может скомпенсировать пробники, имеющие слишком большие погрешности усиления и/или смещения ($\leq 2\%$ усиления и/или смещение > 50 мВ). Если погрешности используемого пробника находятся в указанных пределах, используйте какой-нибудь другой пробник. Если же эти погрешности находятся вне указанных пределов, то пробник нуждается в проверке.

ПРИМЕЧАНИЕ. Не рекомендуется выполнять калибровку для пассивного пробника P6139A. Этот пробник обычно имеет небольшие погрешности усиления и смещения; следовательно, незначительное повышение точности измерений после его калибровки не стоит затраченного на нее времени. Калибровка дает значительное повышение точности измерений, когда она выполняется для активных или старых пассивных пробников.

Чтобы откалибровать пробник, выполните приведенные ниже предварительные условия и следующие после них действия:

- Если устанавливается *активный пробник*, например P6243 или P6245, то никакие предварительные условия для выполнения этой процедуры не нужны. Начните с пункта 1.
 - Если с помощью этой процедуры компенсируется *пассивный пробник*, необходимо сначала компенсировать низкочастотную характеристику пробника. Выполните сначала пункты 1 и 2 описанной ниже процедуры, а затем компенсируйте пробник, следуя приложенной к нему инструкции. (См. раздел *Компенсация пассивных пробников* на стр. 3–6.) После этого продолжите выполнение процедуры с пункта 3.
1. Подключите пробник ко входному каналу, на котором он будет использоваться.
 2. Включите осциллограф и дайте ему прогреться в течение 20 минут.
 3. Нажмите кнопки **SHIFT UTILITY** → **System** (main) → **Cal** (pop-up).
 4. Обратите внимание на метку состояния в команде **Signal Path** главного меню. Если в ней нет слова **Pass**, выполните компенсацию в сигнальном тракте (см. раздел *Компенсация в сигнальном тракте* на стр. 3–158), а затем продолжите выполнение этой процедуры.
 5. Нажмите кнопку передней панели, соответствующую входному каналу, на котором установлен пробник.
 6. TDS 600B: Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Cal Probe** (main).
 7. TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **VERTICAL MENU** → **Probe Functions** (main) → **Cal Probe** (side).

СТОП. Осциллограф определит тип установленного пробника и выведет экранные сообщения и меню для компенсации усиления, смещения или и того, и другого. (См. рис. 3–73.) Следующие действия служат для запуска процесса компенсации усиления, смещения или и того, и другого, в зависимости от типа пробника, определенного осциллографом.

8. Если на экране появилось сообщение *Probe Offset Compensation* (Компенсация смещения пробника), а не *Probe Gain Compensation* (Компенсация усиления пробника), перейдите к пункту 16.
9. Вставьте наконечник пробника в разъем **PROBE COMPENSATION SIGNAL**; подключите провод заземления пробника в разъем **PROBE COMPENSATION GND**.
10. Нажмите кнопку **OK Compensate Gain** (side).
11. Дождитесь завершения компенсации усиления (она может занять от одной до трех минут).



По завершении компенсации усиления произойдет следующее:

- Значок часов исчезнет с экрана.
- Если для установленного пробника требуется компенсация смещения, сообщение *Probe Gain Compensation* будет заменено сообщением *Probe Offset Compensation*.

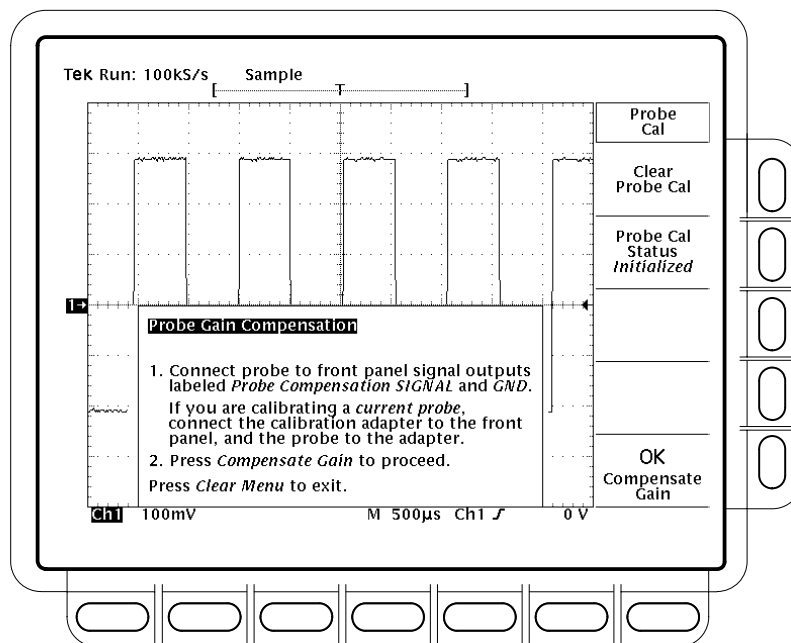


Рисунок 3–73: Меню Probe Cal и экран компенсации усиления

- Если компенсация усиления не была успешно завершена, на экране может появиться сообщение «Probe is not connected» (Пробник не подключен). Проверьте подключение пробника к цифровому осциллографу, убедитесь, что наконечник пробника правильно вставлен в разъем и т. д., после чего повторите пункт 10.
 - Если компенсация усиления не была успешно завершена, на экране может появиться сообщение «Compensation Error» (Ошибка компенсации). Эта ошибка означает, что погрешность усиления (2%) и/или смещения (50 мВ) пробника слишком велика, чтобы его можно было скомпенсировать. В этом случае можно подключить другой пробник и продолжить работу. Пробник должен быть проверен техническим персоналом.
12. Если сообщение *Probe Offset Compensation* присутствует на экране, перейдите к пункту 16; в противном случае продолжите с пункта 13.
 13. Если на экране присутствует сообщение *Compensation Error*, перейдите к пункту 14; в противном случае продолжите с пункта 19.
 14. Нажмите кнопки **SHIFT UTILITY** → **System (main)** → **Diag/Err (pop-up)** → **Error Log (main)**. Если на экране не уместились все сообщения об ошибках, поверните ручку общего назначения по часовой стрелке, чтобы просмотреть их все.
 15. Обратите внимание на величину ошибки компенсации. Перейдите к пункту 20.
 16. Отключите пробник от всех сигналов, которые могут быть к нему подключены. Оставьте пробник подключенным к каналу.
 17. Нажмите кнопку **OK Compensate Offset (side)**.
 18. Дождитесь завершения компенсации смещения (она может занять от одной до трех минут).



По завершении компенсации смещения произойдет следующее:

- Значок часов исчезнет с экрана.
- Если компенсация смещения не была успешно завершена, на экране может появиться сообщение «Compensation Error» (Ошибка компенсации). Эта ошибка означает, что погрешность шкалы смещения (10%) и/или смещение (50 мВ) пробника слишком велики, чтобы его можно было скомпенсировать. В этом случае можно подключить другой пробник и продолжить работу. Пробник должен быть проверен техническим персоналом. Можно также проверить список ошибок, выполнив пункты с 14 по 15.

19. После того, как с экрана исчезнет значок часов, проверьте, что слово **Initialized** (Инициализирован) изменилось на **Pass** (Выполнено) в ячейке команды **Cal Probe** в главном меню. (См. рис. 3–73.)
20. Если нужно, повторите эту процедуру начиная с пункта 1, чтобы скомпенсировать другие комбинации пробник/канал. Но перед этим учтите следующие требования:
 - Для любых подключаемых пассивных пробников нужно сначала скомпенсировать низкочастотную характеристику (см. предварительные требования на стр. 3–161 в начале этой процедуры).
 - Все подключенные к осциллографу пробники, за исключением простых пассивных, должны перед калибровкой прогреваться в течении 20 минут.

Смена пробников после калибровки пробника Если калибровка пробника на входном канале никогда не выполнялась, либо если ее данные были удалены с помощью меню *Re-use Probe Calibration Data* (Использование имеющихся данных калибровки пробника) (которое обсуждается ниже), осциллограф выводит в вертикальном меню состояние *Initialized* (Инициализирован). Это состояние выводится также при отключении пробника от входа.

Если на входном канале была успешно выполнена калибровка пробника, осциллограф сохраняет определенные им компенсационные параметры в энергонезависимой памяти. Поэтому эти данные будут доступны при последующих включениях питания осциллографа и при смене пробников.

При установке пробника или при включении питания осциллографа, на котором установлены пробники, осциллограф тестирует пробники на всех входах. В зависимости от того, какой пробник обнаружен на данном входе, будут выполнены следующие действия:

- Если пробник имеет интерфейс ТЕКПРОБЕ (такой интерфейс может передавать дополнительные сведения, например уникальный идентификационный номер), осциллограф определяет, тот ли это пробник, для которого имеются сохраненные компенсационные параметры. Если это тот самый пробник, осциллограф выводит состояние *Pass* (Выполнено), в противном случае – состояние *Initialized* (Инициализирован)
- Если пробник имеет простой интерфейс осциллографа, то осциллограф обычно может определить, отличается ли коэффициент ослабления пробника от того, который был определен при последней калибровке. Он также может выяснить, выполнялась ли последняя калибровка для пробника с интерфейсом ТЕКПРОБЕ. Если будет выяснено, что установлен не тот пробник, для которого были сохранены данные калибровки, осциллограф отобразит состояние *Initialized* (Инициализирован)

- Если пробник имеет простой интерфейс осциллографа, а коэффициент ослабления совпадает с тем, который имел пробник, участвовавший в последней калибровке, осциллограф не сможет определить, тот ли это пробник или какой-нибудь другой. Поэтому он выводит меню *Re-use Probe Calibration data?* (Использовать имеющиеся данные калибровки пробника?). (См. рис. 3–74.)

Если меню *Re-use Probe Calibration data?* выведено на экран, можно выполнить одно из следующих действий:

- Нажмите кнопку **OK Use Existing Data** (side), чтобы *использовать* сохраненные при последней калибровке данные для компенсации пробника.
- Нажмите кнопку **OK Erase Probe Cal Data** (side), чтобы *удалить* сохраненные при последней калибровке данные и использовать некомпенсированный пробник.
- Нажмите кнопку **CLEAR MENU** на передней панели, чтобы *сохранить* данные последней калибровки и использовать некомпенсированный пробник.

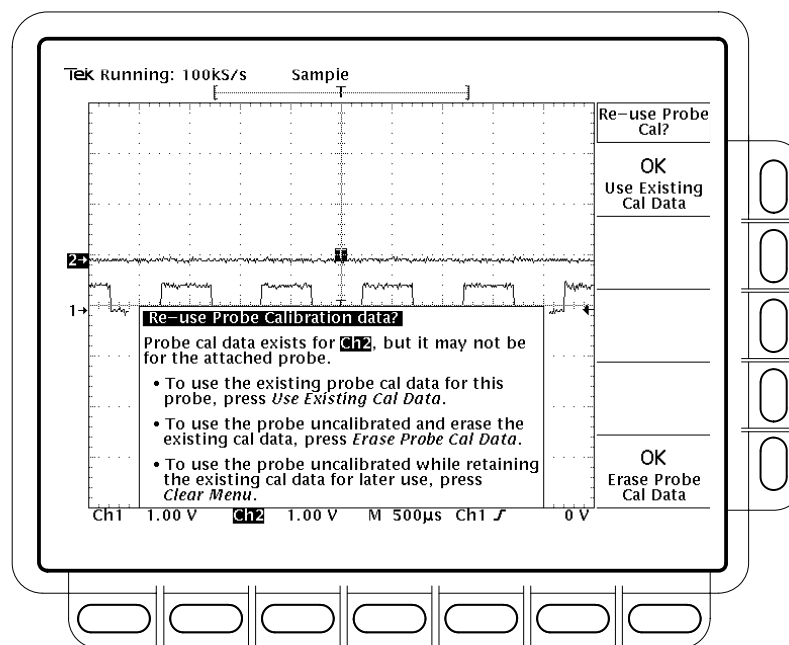


Рисунок 3–74: Меню Re-use Probe Calibration Data

ПРИМЕЧАНИЕ. Не выбирайте команду OK Use Existing Data (Использовать существующие данные) меню Re-use Probe Calibration data, если установленный в настоящее время пробник имеет другой импеданс, чем тот пробник, для которого были определены эти компенсационные параметры. Например, если последняя калибровка на данном канале выполнялась для пассивного пробника с импедансом 50 Ом, а в настоящее время установлен пробник с импедансом 1 МОм, выбирать команду OK Use Existing Data не следует. Если это будет сделано, то сигналы, которые нужно измерить, не будут восприниматься входным каналом из-за несоответствия импедансов пробника и осциллографа.

В таблице 3–14 перечислены действия, выполняемые осциллографом в зависимости от подключенного к нему пробника и выполненной пользователем операции.

Таблица 3–14: Состояния калибровки пробника

Выполнялась ли ранее калибровка пробника? ¹	Действие пользователя	Тип подключенного пробника ²	
		Простой интерфейс ³	Интерфейс ТЕКПРОБЕ ⁴
Нет	Не имеет значения	<i>Initialized</i> (Инициализирован)	<i>Initialized</i>
Да	Отключение питания	<i>Initialized</i> (данные пробника сохраняются)	<i>Initialized</i> (данные пробника сохраняются)
Да	Включение питания	Не удается распознать другой пробник:	Вывод меню <i>Re-use Probe Calibration Data</i> Откалиброванный пробник: <i>Pass</i> (Выполнено)
		Другой пробник: <i>Initialized</i>	Другой пробник: <i>Initialized</i>
Да	Отключение пробника	<i>Initialized</i>	<i>Initialized</i>
Да	Подключение пробника	Не удается распознать другой пробник:	Вывод меню <i>Re-use Probe Calibration Data</i> Откалиброванный пробник: <i>Pass</i>
		Другой пробник: <i>Initialized</i>	Другой пробник: <i>Initialized</i>

- ¹ Относится к входному каналу, на котором во время последней калибровки был успешно скомпенсирован пробник.
- ² Если пробник не подключен, то в вертикальном главном меню всегда будет показываться состояние *Initialized*.
- ³ Пробник с простым интерфейсом – это пробник, который может передавать осциллографу лишь очень ограниченные сведения. Большинство пассивных пробников (таких как P6139A) имеет простые интерфейсы.
- ⁴ Пробник с интерфейсом ТЕКПРОБЕ может передавать дополнительные сведения. Например, он может автоматически устанавливать импеданс входного канала осциллографа в соответствии со своим, сообщать осциллографу свой уникальный идентификационный номер, и т. п. Некоторые оптические пробники и многие активные пробники (например P6205) имеют интерфейс ТЕКПРОБЕ.

Сохранение форм сигналов и настроек

Осциллограф TDS может сохранять и вызывать формы измеренных сигналов и настройки, использованные для этих измерений. Он также может выводить или сохранять копии экрана. Данный раздел описывает использование следующих возможностей для сохранения, вызова и документирования измерений:

- *Save/Recall Setups* (Сохранение и восстановление настроек) для сохранения созданных настроек во внутренней памяти или на диске (гибком, жестком или внешнем накопителе Zip), чтобы иметь возможность вызвать и повторно использовать эти настройки.
- *Save/Recall Waveform* (Сохранение и восстановление форм сигналов) для сохранения осциллограмм во внутренней памяти или на диске и вызова этих осциллограмм для отображения.
- *Hardcopy* (Печатная копия) для печати копии экрана осциллографа или для сохранения ее на диск (печатные копии могут быть встроены в документы с помощью настольных издательских систем).
- *File Utilities* (Работа с файлами) для управления (копирование, организация каталогов и т. п.) настройками и осциллограммами и отображениями копий экранов, сохраненных на диске.

Данный раздел завершается подробным описанием подключения осциллографа к системному окружению, чтобы он имел связь с удаленными приборами.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф TDS поставляется без накопителя на жестком диске (за исключением опции 2M). См. раздел Опции на стр. А–2.

Сохранение и восстановление параметров настройки

Осциллограф TDS может хранить во внутренней памяти до десяти инструментальных настроек, которые могут быть впоследствии восстановлены. В данном разделе описывается сохранение и восстановление настроек и восстановление стандартных заводских настроек.

Сохраняйте настройки, если в дальнейшем планируется их повторное использование. Например, после изменения настроек в ходе эксперимента может возникнуть необходимость вернуться к исходным настройкам. Сохраненные настройки остаются даже при выключении осциллографа и отключении его от электрической сети.

Сохранение настроек

Чтобы сохранить текущие настройки осциллографа:

1. Нажмите **SAVE/RECALL SETUP** (Сохранение/восстановление настроек) → **Save Current Setup** (main).

СТОП. Перед выполнением следующего шага 2 обратите внимание, что если выбрано место в памяти настроек, помеченное user (пользователь), настройки пользователя, сохраненные ранее, будут перезаписаны. Можно сохранять настройки в месте, помеченном factory (заводская), не нарушая настройки, сохраненные ранее.

2. Чтобы сохранить настройки во внутренней памяти прибора, выберите одно из десяти мест в памяти из бокового меню **To Setup 1** (В настройке 1), **To Setup 2** (В настройке 2), ... (см. рис. 3–75). Теперь текущие настройки сохранены в этом месте.

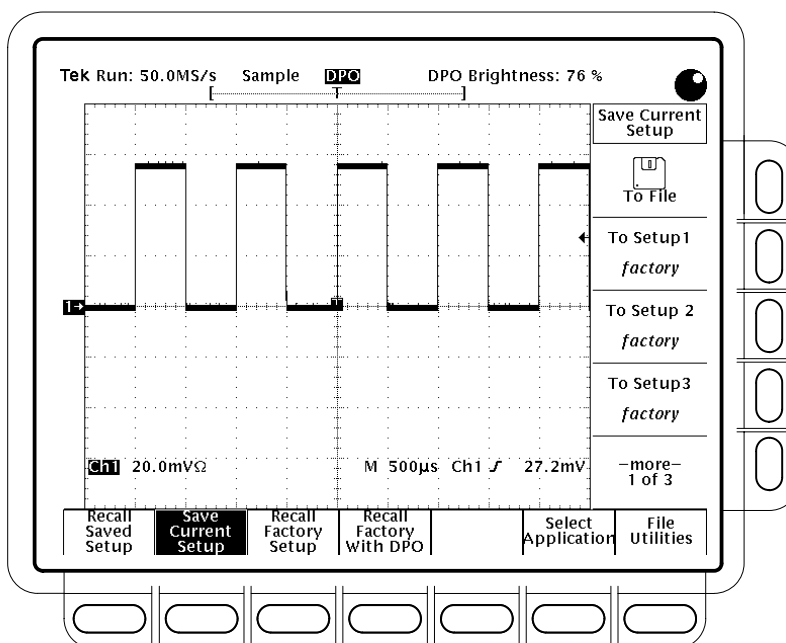


Рисунок 3–75: Меню Save/Recall Setup

3. Чтобы сохранить настройки на диске, нажмите **To File** (В файле) (ышву). Затем используйте ручку общего назначения для выбора соответствующего файла из списка. Нажмите **Save To Selected File** (Сохранить в выбранном файле) (ышву) для завершения операции.



ПРИМЕЧАНИЕ. При включении питания осциллограф создает «подстановочный» файл для хранения настроек, обозначенный в меню работы с файлами именем ТЕК?????.SET и значком, показанным в левой части этой страницы. Выбор этого файла на шаге 3 сохраняет настройки в последовательно пронумерованных файлах с уникальными именами. Например, осциллограф сохраняет первые сохраненные настройки в файле ТЕК00001.SET, вторые – в файле ТЕК00002.SET и так далее.

Восстановление сохраненных настроек

Чтобы восстановить настройки, выполните следующие действия:

1. Чтобы восстановить настройки, сохраненные внутри прибора, нажмите **SAVE/RECALL SETUP → Recall Saved Setup (main) → Recall Setup 1** (Восстановление настройки 1), **Recall Setup 2**, ... (ышву).
2. Чтобы восстановить настройки, сохраненные на диске, нажмите **From File** (Из файла) (ышву). Затем используйте ручку общего назначения для выбора соответствующего файла из списка. Будут отображены только файлы с расширением *.set*. Нажмите **Recall From Selected File** (Восстановить из выбранного файла) (ышву) для завершения операции.

Восстановление настроек не изменит меню, отображенное в текущий момент. Если восстанавливаются настройки, помеченные *factory* в боковом меню, будут восстановлены заводские установки. (Обычный метод восстановления заводских установок приведен ниже).

Восстановление заводских установок

Чтобы восстановить стандартные заводские установки осциллографа:

Нажмите **SAVE/RECALL SETUP → Recall Factory Setup (main) → OK Confirm Factory Init** (Подтверждение возврата к заводским установкам) (ышву).

Чтобы восстановить стандартные заводские установки для цифрового люминофорного осциллографа:

Нажмите **SAVE/RECALL SETUP → Recall Factory With DPO (main) → OK Confirm Factory Init (side)**.

Удаление всех настроек и осциллограмм — Tek Secure®

Иногда осциллограф используется для регистрации осциллограмм, которые носят конфиденциальный характер. К тому же, перед возвратом осциллографа в общее пользование, может возникнуть необходимость удалить все эти осциллограммы и настройки, использованные для их регистрации. (Убедитесь в том, что *необходимо* удалить *все* осциллограммы и настройки, поскольку после удаления они не могут быть извлечены). Чтобы использовать Tek Secure (Система защиты Tek) для удаления всех эталонных настроек и осциллограмм (не оказывая влияния на дисковую память большой емкости):

Нажмите **SHIFT UTILITY → System (main) → Config (pop-up) → Tek Secure Erase Memory (main) → OK Erase Setup & Ref Memory (side)**.

Тек Secure выполняет следующие задачи:

- Замена всех осциллограмм в памяти на выборки с нулевыми значениями.
- Замена текущей настройки передней панели и всех настроек, хранимых в памяти для параметров настройки, на заводские установки.
- Вычисление контрольной суммы всей памяти осциллограмм и памяти для параметров настройки для проверки успешного выполнения стирания настроек и осциллограмм.
- Если вычисление контрольной суммы завершилось неудачей, отображается сообщение с предупреждением; если вычисление контрольной суммы выполнено успешно, отображается сообщение, подтверждающее успешное выполнение задачи.

Выбор приложения

Можно выбрать и загрузить приложение в меню APPLICATION (Приложение). Затем можно управлять приложением с помощью меню APPLICATION.

Чтобы выбрать приложение, выполните следующие действия:

1. Нажмите **SAVE/RECALL SETUP → Select Application** (main).
2. Затем используйте ручку общего назначения для выбора соответствующего файла из списка. Будут отображены только файлы с расширением .APP. Нажмите **Activate Application** (side) для завершения операции.

Запуск программ работы с файлами

Чтобы запустить программы работы с файлами, см. раздел *Управление файловой системой* на стр. 3–177.

Дополнительная информация

См. *Пример 4: Сохранение настроек* на стр. 2–28.

Сохранение и восстановление осциллограмм и накопленных данных

Осциллограф TDS обеспечивает четыре внутренних области памяти, в каждой из которых можно хранить осциллограммы. Сохраненные таким образом осциллограммы сохраняются даже при выключении осциллографа и отключении его от электрической сети. Осциллограф может сохранять осциллограммы, а также записи с расширением длины регистрации (с опцией 2M), на диске. Этот раздел описывает сохранение, удаление и отображение эталонных осциллограмм и накопленных данных.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф сжимает осциллограммы с 500 тысячами точек перед сохранением их в опорной памяти. Чтобы сохранить более длинные осциллограммы, сохраняйте их на дополнительном жестком диске (не входит в стандартный комплект поставки). Чтобы восстановить осциллограмму, возвратите ее в память для оцифрованных данных.

Осциллограф может отображать до 11 осциллограмм одновременно. Это число включает сигналы с четырех входных каналов, четыре эталонные осциллограммы и три математические формы сигнала. Можно сохранить любую комбинацию записей осциллограмм различных размеров.

Сохранение осциллограмм полезно при работе с большим числом сигналов и каналов. Если имеется больше сигналов, чем можно отобразить, можно сохранить одну из осциллограмм и прекратить регистрацию соответствующего сигнала. Таким образом, освобождается входной канал для отображения другого сигнала без потери предыдущего.

Сохранение осциллограммы

Чтобы сохранить осциллограмму, выполните следующие действия:

1. Выберите канал, содержащий сигнал, который нужно сохранить.

СТОП. Перед выполнением следующего шага 2 обратите внимание, что если выбрано место в опорной памяти, помеченное active (активная) (см. рис. 3–76), осциллограмма, сохраненная ранее, будет перезаписана. Можно сохранять осциллограммы в месте, помеченном empty (пустая), не беспокоясь об осциллограммах, сохраненных ранее.

2. TDS 600B: Чтобы сохранить осциллограммы во внутренней памяти прибора, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Save Wfm (main)** → **To Ref1** (В опорной памяти 1), **To Ref2**, **To Ref3** или **To Ref4 (side)**.
3. TDS 500D и TDS 700D: Чтобы сохранить осциллограммы внутри прибора, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Normal (pop-up)** → **Save Wfm (main)** → **To Ref1**, **To Ref2**, **To Ref3** или **To Ref4 (side)**.

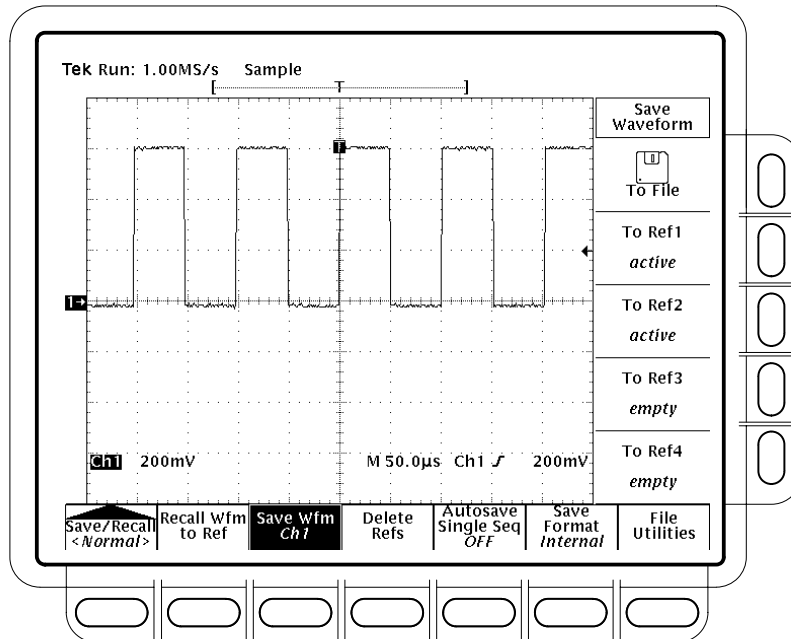


Рисунок 3-76: Меню Save Waveform

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании этой процедуры для сохранения расширенной регистрации будет сохранена только осциллограмма. В этом случае, если позиция запуска показана в положении 0% или 100%, она на самом деле может находиться вне сохраненной осциллограммы.

- Чтобы сохранить осциллограмму на диске, нажмите **To File** (В файле) (ышву). Затем используйте ручку общего назначения для выбора соответствующего файла из списка. Нажмите **Save To Selected File** (Сохранить в выбранном файле) (ышву) для завершения операции.

ПРИМЕЧАНИЕ. При включении питания осциллограф создает «подстановочный» файл для хранения осциллограмм, обозначенный в меню работы с файлами именем ТЕК?????. WFM и значком, показанным в левой части этой страницы. Выбор этого файла на шаге 3 сохраняет осциллограммы в последовательно пронумерованных файлах с уникальными именами. Например, осциллограф сохраняет первые сохраненные настройки в файле ТЕК00001.WFM, вторые – в файле ТЕК00002.WFM и так далее.



Сохранение накопленных отсчетов (только опция 2M)

Чтобы сохранить накопленные отсчеты, выполните следующие действия:

1. Выберите канал, содержащий накопление отсчетов, которое нужно сохранить.
2. Чтобы сохранить форму сигнала во внутренней памяти прибора, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Extended** (pop-up) → **Save Acq** (main).
3. Нажмите **To File** (side). Затем используйте ручку общего назначения и кнопку **SELECT** (Выбор) для выбора жесткого диска (hd0:) или внешнего накопителя Iomega Zip (zip:) и выберите файл из появляющегося списка. Нажмите **Save To Selected File** (Сохранить в выбранном файле) (ышву) для завершения операции.



ПРИМЕЧАНИЕ. При включении питания осциллограф создает «подстановочный» файл для хранения накопленных отсчетов, обозначенный в меню работы с файлами именем ТЕК?????. WF1 и значком, показанным в левой части этой страницы. Выбор этого файла на шаге 3 сохраняет накопления отсчетов в последовательно пронумерованных файлах с уникальными именами. Например, осциллограф сохраняет первые сохраненные накопления отсчетов в файле ТЕК00001.WF1, вторые – в файле ТЕК00002.WF1 и так далее.

Сохранение и восстановление сбора отсчетов останавливает текущую оцифровку.

Сохранение гистограммы

Чтобы сохранить гистограмму, выполните следующие действия:

1. Введите режим, в котором сгенерированная база данных отображений, (режимы ЦЛЮ, гистограммы или подсчет с маской) должна быть сохранена. **Image Hist** (Гистограмма) окрашивается в серый цвет, если режим ЦЛЮ не активен.
2. Чтобы сохранить гистограмму, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Image Hist** (pop-up) → **Save Image Histogram** (main).
3. Нажмите **To File** (side). Затем используйте ручку общего назначения и кнопку **SELECT** для выбора накопителя (файл будет содержать свыше 800 000 байт в режиме deep («глубокий») и свыше 400 000 байт в режиме shallow («мелкий»)) и выберите файл из появляющегося списка. Нажмите **Save To Selected File** (Сохранение в выбранном файле) (ышву) для завершения операции.



ПРИМЕЧАНИЕ. При включении питания осциллограф создает «подстановочный» файл для хранения гистограмм, обозначенный в меню работы с файлами именем ТЕК?????.ИМН и значком, показанным в левой части этой страницы. Выбор этого файла на шаге 3 сохраняет гистограммы в последовательно пронумерованных файлах с уникальными именами. Например, осциллограф сохраняет первую гистограмму в файле ТЕК00001.ИМН, вторую – в файле ТЕК00002.ИМН и так далее.

Вызов гистограммы останавливает накопление отсчетов.

Изменение формата

Чтобы выбрать формат, используемый осциллографом для сохранения осциллограмм на диске:

TDS 600B: Нажмите save/recall **WAVEFORM** → **Save Format** (main) → **Internal**, **MathCad** или **Spreadsheet** (side).

TDS 500D и TDS700D: Нажмите save/recall **WAVEFORM** → **Normal** или **Extended** (pop-up) → **Save Format** (main) → **Internal**, **MathCad** или **Spreadsheet** (side). В меню форм сигналов Normal доступны только возможности MathCad и Spreadsheet.

Internal (Внутренний) создает файлы (.WFM или .WF1) во внутреннем формате осциллографа.

MathCad создает файлы (.DAT) в формате, используемом MathCad®.

Spreadsheet (Электронная таблица) создает файлы (.CSV) в формате, используемом электронными таблицами (Excel®, Lotus 1-2-3® и Quattro Pro®).

При написании программы для MathCad обратите внимание, что файл TDS-MathCad является текстовым файлом, первые четыре значения в котором содержат заголовочную информацию.

- Первое значение в заголовке содержит длину записи TDS.
- Второе значение – время в секундах между выборками.
- Третье значение – положение запуска (выражается в виде индекса в массиве данных).
- Четвертое значение заголовка относится к позиции запуска.

Обратите внимание и на то, что в качестве разделителя используется символ возврата каретки.

Удаление осциллограмм

Чтобы удалить ставшие ненужными эталонные осциллограммы:

TDS 600B: Нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Delete Refs** (main) → **Delete Ref1**, **Delete Ref2**, **Delete Ref3**, **Delete Ref4** или **Delete All Refs** (Очистка всей опорной памяти) (ышву).

TDS 500D и TDS 700D: Нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Normal** (pop-up) → **Delete Refs** (main) → **Delete Ref1**, **Delete Ref2**, **Delete Ref3**, **Delete Ref4** или **Delete All Refs** (side).

Удаление всех осциллограмм и настроек

Чтобы удалить *все* хранимые эталонные осциллограммы и настройки, используйте функцию, называемую Tek Secure. См. раздел *Удаление всех настроек и осциллограмм* на стр. 3–169.

Отображение сохраненной осциллограммы

Чтобы отобразить осциллограмму, хранимую в опорной памяти:

Нажмите **MORE** (Дополнительно) → **Ref1**, **Ref2**, **Ref3** или **Ref4** (main). (См. рис. 3–77.)

Обратите внимание, что на рис. 3–77 пункты главного меню Ref2, Ref3 и Ref4 затенены, а Ref1 – не затенен. Пустые ссылки затеняются в главном меню More.

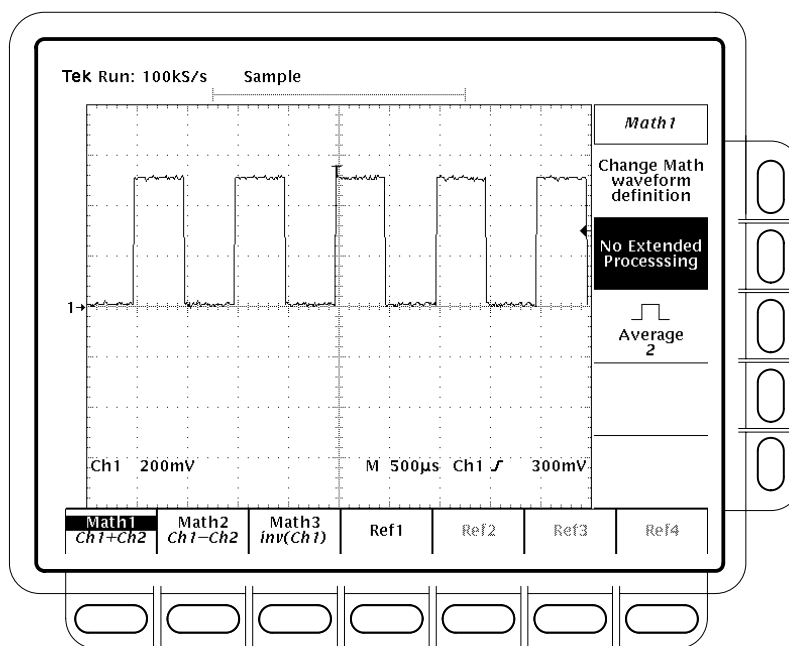


Рисунок 3–77: Меню More

Восстановление осциллограммы с диска

Чтобы восстановить осциллограмму с диска во внутреннюю опорную память:

TDS 600B: Нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Recall Wfm To Ref** (main) → **Recall From File** (side).

TDS 500D или TDS 700D: Нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Normal** (pop-up) → **Recall Wfm To Ref** (main) → **Recall From File** (side).

Затем используйте ручку общего назначения для выбора соответствующего файла из списка. Будут отображены только файлы с расширением .WFM. Нажмите **To Ref1**, **To Ref2**, **To Ref3** или **To Ref4** (side) для завершения операции.

Восстановление накопленных отсчетов с диска (только опция 2M)

Чтобы восстановить накопленные отсчеты с диска в канал регистрации, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Extended** (pop-up) → **Recall Acq To Channel** (main) → **Recall From File** (side) Затем используйте ручку общего назначения для выбора файла из появляющегося списка. Будут отображены только файлы с расширением .WFM. Нажмите **To Ch 1**, **To Ch 2**, **To Ch 3** или **To Ch 4** (side) для завершения операции. Можно выбрать только используемые каналы. Сохранение и восстановление накопленных отсчетов останавливает текущую оцифровку.

Восстановление гистограммы с диска

Чтобы восстановить гистограмму с диска, нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Image Histo** (pop-up) → **Recall To Image Histogram** (main) → **Recall From File** (side) Затем используйте ручку общего назначения для выбора файла из появляющегося списка. Будут отображены только файлы с расширением .IMH. Нажмите **Recall Image Histo from Selected File** (Восстановление гистограммы из выбранного файла) (ышву) для завершения операции. Вызов гистограммы останавливает текущее накопление отсчетов. После восстановления гистограммы, меню **STATUS** (Состояние) для **Recalled Image Histogram** (Восстановленная гистограмма) отображает вертикальное и горизонтальное состояние сохраненного образа.

Включение автоматического сохранения

Чтобы использовать автоматическое сохранение:

TDS 600B: Нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** → **Autosave** (Автоматическое сохранение) (ьфшт) → **Autosave Single Seq ON** (Включение автоматического сохранения одиночной последовательности) (боковое).

TDS 500D и TDS 700D: Нажмите **SAVE/RECALL** → **Normal** (pop-up) → **Autosave** (main) → **Autosave Single Seq ON** (боковое).

В меню **Acquire** (Сбор данных) включите **Single Acquisition Sequence** (Одиночная последовательность регистраций). (См. раздел *Условие остановки* на стр. 3–38).

Чтобы отключить эту возможность, просто нажмите **Autosave** (main) → **Autosave Single Seq OFF** (Отключение автоматического сохранения одиночной последовательности) (боковое).

Если включено и автоматическое сохранение, и одиночная последовательность, при завершении каждого события одиночной последовательности все активные каналы будут сохранены осциллографом в эталонных осциллограммах. Все данные предыдущих эталонных осциллограмм будут стерты.

Чтобы перенастроить осциллограф для получения новой автоматически сохраняемой последовательности одиночных регистраций, нажмите **RUN/STOP**.

Чтобы избежать потери эталонных осциллограмм, можно сохранить их на диске (используйте меню **SAVE/RECALL WAVEFORM**) перед перенастройкой осциллографа.

Рассмотрите следующие особенности использования автоматического сохранения.

- Автоматически сохраняются все «активные» осциллограммы, то есть сигналы в каналах CH 1 – CH 4. Сохраняются только те осциллограммы, которые отображаются на экране.
- Каждый сигнал сохраняется автоматически в опорной памяти, соответствующей каналу (сигнал канала CH 1 в Ref1, CH 2 – в Ref2 и так далее).
- При выполнении автоматического сохранения стираются все четыре участка опорной памяти. Чтобы избежать потери важных осциллограмм, сохраняйте их на диске перед включением одиночной регистрации.
- Автоматическое сохранение недоступно в режиме ЦЛО или при включенной расширенной регистрации.

Запуск программ работы с файлами

Чтобы запустить программы работы с файлами см. раздел *Управление файловой системой* на стр. 3–177.

Управление файловой системой

Осциллограф TDS оснащен программами для работы с файлами и накопителем на гибких магнитных дисках (и дополнительным жестким диском) для хранения печатных копий, настроек и осциллограмм. Данный раздел описывает управление (удаление, переименование и т. п.) этими файлами с помощью файловой системы. Изучите главы, перечисленные в разделе *Дополнительная информация* на стр. 3–182, для получения информации о сохранении печатных копий, настроек и осциллограмм.

Получение доступа к программам работы с файлами

Меню File Utilities (Программы работы с файлами) позволяет удалять, переименовывать, копировать, печатать файлы, создавать новые каталоги, вызывать подтверждение удаления, блокировать перезапись и форматировать диски.

Чтобы отобразить меню File Utilities:

1. TDS 600B: Нажмите кнопку **SAVE/RECALL SETUP** для вызова меню Save/Recall Setup или нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM** (pop-up) для вызова меню Save/Recall Waveform или нажмите кнопку **SHIFT HARDCOPY** для вызова меню Hardcopy (Модуль вывода печатной копии).

2. TDS 500D и TDS700D: Нажмите кнопку **SAVE/RECALL SETUP** для вызова меню Save/Recall Setup или нажмите **SAVE/RECALL WAVEFORM → Normal** или **Extended** (pop-up) для вызова меню Save/Recall Waveform или нажмите кнопку **SHIFT HARDCOPY** для вызова меню Hardcopy.
3. Нажмите **File Utilities** в главном меню для вызова бокового меню File Utilities. (См. рис. 3-78).

ПРИМЕЧАНИЕ. Объем свободного пространства на активном диске показывается в правом верхнем углу экрана. Осциллограф показывает объем в килобайтах (или в мегабайтах, если свободно больше 1 Мбайт). Чтобы преобразовать это количество в байты, просто умножьте число Кбайт на 1024. Таким образом, 690 Кбайт, показанные на рис.3-78 = 690 Кбайт × 1024 байт/Кбайт = 706 560 байт.

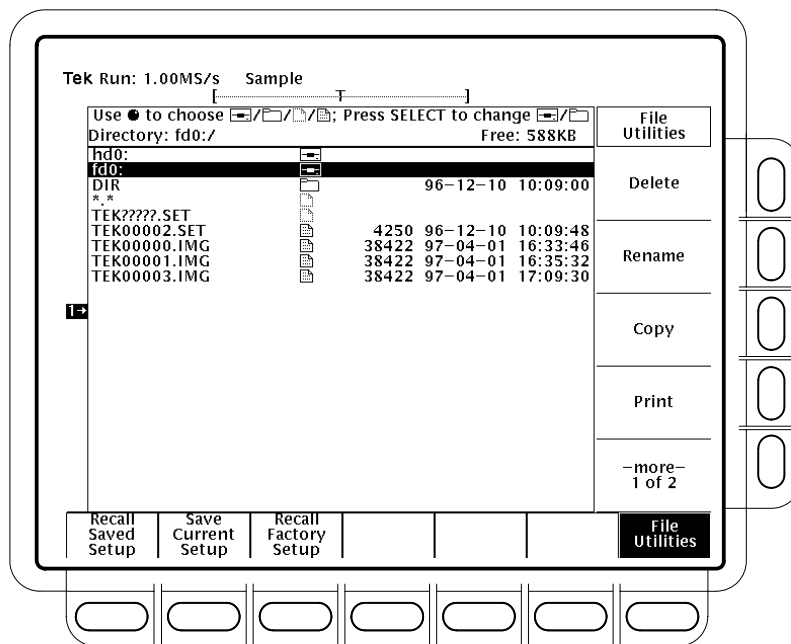


Рисунок 3-78: Программы работы с файлами

Удаление



Чтобы удалить файл или каталог, вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на линию, помеченную именем удаляемого файла или каталога и значком файла или значком каталога (как показано в левой части данной страницы). Нажмите кнопку **Delete** (Удаление) в боковом меню.

Чтобы удалить все файлы в списке, установите курсор на строке «*.».

Осциллограф удаляет каталоги рекурсивно. Это означает, что удаляются и каталоги, и их содержимое.

Переименование

Чтобы переименовать файл или каталог, вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на имя переименовываемого файла или каталога. Например, чтобы переименовать файл с именем ТЕК????, поместите курсор на его имя. Нажмите кнопку **Rename** (Переименование) в боковом меню. (См. рис.3-79).

Появится меню Labelling (Присвоение имени). Вращайте ручку общего назначения или используйте клавиши со стрелками в главном меню для указания каждой буквы. Нажмите **Enter Char** (Ввод символа) в главном меню для ввода каждой буквы. Когда все имя введено, нажмите пункт бокового меню **OK Accept** (Принять).

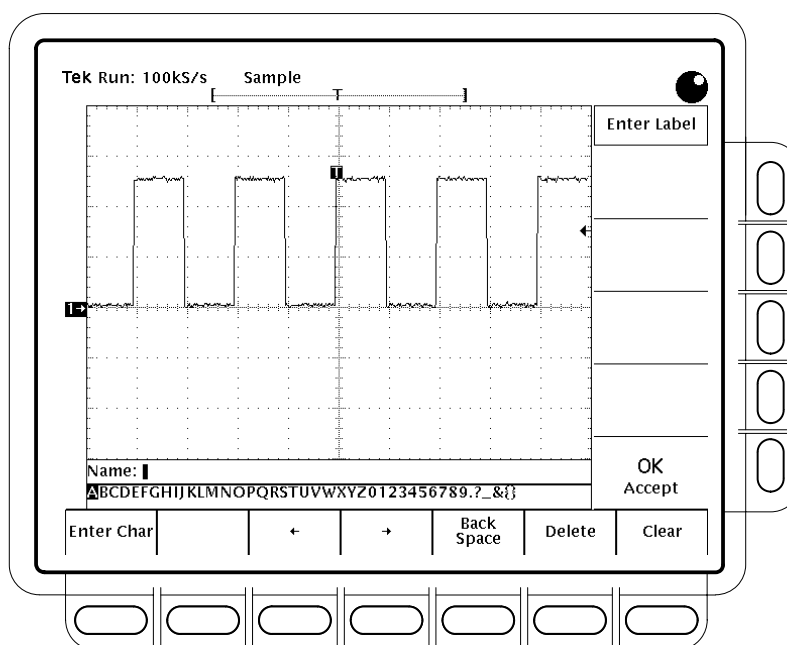


Рисунок 3-79: Файловая система – меню Labeling

Копирование Чтобы скопировать файл или каталог, вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на имя копируемого файла или каталога. Нажмите кнопку **Copy** (Копирование) в боковом меню. Снова появится меню файлов. Оно будет содержать имена каталогов, в которые будет выполняться копирование. Выберите диск и нажмите кнопку бокового меню, обозначенную **Copy <bvuy> to Selected Directory** (Копирование <имя> в выбранный каталог).

Чтобы скопировать все файлы, выберите строку «*.».

Осциллограф рекурсивно копирует все каталоги. Это означает, что копируются и каталоги, и их содержимое.

Печать Чтобы распечатать файл, вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на имя печатаемого файла. Нажмите кнопку **Print** (Печать) в боковом меню.

ПРИМЕЧАНИЕ. Когда подключен накопитель Zip, печать через порт Centronics невозможна.

Появится боковое меню Print-to (Печатать через). Выберите порт для печати из **GPIB, RS-232** и **Centronics**. Затем осциллограф отправит файл в необработанном виде через порт. Устройство (принтер), получающее файл, должно иметь функцию печати определенного формата файла.

Создание каталога Чтобы создать новый каталог, нажмите кнопку бокового меню **Create Directory** (Создание каталога).

Появится меню Labelling. Вращайте ручку общего назначения или используйте клавиши со стрелками в главном меню для указания каждой буквы. Нажмите **Enter Char** (Ввод символа) в главном меню для ввода каждой буквы. Когда все имя введено, нажмите пункт бокового меню **OK Accept** (Принять). (См. рис. 3-79.)

Установка подтверждения удаления Чтобы включить и выключить сообщение, подтверждающее удаление, переключайте кнопку бокового меню **Confirm Delete** (Подтверждение удаления).

Когда подтверждение удаления отключено (OFF), осциллограф может немедленно удалять файлы и каталоги. Когда возможность удаления включена (ON), осциллограф выдает предупреждение перед удалением файлов и дает возможность отмены.

Установка блокировки перезаписи

Чтобы включить и выключить блокировку перезаписи, переключайте кнопку бокового меню **Overwrite Lock** (Блокировка перезаписи).

Когда блокировка перезаписи включена, осциллограф не позволит писать поверх существующего файла с таким же именем. Важной причиной разрешить перезапись является возможность использования имени выходного файла с групповыми символами («?»). Это означает, что осциллограф создает последовательные файлы с однотипными именами и последовательными числами, которые попадают в настоящее имя файла вместо знаков вопроса.

Выбор дисководов



Чтобы выбрать гибкий диск или жесткий (дополнительный), вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на строке, помеченной названием выбираемого устройства (fd0:, hd0: или Zip:) и значком дисковода (изображен слева). Нажмите **SELECT** (Выбор).

Форматирование



Чтобы отформатировать гибкий диск емкостью 720 Кбайт или 1,44 Мбайт или дополнительный жесткий диск, вращайте ручку общего назначения, пока она не поместит курсор на строке, помеченной названием формируемого устройства (fd0: или hd0:) и значком дисковода (изображен слева). Нажмите кнопку **Format** (Форматирование) в боковом меню.

Чтобы отформатировать накопитель Zip, подключите его к совместимому персональному компьютеру и используйте средства фирмы Omega.

Подключение принтеров и накопителей Zip

Накопитель Zip Omega можно использовать для сохранения и восстановления осциллограмм и печатных копий. Когда накопитель Zip подключен к порту Centronics, этот порт недоступен для принтеров и окрашивается серым цветом во всех меню. Чтобы подключить накопитель Zip к параллельному порту Centronics, выполните следующие действия:

1. Отключите питание осциллографа.
2. Если принтер подключен к параллельному порту, отсоедините его.
3. Подключите накопитель Zip, совместимый с параллельным портом, к порту Centronics (расположение порта показано на рисунке на стр.2–5).
4. Включите питание накопителя Zip сразу после включения осциллографа или одновременно с ним. Не включайте питание накопителя Zip первым.

При включении питания осциллограф определяет подключенное устройство (принтер или накопитель Zip). Изменение устройства ввода/вывода после включения питания и последующие попытки использовать это устройство вызовут сообщение об ошибке.

Дополнительная информация

См. раздел *Сохранение и восстановление параметров настройки* на стр. 3–167.

См. раздел *Сохранение и восстановление осциллограмм и накопленных данных* на стр. 3–170.

См. раздел *Вывод печатных копий* на стр. 3–182.

Вывод печатных копий

Осциллограф TDS может обеспечить получение печатных копий экрана. Чтобы получить печатную копию, необходимо настроить осциллограф, указав подключение к одному из многих поддерживаемых устройств для создания печатных копий и способ вывода печатной копии. Этот раздел описывает выполнение этих задач и сохранение печатной копии на диске.

Поддерживаемые форматы

Осциллограф выводит печатные копии экрана во множестве форматов, которые позволяют выбрать из широкого спектра устройств для создания печатных копий. Это также упрощает размещение копий экрана осциллографа в настольных издательских системах. Осциллограф поддерживает следующие форматы:

- Струйный принтер HP Thinkjet
- Струйный принтер HP Deskjet
- Струйный принтер HP Color Deskjet
- Лазерный принтер HP Laserjet
- Epson
- Переносной термический принтер DPU-411/II
- Переносной термический принтер DPU-412
- PCX[®] (PC Paintbrush[®])
- PCX Color (PC Paintbrush[®])
- TIFF[®] (Формат Tag Image File (TIFF))
- BMP[®] черно-белый (Формат файла Microsoft Windows)
- BMP[®] цветной (Формат файла Microsoft Windows)
- RLE цветной (Формат сжатого файла цветного изображения Microsoft Windows)
- EPS Mono Image (Encapsulated Postscript, черно-белая печать)
- EPS Color Image (Encapsulated Postscript, цветная печать)
- EPS Mono Plot (Encapsulated Postscript, черно-белый график)
- EPS Color Plot (Encapsulated Postscript, цветной график)
- Interleaf
- HPGL Color Plot

В зависимости от выбранного выходного формата, осциллограф создает образ или график. Образы представляют собой прямое растровое представление изображения, которое осциллограф выводит на экран. Графики являются векторными представлениями экрана. Чтобы получить информацию, передаваемую оттенками серого цвета в режиме ЦЛЮ, используйте цветной формат BMP или формат EPS Image.

Некоторые форматы, в частности Interleaf, EPS, TIFF, PCX, BMP и HPGL, совместимы с различными настольными издательскими системами. Такая совместимость означает, что можно вставлять файлы, создаваемые осциллографом, непосредственно в документы в любой из этих систем.

Форматы EPS Mono и EPS Color совместимы с принтерами Tektronix Phaser Color; HPGL совместим с плоттером Tektronix HC100, а Epson – с принтером Tektronix HC200.

Настройка для получения печатных копий

Перед получением печатных копий необходимо настроить параметры подключения и вывода печатных копий. Для настройки получения печатных копий выполните приведенные ниже процедуры.

Настройка параметров связи Чтобы настроить осциллограф для подключения принтера, присоединенного непосредственно к портам GPIB, RS-232 или Centronics:

Нажмите **SHIFT** → **UTILITY** → **System (main)** → **I/O (pop-up)** → **Configure (main)** → **Hardcopy (Talk Only) (side)**. (См. рис. 3–80).

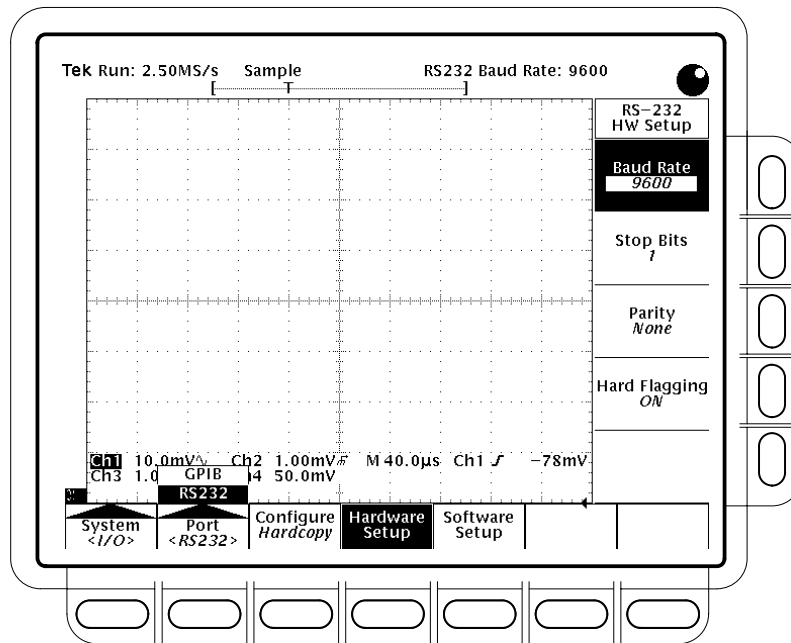


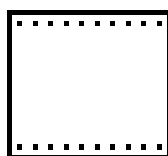
Рисунок 3–80: Меню Utility — системный ввод/вывод

Настройка параметров печатной копии. Чтобы указать формат печатной копии, макет и тип порта с помощью меню печатных копий, выполните следующие действия:

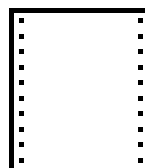
1. Нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU** для вызова меню **Hardcopy**.
2. Нажмите **Format (main) → Thinkjet, Deskjet, DeskjetC, Laserjet, Epson, DPU-411, DPU-412, PCX, PCX Color, TIFF, BMP Mono, BMP Color, RLE Color, EPS Mono Img, EPS Color Img, EPS Mono Plt, EPS Color Plt, Interleaf**, или **HPGL (side)**. (Нажмите **–more– (side)** чтобы пролистать все возможные форматы.)

ПРИМЕЧАНИЕ. Некоторые форматы, например *DeskJetC*, требуют нескольких минут для обработки и печати экрана. Когда используются эти форматы, следует быть внимательным, чтобы непреднамеренно не прервать печать повторным нажатием кнопки *Hardcopy* (для получения второй копии экрана) до завершения обработки и передачи осциллографом первой копии экрана.

3. Нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU → Layout (main) → Landscape** или **Portrait (side)**. (См. рис. 3–81).



Альбомная
ориентация



Книжная
ориентация

Рисунок 3–81: Форматы печатных копий

4. Нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU → Palette (main) → Hardcopy** или **Current (side)** для указания палитры печатной копии. **Current** (Текущая) использует текущие установки палитры для создания печатной копии, тогда как **Hardcopy** (Модуль вывода печатной копии) устанавливает оптимальную палитру для устройства получения печатных копий.
5. Нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU → Port (main)** для указания выходного канала, через который будет передаваться печатная копия. Возможные варианты: **GPIB, RS–232, Centronics** и **File**.

Пункт меню File выбирает накопитель, используемый в качестве места назначения печатных копий. См. раздел *Сохранение на диске* на стр. 3–190. Накопитель может быть накопителем для гибких дисков, жестких дисков или накопителем Zip. Если подключен накопитель Zip, выбирается пункт File, а пункт Centronics окрашивается серым цветом.

Отметки даты/времени в печатной копии. Текущее время и дата должны быть отображены на экране, чтобы они появились и в печатной копии. Чтобы сделать отметку даты/времени на печатной копии, выполните следующие действия:

1. Нажмите **DISPLAY** → **Settings (main)** → **Display (pop-up)** → **Readout Options (main)** → **Display Date and Time (side)**, чтобы переключить параметр в значение **On (Включено)**.
2. Если необходимо установить дату и время, пропустите шаги 3 и 4 и продолжайте с шага 1 описанной ниже процедуры *Установка даты и времени*. Затем повторите данную процедуру.
3. Нажмите **Clear Menu** (Очистка меню) для удаления всех меню с экрана. Теперь дата и время могут быть отображены. (См. рис.3–82). (Дата и время удаляются с экрана при отображении любых меню).
4. Когда осциллограф подключен к устройству получения печатной копии, нажмите **HARDCOPY** для вывода печатной копии с отметками даты/времени.

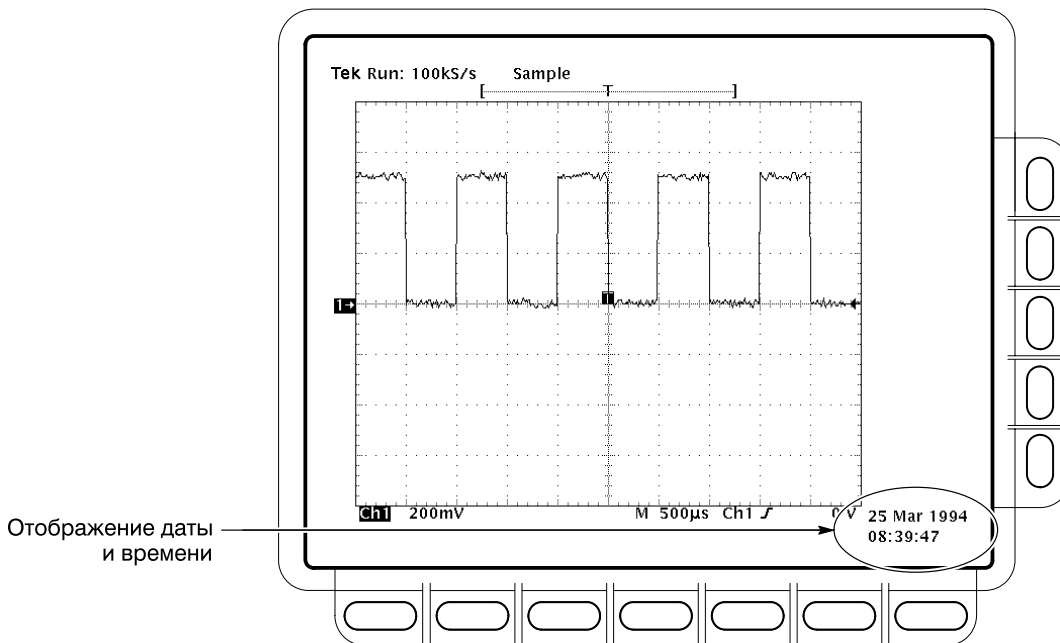


Рисунок 3–82: Отображение даты и времени

Установка даты и времени. Может возникнуть необходимость установить дату и время, используемые осциллографом. Чтобы установить эти параметры, выполните следующие действия:

1. Нажмите **SHIFT → UTILITY → Config** (pop-up) → **Set Date & Time** (main) → **Year, Day Month, Hour** или **Minute** (side).
2. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для установки выбранного параметра в необходимое значение. (Когда используется клавиатура, дата представляется в формате «день.месяц». Например, введите 23.6 для указания 23 июня).
3. Повторите шаги 1 и 2 для установки остальных требуемых параметров.
4. Нажмите **OK Enter Date/Time** (side) для вступления новых настроек в силу. При этом секунды сбрасываются в ноль.

ПРИМЕЧАНИЕ. При установке часов можно установить время более позднее, чем текущее, и подождать. Когда текущее время догонит установленное, нажатие **Ok Enter Date/Time** (side) синхронизирует установленное время с текущим временем.

5. Нажмите **CLEAR MENU**, чтобы увидеть дату/время, отображаемые с новыми значениями.

Прямое подключение к устройству вывода печатных копий

Чтобы получить печатные копии, используйте процедуру, описанную ниже.

Подключение к устройству вывода печатных копий. Чтобы подключить осциллограф непосредственно к устройству вывода печатных копий, определите тип интерфейса и кабель, используемые устройством, и обеспечьте соответствующее подключение. (См. рис. 3–83).

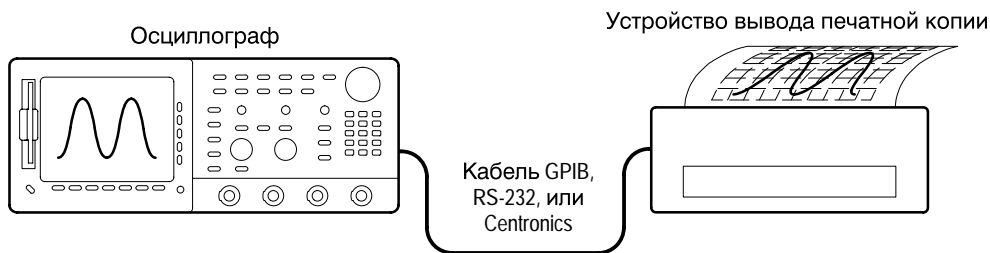


Рисунок 3–83: Прямое подключение осциллографа к устройству вывода печатных копий

Некоторые устройства, например плоттер Tektronix HC100, используют интерфейс GPIB. Многие принтеры, например Tektronix HC200, используют интерфейсы Centronics. Многие устройства вывода печатных копий, включая HC100 и HC200 с опцией 03, обеспечивают поддержку RS-232. (Проверьте в документации для устройства вывода печатных копий).

Печать. Чтобы получить единичную печатную копию или отправить дополнительные копии в буфер (очередь), используемый осциллографом, во время ожидания завершения печати предыдущих копий, нажмите **HARDCOPY**.

Во время передачи печатной копии на принтер осциллограф будет отображать сообщение «Hardcopy in process — Press HARDCOPY to abort» (Идет получение печатной копии – для прерывания нажмите HARDCOPY).

Преждевременное завершение. Чтобы остановить и отменить передачу печатной копии, снова нажмите **HARDCOPY**, пока сообщение о получении печатной копии остается на экране.

Добавление в буфер. Чтобы добавить дополнительные копии в буфер принтера, снова нажмите **HARDCOPY** после исчезновения с экрана сообщения о создании печатной копии.

Копии можно добавлять в буфер, пока он не заполнится. Когда добавление копии заполняет буфер, сообщение «Hardcopy in Process—Press HARDCOPY to abort» остается на экране. Пока сообщение остается на экране, нажатием кнопки можно отменить передачу только *последней* копии. Когда принтер освобождает часть буфера, достаточную для завершения добавления последней копии, он делает это, а затем удаляет сообщение.

Очистка очереди печати. Чтобы удалить все копии из очереди печати, нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU → Clear Spool (main) → OK Confirm Clear Spool (side)**.

Осциллограф использует всю незанятую память при буферизации вывода печатных копий на принтеры. Следовательно, размер очереди печати изменяется. Количество копий, которые могут быть помещены в очередь печати, зависит от трех параметров:

- объем неиспользованной памяти;
- выбранный формат печатной копии;
- сложность отображения на экране.

Хотя это и не гарантируется, обычно в очередь печати может быть помещено около 2,5 копий до того, как осциллограф будет вынужден ожидать передачи оставшейся части третьей копии.

Сохранение на диске

Чтобы направить печатные копии на диск, выполните следующие действия:

1. Настройте параметры подключения и вывода печатных копий осциллографа, как описано в разделе *Настройка для получения печатных копий* на стр. 3–184.
2. Если сохранение выполняется на гибкий диск, вставьте его в прорезь слева от экрана осциллографа. Гибкий диск должен быть отформатирован на 720 Кбайт или 1,44 Мбайт.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Чтобы отформатировать диски, удалить сохраненные на диске файлы печатных копий и выполнить другие задачи управления дисковой памятью, см. раздел Управление файловой системой на стр. 3–177.*

3. Нажмите **SHIFT → HARDCOPY MENU → Port (main) → File (side)**, чтобы указать вывод любой печатной копии в файл на диске. Появится список файлов с полосой прокрутки.
4. Вращайте ручку общего назначения для совмещения полосы прокрутки с файлом, в котором будет храниться печатная копия.

ПРИМЕЧАНИЕ. *При включении питания осциллограф создает «подстановочный» файл ТЕК?????.FMT для хранения печатных копий, где «.FMT» заменяется выбранным форматом печатной копии. Выбор этого файла и нажатие Hardcopy сохраняет печатные копии в последовательно пронумерованных файлах с уникальными именами. Например, осциллограф сохраняет первую печатную копию в файле ТЕК00001.FMT, вторую – в файле ТЕК00002.FMT и так далее.*

5. Нажмите **HARDCOPY** для вывода печатной копии в выбранный файл.

Сохранение файлов на диске обеспечивает удобный способ хранения печатных копий. Сохраненные на диске печатные копии могут быть распечатаны в месте, удаленном от того, в котором эти копии были сняты. Сохраненные печатные копии также могут быть загружены с диска в настольную издательскую систему, работающую на персональном компьютере.

Печать с помощью контроллера

Чтобы получить печатные копии, используйте процедуру, описанную ниже.

Подключение к устройству вывода печатных копий. Чтобы подключить осциллограф к устройству вывода печатной копии через контроллер с двумя портами, подключите разъем осциллографа GPIB (на задней панели) к контроллеру порта GPIB и контроллер порта RS-232 или Centronics к устройству вывода печатных копий. (См. рис. 3–84.) Используйте порт GPIB для создания удаленного запроса и получения печатных копий экрана осциллографа. Используйте порты RS-232 и Centronics контроллера для вывода на печать.

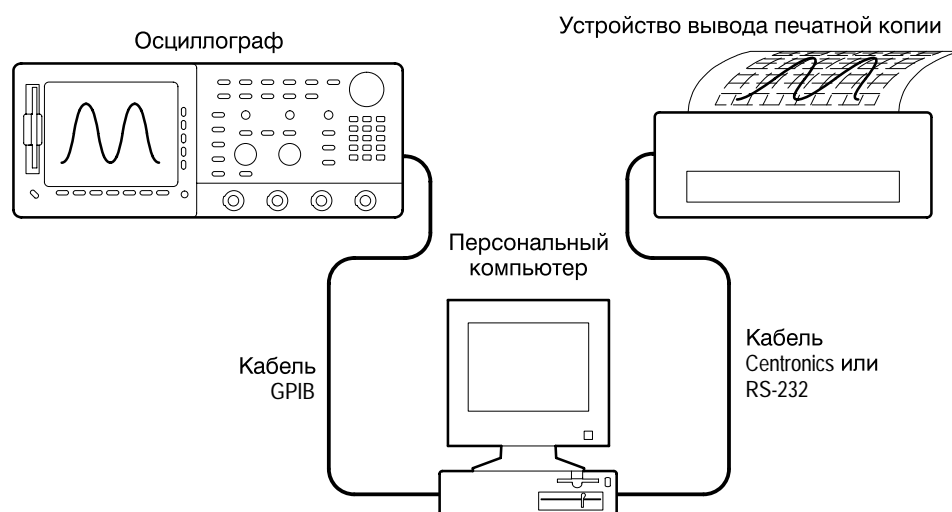


Рисунок 3–84: Осциллограф и устройство печати, соединенные через персональный компьютер

Печать. Если контроллер совместим с персональным компьютером и использует пакеты GPIB Tektronix GURU™ или S3FG210 (National Instruments GPIB-PCII/PIA), выполните следующие действия для получения печатной копии:

1. Используйте команду MS-DOS `cd` для перехода в каталог, содержащий программное обеспечение, поставляемое вместе с платой GPIB. Например, если программное обеспечение установлено в каталоге GPIB-PC, введите: `cd GPIB-PC`.
2. Запустите программу IBIC, поставляемую вместе с платой GPIB. Введите: `IBIC`.
3. Введите: `IBFIND DEV1`, где «DEV1» – имя, которое осциллограф получил с помощью программы IBCONF.EXE, поставляемой вместе с платой GPIB.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если было дано другое имя, используйте его вместо «DEV1». Помните также, что адрес осциллографа, установленный с помощью программы `IBCONF.EXE`, должен совпадать с адресом в меню осциллографа `Utility` (обычно используется «1»).

4. Введите: IBWRT “HARDCOPY START”

ПРИМЕЧАНИЕ. Убедитесь, что меню `Utility` осциллографа установлено в `Talk/Listen` (Передача/прием), а не `Hardcopy` (`Talk Only`) (Только передать). В противном случае на этом шаге будет выдано сообщение об ошибке. Настройка меню `Utility` осциллографа описана в разделе Настройка параметров связи на стр. 3–184.

5. Введите: IBRDF <Filename>, где <ИмяФайла> – допустимое имя файла DOS, которое будет присвоено файлу печатной копии. Оно должно иметь длину 8 символов и расширение длиной до 3 символов. Например, можно ввести «`ibrdf screen1`».

6. Выйдите из программы IBIC, набрав: EXIT

7. Скопируйте данные из файла в устройство вывода печатных копий. Введите:
**COPY <Filename> <Output port> ** где:

<ИмяФайла> – имя, определенное на шаге 5,

<ПортВывода> – порт вывода персонального компьютера, к которому подключено устройство вывода печатных копий (например, LPT1 или LPT2).

Например, чтобы скопировать (напечатать) файл с именем `screen1` на принтер, подключенный к параллельному порту `lpt1`, введите «`copy screen1 lpt1: /B`».

После этого устройство вывода печатных копий распечатает изображение с экрана осциллографа.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если файлы печатных копий передаются по компьютерной сети, используйте двоичную (8 бит) передачу данных.

Подключение к внешним приборам

Осциллограф TDS может подключаться к системному окружению, чтобы им можно было управлять дистанционно, а также обмениваться измерениями или осциллограммами с компьютером. Этот раздел объясняет подготовку и настройку осциллографа для управления и работы через интерфейс IEEE Std 488.2-1987 (GPIB).

Подготовка к дистанционному управлению

Чтобы передать данные между осциллографом и другими приборами через GPIB, выполните следующие задания. Это позволит убедиться в том, что приборы поддерживают протоколы GPIB и соблюдают требования интерфейса GPIB.

Проверка протоколов GPIB. Проверьте, что подключаемый прибор поддерживает протоколы GPIB. Эти протоколы охватывают:

- дистанционное управление приборами;
- двунаправленную передачу данных;
- совместимость устройств;
- отчеты о состоянии и событиях.

Чтобы упростить разработку систем GPIB, включены приборы, использующие для сообщений, передаваемых через GPIB, коды и форматы, определенные корпорацией Tektronix. Каждое устройство, соответствующее этим кодам и форматам, например данный осциллограф, поддерживает стандартные команды. Использование приборов, поддерживающих эти команды, существенно упрощает разработку систем GPIB.

Знание требований интерфейса GPIB. Чтобы подготовить подключение осциллографа к сетям GPIB, следуйте приведенным ниже правилам:

- Подключайте к одной шине не более 15 устройств, включая контроллер.
- Подключайте одно устройство нагрузки на каждые два метра (около шести футов) длины кабеля для поддержания электрических характеристик шины. (Обычно каждый прибор представляет одно устройство нагрузки на шине.)
- Не превышайте 20 метров (около 65 футов) общей длины кабелей.

- При использовании сети включайте по крайней мере две трети подключенных устройств нагрузки.
- Прокладывайте только один кабель между устройствами в сети. (См. рис. 3–85.) Не создавайте циклические конфигурации.

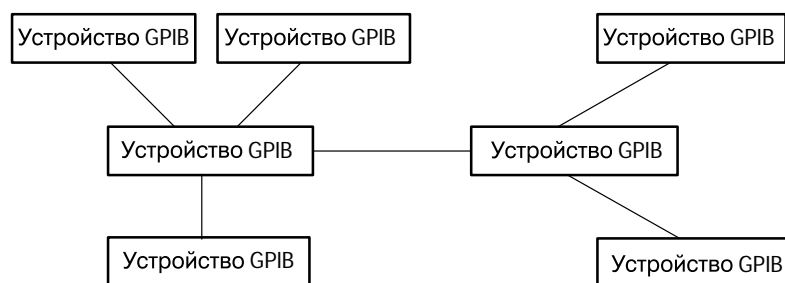


Рисунок 3–85: Типичная конфигурация сети GPIB

Получение подходящих соединительных кабелей. Чтобы подключить осциллограф к сети GPIB, закажите по крайней мере один кабель GPIB. Подключение двух устройств GPIB требует кабеля IEEE Std 488.1-1987 GPIB (доступен в корпорации Tektronix, серийный номер 012-0991-00).

Стандартный кабель GPIB подключается к 24-контактному разъему GPIB, расположенному на задней панели осциллографа. Соединитель имеет оболочку типа B и удовлетворяет требованиям стандарта IEEE Std 488.1-1987. Соединители GPIB могут быть вставлены один в другой. (См. рис. 3–86.)

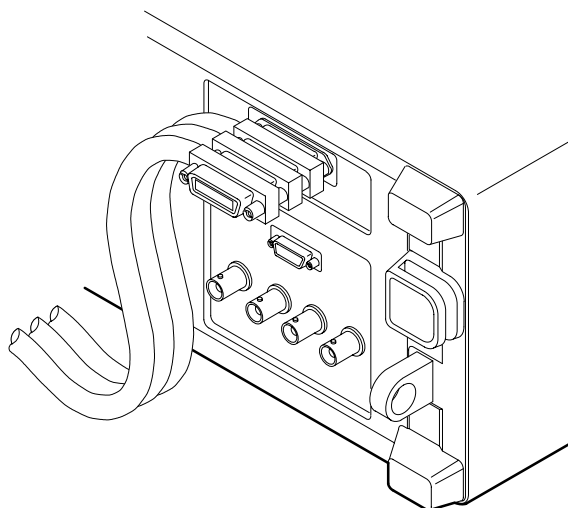


Рисунок 3–86: Подключение соединителей GPIB

**Настройка
дистанционного
управления**

Чтобы настроить удаленную связь, проверьте, что настройки удовлетворяют требованиям протокола и интерфейса GPIB, описанным выше. Затем выполните следующие процедуры.

Подключение осциллографа к GPIB. Чтобы подключить осциллограф, вставьте кабель IEEE Std 488.2-1987 GPIB в соединитель GPIB на задней панели осциллографа и в порт GPIB на контроллере. (См. рис. 3–87.)

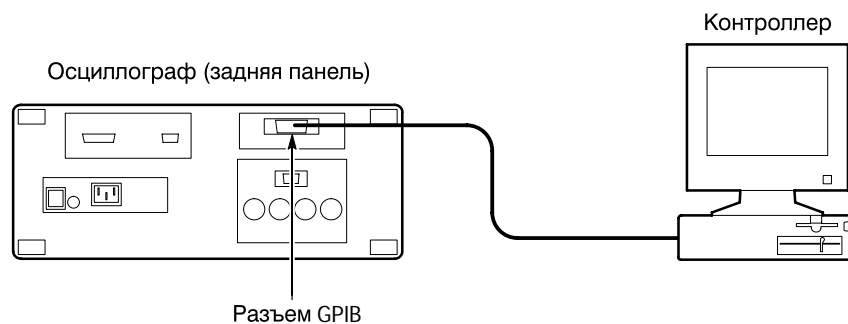


Рисунок 3–87: Подключение осциллографа к контроллеру

Выбор порта GPIB. Чтобы выбрать порт GPIB, нажмите **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Port (main) → GPIB (pop-up)**.

Конфигурирование порта GPIB. Необходимо установить два важных параметра GPIB: режим и адрес. Чтобы установить эти параметры:

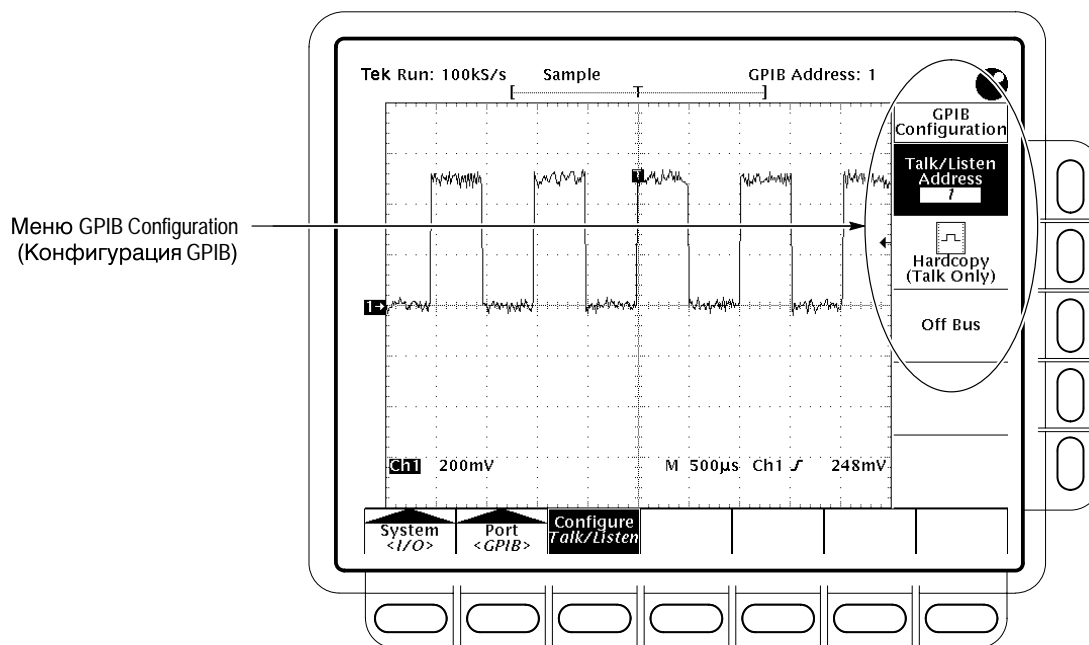
Нажмите **SHIFT → UTILITY → System (main) → I/O (pop-up) → Port (main) → GPIB (pop-up) → Configure (main) → Talk/Listen Address, Hardcopy (Talk Only),** или **Off Bus (side)**. (См. рис. 3–88).

Talk/Listen Address (Адрес приема/передачи) конфигурирует порт для выполнения системных операций под управлением контроллера. Используйте ручку общего назначения или клавиатуру для указания адреса.

Hardcopy (Talk Only) конфигурирует порт для вывода печатных копий без надзора контроллера. Сконфигурированный таким образом осциллограф будет передавать печатные копии любому устройству на шине, когда нажата кнопка **HARDCOPY**.

Нажатие кнопки **HARDCOPY**, если порт сконфигурирован любым другим образом, вызывает ошибку, а осциллограф отвечает сообщением о том, что выбранный порт в настоящее время недоступен.

Off Bus отключает осциллограф от шины.



Меню GPIB Configuration
(Конфигурация GPIB)

Рисунок 3-88: Меню Utility

Дополнительная информация

См. раздел *Вывод печатных копий* на стр. 3-182.

См. диск *TDS Programmer Manual* (Руководство программиста TDS).

Определение состояния и получение справки

Осциллограф TDS может отображать состояние своих внутренних систем. Он также имеет интерактивную справочную систему. В данном разделе обсуждается использование следующих двух функций:

- *Состояние*, которое отображает снимок настроек системы, экрана, синхронизации, осциллограммы и настроек ввода/вывода.
- *Справка*, которая отображает экран с краткой информацией о каждом элементе управления осциллографа, когда этот элемент управления используется.

Отображение состояния

Чтобы отобразить состояние внутренних систем, выполните следующие действия:

1. Нажмите **SHIFT STATUS** → **Status**(Состояние) (ьфшт).
2. Выберите кадр состояния из бокового меню:

System (Система) отображает информацию о системах **Horizontal** (По горизонтали), **Zoom** (Лупа), **Acquisition** (Оцифровка), **Measure** (Измерение) и **Hardcopy** (Модуль вывода печатной копии). (См. рис.3–89.) Этот экран содержит также версию микропрограммного обеспечения.

Display (Экран) обеспечивает информацию о параметрах системы отображения и цветовой палитре.

Trigger (Синхронизация) отображает параметры синхронизации.

Waveforms (Сигналы) отображает информацию о сигналах, включая «живые», математические и эталонные осциллограммы.

I/O (Ввод/вывод) отображает информацию о портах ввода/вывода.

Histo/Masks (Гистограммы/маски) отображает информацию о гистограммах и масках.

Recalled Image Histogram (Восстановленная гистограмма) отображает вертикальное и горизонтальное состояние сохраненного образа. Если после включения питания осциллографа было выполнено восстановление гистограммы, отображается только состояние.

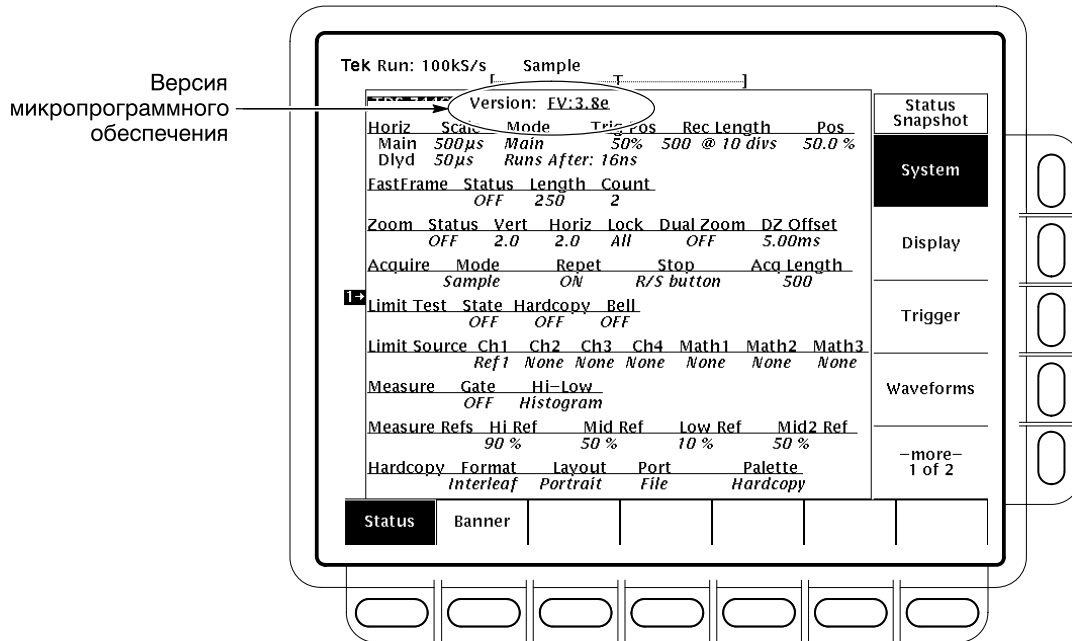


Рисунок 3-89: Меню Status — Система

Отображение титульного листа

Чтобы отобразить титульный лист (включает версию микропрограммного обеспечения, опции, авторские права и патенты):

Нажмите **SHIFT STATUS** → **Banner** (Титульный лист) (ьфшт). (См. рис. 3-90.)

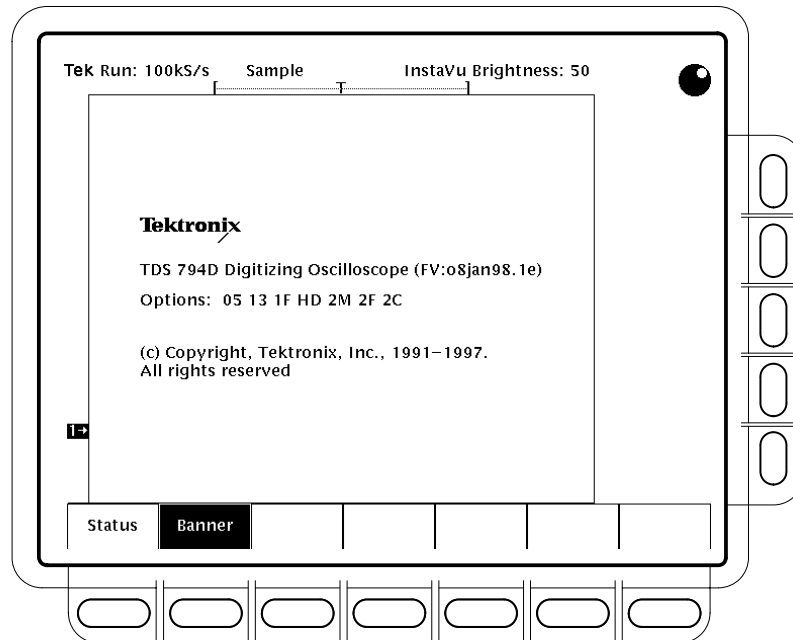


Рисунок 3-90: Отображение титульного листа

Вывод справки

Чтобы использовать интерактивную справочную систему:

Нажмите **HELP** (Справка), чтобы получить на экране информацию о любых расположенных на передней панели кнопках, ручках или пунктах меню. (См. рис. 3-91.)

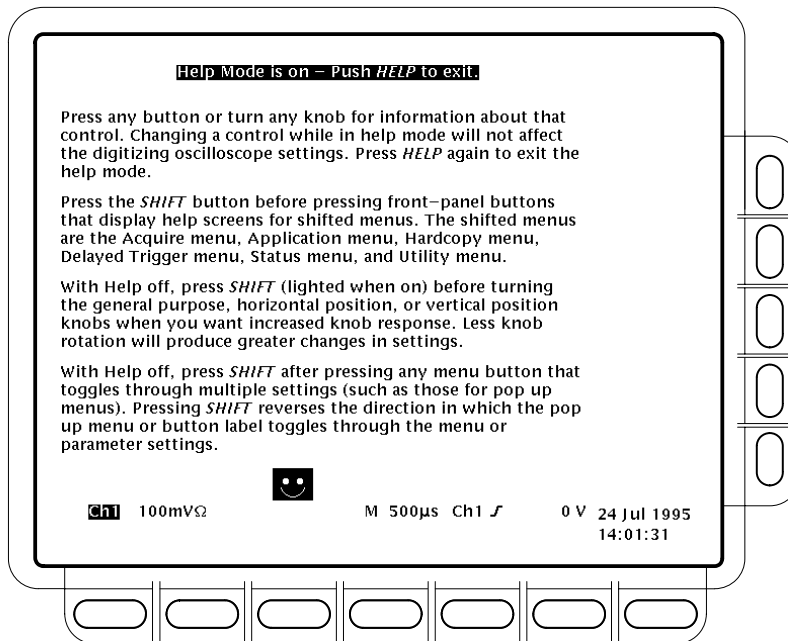


Рисунок 3-91: Начальный экран справки

Когда нажимается эта кнопка, прибор изменяет режим и выводит на экран интерактивную справку. Чтобы вернуться к нормальному режиму работы, снова нажмите **HELP**. Когда осциллограф находится в режиме справки, нажатие любой кнопки (за исключением **HELP** или **SHIFT**), поворот любой ручки, нажатие любого пункта меню отображают на экране текст справки, описывающий этот элемент управления.

Выбранные пункты меню, отображенные в момент первого нажатия кнопки **HELP**, остаются на экране. Интерактивная справка доступна для каждого пункта меню, отображенного в момент первого нажатия кнопки **HELP**. Если при нахождении в режиме справки возникает необходимость получения справки по пунктам меню, которые не отображены, необходимо выйти из режима справки, отобразить интересующее меню и снова нажать **HELP** для возврата в режим справки.

Дополнительные функции осциллографа

Осциллограф TDS обеспечивает мощные средства анализа и цифровой обработки зарегистрированных сигналов. В данном разделе обсуждается использование следующих средств:

- *Предельный тест* — сопоставление зарегистрированных сигналов с шаблоном, созданным пользователем (на данной странице).
- *Математическая форма сигнала* — инвертирование, сложение, вычитание и умножение осциллограмм (см. стр.3–208).
- *Быстрое преобразование Фурье* — отображение частотного спектра осциллограмм (см. стр.3–211).
- *Дифференцирование сигнала* — отображение производной для осциллограммы (см. стр.3–230).
- *Интегрирование сигнала* — отображение интеграла для осциллограммы (см. стр.3–235).

ПРИМЕЧАНИЕ. Если включены режимы DPO (ЦЮ), Extended Acquisition (Расширенная регистрация) или Masks (Маски), перечисленные выше средства недоступны.

Предельный тест

Осциллограф TDS обеспечивает предельный тест, позволяющий автоматически сравнивать каждый входящий сигнал или математическую форму сигнала с шаблонной формой сигнала. Пользователь задает огибающую по предельным отклонениям от формы сигнала и осциллограф обнаруживает формы сигналов, выходящие за эти пределы. (См. рис.3–92.) Когда такая форма сигнала обнаруживается, осциллограф может создать печатную копию, подать звуковой сигнал и остановиться в ожидании действий пользователя.

Чтобы использовать предельный тест, необходимо выполнить четыре задачи.

- Создать шаблон предельного теста по форме сигнала.
- Указать канал, с которым сравнивается шаблон.
- Указать действия, которые выполняются, если данные входящего сигнала выходят за заданные пределы.
- Включить предельный тест для ввода указанных параметров в действие.

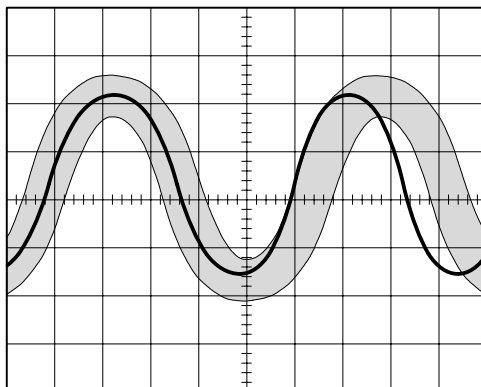


Рисунок 3-92: Сравнение формы сигнала с предельным шаблоном

Для выполнения перечисленных задач необходимо выполнить следующие процедуры.

Создание шаблона предельного теста

Чтобы использовать поступающую или сохраненную форму сигнала для создания шаблона предельного теста, следует сначала выбрать источник и указать место назначения шаблона. После этого, для создания огибающей шаблона следует указать величину допустимого отклонения. Для решения этих задач выполните следующие действия:

1. Нажмите **SHIFT ACQUIRE MENU** для вызова меню Acquire (Сбор данных).
2. Нажмите **Create Limit Test Template (main) → Template Source (side) → Ch1, Ch2, Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3** или **Ref4 (side)**. (См. рис. 3-93).

ПРИМЕЧАНИЕ. Шаблон будет более гладким, если выполнить сбор данных для шаблона в режиме «усреднение». Если неизвестно как выбрать режим *Average (Усреднение)*, см. Выбор режима оцифровки на стр. 3-36.

3. После выбора источника, следует указать место назначения шаблона: нажмите **Template Destination (side) → Ref1, Ref2, Ref3** или **Ref4**.

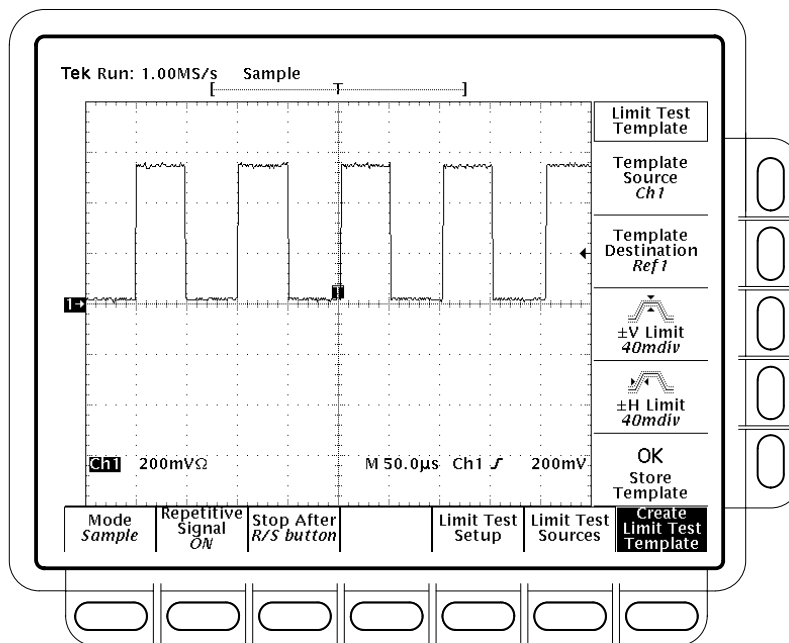


Рисунок 3-93: Меню Acquire — Создание шаблона предельного теста

4. Нажмите **±V Limit** (Предел по вертикали) (ышву). Введите значение допуска по вертикали (напряжения) с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.
5. Нажмите **±H Limit** (Предел по горизонтали) (ышву). Введите значение допуска по горизонтали (времени) с помощью ручки общего назначения или клавиатуры.

Значения допуска задаются в долях основного деления. Они представляют величину, на которую данные входящего сигнала могут отклоняться от шаблона без выхода за заданные пределы. Величина допуска может задаваться от 0 (точное совпадение формы входящего сигнала с шаблоном) до 5 основных делений.

6. Закончив указание шаблона предельного теста, нажмите кнопку **OK Store Template** (side). Указанная форма сигнала будет сохранена в указанном месте назначения с указанными допусками. До этого действия форма сигнала шаблона была только определена, но не существовала.

Чтобы избежать перезаписи созданного шаблона, сохраняйте любой новый создаваемый шаблон в другом месте назначения.

Чтобы просмотреть созданный шаблон, нажмите кнопку **MORE** (Дополнительно). Затем нажмите кнопку, соответствующую используемому месту хранения шаблона в памяти. Форма сигнала будет отображена на экране.

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы просмотреть данные формы сигнала одновременно с огибающей шаблона, полезно выбрать режим отображения *Dots* (Точки). (См. раздел Выбор режима отображения на стр. 3–42.)

Выбор источника предельного теста

Необходимо указать канал, на котором будут регистрироваться формы сигналов, сравниваемые с созданным шаблоном.

1. Нажмите **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Sources** (main) → **Compare Ch1 to**, **Compare Ch2 to**, **Compare Ch3 to**, **Compare Ch4 to**, **Compare Math1 to** (Сравнение с математическим сигналом 1), **Compare Math2 to** или **Compare Math3 to** (side).
2. После выбора в боковом меню одного из четырех каналов или математической формы сигнала в качестве источника формы сигнала, нажмите ту же кнопку бокового меню для выбора места в опорной памяти, в котором сохранен шаблон.

Допустимым выбором является любая из опорных форм сигналов от Ref1 до Ref4 или None (Нет). Выбор None отключает предельный тест для указанного канала или математической формы сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы использовать только что созданный шаблон, укажите ту же опорную память, в которой он был сохранен.

Если создано несколько шаблонов, можно сравнивать сигнал на одном канале с одним шаблоном, а сигнал на другом канале – с другим.

Указание отклика на предельный тест

Необходимо указать действие, которое выполняется, если данные формы сигнала выходят за пределы, установленные в шаблоне предельного теста, и включить предельный тест.

1. Нажмите **SHIFT ACQUIRE MENU** → **Limit Test Setup** (main) для вызова бокового меню с возможными действиями.

2. Проверьте, что на боковой кнопке, соответствующей требуемому действию, имеется надпись **ON**.
 - Если требуется послать команду вывода на печать, когда данные сигнала выходят за рамки предельного теста, установите переключатель **Hardcopy if Condition Met** (side) в положение **ON**. Можно настроить модуль вывода печатной копии на отправку печатной копии в файл. (Не забудьте настроить модуль вывода печатной копии. См. раздел *Вывод печатных копий* на стр. 3–182.)
 - Если требуется подать звуковой сигнал, когда данные сигнала выходят за рамки предельного теста, установите переключатель **Ring Bell if Condition Met** (side) в положение **ON**.
 - Если требуется остановить осциллограф, когда данные сигнала выходят за рамки предельного теста, установите переключатель **Stop After Limit Test Condition Met** (side) в положение **ON**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Кнопка с надписью *Stop After Limit Test Condition Met* соответствует пункту меню *Limit Test Condition Met* (Выполнение условия предельного теста) в главном меню *Stop After* (Условие остановки). Пользователь может включить эту кнопку в меню *Limit Test Setup*, но не может отключить ее. Чтобы отключить ее, нажмите кнопку *Stop After* и выберите другой пункт в меню *Stop After*.

3. Проверьте, что на кнопке **Limit Test** (side) имеется надпись **ON**. Если кнопка установлена в положение **OFF**, нажмите кнопку **Limit Test** (side), чтобы перевести ее в положение **ON**.

После установки переключателя **Limit Test** в положение **ON**, осциллограф сравнивает формы входящих сигналов с формой сигнала шаблона в опорной памяти в соответствии с настройками, заданными в боковом меню **Limit Test Sources**.

Сравнение одиночных форм сигналов

Одиночную форму сигнала можно сравнить с одним шаблоном. При сравнении одиночной формы сигнала с шаблоном следует учитывать следующие особенности операции.

- Форма сигнала смещается по горизонтали, чтобы сдвинуть первый отсчет, который выходит за пределы шаблона, к центру экрана.
- Положение формы сигнала шаблона следует за положением формы сигнала.

Сравнение нескольких форм сигналов

С одним шаблоном можно сравнить несколько форм сигналов. Каждую из нескольких форм сигналов можно также сравнивать с собственным шаблоном или с общим шаблоном. При задании параметров таких операций сравнения следует учитывать следующие особенности.

- Для параметра Horizontal Lock (Строчная синхронизация) следует установить значение None (Нет) в боковом меню Zoom (Лупа) (нажмите кнопку **ZOOM** и нажимайте (повторно) кнопку **Horizontal Lock** до появления параметра **None**). Подробнее о строчной синхронизации см. в разделе *Увеличение осциллограммы* на стр. 3–55.
- Если настроить строчную синхронизацию, как описано выше, осциллограф смещает каждую форму сигнала по горизонтали, чтобы сдвинуть первый отсчет, который выходит за пределы шаблона, к центру экрана.
- Если каждая форма сигнала сравнивается с собственным шаблоном, то положение формы сигнала каждого шаблона следует за положением соответствующей формы сигнала.
- Если формы двух или нескольких сигналов сравниваются с общим шаблоном, то этот шаблон отслеживает положение формы сигнала, не прошедшей тест. Если несколько сигналов не проходят *тестовое время общей оцифровки*, то шаблон отслеживает положение формы сигнала на канале с максимальным номером. Например, номер канала CH 2 выше, чем CH 1.

Математическая форма сигнала

Осциллограф TDS обеспечивает средства математической обработки форм сигналов. Например, на форму сигнала может накладываться фоновый шум. Можно получить более чистую форму сигнала, вычитая фоновый шум из исходной формы сигнала.

В данном разделе обсуждаются математические средства инвертирования, сложения, вычитания, деления и умножения форм сигналов. Сведения о дополнительных средствах цифровой обработки сигналов см. в разделе *Быстрое преобразование Фурье* на стр. 3–211, *Дифференцирование сигнала* на стр. 3–230 и *Интегрирование сигнала* на стр. 3–235.

Математическая обработка одного сигнала

Для математической обработки сигнала следует использовать меню **More** (Дополнительно) (рис. 3–94). Меню **More** позволяет отображать, определять и обрабатывать три математических формы сигнала. Ниже объясняется, как создать математическую форму сигнала по одной исходной форме сигнала.

1. Нажмите **MORE** → **Math1**, **Math2** или **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (Изменение определения математической формы) (ышву) → **Single Wfm Math** (Обработка одного сигнала) (ьфшт).
2. Чтобы определить исходную форму сигнала, повторно нажимайте кнопку **Set Single Source to** (Задание источника) (ышву) для перехода к нужному каналу или эталонной осциллограмме.

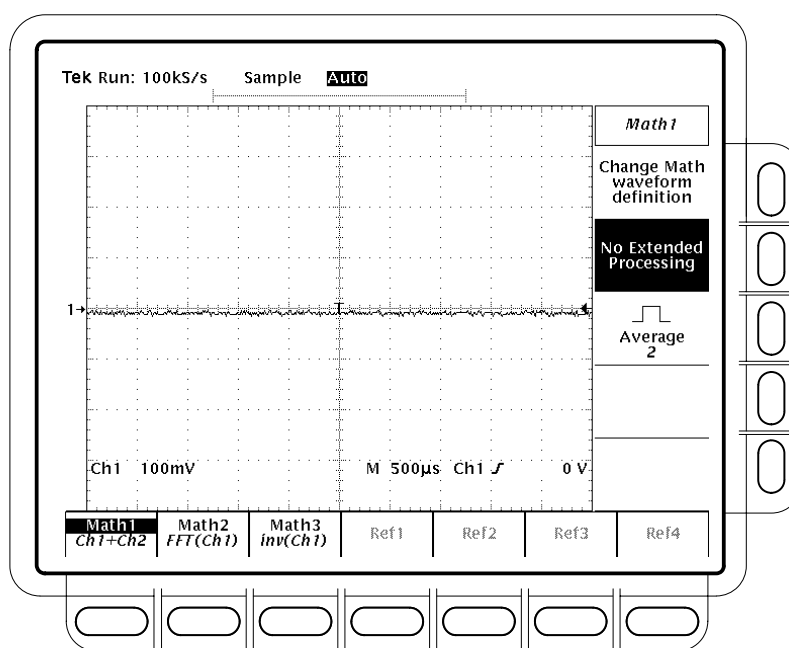


Рисунок 3–94: Меню **More**

3. Повторно нажимайте кнопку **Set Function to** (Задание функции) (ышву) для перехода по функциям **inv** (инвертирование), **intg** или **diff**. Интегрирование формы сигнала (**intg**) обсуждается на стр. 3–235. Дифференцирование формы сигнала (**diff**) обсуждается на стр. 3–230.
4. Чтобы создать математическую форму сигнала, нажмите кнопку **OK Create Math Wfm** (side).

Математическая обработка двух сигналов

Для создания математической формы сигнала, для который требуются два исходных сигнала, выполните следующие действия.

1. Нажмите **MORE** → **Math1**, **Math2** или **Math3** (main) → **Change Math waveform definition** (Изменение определения математической формы) (ышву) → **Dual Wfm Math** (Обработка двух сигналов) (ьфшт).
2. Чтобы определить первую исходную форму сигнала, повторно нажимайте кнопку **Set 1st Source to** (Задание 1-го источника) (ышву) для перехода к нужному каналу или эталонной осциллограмме.
3. Чтобы определить вторую исходную форму сигнала, повторно нажимайте кнопку **Set 2nd Source to** (Задание 2-го источника) (ышву) для перехода к нужному каналу или эталонной осциллограмме.
4. Чтобы ввести математический оператор, повторно нажимайте кнопку **Set operator to** (Задание оператора) (ышву) для перехода к нужному оператору. Поддерживаются операторы **+**, **-**, *****, **/**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если выбрать оператор умножения * на шаге 4, то курсоры будут измерять амплитуду в единицах вольт в квадрате, V^2 , а не в вольтах, V .

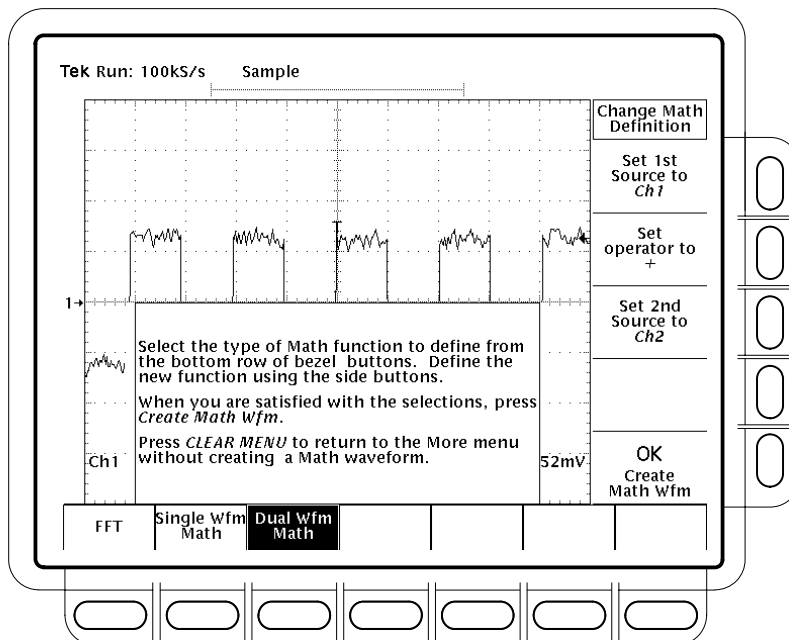


Рисунок 3-95: Главное и боковое меню для математической обработки двух сигналов

Усреднение математической формы сигнала

5. Для выполнения функции нажмите кнопку **OK Create Math Wfm** (side).

Имеется возможность выбора: усреднять или не усреднять определенные математические формы сигналов. Для усреднения необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите **MORE** → **Math1**, **Math2** или **Math3** (main) для выбора усредняемой математической формы сигнала.
2. Нажмите **Average** (Среднее) (ышву) и введите значение с помощью ручки общего назначения или клавиатуры. Любые выбранные математические операции будут выполняться для среднего значения по нескольким накопленным отсчетам.
3. Чтобы отключить усреднение для выбранной математической формы сигнала, нажмите кнопку **No Extended Processing** (Без дополнительной обработки) (ышву). Любые выбранные математические операции будут выполняться для одного накопления отсчетов.

Быстрое преобразование Фурье

Дополнительные средства цифровой обработки сигналов осциллографа включают *быстрое преобразование Фурье (БПФ)* формы сигнала. В данном разделе обсуждаются принципы БПФ и способы настройки осциллографа для отображения и измерения БПФ.

БПФ позволяет преобразовать форму сигнала от отображения зависимости амплитуды от времени к отображению амплитуд дискретных частотных составляющих формы сигнала. Кроме того, имеется возможность отобразить фазовые сдвиги для этих частот. БПФ от расчетного сигнала используют для решения следующих задач:

- Тестирование импульсного отклика фильтров и систем.
- Измерение гармоник и искажений в системах.
- Определение характеристик частотных составляющих постоянных источников питания.
- Анализ вибраций.
- Анализ гармоник в линиях на 50 и 60 Герц.
- Определение источников шумов в цифровых логических схемах.

БПФ рассчитывает и отображает частотные составляющие зарегистрированной формы сигнала как БПФ от расчетного сигнала. Форма сигнала *частотной области* рассчитывается по следующему уравнению:

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n = \frac{-N}{2}}^{\frac{N}{2}-1} x(n)e^{\frac{j2\pi nk}{N}} \quad \text{для : } k = 0 \text{ до } N-1$$

Где $x(n)$ – точка в массиве данных записи временной области.

$X(k)$ – точка в массиве данных записи частотной области.

n – индекс в массиве данных временной области.

k – индекс в массиве данных частотной области.

N – длина БПФ.

j – квадратный корень из -1 .

Результирующая форма сигнала представляет отображение величины или фазы частотных составляющих в зависимости от частоты. Например, на рис. 3-96 на экране сверху показан непреобразованный импульсный отклик системы на канале 2. Ниже показаны амплитудная и фазовая составляющие БПФ. Масштаб по горизонтальной оси для форм сигналов БПФ всегда выражается в единицах частоты, причем начальная (крайняя левая точка) представляет нулевую частоту (постоянную составляющую).

Форма сигнала БПФ рассчитывается путем цифровой обработки данных сигнала, что обеспечивает максимальную гибкость измерений частотных составляющих сигнала. Например, цифровая обработка сигнала позволяет осциллографу выполнить БПФ по исходной форме сигнала, зарегистрированной в одном запуске. Это полезно при измерениях частотных составляющих одиночных сигналов.

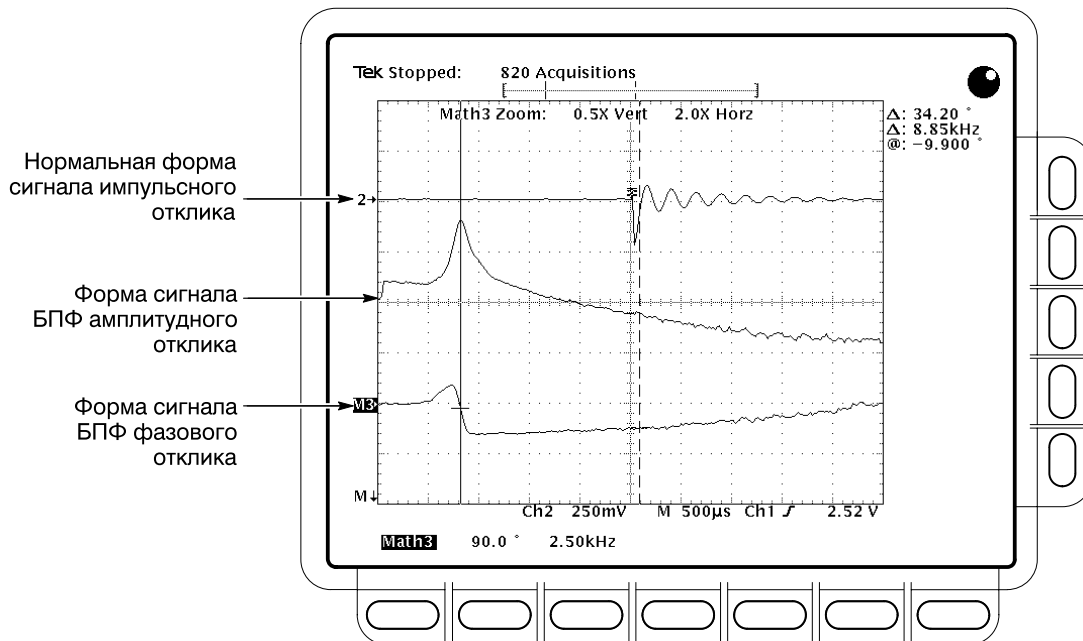


Рисунок 3–96: Отклик системы на импульс

Создание БПФ

Чтобы получить БПФ от формы сигнала, выполните следующие действия.

1. Подключите сигнал к входному каналу и выберите этот канал.
2. Отрегулируйте масштабы по горизонтали и вертикали и синхронизацию экрана (или нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка)).

Подробные сведения об оптимизации параметров отображения БПФ см. в разделе *Смещение, позиция и масштаб* на стр. 3–221.

3. Нажмите кнопку **MORE** для доступа к меню математических форм сигналов.
4. Выберите математическую форму сигнала. Доступными являются пункты **Math1**, **Math2** и **Math3** (main).
5. Если выбрана математическая форма сигнала, отличная от БПФ, нажмите кнопку **Change Math Definition** (side) → **FFT** (main). См. рис. 3–97.
6. Нажимайте кнопку **Set FFT Source to** (side) (Задание источника БПФ), пока источник, выбранный на шаге 1, не появится в меню.

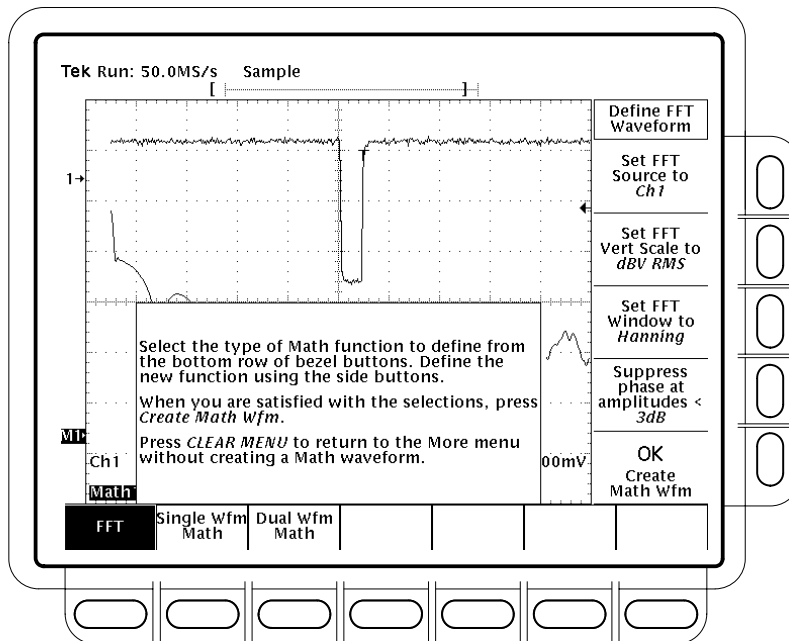


Рисунок 3-97: Меню определения формы сигнала БПФ

7. Нажимайте кнопку **Set FFT Vert Scale to** (side) (Задание масштаба БПФ по вертикали) для выбора одного из следующих вариантов:

dBV RMS — (Среднеквадратичное значение в логарифмическом масштабе). Величина отображается в единицах dB (дБ), где $0 \text{ dB} = 1 \text{ V}_{\text{RMS}}$.

Linear RMS — (Среднеквадратичное значение в линейном масштабе). Масштаб задается в единицах измерения напряжения.

Phase (deg) — Фаза (градусы). Фаза отображается в масштабе градусов от -180° до $+180^\circ$.

Phase (rad) — Фаза (радианы). Фаза отображается в радианах от $-\pi$ до $+\pi$.

Подробнее об отображении фазы см. в разделе *Параметры отображения фазы* на стр. 3-224.

8. Нажмите кнопку **Set FFT Window to** (side) (Выбор окна БПФ) для выбора одного из следующих типов окна:

Rectangular (Прямоугольное) — Тип окна, который лучше всего подходит для разрешения близких частот, но плохо приспособлен для измерения амплитуд на этих частотах. Этот тип является наилучшим для измерения частотного спектра неповторяющихся сигналов и измерения низкочастотных составляющих.

Hamming (Хемминг) — Тип окна, который хорошо подходит для разрешения близких частот, и повышает точность измерения амплитуд по сравнению с прямоугольным окном.

Hanning (Хеннинг) — Тип окна, который дает хорошую точность измерения амплитуд, но хуже подходит для разрешения близких частот.

Blackman-Harris (Блэкман-Харрис) — Наилучший тип окна для измерения амплитуд, но наихудший для разрешения частот.

Подробнее о выборе подходящего типа окна для выполнения конкретных задач см. в разделе *Выбор окна* на стр. 3–227.

9. Если не был выбран пункт **Phase (deg)** или **Phase (rad)** на шаге 7, перейдите к шагу 12. Подавление фазового сдвига используется только для подавления шумов в фазовом БПФ.
10. Если требуется уменьшить влияние шумов на фазовое БПФ, нажмите кнопку **Suppress phase at amplitudes** < (side).
11. С помощью ручки общего назначения отрегулируйте уровень подавления фазового сдвига. Для БПФ с величинами ниже этого уровня будут установлены нулевые значения фазы.

Подробнее см. в разделе *Регулировка подавления фазового сдвига* на стр. 3–225.
12. Нажмите **ОК Create Math Wfm** (side) для отображения БПФ формы сигнала, введенной на шаге 1. (См. рис. 3–98.)

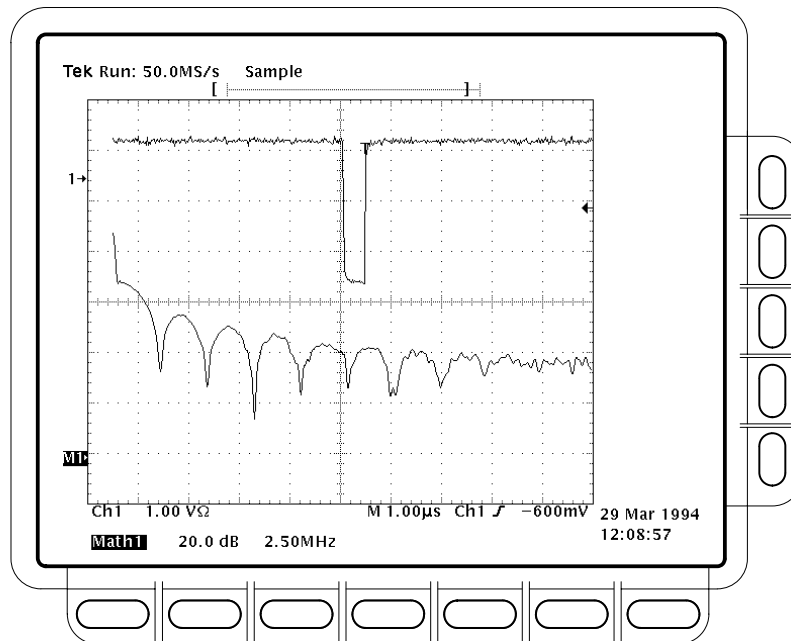


Рисунок 3-98: Форма сигнала БПФ в варианте Math1

Курсорные измерения БПФ

После отображения математической формы сигнала БПФ измерения амплитуд частотных составляющих или фазовых углов выполняются с помощью курсоров.

1. Проверьте, что из кнопок выбора каналов выбрана кнопка **MORE** и что в меню **More** выбрано БПФ от расчетного сигнала.
2. Нажмите **CURSOR** → **Mode** (main) → **Independent** (side) → **Function** (main) → **H Bars** (side).
3. С помощью ручки общего назначения установите выбранный курсор (сплошная линия) на максимальную (или на любую) амплитуду выбранной формы сигнала.
4. Нажмите кнопку **SELECT** для выбора другого курсора. С помощью ручки общего назначения установите выбранный курсор на минимальную (или на любую) амплитуду выбранной формы сигнала.
5. Разность амплитуд между двумя курсорами считывается в показании Δ : Амплитуда выбранного курсора относительно $1V_{RMS}$ (0 дБ), земли (0 В) или нулевой фазы (0 градусов или 0 радиан) считывается в показании $@$: (Опорный индикатор на левой стороне масштабной сетки указывает нулевой уровень фазы для фазовых БПФ.)

Рис. 3–99 иллюстрирует курсорные измерения величины частотных составляющих БПФ. Показание @: имеет значение 0 дБ из-за выравнивания по уровню $1 V_{RMS}$. Показание Δ : со значением 24,4 дБ показывает, что амплитуда на измеряемой частоте имеет значение $-24,4$ дБ относительно $1 V_{RMS}$. На этом экране отображение исходной формы сигнала отключено.

Единицами измерения курсора являются дБ или вольты для измерений амплитуд БПФ и градусы или радианы для измерений фаз БПФ. Выбор единиц измерения определяется параметром Set FFT Vert Scale to (Задание масштаба БПФ по вертикали) (ышву). Подробнее см. в описании шага 7 на стр. 3–214.

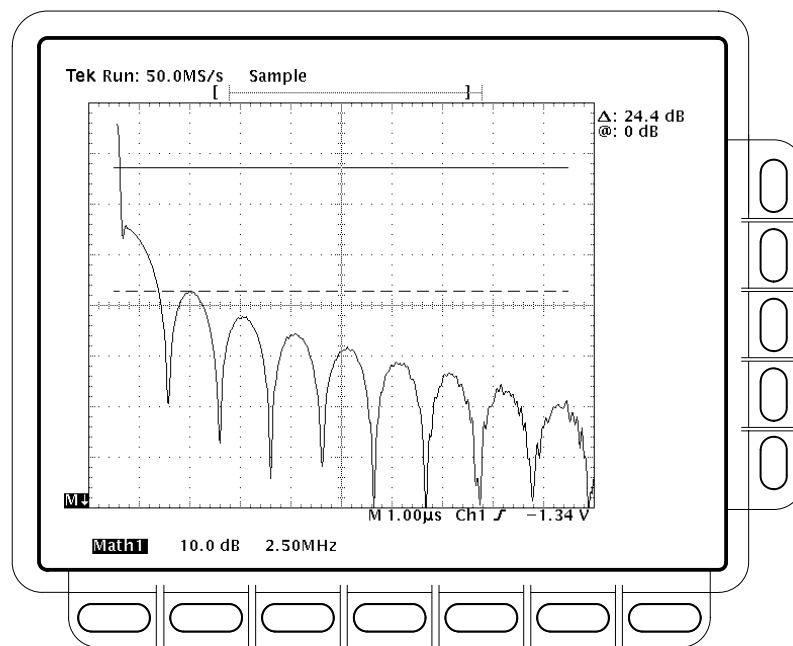


Рисунок 3–99: Курсорные измерения формы сигнала БПФ

6. Нажмите кнопку **V Bars** (side). С помощью ручки общего назначения установите один из двух вертикальных курсоров в нужное положение по горизонтальной оси.
7. Нажмите кнопку **SELECT** для выбора другого курсора.
8. Установите выбранный курсор в нужное положение относительно формы сигнала.

9. Разность частот между двумя курсорами считывается в показании Δ : Частота, соответствующая выбранному курсору (отсчитанная от нуля частоты), считывается в показании $@$:

Позиция курсора всегда измеряется в единицах Гц, вне зависимости от настроек, заданных в боковом меню Time Units (Единицы времени). Для показания $@$: первой точкой записи БПФ является точка с нулевой частотой.

10. Нажмите кнопки **Function** (main) → **Paired** (side).
11. Как описано выше, установите каждый из двух курсоров в нужные точки по горизонтальной оси.
12. Расстояние между перекрестьями (X) сдвоенных курсоров считывается в верхнем показании Δ : Амплитуда короткой горизонтальной полосы выбранного (сплошного) курсора относительно $1V_{RMS}$ (0 дБ), земли (0 В) или нулевой фазы (0 градусов или 0 радиан) считывается в показании $@$: Разность частот между длинными горизонтальными полосами сдвоенных курсоров считывается в нижнем показании Δ :

Автоматизированные измерения БПФ

Можно выполнять автоматические измерения для измерения БПФ от расчетных сигналов. Используйте процедуру *Автоматизированные измерения*, описанную в разделе *Дифференцирование сигнала* на стр. 3–232.

Запись частотной области БПФ

Ряд характеристик БПФ определяет отображение и интерпретацию данных. В этом разделе обсуждается запись частотной области БПФ — отношение исходной формы сигнала к длине записи, разрешение по частотам и диапазон частот этой записи. (Форма сигнала частотной области БПФ представляет собой БПФ от расчетного сигнала.) Ниже обсуждаются способы оптимальной настройки осциллографа для вывода на экран форм сигналов БПФ.

БПФ не всегда использует всю запись формы сигнала. *БПФ от расчетного сигнала* представляет собой отображенные на экране данные амплитуды или фазы из *записи частотной области БПФ*. Запись частотной области получается из записи временной области БПФ, которая в свою очередь получается из *записи формы сигнала*. Ниже приводится описание этих трех записей.

Запись формы сигнала — полная запись формы сигнала, зарегистрированная на входном канале и отображаемая с этого канала или из опорной памяти. Длина записи *временной области* задается пользователем в меню Horizontal (По горизонтали). Запись формы сигнала не совпадает с математической формой сигнала после цифровой обработки.

Запись временной области БПФ — часть записи формы сигнала, являющаяся входными данными для БПФ. Эта часть записи формы сигнала во временной области после преобразования становится математической формой сигнала БПФ. Длина этой записи определяется длиной записи формы сигнала, определенной выше.

Запись частотной области БПФ — БПФ от расчетного сигнала после цифровой обработки сигнала преобразует данные из записи временной области БПФ в запись частотной области.

На рис. 3–100 запись формы сигнала сравнивается с записью временной области БПФ. Учтите следующие ограничения:

- Для записей форм сигналов длиной ≤ 10 К точек БПФ использует всю запись как входные данные.
- Для записей форм сигналов длиной > 10 К точек записью временной области БПФ становятся первые 10000 точек записи формы сигнала.
- Каждая запись временной области БПФ начинается от начала зарегистрированной записи формы сигнала.
- Опорная точка нулевой фазы для фазового сигнала БПФ находится в середине записи временной области БПФ вне зависимости от длины записи формы сигнала.



Рисунок 3–100: Запись формы сигнала и запись временной области БПФ

БПФ преобразует временные записи в частотные записи. Запись временной области БПФ описывает входные данные БПФ. Рисунок 3–101 иллюстрирует преобразование записи временной области в запись частотной области БПФ. Длина результирующей записи частотной области равна половине длины входной записи БПФ, поскольку в БПФ рассчитываются как положительные, так и отрицательные частоты. Поскольку отрицательные частоты являются зеркальным отображением положительных частот, на экран выводятся только положительные значения

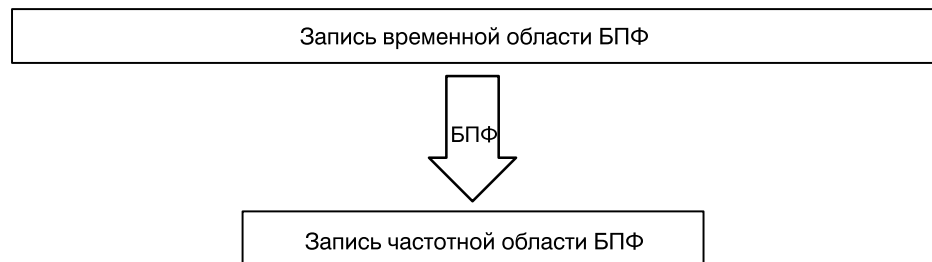


Рисунок 3–101: Запись временной области БПФ и запись частотной области БПФ

Диапазон и разрешение частот БПФ. При включении формы сигнала БПФ осциллограф отображает амплитуду или фазу из записи частотной области БПФ. Разрешение (расстояние между дискретными частотами) при отображении формы сигнала определяется следующим выражением:

$$\Delta F = \frac{\text{Sample Rate}}{\text{FFT Length}}$$

Где ΔF – разрешение частот.

Sample Rate – частота отсчетов исходной формы сигнала.

FFT Length – длина записи формы сигнала во временной области БПФ.

Частота отсчетов определяет также диапазон частот от 0 до $\frac{1}{2}$ частоты отсчетов записи формы сигнала. (Значение $\frac{1}{2}$ частоты отсчетов часто называют частотой или точкой Найквиста.) Например, для частоты отсчетов 20 Мвыб/с БПФ дает диапазон частот от 0 до 10 МГц. Доступные частоты отсчетов при регистрации записей данных могут изменяться в широком диапазоне. Осциллографы TDS отображают частоту отсчетов в показании в верхней части экрана осциллографа.

Смещение, позиция и масштаб

Ниже описано, как правильно отображать БПФ.

Регулировка для отображения без усечения. Чтобы правильно отобразить форму сигнала БПФ, следует изменить масштаб исходной формы сигнала, чтобы она отображалась без усечения.

- Необходимо так выбрать масштаб и позицию исходной осциллограммы, чтобы она умещалась на экране. (Осциллограммы, выходящие за границы экрана, могут оказаться усеченными, что приведет к ошибкам в БПФ.)

С другой стороны, для максимального разрешения по вертикали можно отображать исходные формы сигналов с амплитудами, на два деления превышающими размеры экрана. В последнем случае следует включить режим **Рк-Рк** (Полный размах) в меню измерений и контролировать возможное усечение исходной формы сигнала.

- Используйте позицию и смещение по вертикали для расположения *исходной* осциллограммы. Пока исходная форма сигнала не отсекается, позиция и смещение по вертикали не влияют на форму сигнала БПФ, за исключением постоянной составляющей. (Коррекция постоянной составляющей обсуждается ниже.)

Подстройка смещения и позиции к нулю для коррекции постоянной составляющей. Обычно на выходе стандартного расчета БПФ получают значение постоянной составляющей, вдвое превышающее истинное значение относительно других частот. Кроме того, выбор типа окна также привносит ошибки в значение постоянной составляющей БПФ.

Отображаемое выходное значение БПФ в осциллографах TDS корректируется с учетом этих ошибок для отображения истинного значения постоянной составляющей входного сигнала. Для исходного сигнала следует задать нулевые значения параметров Position (Позиция) и Offset (Смещение) в меню Vertical (По вертикали). При измерении амплитуды постоянной составляющей следует помнить, что 1 VDC равняется 1 V_{RMS} и данные отображаются в единицах dB (дБ).

Длина записи

Обычно используются короткие записи, так как это позволяет видеть на экране большую часть формы сигнала БПФ. Кроме того, длинные записи замедляют отклик осциллографа. Однако увеличение длины записи снижает отношение шума к сигналу и увеличивает частотное разрешение БПФ. Что еще более важно, длинные записи могут оказаться необходимыми для захвата характеристик формы сигнала, которые должны учитываться в БПФ.

Для повышения скорости отклика осциллографа при работе с длинными записями можно сохранить исходную форму сигнала в опорной памяти и выполнять БПФ для сохраненной записи. При этом средства цифровой обработки сигналов выполняют расчет БПФ с использованием сохраненных статических данных. Результат будет обновляться только при сохранении новой формы сигнала.

Режим оцифровки

Выбор правильного режима оцифровки может понизить уровень шума в БПФ.

Настройка в режиме Sample (Отсчеты). Используйте режим отсчетов до настройки и включения БПФ. Режим отсчетов позволяет регистрировать повторяющиеся и не повторяющиеся сигналы и не влияет на частотный отклик исходной формы сигнала.

Снижение шумов в режимах Hi Res (Высокое разрешение) и Average (Усреднение). Если импульс является повторяющимся, режим усреднения может оказаться полезным для уменьшения уровня шумов в сигнале за счет замедления отклика на экране. Режим усреднения может применяться только к повторяющимся сигналам. Усреднение влияет на частотный отклик исходной формы сигнала.

В моделях TDS 500D и TDS 700D после настройки и отображения БПФ можно переключиться в режим Hi Res для снижения влияния шумов на сигнал. Режим высокого разрешения позволяет регистрировать повторяющиеся и не повторяющиеся сигналы. Этот режим влияет на частотный отклик исходной формы сигнала.

Искажения в режимах Peak Detect (Пиковая детекция) и Envelope (Огибающая). Режимы пиковой детекции и огибающей могут привести к существенным искажениям результатов БПФ. Не рекомендуется использовать эти режимы для выполнения БПФ.

Увеличение и интерполяция

После того как установлено оптимальное отображение сигнала, можно увеличить (или уменьшить) его масштаб по вертикали и горизонтали для изучения нужных характеристик. Необходимо только проверить, что сигнал БПФ является выбранной формой сигнала. (Нажмите кнопку **MORE** (Дополнительно) и выберите форму сигнала БПФ в главном меню More. Затем с помощью ручек **SCALE** (Масштаб) отрегулируйте размеры математической формы сигнала по вертикали и горизонтали.)

Если требуется ввести коэффициент масштабирования (2X, 5X и т.д.), необходимо включить лупу: нажмите кнопки **ZOOM → On** (side). Коэффициенты масштабирования по вертикали и горизонтали будут отображены на экране.

Вне зависимости от включения лупы, можно нажать кнопки **Reset** (main) → **Reset Live Factors** или **Reset All Factors** (side) для возврата к отображению формы сигнала БПФ без изменения масштаба.

При расширении отображаемых сигналов в режиме лупы всегда используется интерполяция $\sin(x)/x$ или линейная интерполяция. Для выбора способа интерполяции нажмите кнопки **DISPLAY** → **Setting** (main) → **Display** (pop-up) → **Filter** (main) → **Sin(x)/x** или **Linear** (side).

Если запись исходной формы сигнала содержит 500 точек, то в БПФ используется масштабирование $2X$ для расширения частотной области БПФ с 250 точек до 500 точек. Таким образом, для форм сигналов с 500 точками всегда выполняется БПФ от расчетного сигнала с масштабированием X и интерполяцией. Сигналы с другой длиной записи могут масштабироваться или не масштабироваться, иметь коэффициент масштабирования X или меньший.

Интерполяция $\sin(x)/x$ может привести к искажениям при отображении амплитуды и фазы БПФ в зависимости от используемого окна. Влияние интерполяции легко проверить, переключаясь между режимами $\sin(x)/x$ и линейной интерполяции и сравнивая результаты измерений на экране. Если имеются существенные расхождения, используйте линейную интерполяцию.

Недостаточная выборка (искажения)

Искажения возникают, если осциллограф регистрирует исходную форму сигнала, содержащего компоненты с частотами, выходящими за рамки диапазона частот для текущей частоты отсчетов. В форме сигнала БПФ фактические высокие частоты не будут покрываться выборкой. В результате они будут отображаться как ложные низкочастотные компоненты, которые «отражаются» относительно точки Найквиста. (См. рис.3–102.)

Максимальная частота входного сигнала, которая в любом методе накопления отсчетов вводится без искажений, составляет $1/2$ от частоты отсчетов. Так как исходные сигналы часто имеют основную частоту, которая не приводит к искажениям, и гармоники, которые могут искажаться, необходимо иметь способы распознавания и обработки искажений.

- Следует помнить, что исходный сигнал с короткими фронтами содержит много высокочастотных гармоник. Амплитуды этих гармоник обычно уменьшаются с возрастанием частоты.
- Выборку для исходного сигнала следует выполнять на частотах, по крайней мере вдвое превышающих частоту максимальной составляющей, имеющей существенную амплитуду.

- Применяйте к входному сигналу фильтр, ограничивающий полосу пропускания частотами ниже частоты Найквиста.
- Распознавайте и игнорируйте ложные частоты (искажения).

Если возникли подозрения в наличии искажений в БПФ, выберите входной канал и измените масштаб по горизонтали для увеличения частоты отсчетов. Увеличение частоты отсчетов приведет к увеличению частоты Найквиста. В результате гармоники, отображавшиеся как искажения, будут отображаться на правильных частотах.

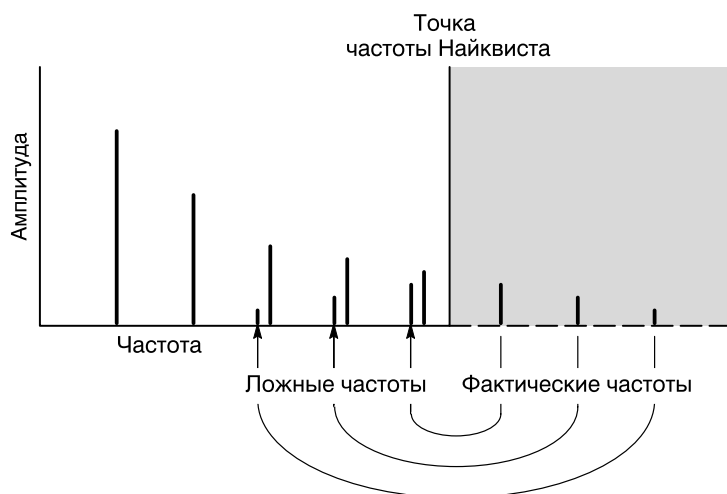


Рисунок 3-102: Появление ложных частот в БПФ

Параметры отображения фазы

При настройке формы сигнала БПФ на отображение фазы для частот, содержащихся в сигнале, необходимо учитывать опорную точку, относительно которой измеряются фазы. Кроме того, для уменьшения шумов в БПФ может потребоваться подавление фазового сдвига.

Установка опорной точки нулевой фазы Фаза на каждой частоте измеряется относительно опорной точки нулевой фазы. Опорной нулевой точкой является точка в центре формы сигнала БПФ, которая соответствует различным точкам в *исходной* (временной) записи. (См. рис. 3-100 на стр. 3-219).

Чтобы измерить фазу для большинства исходных форм сигналов, требуется только установить положительный пик по центру относительно точки нулевой фазы. (Например, по центру относительно точки нулевой фазы следует расположить положительный полупериод синусоидального или прямоугольного сигнала.) Используйте следующий способ:

- Вначале проверьте, что в меню More выбрана форма сигнала БПФ, затем установите позицию по горизонтали 50% в меню Horizontal. При этом опорная точка нулевой фазы будет находиться в центре экрана.
- В меню Horizontal измените положение запуска, чтобы установить в центр экрана по горизонтали положительный пик исходной формы сигнала. Можно также отрегулировать уровень запуска с помощью ручки, чтобы установить положительный пик в центр экрана, если опорный сигнал фазы имеет медленно изменяющиеся фронты.

При тестировании импульса и измерении фазы выровняйте входной импульс по нулевой опорной точке формы сигнала во временной области БПФ:

- Установите позицию запуска 50% и позицию по горизонтали 50% для всех записей длиной менее 15 К.
- Для записей с длиной 100 К установите позицию запуска 5%. С помощью ручки позиции по горизонтали сдвиньте синхронизацию (Г) на экране на центральную линию масштабной сетки.
- Не следует использовать длину записи 15 К, а также, если такие записи поддерживает модель осциллографа, длины записей 30 К, 75 К или 130 К для анализа импульса с помощью БПФ. Такие длины записей не позволяют просто выровнять опорную нулевую точку для фазовых измерений.
- Используйте запуск по входному импульсу.

Регулировка подавления фазового сдвига Исходный сигнал может содержать шумы с фазами, изменяющимися случайным образом в диапазоне от $-pi$ до pi . Шумы могут сделать отображение фазы бесполезным. В подобном случае для снижения шумов следует использовать подавление фазового сдвига.

Пользователь задает уровень подавления фазового сдвига в единицах dB (дБ) относительно уровня $1 V_{RMS}$. Фазовый угол отображается только в том случае, когда амплитуда на конкретной частоте превышает заданный порог. Если же амплитуда ниже этого порога, то для фазового угла задается и отображается нулевое значение в градусах или радианах. (Опорный индикатор на левой стороне масштабной сетки указывает нулевой уровень фазы для фазовых БПФ.)

Проще определить требуемый уровень подавления фазового сдвига, если сначала создать *частотную* форму сигнала БПФ по конкретному источнику, а уже затем создать *фазовую* форму сигнала БПФ по тому же источнику. Для определения уровня подавления с помощью курсорных измерений выполните следующие действия.

1. Выполните шаги с 1 по 7 процедуры *Создание БПФ*, описанной на стр. 3–213. Выберите **dBV RMS (side)** для параметра **Set FFT Vert Scale to (side)**.
2. Нажмите **CURSOR → Mode (main) → Independent (side) → Function (main) → H Bars (side)**. С помощью ручки общего назначения установите выбранный курсор на уровень, при котором «верхушки» амплитуд на частотах, представляющих интерес, находятся выше уровня курсора, а амплитуды на остальных частотах – полностью ниже курсора.
3. Считайте уровень в dB в показании @:. Запишите это значение для использования на шаге 5.
4. Нажмите кнопки **MORE (main) → Change Waveform Definition menu (side)**. Нажмите **Set FFT Vert Scale to (side)** для выбора параметра **Phase (rad)** или **Phase (deg)**.
5. Нажмите кнопку **Suppress Phase at Amplitudes (side)**. С помощью ручки общего назначения задайте подавление фазового сдвига на уровне, который определен с помощью горизонтального курсора. Не изменяйте выбор окна, чтобы не сделать бесполезными результаты, полученные с помощью курсора.

Окна БПФ

Чтобы ознакомиться со способами оптимизации отображения данных БПФ, прочитайте ниже о преобразовании данных в окнах БПФ перед расчетом форм сигналов БПФ. Знакомство с окнами БПФ поможет получить более полезные результаты.

Процесс оконного преобразования Осциллограф умножает запись временной области БПФ на одно из четырех окон БПФ перед тем, как передать ее на вход функции БПФ. Рис.3–103 иллюстрирует обработку записи временной области.

Оконное преобразование БПФ играет роль фильтра полосы пропускания между записью временной области БПФ и записью частотной области БПФ. Форма окна определяет способность БПФ разрешать (разделять) частоты и точно измерять амплитуды на этих частотах.

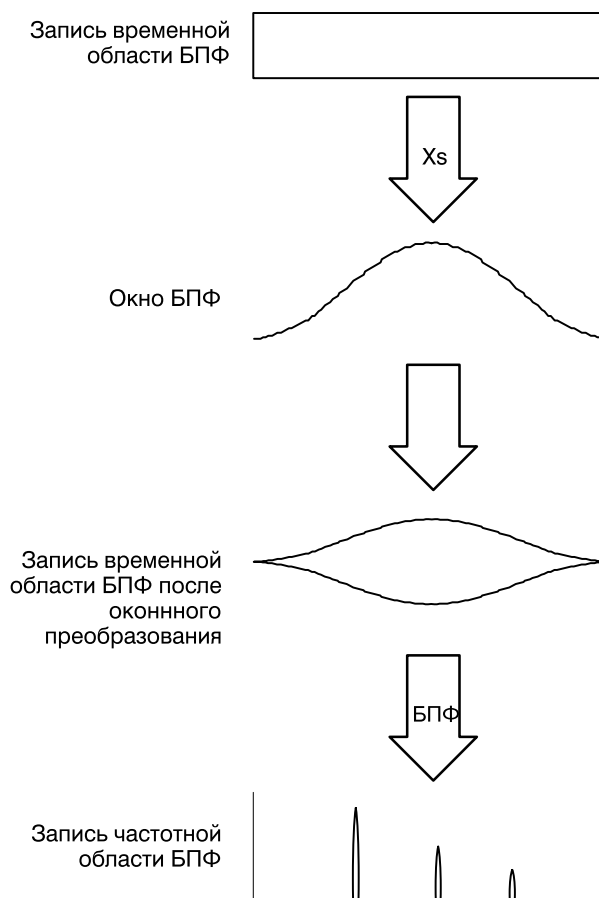


Рисунок 3–103: Оконное преобразование временной области БПФ

Выбор окна. Выбор окна БПФ позволяет повысить частотное разрешение за счет снижения точности амплитудных измерений, повысить точность амплитудных измерений за счет снижения частотного разрешения или выбрать промежуточный вариант. Имеется возможность выбора из четырех окон: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга и Блэкмана-Харриса.

На шаге 8 (стр. 3–215) процедуры *Создание БПФ* эти четыре окна перечислены в порядке, соответствующем их возможности разрешать частоты по сравнению с возможностью точно измерять амплитуды на этих частотах. Список показывает, что повышение возможности разрешать частоты приводит к снижению возможности точно измерять амплитуды на этих частотах. В общем, следует выбирать окно, которое позволяет разрешать измеряемые частоты. Это дает возможность получить наивысшую точность в амплитудных измерениях и исключить перетекание частот при сохранении возможности их различения.

Часто удается подобрать наилучший тип окна эмпирически. Для этого перебираются типы окон, начиная с окна с наилучшим разрешением частот (прямоугольное) до окна с наихудшим разрешением частот (Блэкман-Харрис), пока частоты не станут сливаться. Для получения наилучшего сочетания разрешения и точности определения амплитуды используйте окно, предшествующее тому окну, которое вызвало слияние частот.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если использование окна Хеннинга вызвало слияние частот, перед прямоугольным окном попробуйте окно Хемминга. В зависимости от расстояния от измеряемой частоты до основной, окно Хемминга иногда разрешает частоты лучше, чем окно Хеннинга.

Характеристики окон. При оценке используемого окна может возникнуть необходимость проверить изменение им данных временной области БПФ. Рис. 3–104 показывает каждое окно, характеристики его полосы пропускания, ширину полосы и наивысший боковой выступ. Учитывайте следующие характеристики:

- Чем уже центральный выступ для данного окна, тем лучше оно может разрешать частоты.
- Чем ниже выступы сбоку от центрального выступа, тем выше точность амплитуды для частоты, измеренной в БПФ с помощью данного окна.
- Узкие выступы увеличивают разрешение частоты, поскольку они более избирательны. Низкие амплитуды боковых выступов увеличивают точность, поскольку они уменьшают перетекание частот.

Перетекание частот выражается в том, что временная область сигнала, полученного функцией БПФ, содержит нецелое число периодов сигнала. Так как в каждой записи присутствуют неполные циклы, на концах записи возникают разрывы. Эти разрывы вызывают перетекание энергии с каждой дискретной частоты на соседние частоты. Результатом являются ошибки вычисления амплитуды при измерении этих частот.

Прямоугольное окно не изменяет точки записи сигнала; оно обычно дает наилучшее разрешение частот, поскольку имеет наиболее узкий выступ в выходной записи БПФ. Если измеренные записи временной области всегда имеют целое число периодов, следует использовать только это окно.

Окна Хеннинга, Хемминга и Блэкмана-Харриса являются колоколообразными окнами, которые сужают записи сигнала на концах. Окна Хеннинга и Блэкмана-Харриса сужают данные на концах записи до нуля; следовательно они обычно лучше устраняют перетекание частот.

Колоколообразные окна следует использовать с большой осторожностью. Необходимо убедиться, что наиболее интересные части сигнала располагаются в центральной области, чтобы сужение не вызывало серьезных ошибок.


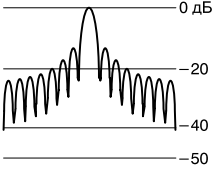

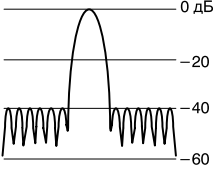

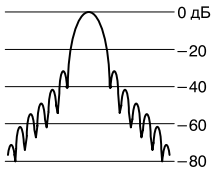

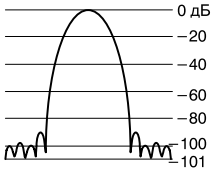
Тип окна БПФ	Фильтр полосы пропускания	Ширина полосы -3 дБ	Наивысший боковой выступ
 <p>Прямоугольное окно</p>		0,89	-13 дБ
 <p>Окно Хемминга</p>		1,28	-43 дБ
 <p>Окно Хеннинга</p>		1,28	-32 дБ
 <p>Окно Блэкмана-Харриса</p>		1,28	-94 дБ

Рисунок 3-104: Окна БПФ и характеристики полосы пропускания

Дифференцирование сигнала

Средства дополнительной цифровой обработки осциллографа TDS включают *дифференцирование сигнала*. Это средство позволяет отобразить математическую производную сигнала, которая показывает моментальную скорость изменения зарегистрированного сигнала. Данный раздел описывает настройку осциллографа на отображение и измерение математических производных сигнала.

Производные сигналов используются при измерении скорости нарастания усилителей и в учебных приложениях. Можно хранить и отображать математические производные сигнала в опорной памяти, а затем использовать их в качестве источника для другой производной сигнала. Результатом будет вторая производная продифференцированного ранее сигнала.

Математический сигнал, являющийся производной от оцифрованного сигнала, вычисляется по следующей формуле:

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

Где X – исходный сигнал
 Y – математическая производная сигнала
 T – время между отсчетами

Так как результирующий сигнал является производной сигнала, его вертикальный масштаб измеряется в вольтах/секунду (горизонтальный – в секундах). Исходный сигнал дифференцируется по всей длине сигнала, следовательно, длина записи математического сигнала равна длине записи исходного сигнала.

Создание производной сигнала

Чтобы получить математическую производную сигнала:

1. Подключите сигнал к входному каналу и выберите этот канал.
2. Отрегулируйте масштабы по горизонтали и вертикали и синхронизацию экрана (или нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка)).
3. Нажмите **MORE** → **Math1**, **Math2** или **Math3** (main) → **Change Math Definition** (side) → **Single Wfm Math** (main). (См. рис. 3–105).
4. Нажмите **Set Single Source to** (side). Повторно нажимайте ту же кнопку (или используйте ручку общего назначения), пока канал, выбранный на шаге 1, не появится в надписи меню.
5. Нажмите **Set Function to** (side). Повторно нажимайте ту же кнопку (или используйте ручку общего назначения), пока **diff** не появится в надписи меню.
6. Нажмите **OK Create Math Wfm** (side) для отображения производной сигнала, введенного на шаге 1.

Теперь математическая производная сигнала будет отображена на экране. Используйте ручки **Vertical SCALE** и **POSITION** для подбора требуемого размера и положения осциллограммы.

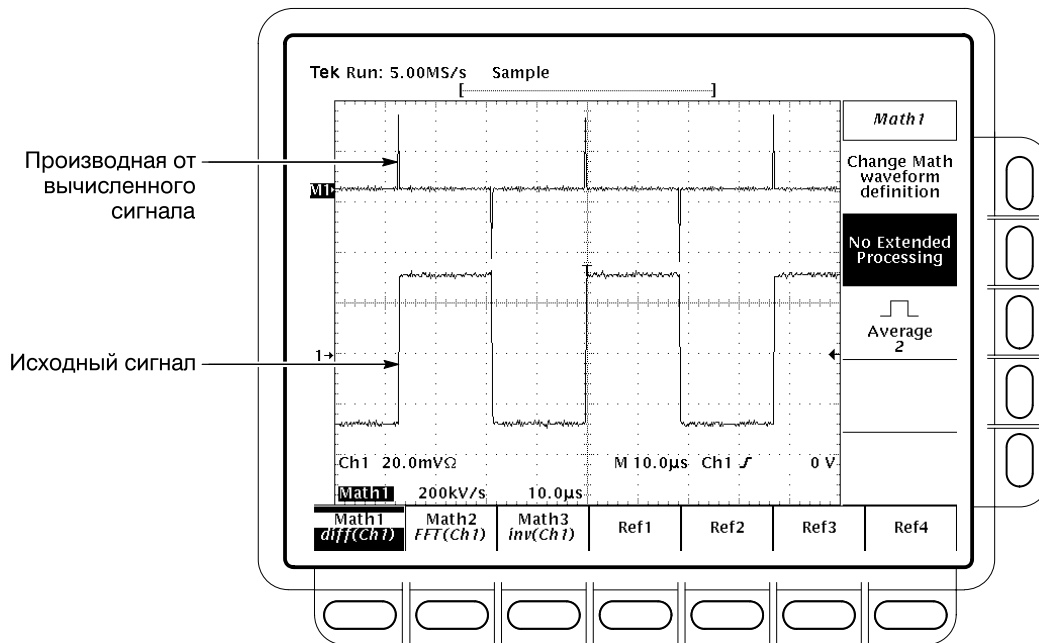


Рисунок 3-105: Производная от вычисленного сигнала

Автоматизированные измерения

Отобрав на экране производную от сигнала, можно использовать автоматические измерения для получения значений различных параметров. Чтобы отобразить автоматические измерения сигнала, выполните следующие действия:

1. Проверьте, что из кнопок выбора каналов выбрана кнопка **MORE** и что в меню **More** выбрана производная от расчетного сигнала.
2. TDS 600B: Нажмите кнопки **MEASURE** (Измерение) → **Select Measrmt** (Выбор измерения) (ѳшт).
3. TDS 500D и TDS 700D: Нажмите кнопки **MEASURE** → **Measure** (зщз-гз) → **Select Measrmt** (ѳшт).
4. В боковом меню выберите от одного до четырех измерений. (См. рис. 3-106.)

Курсорные измерения

Для измерения производных сигналов можно использовать и курсоры. Используйте ту же процедуру, что и описанная в разделе *Курсорные измерения* на стр. 3-237. При использовании этой процедуры обратите внимание на то, что амплитуда производной сигнала измеряется в вольтах/секунду, а не вольт-секундах, как показано для интеграла сигнала, измеряемого в процедуре.

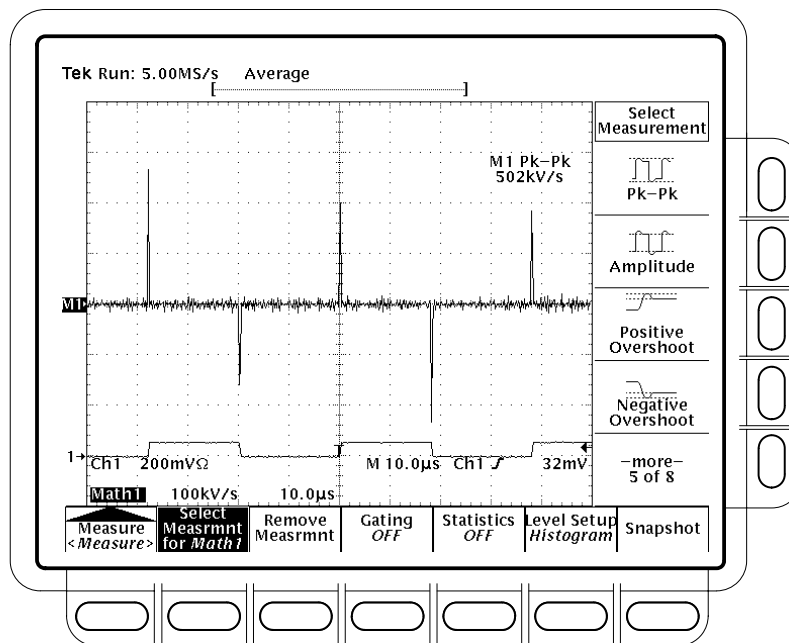


Рисунок 3-106: Измерение амплитуды пик-пик производной сигнала

Смещение, позиция и масштаб

Настройки, выполненные для смещения, масштаба и позиции, оказывают влияние на получаемый математический сигнал. Чтобы получить хорошее изображение, учтите следующие советы:

- Необходимо так выбрать масштаб и позицию исходной осциллограммы, чтобы она умещалась на экране. (Осциллограммы, выходящие за границы экрана, могут оказаться усеченными, что приведет к ошибкам в производной.)
- Можно использовать позицию и смещение по вертикали для расположения *исходной* осциллограммы. Вертикальная позиция и вертикальное смещение не будут оказывать влияние на производную сигнала, пока исходный сигнал не будет выведен за экран и, вследствие этого, усечен.
- При использовании ручки вертикального масштаба для масштабирования исходного сигнала учтите, что она также масштабирует производную сигнала.

В связи с методом, используемым осциллографом, для масштабирования исходного сигнала перед дифференцированием, математическая производная сигнала может оказаться слишком велика по вертикали, чтобы уместиться на экране даже если исходная осциллограмма занимает всего несколько делений на экране. Можно использовать **Zoom** (лупу) для уменьшения размера осциллограммы на экране (см. ниже раздел *Использование лупы*), но если осциллограмма была усечена до увеличения, она останется усеченной и после увеличения.

Если математическая форма сигнала представляет собой узкий дифференцированный импульс, при просмотре на экране он может показаться неусеченным. Можно проверить, усечена ли математическая производная сигнала. Для этого расширьте ее по горизонтали с помощью лупы, после этого можно увидеть отсеченный участок. Автоматические измерения пик-пик будут отображать сообщение об ошибке усечения, если оно включено (см. раздел *Автоматизированные измерения* на стр. 3–232).

Если производная сигнала усечена, попробуйте любой из приведенных ниже методов устранения усечения:

- Уменьшите размер исходной осциллограммы на экране. (Выберите исходный канал и используйте ручку **Vertical SCALE**.)
- Расширьте сигнал на экране в горизонтальном направлении. (Выберите исходный канал и увеличьте масштаб по горизонтали с помощью ручки **SCALE**.) Например, если исходный сигнал, показанный на рис.3–105 на стр. 3–232, отображается так, что его передний и спадающий фронты будут занимать больше горизонтальных делений, амплитуда соответствующего производного импульса будет уменьшаться.

При использовании любого метода убедитесь, что режим лупы отключен и коэффициенты увеличения сброшены (см. раздел *Использование лупы*, расположенный ниже).

Использование лупы

После того как установлено оптимальное отображение сигнала, можно увеличить (или уменьшить) его масштаб по вертикали и горизонтали для изучения любых характеристик. Необходимо только убедиться, что производная сигнала является выбранным сигналом. (Нажмите кнопку **MORE** и выберите производную сигнала в главном меню *More*. Затем с помощью ручек **SCALE** (Масштаб) отрегулируйте размеры математической формы сигнала по вертикали и горизонтали.)

Если требуется ввести коэффициент масштабирования (**2X**, **5X** и т.д.), необходимо включить лупу: нажмите кнопку **ZOOM** (Лупа) → **ON** (ышву). Коэффициенты масштабирования по вертикали и горизонтали будут отображены на экране.

Вне зависимости от включения лупы, можно нажать кнопки **Reset** (Сброс) (ьфшт) → **Reset Live Factors** (Сброс включенных коэффициентов) или **Reset All Factors** (Сброс всех коэффициентов) (ьшву) для возврата к отображению формы производной сигнала без изменения масштаба.

Интегрирование сигнала

Средства дополнительной цифровой обработки осциллографа TDS включают *интегрирование сигнала*. Это средство позволяет отобразить интегральную форму сигнала, которая является интегрированной версией зарегистрированного сигнала. Данный раздел описывает настройку осциллографа на отображение и измерение математических интегралов сигнала.

Интегралы сигналов находят следующее применение:

- Измерение мощности и энергии, например в переключаемых источниках питания.
- Определение характеристик механических датчиков; аналогично интегрированию выхода измерителя ускорения для получения скорости.

Математический сигнал, являющийся интегралом от оцифрованного сигнала, вычисляется по следующей формуле:

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

Где $x(i)$ – исходный сигнал

$y(n)$ – точка на интегральной форме сигнала

scale – масштабный коэффициент выхода

T – время между отсчетами.

Так как результирующий сигнал является интегралом сигнала, его вертикальный масштаб измеряется в вольт-секундах (горизонтальный в секундах). Исходный сигнал интегрируется по всей длине сигнала, следовательно, длина записи математического сигнала равна длине записи исходного сигнала.

Создание интегральной формы сигнала

Чтобы получить интегральную форму сигнала, выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал к входному каналу и выберите этот канал.
2. Отрегулируйте масштабы по горизонтали и вертикали и синхронизацию экрана (или нажмите кнопку **AUTOSET** (Автоматическая настройка)).
3. Нажмите **MORE** → **Math1** (Математический сигнал 1), **Math2** или **Math3** (ьфшт) → **Change Math waveform definition** (Изменение определения математической формы) (ьшву) → **Single Wfm Math** (Обработка одного сигнала) (ьфшт).
4. Нажмите **Set Single Source to** (Задание источника) (ьшву). Повторно нажимайте ту же кнопку, пока канал, выбранный на шаге 1, не появится в надписи меню.
5. Нажмите **Set Function to** (Задание функции) (ьшву). Повторно нажимайте ту же кнопку, пока **intg** (Интегрирование) не появится в надписи меню.
6. Нажмите **OK Create Math Waveform** (Подтверждение создания математической формы сигнала) (ьшву) для включения интегральной формы сигнала.

Теперь интегральная форма сигнала будет отображена на экране. См. рис. 3–107. Используйте ручки **Vertical SCALE** (Масштаб по вертикали) и **POSITION** (Положение по вертикали) для подбора требуемого размера и положения осциллограммы.

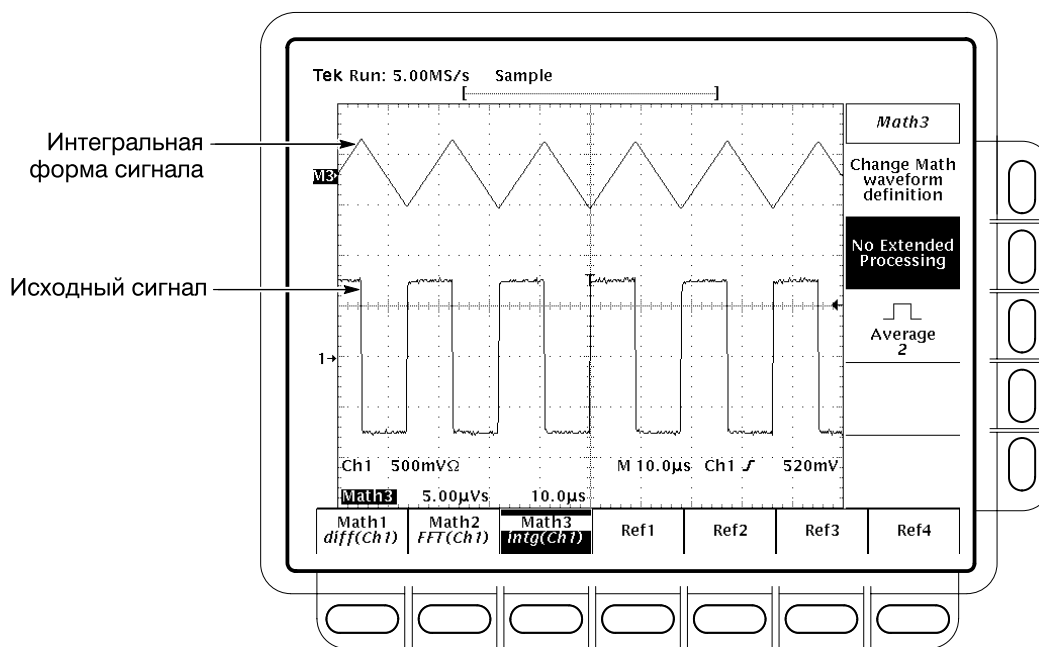


Рисунок 3-107: Интегрирование расчетного сигнала

Курсорные измерения

После отображения интегральной формы сигнала используйте курсоры для измерения значения в течение некоторого периода времени.

1. Проверьте, что из кнопок выбора каналов выбрана кнопка **MORE** (подсвечена) и что в меню **More** выбран интеграл от расчетного сигнала.
2. Нажмите **CURSOR** → **Mode** (ьфшт) → **Independent** (Независимый) (ьшву) → **Function** (Функция) (ьфшт) → **H Bars** (Горизонтальные полосы) (ьшву).
3. С помощью ручки общего назначения установите выбранный курсор (сплошная линия) на максимальную (или на любую) амплитуду выбранной формы сигнала.
4. Нажмите **SELECT** (Выбор) для выбора другого курсора.
5. С помощью ручки общего назначения установите выбранный курсор на минимальную (или на любую) амплитуду выбранной формы сигнала.
6. Значение интеграла напряжения в интервале времени между курсорами в вольт-секундах выводится в показании Δ :. Значение интеграла напряжения в интервале времени между выбранным курсором и опорным индикатором математической формы сигнала выводится в показании $@$:. (См. рис. 3-108.)

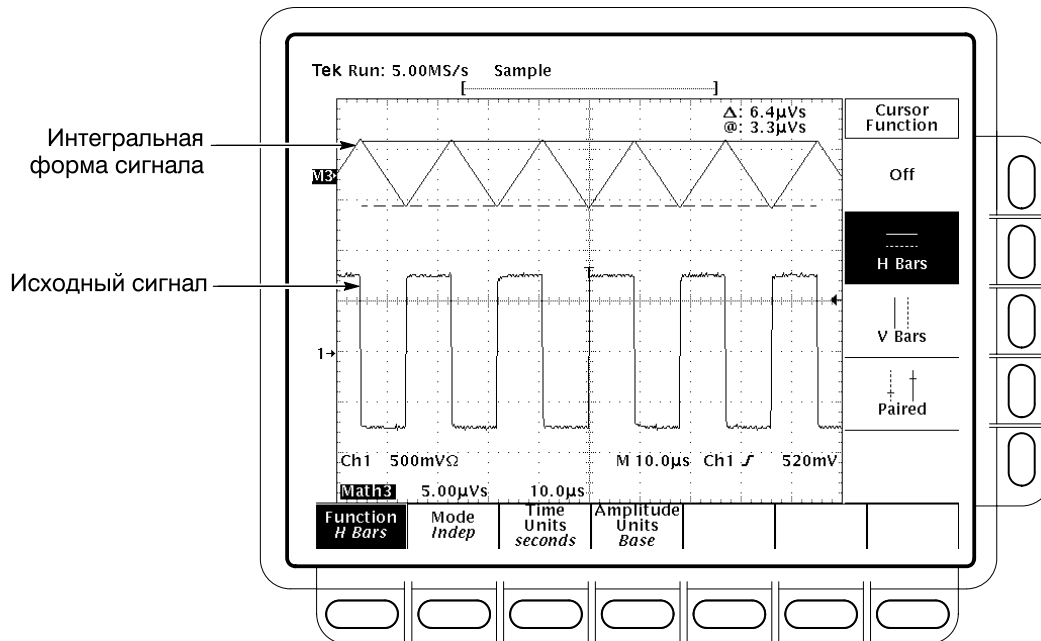


Рисунок 3-108: Измерение интегральной формы сигнала с помощью курсоров горизонтальных полос

7. Нажмите кнопки **Function** (Функция) (ьфшт) → **V Bars** (Вертикальная полоса) (ьшву). С помощью ручки общего назначения установите один из двух вертикальных курсоров в нужное положение по горизонтальной оси.
8. Нажмите кнопку **SELECT** для выбора другого курсора.
9. Установите другой курсор в нужное положение относительно формы сигнала.
10. Разность времен между двумя курсорами выводится в показании Δ :. Разность во времени между выбранным курсором и точкой запуска для *исходного* сигнала выводится в показании @:.
11. Нажмите кнопки **Function** (Функция) (ьфшт) → **Paired** (Сдвоенные) (ьшву).
12. Как описано выше, установите каждый из двух курсоров в нужные точки по горизонтальной оси.

13. Считайте следующие значения из показаний курсоров:

- Считайте значение интеграла напряжения в интервале времени между курсорами в вольтсекундах из показания Δ :
- Считайте значение интеграла напряжения в интервале времени между X выбранного курсора и опорным индикатором математической формы сигнала из показания $@$:
- Считайте разницу значений времени между *длинными* вертикальными полосами сдвоенных курсоров из показания Δ :

Автоматизированные измерения

Имеется возможность автоматизации измерений интеграла от расчетного сигнала. Используйте ту же процедуру, что описана в разделе *Автоматизированные измерения* на стр. 3–232. При использовании этой процедуры обратите внимание на то, что измерение интегральной формы сигнала производится в вольт-секундах, а не вольтах/секунду, как показано для производной сигнала, измеряемого в процедуре.

Смещение, позиция и масштаб

При создании интегральной формы сигнала из сигнала активного канала следует ознакомиться со следующими разделами. Для получения хорошего изображения учтите следующие требования:

- Необходимо так выбрать масштаб и позицию исходной осциллограммы, чтобы она умещалась на экране. (Осциллограммы, выходящие за границы экрана, могут быть усечены, что вызовет ошибки в интегральной форме сигнала.)
- Можно использовать позицию и смещение по вертикали для расположения исходной осциллограммы. Вертикальная позиция и вертикальное смещение не будут оказывать влияние на интеграл сигнала, пока исходный сигнал не будет выведен за экран и, вследствие этого, усечен.
- При использовании ручки вертикального масштаба для масштабирования исходного сигнала учтите, что она также масштабирует интеграл сигнала.

Смещение по постоянному току

Исходные сигналы, подключенные к осциллографу, часто имеют компонент смещения по постоянному току. Осциллограф интегрирует это смещение по времени, изменяя осциллограмму. Даже смещения исходного сигнала на несколько делений бывает достаточно, чтобы интегральная форма сигнала достигла насыщения (т. е. была усечена), особенно для записей большой длины.

Избежать насыщения можно выбором меньшей длины записи. (Нажмите кнопки **HORIZONTAL MENU** (По горизонтали) → **Record Length** (Длина записи) (ьфшт).) Уменьшение частоты дискретизации (используйте ручку **HORIZONTAL SCALE** (Масштаб по горизонтали)) выбранного исходного канала может также предотвратить усечение. Можно также выбрать связь по переменному току в вертикальном меню *исходного* сигнала или фильтр по постоянному току перед подачей сигнала на вход осциллографа.

Использование лупы

После того как установлено оптимальное отображение сигнала, можно увеличить (или уменьшить) его масштаб по вертикали и горизонтали для изучения нужных характеристик. Необходимо только проверить, что интеграл сигнала является выбранным сигналом. (Нажмите кнопку **MORE** и выберите интеграл сигнала в главном меню *More*. Затем с помощью ручек **SCALE** отрегулируйте размеры математической формы сигнала по вертикали и горизонтали.)

Если требуется ввести коэффициент масштабирования (**X**, **5X** и т.д.), необходимо включить лупу: нажмите кнопку **ZOOM** (Лупа) → **On** (ьшву). Коэффициенты масштабирования по вертикали и горизонтали будут отображены на экране.

Вне зависимости от включения лупы, можно нажать кнопки **Reset** (Сброс) (ьфшт) → **Reset Live Factors** (Сброс включенных коэффициентов) или **Reset All Factors** (Сброс всех коэффициентов) (ьшву) для возврата к отображению интегральной формы сигнала без изменения масштаба.

Приложение А: Опции и комплектующие

В данном приложении описаны различные опции, а также стандартные и дополнительные комплектующие для осциллографов серии TDS.

В данном разделе описаны различные опции, а также стандартные и дополнительные комплектующие для осциллографов серии TDS.

Опции

Корпорация Tektronix поставляет опции, описанные в таблице А-1:

Таблица А-1: Опции

Опция #	Метка	Описание
A1	Шнур питания: универсальный европейский	Шнур питания 220 В, 50 Гц
A2	Шнур питания: Великобритания	Шнур питания 240 В, 50 Гц
A3	Шнур питания: Австралия	Шнур питания 240 В, 50 Гц
A4	Шнур питания: Северная Америка	Шнур питания 240 В, 60 Гц
A5	Шнур питания: Швейцария	Шнур питания 220 В, 50 Гц
HD	Дисковод жесткого диска	Дополнительный жесткий диск. (Только для TDS 500D и TDS 700D).
05	Видеосинхронизация	Осциллограф поставляется со средствами исследования событий, происходящих при генерации видеосигналом вертикальных и горизонтальных синхроимпульсов. Эти средства позволяют исследовать сигналы в форматах NTSC, PAL, SECAM и ТВ высокого разрешения. (Опция неприменима к TDS 794D).
13	Порты интерфейса вывода на печать RS-232/Centronics	Дополнительные порты интерфейса вывода на печать RS-232-C и Centronics. (Только для TDS 500D).
1G	Максимум 1 Гвыб/с	Ограничение частоты отсчетов 1 Гвыб/с. (Только для TDS 520D, TDS 540D, TDS 724D и TDS 754D).
1K	Тележка для осциллографа	Тележка K420 для осциллографа. Тележка помогает транспортировать осциллограф в различных лабораторных условиях.
24	Четыре пассивных пробника	Дополнительные четыре пассивных пробника P6139A на 500 МГц (Только для моделей TDS 600B).
26	Четыре активных пробника	Дополнительные четыре активных пробника P6245 на 1,5 ГГц (Только пробники) (Только для моделей TDS 684B).
27	Два активных пробника	Дополнительные два активных пробника P6245 на 1,5 ГГц (Только пробники) (Только для TDS 680B).

Таблица А-1: Опции (прод.)

Опция #	Метка	Описание
1M	Длина записи 130 000	<p>Следующие расширения стандартной длины записи от 50 000 отсчетов:</p> <p>TDS 520D и TDS 724D: до 250 000 отсчетов на одном канале и 130 000 на двух каналах;</p> <p>TDS 540D, TDS 580D, TDS 754D, TDS 784D и TDS 794D: до 500 000 отсчетов на одном канале, 250 000 отсчетов на двух каналах и 130 000 отсчетов на трех или четырех каналах.</p> <p>(Только для перечисленных выше моделей).</p>
2M	Длина накопления отсчетов 8 М	<p>Следующие расширения стандартной длины накопления отсчетов:</p> <p>TDS 520D и TDS 724D: до 2 М отсчетов на двух каналах и 4 М на одном канале;</p> <p>TDS 540D, TDS 580D, TDS 754D, TDS 784D и TDS 794D: до 2 М отсчетов на трех или четырех каналах, 4 М отсчетов на двух каналах и 8 М отсчетов на одном канале.</p> <p>(Опция включает жесткий диск и доступна только для перечисленных моделей).</p>
1R	Монтаж в стойке	Осциллограф поставляется в конфигурации для установки в стойке шириной 19 дюймов. Чтобы переделать осциллограф для работы в полевых условиях, следует заказать комплект # 016-1236-00.
2C	Анализатор коммуникационного сигнала	Осциллограф поставляется в конфигурации для синхронизации коммуникационных сигналов и тестирования с помощью масок. (Только для TDS 500D и TDS 700D).
3C	P6701B с системной калибровкой	Осциллограф поставляется с P6701B и откалиброванным коротковолновым оптическим опорным приемником на канале 1. (Только для TDS 500D и TDS 700D, неприменимо с TDS 794D.)
4C	P6703B с системной калибровкой	Осциллограф поставляется с P6703B и откалиброванным длинноволновым оптическим опорным приемником на канале 1. (Только для TDS 500D и TDS 700D, неприменимо с TDS 794D.)

Таблица А-1: Опции (прод.)

Опция #	Метка	Описание
31	Буферизированный пассивный пробник	Дополнительный буферизированный пассивный пробник P6339A 10x на 500 МГц (Только для TDS 794D.)
32	Активный пробник	Дополнительный активный пробник P6217 на 4 ГГц (Только для TDS 794D, TDS 784D и TDS 580D).
33	Низкоемкостный пробник	Дополнительный низкоемкостный пробник P6158 20x на 3,0 ГГц, 1 кОм (Только пробник) (Только для TDS 580D, TDS 784D и TDS 794D).
34	Дифференциальный пробник	Дополнительный дифференциальный пробник P6247 на 1 ГГц (Только пробник) (Только для TDS 500D и TDS 700D).
35	Активный пробник	Дополнительный активный пробник P6243 на 1 ГГц (Только пробник) (Только для TDS 754D, TDS 724D, TDS 540D и TDS 520D).
36	Пассивный пробник	Дополнительный пассивный пробник P6139A 10X на 500 МГц (Только для TDS 784D и TDS 580D).
37	Активный пробник	Дополнительный активный пробник P6245 на 1,5 ГГц (Только для TDS 794D, TDS 784D и TDS 580D).
2D	Два пробника	Вместо двух стандартных пробников, обычно поставляемых с осциллографом. (Только для моделей TDS 520D и TDS 620B).
2F	Дополнительная цифровая обработка	Дополнительные математические средства цифровой обработки сигналов, такие как БПФ, интегрирование и дифференцирование. (Только для моделей TDS 500D).
4D	Четыре пробника	Вместо четырех стандартных пробников, обычно поставляемых с моделью. (Только для моделей TDS 540D, TDS 644B и TDS 754D).
C3	Три года калибровки	Обеспечивается калибровка в течение трех лет.
C5	Пять лет калибровки	Обеспечивается калибровка в течение пяти лет.
D1	Отчет с данными калибровки	Осциллограф поставляется с отчетом, содержащим данные калибровки.
D3	Данные калибровки для C3	Поставляются данные калибровки для опции C3.
D5	Данные калибровки для C5	Поставляются данные калибровки для опции C5.
R5	Расширенная гарантия	Осциллограф поставляется с расширенной гарантией на 5 лет.
L1	Руководство на французском языке	Поставляется руководство пользователя на языке, соответствующем выбранному номеру опции.
L3	Руководство на немецком языке	
L5	Руководство на японском языке	
L9	Руководство на корейском языке	

Стандартные комплектующие

В стандартный комплект поставки осциллографа входят комплектующие, перечисленные в таблице А–2.

Таблица А–2: Стандартные комплектующие

Комплектующие	Серийный номер
Руководство пользователя	071-0130-XX
Справочник	020-2235-XX
Технический справочник: проверка работы и спецификации	071-0135-XX
Пробники: TDS 754D: четыре пассивных пробника Р6139А 10X на 500 МГц TDS 644В: четыре пробника Р6243 TDS 620В: два пробника Р6139А TDS 540D: четыре пассивных пробника Р6139А 10X на 500 МГц TDS 520D и TDS 724D: два пассивных пробника Р6139А 10X на 500 МГц TDS 580D, TDS 680В, TDS 684В, TDS 784D, TDS 794D: стандартные пробники отсутствуют	Р6139А Р6243 Р6139А Р6139А Р6139А
Лицевая крышка	200-3696-01
Сумка для комплектующих (TDS 644В, TDS 684В, TDS 700D)	016-1268-00
Шнур питания: стандарт США	161-0230-01

Дополнительные комплектующие

Можно заказать дополнительные комплектующие, перечисленные в таблице А–3.

Таблица А–3: Дополнительные комплектующие

Комплектующие	Серийный номер
Руководство по обслуживанию	071-0136-XX
Тележка для осциллографа	K420
Монтажный набор (для полевых условий)	016-1236-00
Сумка для комплектующих (TDS 500D, TDS 620B, TDS 680B)	016-1268-00
Футляр с мягкими стенками для переноски	016-0909-01
Ящик для перевозки	016-1135-00
Кабель GPIB (1 метр)	012-0991-01
Кабель GPIB (2 метра)	012-0991-00
Кабель Centronics	012-1214-00
Кабель RS-232	012-1298-00

**Дополнительные
пробники**

Таблица А-4 содержит перечень рекомендуемых пробников для каждого осциллографа. Описания пробников следуют за таблицей.

Таблица А-4: Справочник по рекомендуемым пробникам

Пробник	520D 540D	580D	620B 644B	680B 684B	724D 754D	784D	794D
Специальный 10X							P6339A
Пассивный 1X	P6101B	P6101B	P6101B	P6101B	P6101B	P6101B	
10X	P6139A	P6139A	P6139A	P6139A	P6139A	P6139A	
100X	P5100	P5100	P5100	P5100	P5100	P5100	
1000X	P6015A	P6015A	P6015A	P6015A	P6015A	P6015A	
Для приборов с поверхностным монтажом	P6563A	P6563A	P6563A	P6563A	P6563A	P6563A	
Низкочастотный	P6158	P6158	P6158	P6158	P6158	P6158	P6158
Активный CMOS/TTL	P6243	P6245	P6243	P6245	P6243	P6245	P6245
Все технологии	P6245 P6217	P6245 P6217	P6245 P6217	P6245 P6217	P6245 P6217	P6245 P6217	P6245 P6217
Логический	P6408	P6408	P6408	P6408	P6408	P6408	
Дифференциальный цифровой/телеком	P6246, P6247	P6247	P6246, P6247	P6247	P6246, P6247	P6247	P6247
Микровольтный	ADA400A	ADA400A	ADA400A	ADA400A	ADA400A	ADA400A	
Высоковольтный	P5205 P5210	P5205 P5210	P5205 P5210	P5205 P5210	P5205 P5210	P5205 P5210	
Токовый: только переменный	P6021 P6022 CT-1 CT-2	P6021 P6022 CT-1 CT-2	P6021 P6022 CT-1 CT-2	P6021 P6022 CT-1 CT-2	P6021 P6022 CT-1 CT-2	P6021 P6022 CT-1 CT-2	CT-1 CT-2
Токовый: переменный/ постоянный	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S	TCP202 AM503S
Электрооптический преобразователь	P6701B P6703B	P6701B P6703B	P6701B P6703B	P6701B P6703B	P6701B P6703B	P6701B P6703B	P6701B P6703B

- Р6701В – аналоговый оптико-электрический преобразователь: от 500 до 950 нм (от постоянного до 1 ГГц, 1 В/мВт)
- Р6703В – аналоговый оптико-электрический преобразователь: от 1100 до 1700 нм (от постоянного до 1,2 ГГц, 1 В/мВт)
- Р6723 – оптический логический пробник: от 1310 до 1550 нм (от 20 до 650 Мб/с, от –8 до –28 дБм)
- Адаптер дифференциального сигнала AFTDS
- Адаптер АМТ75 от 75 Ом до 50 Ом
- Р6243 – Активный высокоскоростной цифровой вольтовый пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 1,0 ГГц.
- Р6245 – Активный высокоскоростной цифровой вольтовый пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 1,5 ГГц
- Р6246 – активный широкополосный дифференциальный пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 400 МГц
- Р6247 – активный широкополосный дифференциальный пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 1 ГГц
- Р6101В – пассивный пробник 1X, 15 МГц
- Р6158 низкоемкостный пробник 3,0 ГГц, 20x, 1 кОм
- Р6139А – пассивный пробник 10X, 500 МГц
- Р6339А – буферизованный пассивный пробник 500 МГц связь по переменной/постоянной составляющей с предельной шириной полосы 20/150 МГц (для TDS 794D)
- Р6217 – Активный высокоскоростной цифровой вольтовый пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 4 ГГц. Смещение по постоянной составляющей
- Р6204 – Активный высокоскоростной цифровой вольтовый пробник. На полевых транзисторах. От постоянного до 1 ГГц. Смещение по постоянной составляющей
- Р6563А – пассивный пробник для приборов с поверхностным монтажом, 20X, 500 МГц

- P5100 – высоковольтный пассивный пробник, 2,5 кВ, от постоянного до 250 МГц
- P6015A – высоковольтный пробник, пик 40 кВ, 75 МГц
- P5205 – высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ (дифференциальный), от постоянного до 100 МГц
- P5210 – дифференциальный высоковольтный пробник, 5,6 кВ (постоянный + пиковый переменный) 50 МГц
- ADA 400A – дифференциальный предусилитель, переключаемое усиление
- AM 503S — система измерения постоянного/переменного тока, 50 МГц. Поставляется с токовым пробником А6302
- AM 503S опция 03: система измерения постоянного/переменного тока, 100 А. Поставляется с токовым пробником А6303
- AM 503S опция 05: система измерения постоянного/переменного тока, 100 МГц. Поставляется с токовым пробником А6312
- TSP 202 – токовый пробник, от постоянного до 50 МГц, 15 А на постоянном
- P6021 – пробник переменного тока. От 120 Гц до 60 МГц
- P6022 – пробник переменного тока. От 935 кГц до 120 МГц
- СТ-1 Токовый пробник для постоянной или длительной установки в цепь. От 25 кГц до 1 ГГц, вход 50 Ом.
- СЕ-2 Токовый пробник для постоянной или длительной установки в цепь. От 1,2 кГц до 200 ГГц, вход 50 Ом.
- СТ-4 Токовый трансформатор для использования с AM 503S (А6302, А6312) и Р6021. Пиковый импульс 20 кА. От 0,5 Гц до 20 МГц с AM 503S (А6302)
- P6408 – логический пробник, 17-битовый, TTL

Дополнительное программное обеспечение

Дополнительные программы, перечисленные в таблице А-5, являются программными продуктами Tektronix, рекомендованными для использования с осциллографом.

Таблица А-5: Дополнительное программное обеспечение

Программы	Серийный номер
Wavewriter: усреднение и создание форм сигналов	S3FT400
WaveStar [™] : захват осциллограмм и документация	WSTR31
WaveStar [™] : захват осциллограмм и документация, версии Windows 95/NT	WSTR0
Телекоммуникационный пакет и программное обеспечение i-Pattern Software	TTIP

Информация о гарантии

Ознакомьтесь с полными гарантийными обязательствами для данного изделия и всех изделий, перечисленных выше, на первой странице после титульного листа в руководстве для каждого изделия.

Приложение В: Алгоритмы

Осциллограф TDS может выполнять 25 автоматических измерений. Понимание алгоритмов расчетов позволит лучше использовать осциллограф и интерпретировать результаты.

Измеряемые переменные

Работающий осциллограф использует в расчетах набор переменных. В их число входят:

High, Low *High* (высокое) представляет значение, которое используется как задающее уровень 100% в измерениях, таких как длительность спада и длительность нарастания. Например, если запрашивается время нарастания от 10% до 90%, осциллограф рассчитывает 10% и 90% как доли значения *High*, представляющего 100%.

Low (низкое) представляет значение, которое используется как задающее уровень 0% в измерениях, таких как длительность спада и длительность нарастания.

Точный смысл переменных *High* и *Low* определяется тем, какой из двух методов расчетов пользователь выбирает в пункте **High-Low Setup** (Установка высокого–низкого) меню **Measure** (Измерение). Такими методами являются *Min-max* (Минимум–максимум) и *Histogram* (Гистограмма).

Метод MinMax — определяет уровни формы сигнала 0% и 100% как отсчеты с самым низким (наибольшим по абсолютной величине отрицательным значением) и самым высоким (наибольшим положительным) значением амплитуды. Метод минимума-максимума оказывается полезным для измерения частоты, ширины и периода многих типов сигналов. Однако метод минимума-максимума чувствителен к колебательным переходным процессам и выбросам в сигналах и не всегда позволяет правильно измерить длительность нарастания, длительность спада, перерегулирование и отрицательный выброс.

В методе минимума-максимума значения *High* и *Low* рассчитываются следующим образом:

Высокое = *Макс*

и

Низкое = *Мин*

Метод гистограммы — предпринимается попытка найти максимальную плотность точек выше и ниже среднего значения по форме сигнала. При этом делается попытка игнорирования колебательных переходных процессов и выбросов при определении уровней 0% и 100%. Этот метод хорошо работает при измерениях прямоугольных импульсов и последовательностей прямоугольных импульсов.

Осциллограф рассчитывает значения *High* и *Low* для метода гистограммы следующим образом:

1. По записи строится гистограмма с одним столбцом на каждый уровень оцифровки (всего 256).
2. Гистограмма разбивается на две части в средней точке между значениями *Min* и *Max* (это значение называют *Mid* (Среднее)).
3. Уровень с наибольшим количеством точек в верхней части гистограммы представляет значение *High*, а уровень с наибольшим количеством точек в нижней части гистограммы представляет значение *Low*. (Значения *High* и *Low* соответствуют пикам гистограммы).

Если значение *Mid* дает максимальное пиковое значение в верхней или нижней части гистограммы, то значение *Mid* возвращается для обоих значений *High* и *Low* (это соответствует сигналу очень малой амплитуды).

Если максимальное значение имеют несколько столбцов гистограммы, то выбирается столбец, наиболее удаленный от *Mid*.

Этот алгоритм плохо работает для ступенчатых сигналов с перерегулированием выше 100%.

Опорные уровни HighRef, MidRef, LowRef, Mid2Ref

Пользователь задает различные опорные уровни с помощью пункта **Reference Level** (Опорный уровень) меню **Measure** (Измерение). Они включают:

HighRef — верхний опорный уровень осциллограммы. Используется при расчетах длительности спада и длительности нарастания. Обычно задается уровень 90%. Пользователь имеет возможность задать относительное значение от 0% до 100% или конкретный уровень напряжения.

MidRef — средний опорный уровень осциллограммы. Обычно задается уровень 50%. Пользователь имеет возможность задать относительное значение от 0% до 100% или конкретный уровень напряжения.

LowRef — нижний опорный уровень осциллограммы. Используется при расчетах длительности спада и нарастания. Обычно задается уровень 10%. Пользователь имеет возможность задать относительное значение от 0% до 100% или конкретный уровень напряжения.

Mid2Ref — средний опорный уровень второй осциллограммы (или второй средний опорный уровень той же осциллограммы). Используется при расчетах времени задержки. Обычно задается уровень 50%. Пользователь имеет возможность задать относительное значение от 0% до 100% или конкретный уровень напряжения.

Другие переменные

Осциллограф также измеряет несколько вспомогательных значений, используемых для обработки измерений.

Record Length — число точек данных в масштабе времени. Задается через пункт **Record Length** (Длина записи) меню Horizontal (По горизонтали).

Start — положение начала зоны измерений (значениеX). Представляет значение 0,0 отсчетов, за исключением случая измерений в зоне интереса. При измерениях в зоне интереса представляет позицию левого вертикального курсора.

End — положение конца зоны измерений (значениеX). Представляет значение (*RecordLength* – 1,0) отсчетов, за исключением случая измерений в зоне интереса. При измерениях в зоне интереса представляет позицию правого вертикального курсора.

Hysteresis — полоса гистерезиса занимает 10% от амплитуды осциллограммы. Используется в расчетах *MCross1*, *MCross2* и *MCross3*.

Например, после измерения пересечения в отрицательном направлении, значения данных осциллограммы должны упасть ниже 10% от амплитуды относительно точки *MidRef* (Средний опорный сигнал), прежде чем измеряющая система будет готова к измерению пересечения в положительном направлении. Аналогично, после пересечения уровня *MidRef*, значения данных осциллограммы должны подняться выше 10% от амплитуды, прежде чем станет возможным измерение отрицательного пересечения. Гистерезис полезен при измерениях сигналов с шумами, поскольку при этом осциллограф может игнорировать малые флуктуации сигнала.

Расчеты MCross

MCross1, MCross2, and MCross3 — время первого, второго и третьего пересечения уровня *MidRef*, соответственно. (См. рис. В-1.)

Для этих переменных полярность пересечений не существенна, однако последовательные пересечения имеют разную полярность. Например, *MCross1* может быть положительным или отрицательным пересечением, но если *MCross1* является положительным пересечением, то *MCross2* должно быть отрицательным.

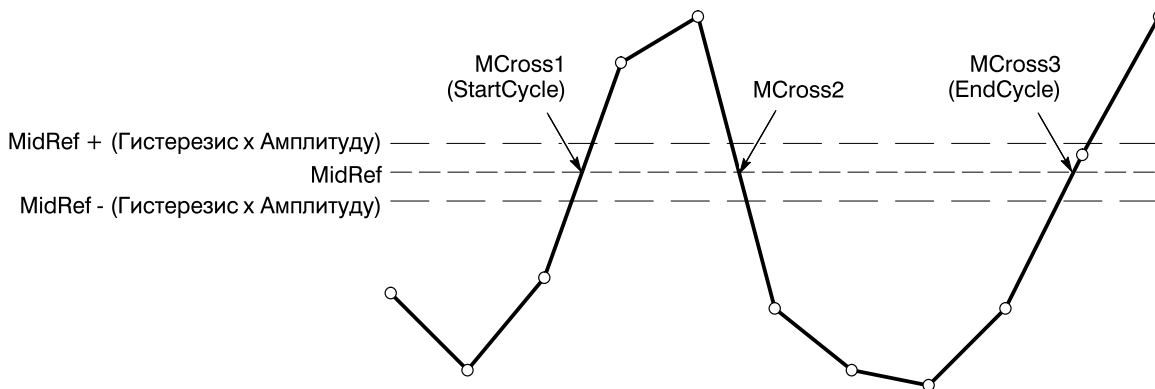


Рисунок В-1: Расчеты MCross

Осциллограф рассчитывает эти значения следующим образом:

1. Определяется первая точка *MidRefCrossing* (Пересечение среднего опорного сигнала) в записи осциллограммы или в зоне интереса. Это точка *MCross1*.
2. Начиная от *MCross1*, находится следующая точка *MidRefCrossing* в записи осциллограммы (или в зоне интереса) с полярностью, противоположной *MCross1*. Это точка *MCross2*.
3. Начиная от *MCross2*, находится следующая точка *MidRefCrossing* в записи осциллограммы (или в зоне интереса) с полярностью, совпадающей с *MCross1*. Это точка *MCross3*.

MCross1Polarity — полярность первого пересечения (значение по умолчанию отсутствует). Полярность может соответствовать нарастанию или спаду.

StartCycle — время начала измерений цикла. Значение с плавающей запятой в диапазоне от 0,0 до (*RecordLength* – 1,0), включительно.

$$StartCycle = MCross1$$

EndCycle — время окончания измерений цикла. Значение с плавающей запятой в диапазоне от 0,0 до (*RecordLength* – 1,0), включительно.

$$EndCycle = MCross3$$

Waveform[<0.0 ... RecordLength–1.0>] — сохранение зарегистрированных данных.

TPOS — положение отсчета, непосредственно предшествующего точке запуска (отсчет опорного нуля времени). Другими словами, эта переменная содержит опорную точку домена. В этой точке время = 0.

TSOFF — смещение между *TPOS* и фактической точкой запуска. Другими словами, эта переменная представляет смещение отсчета запуска. Значения изменяются в диапазоне отсчетов 0,0 и 1,0. Это значение определяется прибором, когда он принимает сигнал запуска. Фактическим положением опорного нуля (запуска) в записи измерения является (*TPOS+TSOFF*).

Алгоритмы измерений

Автоматизированные измерения определяются и рассчитываются следующим образом:

Амплитуда *Амплитуда = Высокое – Низкое*



Область



Арифметическая область для одной формы сигнала. Следует помнить, что форма сигнала не обязательно совпадает с периодом. Для периодических сигналов иногда полезнее использовать измерение CycleArea (циклическая область).

Если значения начального и конечного времени совпадают ($Start = End$), возвращается (интерполированное) значение в точке $Start$.

В противном случае

$$Область = \int_{Start}^{End} \text{Форма сигнала}(t) dt$$

Подробнее об алгоритме интегрирования см. на стр. В-15.

Циклическая область



Измерение амплитуды (напряжения). Область, рассчитанная по одному периоду формы сигнала. Если сигнал не является периодическим, лучше использовать измерение Area (Область).

Если значения начального и конечного времени периода совпадают ($StartCycle = EndCycle$), возвращается (интерполированное) значение в точке $StartCycle$.

$$Циклическая область = \int_{StartCycle}^{EndCycle} \text{Форма сигнала}(t) dt$$

Подробнее об алгоритме интегрирования см. на стр. В-15.

**Длительность
вспышки**



Временное измерение. Продолжительность вспышки.

1. Находится точка $MCrossI$ для формы сигнала. Это точка $MCrossStart$.
2. Находится последняя точка $MCross$ (поиск назад от точки $EndCycle$ к точке $StartCycle$). Это точка $MCrossStop$. Это значение может отличаться от $MCrossI$.
3. Рассчитывается длительность вспышки $Длительность\ вспышки = MCrossStop - MCrossStart$

**Среднее значение
периода**



Измерение амплитуды (напряжения). Среднее значение рассчитывается по одному периоду сигнала. Если сигнал не является периодическим, лучше использовать измерение Mean (Среднее значение).

Если значения начального и конечного времени периода совпадают ($StartCycle = EndCycle$), возвращается (интерполированное) значение в точке $StartCycle$.

$$Среднее\ значение\ периода = \frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} \text{Форма сигнала}(t) dt}{(EndCycle - StartCycle) \times \text{Интервал дискретизации}}$$

Подробнее об алгоритме интегрирования см. на стр.В-15.

**Среднеквадратическое
значение периода**



Истинное среднеквадратическое значение напряжения по одному периоду.

Если $StartCycle = EndCycle$, тогда $CycleRMS = Waveform[Start]$.

В противном случае

$$Среднеквадр.\ значение\ периода = \sqrt{\frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} (\text{Форма сигнала}(t))^2 dt}{(EndCycle - StartCycle) \times \text{Интервал дискретизации}}}$$

Подробнее об алгоритме интегрирования см. на стр.В-15.

Задержка



Временное измерение. Промежуток времени между точками пересечения *MidRef* и *Mid2Ref* для двух различных осциллограмм или между двумя точками на одной осциллограмме.

Измерения величины задержки (Delay) фактически представляют группу измерений. Чтобы выполнить конкретное измерение, необходимо указать объект измерения, а также опорную полярность пересечения и направление поиска.

Delay = время между пересечением *MidRef* на исходной осциллограмме и пересечением *Mid2Ref* на второй осциллограмме.

Измерения задержки невозможны на экране снимка.

Коэффициент затухания

Оптическое измерение со значением в диапазоне от 1 до 100. В реальных контурах коэффициент затухания (Extinction Ratio) обычно имеет значение от 8 до 30. Значения ≤ 1 или ≥ 100 приводят к ошибкам. Значения коэффициента затухания 1 или 100 свидетельствуют о неполадках. Необходима калибровка оптического пробника и осциллографа. Все входные сигналы имеют мощность на уровне микроватт и не являются отрицательными. Коэффициент затухания является безразмерной величиной.

Коэффициент затухания = (Высокое/Низкое)

Низкое ≥ 1 мВт

Затухание в %

Оптическое измерение.

Затухание % = $100,0 / \text{Коэффициент затухания}$

Затухание в дБ

Оптическое измерение. Затухание в дБ (Extinction dB) обычно имеет значение от 8 до 12 дБ. Выход входного сигнала за пределы этого диапазона может быть результатом использования неоптических пробников или лазеров, не предназначенных для связи.

Затухание дБ = $10,0 (\log_{10}(\text{Коэффициент затухания}))$

Время спада



Временное измерение. Время спада (Fall Time) измеряется на спадающем фронте импульса как время спада от значения *HighRef* (по умолчанию = 90%) до *LowRef* (по умолчанию = 10%).

Рисунок В-2 демонстрирует спадающий фронт с двумя пересечениями, необходимыми для измерения времени спада.

1. Поиск в направлении от *Start* к *End* позволяет обнаружить в зоне измерений первый отсчет, превышающий значение *HighRef*.
2. От этого отсчета поиск продолжается до обнаружения первого (отрицательного) пересечения *HighRef*. Значением времени пересечения является *THF*. (При необходимости используется линейная интерполяция).

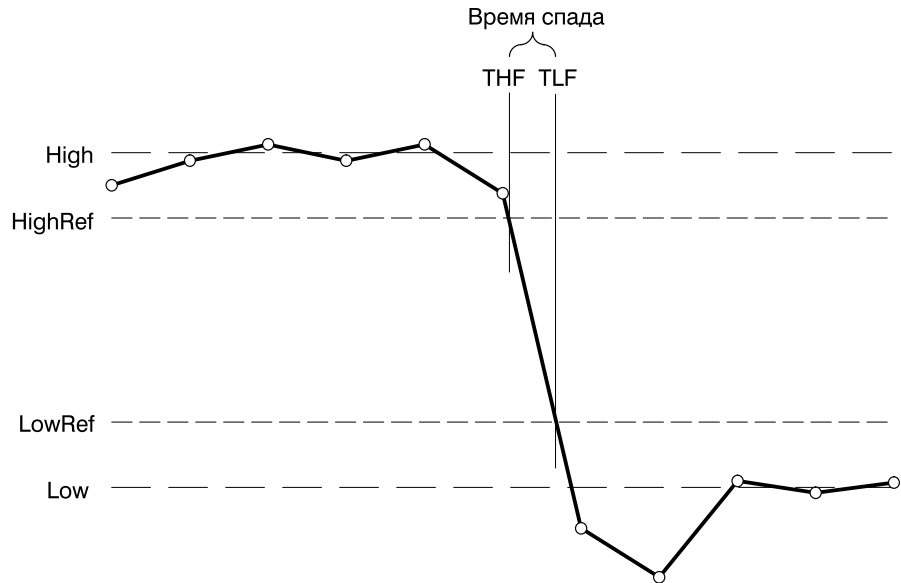


Рисунок В-2: Время спада

3. От *THF* продолжается поиск пересечения *LowRef*. Значение *THF* обновляется, если обнаруживается следующее пересечение *HighRef*. Когда обнаруживается пересечение *LowRef*, его время становится значением *TLF*. (При необходимости используется линейная интерполяция).
4. *Время спада* = $TLF - THF$

Частота



Временное измерение. Частота (Frequency) является обратным значением периода (Period). Измеряется в герцах (Гц); 1 Гц = 1 период в секунду.

Если *Период* = 0 или имеет недопустимое значение, возвращается ошибка.

$$\text{Частота} = 1/\text{Период}$$





Высокое



Высокое (High) представляет 100% опорного значения напряжения. (См. *High, Low* на стр. В-1.)

При использовании способа измерения минимума-максимума:

$$\text{Высокое} = \text{Макс}$$

<p>Низкое</p> 	<p>Низкое (Low) представляет 0% опорного значения напряжения. (См.<i>High, Low</i> на стр. В-1.)</p> <p>При использовании способа измерения минимум-максимум:</p> $\text{Низкое} = \text{Мин}$
<p>Максимум</p> 	<p>Измерение амплитуды (напряжения). Максимум напряжения. Обычно это пиковое напряжение с максимальным положительным значением.</p> <p>Проверяются все отсчеты <i>Waveform[]</i> от <i>Start</i> до <i>End</i> включительно. Значение <i>Max</i> задается равным максимальному обнаруженному значению в записи <i>Waveform[]</i>.</p>
<p>Среднее</p> 	<p>Среднеарифметическое значение (Mean) для одной формы сигнала. Следует помнить, что форма сигнала не обязательно совпадает с периодом. Для периодических сигналов иногда полезнее вместо среднего по форме сигнала использовать среднее значение периода.</p> <p>Если значения начального и конечного времени совпадают (<i>Start = End</i>), возвращается (интерполированное) значение в точке <i>Start</i>.</p> <p>В противном случае</p> $\text{Среднеарифметич. значение} = \frac{\int_{Start}^{End} \text{Форма сигнала}(t) dt}{(End - Start) \times \text{Интервал дискретизации}}$ <p>Подробнее об алгоритме интегрирования см. на стр.В-15.</p>
<p>Среднее значение дБм</p>	<p>Нормализованное среднее. Если источником осциллограммы является оптический пробник, это значение может представлять оптическую мощность.</p> $\text{Среднее значение дБм} = 10,0(\log_{10}(\text{Среднее} / 0,001))$
<p>Минимум</p> 	<p>Измерение амплитуды (напряжения). Минимум амплитуды. Обычно это пиковое напряжение с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением.</p> <p>Проверяются все отсчеты <i>Waveform[]</i> от <i>Start</i> до <i>End</i> включительно. Значение <i>Min</i> задается равным минимальному обнаруженному значению в записи <i>Waveform[]</i>.</p>

Отрицательная скважность



Временное измерение. Отрицательная скважность (Negative Duty Cycle) представляет отношение ширины отрицательной части импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах.

Переменная *NegativeWidth* определена ниже в разделе **Ширина отрицательной части**.

Если *Период* = 0 или не определен, возвращается ошибка.

$$\text{Отрицательная скважность} = \frac{\text{Ширина отрицательной части}}{\text{Период}} \times 100\%$$

Отрицательный выброс



Измерение амплитуды (напряжения).

$$\text{Отрицательный выброс} = \frac{\text{Низкое-Мин}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

Отметим, что это значение не может быть отрицательным (за исключением случая недопустимых значений High или Low).

Ширина отрицательной части



Временное измерение. Ширина отрицательной части (Negative Width) представляет расстояние (время) между точками пересечения уровня *MidRef* (по умолчанию = 50%) для отрицательной части импульса.

Если *MCrossIPolarity* = ‘-’

тогда

$$\text{Ширина отрицательной части} = (MCross2 - MCross1)$$

в противном случае

$$\text{Ширина отрицательной части} = (MCross3 - MCross2)$$

Форма сигнала[Start]

Оптическая мощность

См раздел «Среднее значение дБм» на стр.В-10.

Амплитуда пик-пик



Измерение амплитуды. Абсолютная разность между максимумом и минимумом амплитуды.

$$\text{Амплитуда пик-пик} = \text{Макс} - \text{Мин}$$



Период

Временное измерение. Время одного полного цикла сигнала. Период является обратным значением частоты. Измеряется в секундах.

$$\text{Период} = MCross3 - MCross1$$



Фаза

Временное измерение. Выраженная в градусах для конечной формы сигнала величина фазового сдвига между пересечениями *MidRef* двух осциллограмм. Сигналы должны иметь одну частоту или один из сигналов должен быть гармоникой другого.

В измерениях фазы участвуют две осциллограммы, конечная и опорная. Чтобы выполнить конкретное измерение фазы, необходимо указать источники объекта измерения и опорного сигнала.

Фаза (Phase) определяется следующим образом:

1. Обнаруживаются первое *MidRefCrossing* (*MCross1Target*) и третье (*MCross3*) пересечения в исходной (конечной) осциллограмме.
2. Рассчитывается период конечной осциллограммы (см. выше раздел *Период*).
3. Обнаруживается первое пересечение *MidRefCrossing* (*MCross1Ref*) в опорной осциллограмме с тем же направлением (полярностью), что и в обнаруженном пересечении *MCross1Target*.
4. Фаза рассчитывается следующим образом:

$$\text{Фаза} = \frac{MCross1Ref - MCross1Target}{\text{Период}} \times 360$$

Если конечная осциллограмма опережает опорную, фаза является положительной; если отстает, то отрицательной.

Измерения фазы невозможны на экране снимка.

Положительная скважность



Временное измерение. Положительная скважность (Positive Duty Cycle) представляет отношение ширины положительной части импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах.

Переменная *PositiveWidth* определена ниже в разделе **Ширина положительной части**.

Если *Период* = 0 или не определен, возвращается ошибка.

$$\text{Положительная скважность} = \frac{\text{Ширина положительной части}}{\text{Период}} \times 100\%$$

Положительный выброс



Измерение амплитуды (напряжения).

$$\text{Положительный выброс} = \frac{\text{Макс-Высокое}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

Отметим, что это значение не может быть отрицательным.

Ширина положительной части



Временное измерение. Ширина положительной части (Positive Width) представляет расстояние (время) между точками пересечения уровня *MidRef* (по умолчанию = 50%) для положительной части импульса.

Если *MCross1Polarity* = '+'

тогда

$$\text{Ширина положительной части} = (MCross2 - MCross1)$$

в противном случае

$$\text{Ширина положительной части} = (MCross3 - MCross2)$$

Время нарастания



Временное измерение. Время нарастания (Rise Time) измеряется на переднем фронте импульса как время нарастания от значения *LowRef* (по умолчанию = 10%) до *HighRef* (по умолчанию = 90%).

Рисунок В-3 демонстрирует передний фронт с двумя пересечениями, необходимыми для измерения времени нарастания.

1. Поиск в направлении от *Start* к *End* позволяет обнаружить в зоне измерений первый отсчет со значением, меньшим чем *LowRef*.
2. От этого отсчета поиск продолжается до обнаружения первого (положительного) пересечения *LowRef*. Время этого пересечения используется как нижнее значение (*TLR*) при расчетах времени нарастания. (При необходимости используется линейная интерполяция).

3. От *TLR* продолжается поиск пересечения *HighRef*. Значение *TLR* обновляется, если обнаруживается следующее пересечение *LowRef*. Если обнаруживается пересечение *HighRef*, его время становится верхним значением (*THR*) при расчетах времени нарастания (При необходимости используется линейная интерполяция).
4. *Время нарастания* = *THR* – *TLR*



Рисунок В-3: Время нарастания

Среднеквадратическое значение



Измерение амплитуды (напряжения). Истинное среднеквадратическое значение напряжения.

Если значения начального и конечного времени совпадают ($Start = End$), $RMS =$ (интерполированное) значение в точке $Waveform[Start]$.

В противном случае

$$\text{Среднеквадратич. значение} = \sqrt{\frac{\int_{Start}^{End} (\text{Форма сигнала}(t))^2 dt}{(End - Start) \times \text{Интервал дискретизации}}}$$

Подробнее об алгоритме интегрирования см. ниже.

Алгоритм интегрирования

При работе осциллографа используется следующий алгоритм интегрирования:

$$\int_A^B W(t)dt \text{ аппроксимируется с помощью } \int_A^B \hat{W}(t)dt \text{ где:}$$

$W(t)$ представляет оцифрованный сигнал;

$\hat{W}(t)$ – непрерывная функция, образуемая линейной интерполяцией $W(t)$;

A и B представляют числа в диапазоне от 0,0 до $RecordLength-1,0$.

Если A и B являются целыми числами, тогда:

$$\int_A^B \hat{W}(t)dt = s \times \sum_{i=A}^{B-1} \frac{W(i) + W(i + 1)}{2}$$

где s представляет интервал дискретизации.

Аналогично

$$\int_A^B (W(t))^2 dt \text{ аппроксимируется с помощью } \int_A^B (\hat{W}(t))^2 dt \text{ где:}$$

$W(t)$ представляет оцифрованный сигнал;

$\hat{W}(t)$ – непрерывная функция, образуемая линейной интерполяцией $W(t)$;

A и B представляют числа в диапазоне от 0,0 до $RecordLength-1,0$

Если A и B являются целыми числами, тогда:

$$\int_A^B (\hat{W}(t))^2 dt = s \times \sum_{i=A}^{B-1} \frac{(W(i))^2 + W(i) \times W(i + 1) + (W(i + 1))^2}{3}$$

где s представляет интервал дискретизации.

Измерение формы огибающей сигнала

Временные измерения формы огибающей сигналов отличаются от измерений форм сигналов, поскольку огибающие содержат множество очевидных пересечений. Если не указано иное, то при работе с формами огибающей сигнала используются либо минимумы, либо максимумы (но никогда пары таких значений), которые определяются следующим образом:

1. Выполняется пошаговое перемещение по форме от *Start* к *End* до тех пор, пока пара отсчетов минимум и максимум будет находиться ПО ОДНУ СТОРОНУ от *MidRef*.

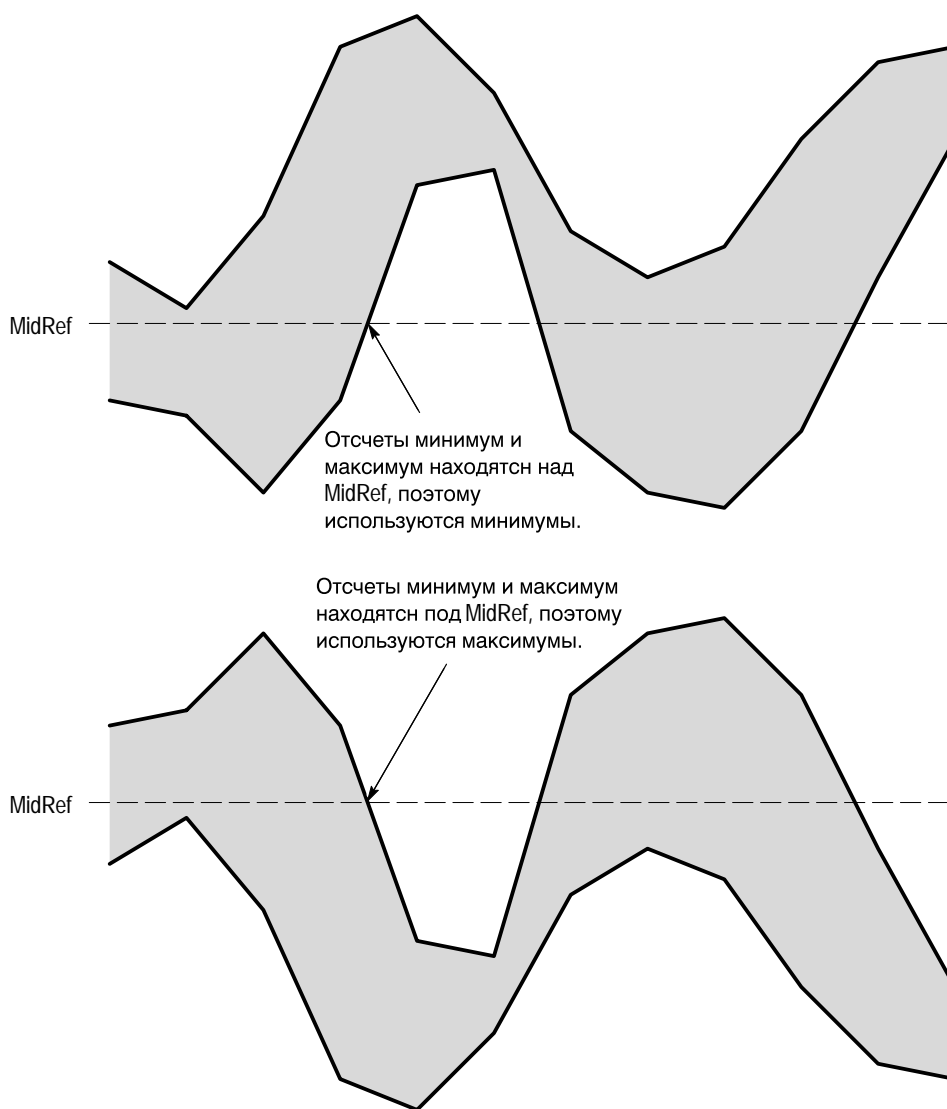


Рисунок В-4: Выбор минимумов или максимумов для измерений огибающей

2. Если оба значения $> MidRef$, следует использовать минимумы, в противном случае следует использовать максимумы.

Если все пары значений находятся по разные стороны $MidRef$, используются максимумы. См. рис. В-4.

В измерениях длительности вспышки при определении пересечений всегда используются как минимумы, так и максимумы.

Пропущенные отсчеты или отсчеты вне диапазона

Если некоторые отсчеты в форме сигнала отсутствуют или выходят за рамки диапазона, то в измерениях в качестве значений отсчетов используются оценочные значения, которые получают линейной интерполяцией по известным отсчетам. Вместо отсутствующих отсчетов в конце записи измерений берется значение ближайшего известного отсчета.

Когда отсчет выходит за рамки диапазона, для измерения выдается предупреждение (например, “CLIPPING” (Отсечение)) в случае, когда значение измерения можно изменить, слегка расширив диапазон. Алгоритм подразумевает мгновенное восстановление отсчета после исправления условий выхода за рамки диапазона.

Например, если $MidRef$ задается напрямую, то значение $MidRef$ не изменится, даже если отсчеты не попадали в диапазон. Однако если $MidRef$ выбирается как значение в процентах в пункте **Set Levels in % Units** (Задать уровни в %) меню Measure (Измерение), тогда для $MidRef$ будет выдано предупреждение “CLIPPING”.

ПРИМЕЧАНИЕ. Когда измерения отображаются в режиме снимка, предупреждения о выходе из диапазона не выдаются. Однако, если имеются сомнения в правильности измерений, отображаемых на экране снимка, можно выбрать и отобразить измерения по отдельности, чтобы проверить возможное наличие предупреждений.

Приложение С: Упаковка для транспортировки

Если вы собираетесь транспортировать осциллограф TDS, упакуйте его в картонный короб и упаковочные материалы, в которых он был доставлен. Если эти упаковочные материалы отсутствуют, упакуйте прибор следующим образом:

1. Найдите короб из гофрированного картона с внутренними размерами по длине, ширине и высоте по крайней мере на 15 см (6 дюймов) превышающими, размеры щысддщысщзуа. Упаковочный короб должен быть изготовлен из картона с прочностью на разрыв 170 кг (375 фунтов).
2. Если осциллограф отправляется на ремонт в офис Tektronix, он должен иметь бирку, на которой указаны название и адрес организации-владельца, имя сотрудника для контактов, тип и серийный номер инструмента.
3. Оберните осциллограф в полиэтилен или аналогичный материал, чтобы защитить его поверхность.
4. Плотнo упакуйте осциллограф в коробе со всех сторон с помощью полиуретана, чтобы осциллограф плотно сидел в коробе. Толщина слоя должна составлять 7,5 см (3 дюйма) сбоку, сверху и снизу.
5. Запечатайте короб с помощью клейкой ленты или промышленного скобосшивателя.

ПРИМЕЧАНИЕ. Не транспортируйте осциллограф с диском внутри дисководов. Когда диск находится внутри дисководов, кнопка, освобождающая диск, выступает наружу. В таком положении кнопка может быть повреждена.

Приложение D: Выбор пробников

Осциллограф TDS может использовать различные пробники Tektronix для разных типов измерений. Для помощи в выборе нужных пробников, в данном разделе описаны пробники пяти основных типов: пассивные, активные, токовые, оптические и временные-вольтовые. См. в разделе *Приложение A: Опции и комплектующие* список доступных оптических пробников. Дополнительные сведения о конкретных пробниках см. в каталоге изделий Tektronix.

ПРИМЕЧАНИЕ. Tektronix поставляет вместе с некоторыми моделями TDS рекомендуемые пробники общего назначения как стандартные комплектующие. (Модели и число поставляемых пробников зависят от модели прибора — см. «Пробники» в таблице A-2 на стр. A-4). В комплект моделей TDS 580D, TDS 680B, TDS 684B, TDS 784D и TDS 794D пробники не входят. Для них Tektronix рекомендует отдельно заказывать и использовать пробники P6245, P6217 или P6158. Данные пробники позволяют использовать все преимущества расширенной полосы этих моделей.

Пассивные вольтовые пробники

Пассивные вольтовые пробники измеряют напряжение. В них используются компоненты пассивных цепей, такие как сопротивления, конденсаторы и катушки индуктивности. Существуют пассивные вольтовые пробники трех общих классов:

- пробники общего назначения (высокое входное сопротивление);
- с малым импедансом (Z_0);
- высоковольтные.

Пробники общего назначения (высокое входное сопротивление)

Пробники с высоким входным сопротивлением считаются «типичными» пробниками осциллографа. Высокое входное сопротивление пассивных пробников (обычно 10 МОм) обеспечивает пренебрежимо малую нагрузку по постоянному току и делает их подходящим средством измерения амплитуды постоянной составляющей. Отметим, что для большинства пассивных пробников требуется входной импеданс осциллографа 1 МОм. Модель TDS 794D имеет только 50 Ом и не подходит для работы с такими пробниками.

Однако их емкостная нагрузка от 8 пФ до 12 пФ (свыше 60 пФ для X) может привести к искажениям при временных и фазовых измерениях. Пробники с высоким входным сопротивлением используются для следующих измерений:

- характеристики устройств (приложения с тепловым дрейфом свыше 15 В);
- максимальная чувствительность по амплитуде с помощью высокого импеданса 1X;
- широкий диапазон напряжений (от 15 В до 500 В);
- качественные измерения (да/нет).

Пробники с малым импедансом (Z_O)

Пробники с малым импедансом измеряют частоту более точно, чем пробники общего назначения, но делают менее точными амплитудные измерения. Для них более высоким является отношение ширины полосы к стоимости.

Эти пробники должны ограничиваться областью на входе 50 Ом. Входная емкость имеет существенно меньшее значение, чем у пассивных пробников с высоким Z , обычно 1 пФ; входное сопротивление также ниже (обычно от 500 Ом до 5000 Ом). Хотя постоянная нагрузка снижает точность амплитудных измерений, низкая входная емкость уменьшает высокочастотную нагрузку на измеряемый контур. Это делает пробники Z_O идеальным инструментом для временных и фазовых измерений, когда точность измерений амплитуды не столь существенна.

Пробники Z_O используются при измерениях до 40 В.

Высоковольтные пробники

Высоковольтные пробники имеют коэффициент ослабления в диапазоне от 100X до 1000X. К высоковольтным пробникам применяется тот же подход, что и к другим пассивным пробникам, с немногими исключениями. Поскольку диапазон напряжений высоковольтных пробников изменяется от 1 кВ до 20 кВ (постоянная + пиковая переменная составляющая), головка пробника механически имеет размеры, существенно превышающие размеры пассивных пробников. Дополнительным преимуществом высоковольтных пробников является малая входная емкость (обычно 2-3 пФ).

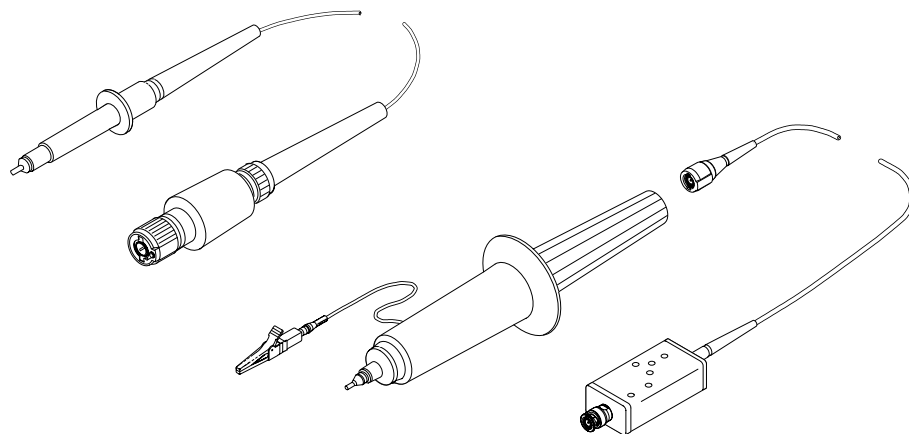


Рисунок D-1: Типичные высоковольтные пробники

Активные вольтовые пробники

Активные вольтовые пробники, которые иногда называют пробниками на полевых транзисторах (FET), используют активные элементы цепей, такие как транзисторы. Существуют активные пробники трех классов:

- высокочастотные активные;
- дифференциальные активные;
- фиксируемые активные.

Для обработки сигналов измеряемой цепи активные вольтовые пробники используют активные элементы. Для работы любых активных пробников требуются источники питания. Питание может поступать из внешнего источника или от осциллографа.

ПРИМЕЧАНИЕ. При подключении к осциллографу активного пробника (например, P6245) входной импеданс осциллографа автоматически принимает значение 50 Ом. Если затем подключается пассивный пробник, необходимо снова установить входной импеданс 1 МОм. В процедуре Изменение масштаба и положения по вертикали стр. 3–17 объясняется, как изменить входной импеданс. Необходимо также ознакомиться с дополнительными сведениями в разделе Выбор входного импеданса стр. 3–9.

Высокочастотные активные пробники

Активные пробники характеризуются низким входным импедансом (обычно от 1 пФ до 2 пФ) и высоким входным сопротивлением, как у пассивных пробников (от 10 кОм до 10 МОм). Аналогично пробникам Z_0 , активные пробники полезны для выполнения точных временных и фазовых измерений. Однако их использование не приводит к потере точности амплитудных измерений. Активные пробники обычно имеют динамический диапазон от ± 8 В до ± 15 В.

Дифференциальные пробники

Дифференциальные пробники измеряют падение напряжения между двумя точками в измеряемом контуре. Дифференциальные пробники позволяют одновременно провести измерения в двух точках и отобразить разницу двух значений напряжения.

Активные дифференциальные пробники являются отдельными устройствами, предназначенными для работы с входом на 50 Ом. Характеристики активных пробников применимы и к активным дифференциальным пробникам.

Фиксируемые активные пробники

Для некоторых малоразмерных или плотно упакованных контуров, таких как схемы с поверхностным монтажом, ручные пробники слишком велики и неудобны. Вместо них для подключения прибора к измеряемому устройству можно использовать фиксируемые (или монтируемые на плату) активные пробники (или буферизованные усилители). Эти пробники имеют такие же электрические характеристики, как высокочастотные активные пробники, но гораздо меньшие размеры.

Токовые пробники

Токовые пробники позволяют непосредственно наблюдать и измерять формы токовых сигналов, которые могут весьма существенно отличаться от сигналов напряжения. Токовые пробники Tektronix являются уникальными, т.к. они позволяют выполнять измерения в частотном диапазоне от постоянного тока до 1 ГГц.

Существуют токовые пробники двух типов: измеряющие только переменные токи и пробники, измеряющие постоянные/переменные токи, которые для точных измерений постоянной и переменной составляющих сигнала используют эффект Холла. Пробники первого типа используют трансформаторы, преобразующие переменный магнитный поток в подаваемый на осциллограф сигнал напряжения. Они работают в частотном диапазоне от нескольких сотен герц до 1 ГГц. Пробники второго типа используют холловские полупроводниковые устройства. Они работают в частотном диапазоне от постоянного тока до 100 МГц.

Чтобы измерить ток, следует захватить проводник зажимами токового пробника. (В отличие от амперметра, который необходимо последовательно включить в цепь). Поскольку токовые пробники являются невозмущающими, с нагрузкой в диапазоне от мОм до Ом, они особенно полезны там, где требуется малая нагрузка на контур. Токовые пробники позволяют также провести дифференциальные измерения. Для этого следует захватить в зажимы пробника два провода, несущих противоположно направленные токи.

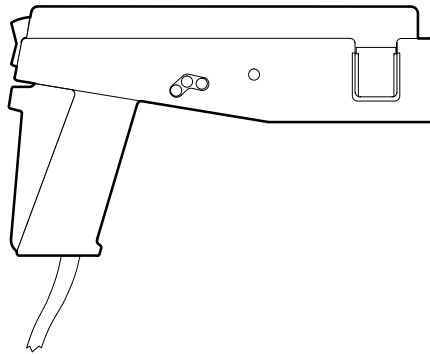


Рисунок D-2: Токовый пробник A6303, используемый в AM 503S опция 03

ПРИМЕЧАНИЕ. Попытка синфазно измерить более 40 ампер (постоянный + пиковый переменный) с помощью трех или более токовых пробников TSP202, установленных на входных каналах, может привести к ошибкам в измерениях или отображении.

Оптические пробники

Оптические пробники позволяют объединить функции измерителя оптической мощности и предоставляемые осциллографом возможности анализа высокочастотных аналоговых сигналов. Становятся возможными одновременная регистрация, отображение и анализ оптических и электрических сигналов.

Применяются для измерения нестационарных оптических характеристик лазеров, светодиодов, электрооптических модуляторов и импульсных ламп. Кроме того, такие пробники используют для разработки, изготовления и обслуживания волоконно-оптических контрольных сетей, локальных сетей, волоконных систем на основе стандартов FDDI, SONET и Fiber Channel, устройств чтения оптических дисков, цифрового видео и высокочастотных волоконно-оптических систем связи.

ПРИМЕЧАНИЕ. Кроме того, при подключении к осциллографу любого пробника с интерфейсом TEKPROBE (уровень 2) входной импеданс осциллографа автоматически принимает значение 50 Ом. Если затем подключается пассивный пробник с высоким входным импедансом, необходимо снова установить входной импеданс 1 МОм. В процедуре Изменение параметров отображения по вертикали на стр. 3–19 объясняется, как изменить входной импеданс.

Приложение Е: Проверка и очистка

Осциллограф TDS нуждается в проверке на загрязнение и повреждения и в регулярной очистке поверхности. Регулярное выполнение этих операций повышает надежность прибора и снижает вероятность его выхода из строя.

График выполнения работ по обслуживанию зависит от того, насколько тяжелыми являются условия эксплуатации осциллографа. Лучше всего выполнять профилактическое обслуживание непосредственно перед настройкой осциллографа.

Общее обслуживание

Корпус помогает защитить прибор от пыли и должен быть на месте во время работы осциллографа. Лицевая крышка осциллографа защищает переднюю панель и экран от пыли и повреждения. Устанавливайте ее при хранении и транспортировке прибора.

Проверка и очистка

Проверяйте и очищайте поверхность осциллографа так часто, как этого требуют условия эксплуатации.

Если требуется внутренняя очистка, отправьте осциллограф на обслуживание. Накопление грязи на внутренних компонентах может привести к перегреву и сбою в работе. Грязь образует изолирующий слой, препятствующий эффективному рассеянию тепла. Кроме того, грязь может образовать проводящий путь для электрического тока, что может привести к выходу осциллографа из строя, особенно в условиях повышенной влажности.



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. Применяйте для очистки 75% раствор изопропилового спирта, а для прополаскивания - деионизованную воду. Прежде чем применять другие чистящие вещества, проконсультируйтесь в центре обслуживания Tektronix или у представителя компании.

Проверка. Проверяйте внешние части осциллографа на повреждение, износ или отсутствие деталей, используя как руководство таблицу Е-1. Если вы уронили осциллограф или каким-либо образом нарушили правила эксплуатации, необходима тщательная проверка его работоспособности и эффективности. Немедленно устраняйте дефекты, которые могут привести к опасности для персонала или к дальнейшему повреждению осциллографа.

Таблица Е-1: Порядок проверки

Элемент	Проверка	Действия
Корпус, передняя панель, крышка	Трещины, царапины, деформация, поврежденное оборудование или прокладки	Отправка на обслуживание
Ручки на передней панели	Отсутствие, повреждение или отрыв	Отправка на обслуживание
Ручки для переноски, скоба, ножки корпуса.	Правильная работа	Отправка на обслуживание

Очистка внешней поверхности.

Для очистки осциллографа выполните следующие действия:

1. Удалите пыль с внешней поверхности осциллографа с помощью неворсистой ткани.
2. Удалите оставшуюся грязь с помощью неворсистой ткани, смоченной в водном растворе обычного моющего средства. Не используйте абразивные чистящие средства.
3. Для очистки светового фильтра, защищающего экран монитора, используйте неворсистую ткань, смоченную либо в изопропиловом спирте, либо, что предпочтительнее, в слабом водном растворе обычного моющего средства.



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Чтобы предотвратить попадание влаги внутрь осциллографа при его внешней очистке, не набирайте больше жидкости, чем это необходимо для увлажнения ткани.

Смазка. Осциллограф не требует периодической смазки.

Приложение F: Диск программиста

Диск для программирования моделей TDS (TDS Family Programmer) включает файл справки Microsoft Windows, содержащий описание работы осциллографа с использованием интерфейса GPIB (дополнительное средство для некоторых осциллографов). Кроме того, диск содержит примеры учебных программ.

Программы выполняются на ПК-совместимых компьютерах с операционной системой Microsoft Windows или Windows 95. (См. рис. F-1).

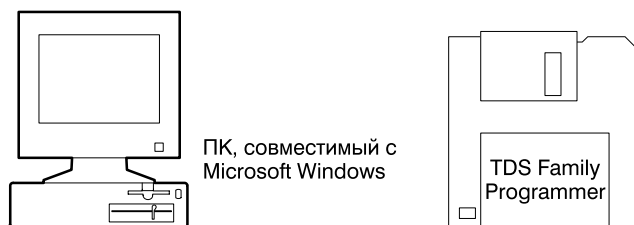


Рисунок F-1: Оборудование, необходимое для выполнения учебных программ

Загрузка программ

Инструкции по установке руководства по программированию и других программ с диска *TDS Family Programmer Manual* (Руководство по программированию моделей TDS) см. в файле `readme` на этом диске.

Вызов справки

Чтобы запустить руководство по программированию в Windows 3.1, выполните следующие действия:

1. Дважды щелкните значок группы программ «TDS Family Programmer».
2. Дважды щелкните значок «TDS Family Programmer».

Если вы не создали группу программ или ярлык Windows, в диспетчере файлов (Windows 3.1) или в проводнике (Windows 95) выберите и запустите файл `tds-pgm.hlp`.

Словарь



AND

Логическая (Булева) функция, в которой выходное значение истинно тогда и только тогда, когда истинны все входные значения. Если рассматривать осциллограф, эта функция определяет логику запуска и состояние.



GPIB (General Purpose Interface Bus)

Соединительная шина и протокол, позволяющие соединять в сеть несколько приборов под управлением контроллера. Используется также название шина IEEE 488. Данные передаются по восьми параллельным линиям данных, пяти управляющим линиям и трем линиям синхронизации.



NAND

Логическая (Булева) функция, в которой выполняется логическое дополнение выходного значения функции AND (истинное значение становится ложным, а ложное истинным). Если рассматривать осциллограф, эта функция определяет логику запуска и состояние.



NOR

Логическая (Булева) функция, в которой выполняется логическое дополнение выходного значения функции OR (истинное значение становится ложным, а ложное истинным). Если рассматривать осциллограф, эта функция определяет логику запуска и состояние.



OR

Логическая (Булева) функция, в которой выходное значение истинно, если истинно любое из входных значений. В противном случае выходное значение является ложным. Если рассматривать осциллограф, эта функция определяет логику запуска и состояние.

Tek Secure

Средство стирания всех форм сигналов и расположений записи настроек в памяти (запись настроек заменяется настройками изготовителя). После этого стирание проверяется в каждом расположении. Это средство применяется, когда осциллограф используется для сбора секретных данных, например, в исследовательских или конструкторских проектах.

Автонастройка

Функция осциллографа, автоматически задающая стабильный сигнал подходящего уровня. Автонастройка позволяет настроить элементы управления передней панели по характеристикам активного сигнала. Успешная автонастройка задает масштаб напряжения, времени и уровень запуска, обеспечивающие согласованное и стабильное отображение сигнала.

Активный курсор

Курсор, который перемещается при повороте ручки общего назначения. Представлен на экране сплошной линией. Показание@ отображает на экране абсолютное значение активного курсора.

**Амплитуда пик-пик**

Измерение абсолютной разности амплитуды (напряжения) между максимумом и минимумом амплитуды.

**Амплитуда**

Разность между максимальным и минимальным значениями сигнала.

Боковое меню

Меню, которое появляется на правой стороне экрана. Пункты этого меню являются расширением пунктов главного меню.

Время задержки

Время между событием запуска и регистрацией данных.

**Время нарастания**

Измерение времени, за которое на переднем фронте импульса амплитуда нарастает от низкого опорного значения (обычно 10%) до высокого опорного значения (обычно 90%).

**Время спада**

Измерение времени, за которое на заднем фронте импульса амплитуда падает от высокого опорного значения (обычно 90%) до низкого опорного значения (обычно 10%).

Всплывающее меню

Подменю в главном меню. Подменю временно занимают часть области осциллограмм на экране. Они используются для отображения дополнительных пунктов, относящихся к выбранному пункту главного меню. Пользователь имеет возможность циклически переходить по пунктам подменю, повторно нажимая кнопку главного меню, которая находится под подменю.

Выборка

Процесс захвата аналогового входного сигнала, например, значения напряжения, в дискретной точке и удерживания постоянного значения для квантования. Существуют два общих способа выборки: *оцифровка в реальном времени* и *оцифровка в эквивалентном времени*.

Выбранный сигнал

Осциллограмма, для которой выполнены все измерения и выполняется регулировка позиции по вертикали и масштаба. Световой индикатор над одной из кнопок выбора канала указывает текущую выбранную осциллограмму.

**Высокое (High)**

Значение, рассматриваемое как 100% в автоматических измерениях (в тех случаях, когда требуются высокое, низкое и среднее опорные значения; например, при измерениях времени спада и времени нарастания). Рассчитывается по соотношению мин/макс или по методу гистограммы. По методу мин/макс (наиболее полезному при общих измерениях формы сигнала), этим значением является максимальное обнаруженное значение. По методу гистограммы (наиболее полезному при импульсных измерениях) этим значением считается наиболее часто обнаруживаемое значение над средней точкой. Подробнее см. в разделе *Приложение В: Алгоритмы*.

Главное меню

Группа взаимосвязанных элементов управления основными функциями осциллографа, которая отображается у нижнего края экрана.

Длина записи

Указанное число отобранных числовых значений в форме сигнала.

**Длительность вспышки**

Мера продолжительности вспышки во времени.

**Запуск по истечении заданного времени**

Режим, в котором запуск осуществляется, если осциллограф НЕ ОБНАРУЖИВАЕТ импульс указанной полярности и уровня в течение заданного промежутка времени.

**Запуск по логическому образу**

Запуск осциллографа осуществляется в зависимости от комбинации логических условий для каналов 1, 2, 3 и 4. Допустимыми условиями являются AND, OR, NAND и NOR.

**Запуск по логическому состоянию**

Осциллограф проверяет выполнение комбинированных логических условий на каналах 1, 2 и 3 и переходный процесс на канале 4, отвечающий заданным условиям по крутизне и порогу. Запуск осуществляется, если выполняются условия для каналов 1, 2 и 3.

**Запуск по любому глитчу**

Запуск осуществляется, когда осциллограф обнаруживает положительный или отрицательный выброс с шириной, меньшей указанного времени глитча.

**Запуск по огибающей**

Режим, в котором осциллограф запускается по огибающей. Огибающей называют импульс, который пересекает первый порог, но не пересекает второй порог до возврата к первому порогу. Обнаруживаемые пересечения могут быть на положительной, отрицательной или на обеих сторонах.

**Запуск по отрицательному глитчу**

Запуск осуществляется, когда осциллограф обнаруживает отрицательный выброс с шириной, меньшей указанного времени глитча.

**Запуск по положительному глитчу**

Запуск осуществляется, когда осциллограф обнаруживает положительный выброс с шириной, меньшей указанного времени глитча.

**Запуск по скорости нарастания.**

Режим запуска осциллографа по скорости перехода на фронте импульса между верхним и нижним пороговыми значениями. Фронт импульса может быть положительным, отрицательным или любым. Осциллограф может запускаться, когда скорость нарастания превышает или является меньшей, чем скорость, заданная пользователем.

**Запуск по установке/удержанию**

Режим запуска осциллографа, когда состояние источника данных изменяется в течение времени установки/удержания относительно таймера. Положительным временем установки считается время до фронта импульса таймера; положительным временем удержания считается время после фронта импульса таймера. Фронт импульса таймера может быть как передним, так и задним.

Запуск

Событие, устанавливающее точку нуля времени в записи формы сигнала. Результатом является регистрация и отображение осциллограммы.

**Измерение задержки**

Измерение времени между пересечениями среднего опорного значения для двух различных сигналов.

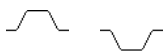
**Измерение отрицательного выброса**

Измерение амплитуды (напряжения).

$$\text{Отрицательный выброс} = \frac{\text{Низкое} - \text{Мин}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

Измерения в зоне интереса

Средство, позволяющее ограничить автоматические измерения указанной частью сигнала. Пользователь определяет зону интереса с помощью вертикальных курсоров.

**Импульсная синхронизация**

Режим запуска, в котором синхронизация осуществляется, когда осциллограф находит импульс указанной полярности с шириной в заданном пользователем интервале ширины (а в некоторых случаях, вне этого интервала).

Интенсивность

Яркость изображения.

Интервал дискретизации

Временной интервал между последовательными отсчетами в масштабе времени. Для цифрового преобразования в режиме реального времени интервал дискретизации является обратным значением частоты отсчетов. Для цифрового преобразования в режиме эквивалентного времени промежуток времени между последовательными отсчетами представляет эквивалентное, а не реальное время.

Интервал до запуска

Указанная часть записи формы сигнала, содержащая данные, собранные до события запуска.

Интервал оцифровки

Временная продолжительность сигнала, деленная на длину записи; осциллограф отображает одну точку данных на каждый интервал оцифровки.

Интерполяция

Способ, с помощью которого осциллограф рассчитывает значения для точек записи, когда осциллограф не может собрать все точки для полной записи с единственным событием запуска. Такие условия возникают, когда осциллограф ограничен режимом оцифровки в реальном времени, а значение масштаба времени превосходит эффективную частоту выборки осциллографа. Осциллограф имеет два варианта интерполяции: *линейная* или *интерполяция $\sin(x)/x$* .

При линейной интерполяции точки записи рассчитываются как лежащие на прямой между фактическими собранными значениями. При синусоидальной интерполяции точки записи рассчитываются как лежащие на кривой $\sin(x)/x$ между фактическими собранными значениями. Предполагается, что интерполируемые точки лежат на этой кривой в соответствующие моменты времени.

Искажения

Неверное представление сигнала из-за недостаточного количества замеров при высоких частотах или быстрых переходах. Условие, возникающее когда осциллограф выполняет оцифровку с эффективной частотой замеров, которая оказывается слишком низкой для воспроизведения входного сигнала. В результате сигнал, отображаемый на осциллографе, может иметь частоту более низкую, чем реальный входной сигнал.

Канал

Ввод одного типа, используемый при регистрации сигнала. Осциллограф имеет четыре канала.

Квантование

Процесс преобразования аналогового сигнала в дискретный набор цифровых значений, таких как напряжение.

Кнопка выбора

Кнопка, изменяющая состояние активизации одного из двух курсоров.

Кнопки бокового меню

Функциональные кнопки справа от бокового меню на экране. Используются для выбора пунктов бокового меню.

Кнопки главного меню

Функциональные кнопки под экраном главного меню. Используются для выбора пунктов главного меню.

Компенсация пробника

Корректировка, улучшающая низкочастотный отклик пробника.

Компенсация сдвига по фазе канала/пробника

Относительная временная задержка для каждого канала. Обеспечивает выравнивание сигналов для компенсации разной величины задержки, связанной с поступлением сигналов по кабелям различной длины.

Коэффициент затухания

Отношение верхнего и нижнего значений оптической мощности.

Крутизна

Направление в конкретной точке осциллограммы. Крутизна рассчитывается как отношение приращения вертикальной (Y) составляющей к приращению горизонтальной составляющей. Значения могут быть как положительными, так и отрицательными.

**Курсоры вертикальных полос**

Две вертикальные полосы, которые пользователь размещает для измерения временных параметров записи сигнала. Осциллограф отображает значение активного (перемещаемого) курсора относительно параметра запуска и значение времени между полосами.

**Курсоры горизонтальных полос**

Две горизонтальные полосы, которые пользователь размещает для измерения параметров напряжения сигнала. Осциллограф отображает значение активного (перемещаемого) курсора относительно земли и значение напряжения между полосами.

Курсоры

Парные маркеры, которые используются 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.

**Максимум**

Измерение максимальной амплитуды (напряжения). Обычно это пиковое напряжение с максимальным положительным значением.

Масштаб времени

Набор параметров, позволяющих определять время и атрибуты горизонтальной оси в записи осциллограммы. Масштаб времени определяет, когда и как долго регистрируются точки записи.

**Масштабная сетка**

Сетка на экране, задающая горизонтальные и вертикальные оси. Используется для визуальных измерений параметров сигнала.

**Минимум**

Измерение минимальной амплитуды (напряжения). Обычно это пиковое напряжение с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением.

Накопитель Zip

Дополнительный дисковод внешних дисков, подключаемый к порту Centronix. Присоединенный накопитель Iomega Zip позволяет сохранять формы сигналов, накопления отсчетов, гистограммы, установочные параметры и печатные копии.

**Низкое (Low)**

Значение, рассматриваемое как 0% в автоматических измерениях (в тех случаях, когда требуются высокое, низкое и среднее опорные значения; например, при измерениях времени спада и времени нарастания). Рассчитывается по соотношению мин/макс или по методу гистограммы. По методу мин/макс (наиболее полезному при общих измерениях формы сигнала), этим значением является минимальное обнаруженное значение. По методу гистограммы (наиболее полезному при импульсных измерениях) этим значением считается наиболее часто обнаруживаемое значение под средней точкой. Подробнее см. в разделе *Приложение В: Алгоритмы*.

**Область**

Измерение области сигнала по всему сигналу или в зоне интереса. Выражается в вольт-секундах. Области над уровнем земли считаются положительными, а области ниже уровня земли – отрицательными.

Обычный режим запуска

Режим, в котором осциллограф не регистрирует запись формы сигнала без действительного события запуска. Осциллограф ожидает возникновения действительного события запуска, после чего начинает накапливать данные для формы сигнала.

Опорная память

Память осциллографа, используемая для сохранения осциллограмм и настроек. Данные сохраненных осциллограмм могут в дальнейшем использоваться для обработки. Осциллограф сохраняет данные, даже когда он выключен или отключен от сети питания.

Опорный индикатор канала

Индикатор на левой стороне экрана, указывающий положение, относительно которого сжимается или расширяется сигнал при изменении вертикального масштаба. Это положение представляет уровень земли, когда задано смещение 0 В; в противном случае представляет уровень земли плюс смещение.

Ослабление

Степень уменьшения амплитуды сигнала после прохождения через ослабляющее устройство, такое как пробник или аттенюатор. Представляется отношением сигнала на входе к сигналу на выходе. Например, пробник 10X ослабляет, т.е. снижает входное напряжение в 10 раз.

Осциллограмма

Форма (видимое отображение) сигнала.

Осциллограф

Прибор, строящий график по двум координатам. Обычно представляется зависимость напряжения от времени.

Отрезок сигнала

Временной интервал между точками отображаемой записи.

**Отрицательная скважность**

Измерение, представляющее отношение ширины отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах.

Оцифровка в реальном времени

Режим оцифровки, в котором осциллограф выполняет выборку достаточно быстро для полного заполнения записи формы сигнала после одного события запуска. Режим оцифровки в реальном времени используют для захвата одиночных импульсов или переходных процессов.

**Оцифровка в режиме Hi Res (высокого разрешения)**

Только модели TDS 500D и TDS 700D: Режим оцифровки, в котором осциллограф создает точку записи путем усреднения всех выборок, взятых за интервал оцифровки. Такое усреднение приводит к более высокому разрешению и более узкополосному сигналу. Этот режим подходит только для оцифровки в реальном времени без интерполяции.

**Оцифровка в режиме пик детекции**

Режим, в котором осциллограф сохраняет минимальные и максимальные значения при выборке по двум соседним интервалам оцифровки. Для большинства сигналов, свободных от выбросов, этот режим не отличается от режима отсчетов. (Режим пик детекции подходит только для оцифровки в реальном времени без интерполяции).

Оцифровка в режиме ЦЛО

Режим, увеличивающий скорость захвата формы сигнала до 200 000 сигналов в секунду. Очень высокое значение скорости захвата увеличивает вероятность накопления в памяти формы сигнала огибающих, кратковременных отказов и других краткосрочных изменений. Осциллограф отображает форму сигнала с нормальной скоростью отображения в режиме переменного или бесконечного послесвечения. Этот режим отображения эмулирует аналоговый осциллограф.

Оцифровка в эквивалентном времени (ЭВ)

Только модели TDS 500D и TDS 700D: Режим оцифровки, в котором осциллограф регистрирует сигналы при многократном повторении события. Данные осциллографы используют тип оцифровки в эквивалентном времени, который называют *стохастической оцифровкой в эквивалентном времени*. При этом используются внутренние часы, идущие асинхронно относительно входного сигнала и запуска сигнала. Осциллограф выполняет выборку непрерывно, вне зависимости от момента запуска, и отображает результаты согласно разности времени между моментом выборки и моментом запуска. Хотя выборка осуществляется последовательно во времени, она является случайной относительно момента запуска.

Оцифровка

Процесс снятия сигналов с входных каналов, в котором цифровые отсчеты преобразуются в точки данных, а затем точки данных собираются в запись сигнала. Запись сигнала сохраняется в памяти. Запуск определяет нуль времени в этом процессе.

**Период**

Измерение времени, которое занимает полный цикл сигнала. Период, измеряемый в секундах, является обратным значением частоты.

**Печатная копия**

Электронная копия экрана в формате, подходящем для вывода на принтер или плоттер.

Пиксел

Видимая точка на экране. Экран осциллографа содержит 640 пикселей по ширине и 480 пикселей по высоте.

**Положительная скважность**

Измерение, представляющее отношение ширины положительного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах.

**Положительный выброс**

Измерение амплитуды (напряжения).

$$\text{Положительный выброс} = \frac{\text{Макс-Высокое}}{\text{Амплитуда}} \times 100\%$$

Пост-запуск

Указанная часть записи формы сигнала, содержащая данные, собранные после события запуска.

Пробник

Входное устройство осциллографа.

Режим 2 + 2 канала

Режим два-плюс-два канала ограничивает отображение двумя каналами из возможных четырех. Неотображаемые каналы могут использоваться для подачи синхронизирующего сигнала на осциллограф.

**Режим автоматического запуска**

Режим запуска, в котором осциллограф автоматически начинает регистрацию, если запускающие события не обнаруживаются за указанный промежуток времени.

Ручка общего назначения

Большая ручка с выемкой на передней панели. Используется для изменения значения назначенного параметра.

Ручка

Вращающийся элемент управления.

**Сбор данных в режиме «огигающая»**

В этом режиме осциллограф регистрирует и отображает сигнал, демонстрирующий крайние результаты нескольких регистраций.

**Сбор данных в режиме «отсчеты»**

Осциллограф создает запись, сохраняя первый отсчет в каждом интервале оцифровки. Этот режим оцифровки используется по умолчанию.

**Сбор данных в режиме «усреднение»**

В этом режиме осциллограф регистрирует и отображает сигнал, являющийся усредненным результатом нескольких регистраций. Усреднение уменьшает уровень помех. Осциллограф собирает данные так же, как и в режиме выборки, а затем усредняет их по указанному числу измерений.

**Связь по переменной составляющей**

Способ передачи сигнала, в котором блокируется постоянная составляющая сигнала и используется динамический (переменный) компонент. Полезен для наблюдения переменного сигнала, который обычно накладывается на постоянный сигнал.

**Связь по постоянной составляющей**

Режим, в котором в цепь передаются постоянная и переменная компоненты сигнала. Этот режим доступен и для системы запуска, и для системы вертикальной развертки.

**Связь по цепи заземления**

Вариант связи, при котором входной сигнал отсоединяется от системы вертикальной развертки.

Связь

Объединение двух цепей или систем, обеспечивающее взаимную передачу энергии или информации. Имеется возможность связать входной сигнал с синхронизацией и системами вертикальной развертки несколькими способами.

Система отображения

Часть осциллографа, отображающая формы сигналов, измерения, пункты меню, состояние и другие параметры.

**Среднее значение**

Среднеарифметическое значение амплитуды (напряжения) по всей форме сигнала.

**Среднее значение цикла**

Среднеарифметическое значение амплитуды (напряжения) по циклу.

**Среднеквадратическое значение цикла**

Среднеквадратическое значение напряжения по циклу.

**Среднеквадратическое значение (RMS)**

Измерение среднеквадратического значения амплитуды (напряжения).

Схема запуска перепадом напряжения

Запуск происходит, когда осциллограф обнаруживает, что источник переходит через указанный уровень напряжения в указанном направлении (запускающий фронт).

Точность

Близость указанного значения к истинному значению.

Задержка при запуске

Указанный промежуток времени после сигнала запуска, после которого контур запуска будет принимать другие сигналы запуска. Задержка при запуске позволяет обеспечить стабильное отображение.

**Уровень синхронизации**

Уровень по вертикали, который должен пересечь запускающий сигнал для возникновения события запуска (в режиме запуска по фронту сигнала).

**Фаза**

Измерение временного сдвига двух форм сигналов. Фаза измеряется в градусах, где 360° представляют полный цикл одного из сигналов. Сигналы должны иметь одинаковую частоту или один из сигналов должен быть гармоникой другого.

**Формат XY**

Формат отображения, в котором от точки к точке сравниваются уровни напряжения двух записей сигналов. Полезен при сравнении фазовых соотношений двух сигналов.

Формат XYZ

Формат отображения, в котором от точки к точке сравниваются уровни напряжения двух записей сигналов, как в формате XY. Яркость отображаемых сигналов модулируется по форме сигнала на канале CH 3 (Z).

**Формат YT**

Обычный формат отображения осциллографа. Демонстрируется зависимость напряжения сигнала (по вертикальной оси) от времени (по горизонтальной оси).

**Циклическая область**

Измерение области сигнала по одному циклу. Выражается в вольт–секундах (В–с). Области над уровнем земли считаются положительными, а области ниже уровня земли отрицательными.

Цифровое преобразование

Процесс преобразования непрерывного аналогового сигнала в дискретный набор чисел, представляющих амплитуду сигнала в определенные моменты времени. Цифровое преобразование состоит из двух шагов: выборка и квантование.

**Частота**

Величина, обратная периоду. Измеряется в герцах (Гц); 1 Гц = 1 цикл в секунду.

Чередование

Только модели TDS 500D и TDS 700D: Способ повышения скорости цифрового преобразования осциллографов. Ресурсы цифрового преобразования свободных каналов осциллографа (т.е. отключенных каналов) используются для выборки в используемых (включенных) каналах. В таблице 3–2 на стр. 3–32 представлены значения скорости накопления отсчетов в зависимости от числа включенных каналов.

**Ширина отрицательного импульса**

Измерение расстояния (времени) между двумя точками амплитуды в отрицательном импульсе — *средним опорным сигналом* на участке спада (по умолчанию 50%) и *средним опорным сигналом* на участке подъема (по умолчанию 50%).

**Ширина положительного импульса**

Измерение расстояния (времени) между двумя точками амплитуды в положительном импульсе — *средним опорным сигналом* на участке подъема (по умолчанию 50%) и *средним опорным сигналом* на участке спада (по умолчанию 50%).

**Ширина полосы**

Максимальная частота сигнала, который осциллограф может принять с ослаблением не более 3 дБ ($\times 0,707$) от исходного (опорного) сигнала.

Индекс

1/seconds (Hz), меню Cursor, 3–145

20 MHz, меню Vertical, 3–20

250 MHz, меню Vertical, 3–20

A–Z

A

AC, меню Main Trigger, 3–86

Accept Glitch, меню Main Trigger, 3–105

active, состояние сохраненного сигнала, 3–171

AMI, меню Telecom Trigger, 3–117

Amplitude Units, меню Cursor, 3–145

AND, Словарь–1

AND, меню Main Trigger, 3–95, 3–97

Auto, меню Main Trigger, 3–87

AutoBright, меню Display, 3–64

Autosave, меню Save/Recall Waveform, 3–176

AUX TRIGGER INPUT, BNC, 2–5

Average, меню Acquire, 3–36

Average, меню More, 3–211

B

Bandwidth, меню Vertical, 3–20

Base, меню Cursor, 3–145

BMP, 3–183

BMP Mono, меню Hardcopy, 3–185

BNC

AUX TRIGGER INPUT, 2–5

DELAYED TRIGGER OUTPUT, 2–5

MAIN TRIGGER OUTPUT, 2–5

SIGNAL OUTPUT, 2–5

Bold, меню Color, 3–49

C

Cal Probe, меню Vertical, 3–160

Centronics, 2–5

Port, 3–185, 3–193

Ch1, Ch2 ..., меню Delayed Trigger, 3–124

Ch1, Ch2 ..., меню Main Trigger, 3–86, 3–94, 3–97, 3–98, 3–104, 3–105, 3–106, 3–108, 3–109, 3–113

Ch1, Ch2 ..., меню Telecom Trigger, 3–117

Change Colors, меню Color, 3–49

Class Glitch, меню Main Trigger, 3–103

Class, меню Main Trigger, 3–108, 3–113

Pattern, 3–93

Runt, 3–105

Setup/Hold, 3–98

Slew Rate, 3–109

State, 3–97

CLEAR MENU кнопка, 2–24

Clear Spool, меню Hardcopy, 3–189

Clock Source, меню Main Trigger, 3–98

CMI, меню Telecom Trigger, 3–117

Code, меню Telecom Trigger, 3–117

Collision Contrast, меню Color, 3–52, 3–53

Color Deskjet, 3–183

Color Index, меню Color, 3–53

Color Matches Contents, меню Color, 3–51

Color, меню Color, 3–50, 3–51

Color, меню Display, 3–48

Compare Ch1 to, меню Acquire, 3–206

Compare Ch2 to, меню Acquire, 3–206

Compare Ch3 to, меню Acquire, 3–206

Compare Ch4 to, меню Acquire, 3–206

Compare Math1 to, меню Acquire, 3–206

Compare Math2 to, меню Acquire, 3–206

Compare Math3 to, меню Acquire, 3–206

Configure, меню Utility, 3–184, 3–196

Confirm Delete, меню File Utilities, 3–180

Contrast, меню Display, 3–43, 3–64

Copy, меню File Utilities, 3–180

Coupling, меню Delayed Trigger, 3–124

Coupling, меню Main Trigger, 3–86

Coupling, меню Vertical, 3–19

Create Directory, меню File Utilities, 3–180

Create Limit Test Template, меню Acquire, 3–204

Create Measrmnt, меню Measure Delay, 3–137

Cross Hair, меню Display, 3–46

D

Data Source, меню Main Trigger, 3–98

DC, меню Main Trigger, 3–86

Define Inputs, меню Main Trigger, 3–94, 3–97, 3–99

Define Logic, меню Main Trigger, 3–95, 3–97

Delay by Events, меню Delayed Trigger, 3–123

Delay by Time, меню Delayed Trigger, 3–123

Delay by, меню Delayed Trigger, 3–123

Delay To, меню Measure Delay, 3–136

Delayed Runs After Main, меню Horizontal, 3–25, 3–120

Delayed Scale, меню Horizontal, 3–24, 3–120

DELAYED TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–5
Delayed Triggerable, меню Horizontal, 3–25, 3–123
Delete Refs, меню Save/Recall Waveform, 3–174
Delete, меню File Utilities, 3–179
Delta Time, меню Main Trigger, 3–110
Deskew, меню по вертикали, 3–160
 Deskjet, 3–183
Deskjet, меню Hardcopy, 3–185
DeskjetC, меню Hardcopy, 3–185
Display ‘T’ @ Trigger Point, меню Display, 3–44
Display, меню Display, 3–42
Display, меню Status, 3–199
Dots, меню Display, 3–42
DPO Brightness, меню Display, 3–64
DPO Contrast, меню Display, 3–64
DPU411-II, меню Hardcopy, 3–185
DPU412, меню Hardcopy, 3–185
Dual Wfm Math, меню More, 3–210
Dual Zoom, меню Zoom, 3–59
Dual Zoom Offset, меню Zoom, 3–59

E

Edge, меню Main Trigger, 3–84, 3–85
Edges, меню Measure Delay, 3–137
Either, меню Main Trigger, 3–104, 3–106, 3–109
empty, состояние сохраненного сигнала, 3–171
Enter Char, меню Labelling, 3–179, 3–180
Envelope, меню Acquire, 3–36
EPS Color Img, меню Hardcopy, 3–185
EPS Color Plt, меню Hardcopy, 3–185
EPS Mono Img, меню Hardcopy, 3–185
EPS Mono Plt, меню Hardcopy, 3–185
 Epson, 3–183
Epson, меню Hardcopy, 3–185
External Attenuation, меню Vertical, 3–20

F

FastFrame, несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
FastFrame Setup, меню Horizontal, 3–69
FastFrame, меню Horizontal, 3–69
File Utilities, меню File Utilities, 3–178
File Utilities, меню Save/Recall Setup, 3–170
File Utilities, меню Save/Recall Waveform, 3–177
Filter, меню Display, 3–45
Fine Scale, меню Vertical, 3–20
Fit to screen, меню Horizontal, 3–24
Format, меню File Utilities, 3–181
Format, меню Hardcopy, 3–185
Frame Count, меню Horizontal, 3–69
Frame Length, меню Horizontal, 3–69

Frame, меню Display, 3–46
Frame, меню Horizontal, 3–70
Full, меню Display, 3–46
Full, меню Vertical, 3–20
Function, меню Cursor, 3–143, 3–144

G

Gating, меню Measure, 3–133
Glitch, меню Main Trigger, 3–105
Goes FALSE, меню Main Trigger, 3–95, 3–97
Goes TRUE, меню Main Trigger, 3–95, 3–97
 GPIB, 2–5, 3–193–3–198, Словарь–1
 выбор и настройка порта, 3–196
 кабельное подключение, 3–194
 обычная конфигурация, 3–194
 описание процедур для работы, 3–195
 подключение к, 3–195
 протоколы, 3–193
 требования интерфейса, 3–193
 GPIB, меню Hardcopy, 3–185
 GPIB, меню Utility, 3–196
 GPIB, программирование, F–1
Graticule, меню Display, 3–46
Grid, меню Display, 3–46

H

H Bars, меню Cursor, 3–143, 3–144
H Limit, меню Acquire, 3–205
Hardcopy (Talk Only), меню Utility, 3–184
Hardcopy if Condition Met, меню Acquire, 3–207
Hardcopy, меню Color, 3–49
Hardcopy, меню Utility, 3–196
HF Rej, меню Main Trigger, 3–86
Hi Res, меню Acquire, 3–36
High Ref, меню Measure, 3–135
High-Low Setup, меню Measure, 3–134
 Histogram, меню, 3–148
Histogram, меню Measure, 3–134
HistoMasks, меню Status, 3–199
Horiz Pos, меню Horizontal, 3–24
Horiz Scale, меню Horizontal, 3–24
 HPGL, 3–183
HPGL, меню Hardcopy, 3–185
Hue, меню Color, 3–50

I

I/O, меню Status, 3–199
I/O, меню Utility, 3–184

Independent, меню Cursor, 3–144
Infinite Persistence, меню Display, 3–42
Intensified Samples, меню Display, 3–42
Intensified, меню Horizontal, 3–121, 3–123
Intensity, меню Display, 3–43, 3–64
 Interleaf, 3–183
Interleaf, меню Hardcopy, 3–185
IRE (NTSC), меню Cursor, 3–145

L

Landscape, меню Hardcopy, 3–185
 Laserjet, 3–183
Laserjet, меню Hardcopy, 3–185
Layout, меню Hardcopy, 3–185
Level, меню Delayed Trigger, 3–125
Level, меню Main Trigger, 3–88, 3–105, 3–109, 3–114
Level, меню Telecom Trigger, 3–118
LF Rej, меню Main Trigger, 3–86
Lightness, меню Color, 3–50
Limit Test Condition Met, меню Acquire, 3–207
Limit Test Setup, меню Acquire, 3–206, 3–207
Limit Test Sources, меню Acquire, 3–206
Limit Test, меню Acquire, 3–207
Linear interpolation, меню Display, 3–45
Logic, меню Main Trigger, 3–84
Low Ref, меню Measure, 3–135

M

MAIN TRIGGER OUTPUT, BNC, 2–5
Map Math, меню Color, 3–51
Map Reference, меню Color, 3–51
Math, меню Color, 3–51
Math1/2/3, меню More, 3–211
Max Value, меню Color, 3–53
Measure Delay To, меню Measure Delay, 3–136
Mid Ref, меню Measure, 3–135
Mid2 Ref, меню Measure, 3–135
Min-Max, меню Measure, 3–134
Mode & Holdoff, меню Main Trigger, 3–87
Monochrome, меню Color, 3–49

N

NAND, Словарь–1
NAND, меню Main Trigger, 3–95, 3–97
Negative, меню Main Trigger, 3–104, 3–106, 3–109
No Process, меню More, 3–211
Noise Rej, меню Main Trigger, 3–86
 NOR, Словарь–1

NOR, меню Main Trigger, 3–95, 3–97
Normal, меню Color, 3–49
Normal, меню Main Trigger, 3–87
NRZ, меню Telecom Trigger, 3–117
NTSC, меню Display, 3–46

O

OFF (Real Time Only), меню Acquire, 3–37
Off Bus, меню Utility, 3–196
Offset, меню Vertical, 3–20
OK Confirm Clear Spool, меню Hardcopy, 3–189
OK Create Math Wfm, меню More, 3–209
OK Create Measurement, меню Measure Delay, 3–137
OK Erase Ref & Panel Memory, меню Utility, 3–169
OK Store Template, меню Acquire, 3–205
ON (Enable ET), меню Acquire, 3–37
Options, меню Color, 3–52, 3–53
OR, Словарь–1
OR, меню Main Trigger, 3–95, 3–97
Overall, меню Display, 3–43
Overwrite Lock, меню File Utilities, 3–181

P

P6701A/B с калибровкой, A–2
 P6703A/B с калибровкой, A–2
PAL, меню Display, 3–46
Palette, меню Color, 3–49
Palette, меню Hardcopy, 3–185
 PCX, 3–183
PCX Color, меню Hardcopy, 3–185
PCX, меню Hardcopy, 3–185
Peak Detect, меню Acquire, 3–36
Percentage Color Mapping, меню Color, 3–53
Persistence Palette, меню Color, 3–49
Polarity and Width, меню Main Trigger, 3–104
Polarity, меню Main Trigger, 3–106, 3–109
Port, меню Hardcopy, 3–185
Port, меню Utility, 3–196
Portrait, меню Hardcopy, 3–185
Position, меню Vertical, 3–20
Positive, меню Main Trigger, 3–104, 3–106, 3–109
 Postscript, 3–183
Preview, меню Zoom, 3–57
Print, меню File Utilities, 3–180
 Probe Cal, 3–160
Pulse, меню Main Trigger, 3–84, 3–105, 3–108, 3–113

R

Readout, меню Display, 3–44, 3–46
Recall Factory Setup, меню Save/Recall Setup, 3–169
Recall Factory With DPX, меню Save/Recall Setup, 3–169
Recall Saved Setup, меню Save/Recall Setup, 3–169
Recalled Image Histogram, меню Status, 3–199
Record Length, меню Horizontal, 3–23
Ref, меню Color, 3–51
Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, состояние опорного сигнала, 3–175
Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, File, меню Save/Recall Waveform, 3–175
Reference Levels, меню Measure, 3–134
Reject Glitch, меню Main Trigger, 3–105
Remove Measrmnt, меню Measure, 3–132, 3–138
Rename, меню File Utilities, 3–179
Repetitive Signal, меню Acquire, 3–37
Reset All Mappings To Factory, меню Color, 3–52
Reset All Palettes To Factory, меню Color, 3–52
Reset Current Palette To Factory, меню Color, 3–52
Reset to Factory Color, меню Color, 3–50
Reset Zoom Factors, меню Zoom, 3–57
Restore Colors, меню Color, 3–52
Ring Bell if Condition Met, меню Acquire, 3–207
RLE Color, меню Hardcopy, 3–185
RS-232, 2–5
Port, 3–185, 3–193
RUN/STOP, 3–72
RUN/STOP, меню Acquire, 3–39
Runt, меню Main Trigger, 3–105

S

Sample, меню Acquire, 3–36
Saturation, меню Color, 3–50
Save Acq, меню Save/Recall Waveform, 3–173
Save Current Setup, меню Save/Recall Setup, 3–168
Save Format, меню Save/Recall Waveform, 3–174
Save Image Histogram, меню Save/Recall Waveform, 3–173
Save Waveform, меню Save/Recall Waveform, 3–171
seconds, меню Cursor, 3–145
Select Application, меню Save/Recall Setup, 3–170
Select Measrmnt, меню Measure, 3–131, 3–136, 3–150
Set 1st Source to, меню More, 3–210
Set 2nd Source to, меню More, 3–210
Set Function to, меню More, 3–209
Set Levels in % units, меню Measure, 3–135
Set operator to, меню More, 3–210
Set Single Source to, меню More, 3–209, 3–210
Set Thresholds, меню Main Trigger, 3–94, 3–97

Set to 10%, меню Horizontal, 3–24
Set to 50%, меню Delayed Trigger, 3–125
Set to 50%, меню Horizontal, 3–24
Set to 50%, меню Main Trigger, 3–81, 3–88, 3–105, 3–114
Set to 50%, меню Telecom Trigger, 3–119
Set to 90%, меню Horizontal, 3–24
Set to ECL, меню Delayed Trigger, 3–125
Set to ECL, меню Main Trigger, 3–88, 3–105, 3–110, 3–114
Set to ECL, меню Telecom Trigger, 3–119
Set to TTL, меню Delayed Trigger, 3–125
Set to TTL, меню Main Trigger, 3–88, 3–105, 3–110, 3–114
Set to TTL, меню Telecom Trigger, 3–119
Set to Zero, меню Vertical, 3–20
Settings, меню Display, 3–42, 3–48
SIGNAL OUTPUT, BNC, 2–5
Sin(x)/x interpolation, меню Display, 3–45
Single Acquisition Sequence, меню Acquire, 3–39
Single Wfm Math, меню More, 3–209
Slope, меню Delayed Trigger, 3–124
Slope, меню Main Trigger, 3–87
Snapshot, меню Measure, 3–138
Source, меню Delayed Trigger, 3–124
Source, меню Main Trigger, 3–86, 3–104, 3–106, 3–108, 3–109, 3–113
Source, меню Telecom Trigger, 3–117
Spectral, меню Color, 3–49
State, меню Main Trigger, 3–97, 3–98
Statistics, меню Measure, 3–139, 3–140
Stop After Limit Test Condition Met, меню Acquire, 3–207
Stop After, меню Acquire, 3–38, 3–207
Style, меню Display, 3–42
System, меню Status, 3–199
System, меню Utility, 3–184

T

Talk/Listen Address, меню Utility, 3–196
Tek Secure, 3–169, Словарь–1
Tek Secure Erase Memory, меню Utility, 3–169
Telecom Standard, меню Telecom Trigger, 3–118
Telecom, меню Main Trigger, 3–116
Temperature, меню Color, 3–49
Template Source, меню Acquire, 3–204
Text/Grat, меню Display, 3–43
Thinkjet, 3–183
Thinkjet, меню Hardcopy, 3–185
Thresholds, меню Main Trigger, 3–106, 3–110
TIFF, 3–183
TIFF, меню Hardcopy, 3–185

Time Base, меню Horizontal, 3–120
Time Units, меню Cursor, 3–145
Time, меню Main Trigger, 3–114
Timeout, меню Main Trigger, 3–113, 3–114
Tracking, меню Cursor, 3–144
Trigger Bar Style, меню Display, 3–44
Trigger if Faster Than, меню Main Trigger, 3–111
Trigger if Slower Than, меню Main Trigger, 3–111
Trigger Position, меню Horizontal, 3–23
Trigger When, меню Main Trigger, 3–95, 3–97, 3–110
Trigger, меню Status, 3–199
True for less than, меню Main Trigger, 3–95
True for more than, меню Main Trigger, 3–95
Type Logic, меню Main Trigger
 Logic, 3–93, 3–97, 3–98
 Pulse, 3–109
Type Pulse, меню Main Trigger, 3–103
Type, меню Main Trigger, 3–84, 3–85, 3–108, 3–113
 Pulse, 3–105

U

user, состояние с сохраненными настройками
 3–168

V

V Limit, меню Acquire, 3–205
Variable Persistence, меню Display, 3–42
Vectors, меню Display, 3–42
VGA выход, 2–5
Video Line Number, меню Cursor, 3–145
View Palette, меню Color, 3–49

W

Waveform, меню Display, 3–43, 3–64
Waveforms, меню Status, 3–199
Width, меню Main Trigger, 3–104, 3–108

X

XY
 несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 формат, 3–46, 3–65
XY, меню Display, 3–46
XYZ, формат, 3–65

Y

YT, формат, 3–46, 3–65
YT, меню Display, 3–46

Z

Zoom, 3–54–3–73

A–Я

A

автоматические измерения 2–22, 3–128, 3–232
 интегралов расчетных сигналов 3–239
 производных от вычисленных сигналов
 (процедура), 3–232
 снимок результатов, 2–27
автонастройка, 2–15, 3–10, Словарь–2
 маски, 3–152
 параметры по умолчанию, 3–11
 способы выполнения, 3–10
активные вольтовые пробники, D–3
активные дифференциальные пробники, D–4
активный курсор, Словарь–2
активный пробник P6205, 1–5
алгоритмы, B–1
амплитуда, 3–128, Словарь–2
амплитуда пик-пик, 3–129, Словарь–2
анализатор коммуникационного сигнала, A–2

Б

боковое меню, Словарь–2
БПФ от расчетного сигнала, 3–212
 длина записи, 3–220
 коррекция постоянной составляющей, 3–221
 опорная нулевая фаза, 3–224
 отображение фазы, 3–214
 подавление фазового сдвига, 3–215, 3–225
 производная, 3–212
 процедура вывода на экран, 3–213
 режим интерполяции, 3–223
 режим оцифровки, 3–222
 уменьшение шума, 3–222
 частотный диапазон, 3–220

частотное разрешение, 3–220
 БПФ формы сигнала, 3–211
 быстрое преобразование Фурье, описание, 3–211
 быстрое преобразование Фурье (БПФ)
 применение, 3–211

В

векторное отображение, несовместимый с ЦЛЮ,
 3–67
 векторы, 3–42
 версия микропрограммного обеспечения 3–199
 версия программного обеспечения 3–199
 вертикальная компенсация сдвига по фазе, 3–160,
 Словарь–6
 взаимодействия FastFrame, 3–72, 3–142
 видеосинхронизация, опция 05, А–1
 включение питания, 1–7
 восстановление
 накопленные данные, 3–170
 настройки, 3–167
 сигналы, 3–170
 время задержки, Словарь–2
 время нарастания, 2–23, 3–130,
 Словарь–2–Словарь–12
 время спада, 3–129, Словарь–2–Словарь–12
 всплывающее меню, 2–8, Словарь–2
 вспомогательная синхронизация 3–76
 выборка, 3–29, Словарь–2
 выборка в режиме реального времени, 3–30
 выбранный сигнал, Словарь–3
 выключатель, основной питания, 1–7, 2–5
 высоковольтные пробники, D–2
 высокое, 3–129, Словарь–3
 высокое разрешение, несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 высокочастотные активные пробники, D–4

Г

гистограмма
 измерения, 3–150
 подсчет, 3–147
 гистограммы, 3–65, 3–147
 главное меню, Словарь–3
 границы маски, 3–154

Д

данные канала, 2–6
 дата и время
 при печати, 3–186
 установка, 3–187

диск, сохранение копии на диске, 3–190
 дисковый накопитель, 3–177
 дискретизация и цифровое преобразование, 3–29
 дистанционное управление
 выбор и настройка порта, 3–196
 кабельное подключение, 3–194
 описание процедур, 3–195
 подготовительные действия 3–193
 подключение к GPIB, 3–195
Подключение к внешним приборам, 3–193
 протоколы GPIB, 3–193
 требования интерфейса GPIB, 3–193
 дифференцирование
 производной, 3–230
 сигнал, 3–230
 дифференцирование сигнала, 3–230
 длина записи, 3–23, 3–24, 3–25, Словарь–3
 интегрирование расчетных сигналов, 3–235
 математические производные сигналов, 3–231
 несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 опция 1M, А–2
 опция 2M, А–2
 предел в режиме высокого разрешения 3–24
 длина оцифровки, опция 2M, А–2
 длительность вспышки, 3–128
 дополнительная цифровая обработка, опция 2F,
 А–3
 дополнительное применение, средства для, 3–203
 доставка, С–1

З

задержанная после основной, 3–80
 задержанная синхронизация 3–119–3–126
 задание, 3–120
 задержанный запуск, 3–80
 задержанный синхронизируемый сигнал, 3–80
 задержка распространения, 3–129
 задержка, запуск, 3–78
 задержка, синхронизация, Словарь–11
 задняя панель, 2–5
 запись временной области БПФ, определение,
 3–219
 запись осциллограммы
 временная область БПФ, 3–219
 источник БПФ, определение, 3–219
 частотная область БПФ, 3–219
 длина, 3–219
 запись частотной области БПФ
 длина, 3–220
 определение, 3–219
 запуск, 3–75–3–126, Словарь–4–Словарь–12

задержка, 3–78, 3–80
импульсный, 3–77
источник, 3–76
наклон, 3–80
от сети переменного тока, 3–76
по видеосигналу, 3–77
по коммуникационному сигналу, 3–77
по логическому сигналу, 3–77
по скорости нарастания, Словарь–4
по фронту, 3–77
позиция, 3–23, 3–72, 3–79
режим, 3–77
связь, 3–79
уровень, 3–80, Словарь–11–Словарь–12
запуск по видеосигналу, 3–77
запуск по истечении заданного времени, 3–101, 3–103, 3–113, Словарь–3
задание, 3–113–3–126
запуск по коммуникационному сигналу, 3–77
запуск по логическому сигналу, 3–77
запуск по логическому состоянию, 3–89, 3–97–3–126
задание, 3–97–3–126
запуск по огибающей, 3–102
запуск по сигналам, 3–75
запуск по фронту, 3–77
затухание в %, 3–130
затухание в дБ, 3–130
защитная скоба, 2–5
звуковой сигнал, 3–154
значений в прямоугольной области, 3–149
значки, меню File Utilities, 3–169, 3–172, 3–173, 3–174, 3–179, 3–181
значок запуска, 2–6, 3–72
значок уровня запуска
показание, 3–72
показания, 3–43

И

изменение положения по вертикали, 3–20
измерение
алгоритмы, В–1
амплитуда, 3–128, Словарь–2
амплитуда пик-пик, 3–129, Словарь–2
в зоне интереса, 3–132, Словарь–4
высокое, 3–129
гистограмма, 3–150
длительность вспышки, Словарь–3
задержка, 3–136, Словарь–4
задержка распространения, 3–129
затухание в %, 3–130
затухание в дБ, 3–130

значений в прямоугольной области, 3–149
классы, 3–127
коэффициент затухания, 3–130
курсор, 3–140
максимальная, 3–129
максимальное значение, Словарь–6
масштабная сетка, 3–146
минимальное значение, 3–129, Словарь–7
медиана, 3–149
низкое, 3–129, Словарь–7
область, 3–128, Словарь–7
опорные уровни, 2–24
отрицательная скважность, 3–129
отрицательный выброс, 3–129, Словарь–4
перерегулирование, Словарь–9
период, 3–130, Словарь–9–Словарь–12
пиковых значений, 3–149
подсчет по гистограмме, 3–147
подсчет с маской, 3–150
подсчет сигналов, 3–149
показание, 3–130, 3–131
положительная скважность, 3–130
положительный выброс, 3–130
по ширине, Словарь–12
скважность, 2–23, Словарь–8, Словарь–9
снимок результатов, 3–137
список автоматических, 3–128, 3–149–3–166
среднеквадратическое значение, 3–130, Словарь–11
среднее ± 1 стандартное отклонение, 3–149
среднее ± 2 стандартное отклонение, 3–149
среднее ± 3 стандартное отклонение, 3–149
среднее значение дБм, 3–130
стандартное отклонение, 3–149
среднеквадратическое значение цикла, 3–129, Словарь–11
фаза, 3–130, Словарь–11–Словарь–12
циклическая область, 3–128, Словарь–12
частота, 2–22, Словарь–12
ширина, 2–23
ширина отрицательной части, 3–129
ширина положительной части, 3–130
измерение сигналов, 3–127
измерения в зоне интереса, 3–132, Словарь–4
измерения с помощью масштабной сетки, 3–146
импульсная синхронизация, 3–101
определение классов, 3–101
определения, 3–102
импульсный запуск, 3–77
инверсия маски, 3–151
индикаторы состояния синхронизации, 3–82
интегрирование, сигнал, 3–235

интегрирование расчетного сигнала 3–235
 автоматическое измерение, 3–239
 длина записи, 3–235
 применение, 3–235
 производная, 3–235
 процедура вывода на экран, 3–236
 процедура проведения измерений, 3–237
 увеличение, 3–234, 3–240
 интегрирование сигнала, 3–235
 интенсивность, Словарь–5
 интервал дискретизации, Словарь–5
 интерполяция, 3–31, 3–32, 3–45, Словарь–5
 и увеличение, 3–54
 искажение БПФ, 3–223
 линейная и $\sin(x)/x$, 3–223
 несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 интерполяция $\sin(x)/x$, 3–32, 3–45, Словарь–5
 интерфейс печати RS232C/Centronics, опция 13, А–1
 искажения, 3–40, Словарь–5
 использование пробников, 1–5

К

кабели, 3–194
 канал, Словарь–5
 вход синхронизации, 3–76
 кнопки выбора, 2–17, 3–14
 опорный индикатор, 2–6, 3–14
 показание, 2–6, 3–13, 3–55
 каналы, выбор, 3–13
 квантование, Словарь–5
 клавиатура, 2–7, 2–26
 классы, импульсная синхронизация 3–102
 кнопка
ACQUIRE MENU, 3–36, 3–204
AUTOSET, 2–15
CLEAR MENU, 2–3, 2–8, 2–13, 2–23, 2–24, 3–137
CURSOR, 3–143
DELAYED TRIG, 3–80, 3–121
DISPLAY, 3–42, 3–48
FORCE TRIG, 3–81
HARDCOPY, 3–177, 3–185, 3–196
HELP, 3–201
HORIZONTAL MENU, 3–80, 3–120
MEASURE, 3–131, 3–150
MORE, 3–15, 3–175, 3–206, 3–209
ON/STBY, 1–7, 2–3
SELECT, 3–144, Словарь–6
SET LEVEL TO 50%, 3–81
SINGLE TRIG, 3–40, 3–82
STATUS, 3–199

TRIGGER MENU, 3–84, 3–85, 3–93, 3–97, 3–98,
 3–103, 3–105, 3–109
UTILITY, 3–159, 3–184, 3–196
VERTICAL MENU, 2–19
WAVEFORM OFF, 2–21, 3–15, 3–47, 3–66
WKJ, 3–60
ZOOM, 3–54
 сохранение/восстановление **SETUP**, 2–10, 3–168,
 3–177
 сохранение/восстановление **WAVEFORM**, 3–171,
 3–177
 сохранения/вызова **SETUP**, 3–13
 кнопки
 боковое меню, 2–3, Словарь–6
CH1, CH2 ..., 3–14
 главное меню, 2–3, Словарь–6
 выбор канала, 2–17, 3–14
 компенсация, пассивные пробники, 3–6
 компенсация в сигнальном тракте, 1–5, 3–158
 компенсация сдвига по фазе, 3–160, Словарь–6
 компенсация сдвига по фазе канала/пробника
 3–160, Словарь–6
 компенсация температурных искажений 3–158
 коэффициент затухания 3–130, В–8, Словарь–6
 курсор
 вертикальная полоса, 3–141
 установка характеристики настройки (скорости)
 3–145
 показание, 3–142
 режимы, 3–141
 горизонтальная полоса, 3–141
 измерения, 3–140
 двойные, 3–141
 курсоры, 3–140, Словарь–6
 использование, 3–143
 с интегрированием сигнала, 3–237
 с производными сигналов, 3–232

Л

линейная интерполяция 3–31, 3–45, Словарь–5
 лупа, 3–54–3–73
 двойная лупа, 3–59
 для интегрированных расчетных сигналов 3–240
 и форма сигнала, 3–54
 несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 производные от вычисленных сигналов 3–234
 режим двух окон, 3–57
 смещение двойной лупы, 3–59

М

максимальное значение, 3–129, Словарь–6

маски

- проверка годен-негоден, 3–153
- порог отказов, 3–154
- позиция по горизонтали, 3–154
- минимальное число сигналов, 3–154
- изменение пользовательских, 3–155
- создание пользовательских, 3–155
- сохранение пользовательских, 3–156

масштаб

- по вертикали, 3–239
- по горизонтали, 3–221, 3–233

масштаб времени, Словарь–6

масштаб времени с задержкой, несовместимый с ЦЛО, 3–67

масштабная сетка, 3–46, Словарь–7

математическая производная сигнала, 3–231

- длина записи, 3–231
- применение, 3–230
- производная, 3–231
- процедура вывода на экран, 3–231

математическая форма сигнала, 3–211

- БПФ. *См.* БПФ от расчетного сигнала
- интегрирование. *См.* интегрирование расчетного сигнала
- несовместимый с ЦЛО, 3–67
- производная. *См.* математическая производная сигнала

медиана, 3–149

меню

- сбор данных, 3–204
- Delayed Trigger, 3–121–3–126
- File Utilities, 3–177, 3–178
- Main Trigger, 3–84
- Measure, 3–131, 3–138
- More, 3–175, 3–209, 3–213, 3–231
 - См. также* меню More
- курсор, 3–143
- Save/Recall, 3–168
- Save/Recall Acquisition, 3–173, 3–176
- Save/Recall Image Histogram, 3–173
- Save/Recall Waveform, 3–171
- Utility, 3–184
- всплывающее, 2–8, Словарь–2
- главное, 2–6
- настройки, 2–10, 3–13
- операция, 2–7
- основная синхронизация, 3–85, 3–93, 3–97, 3–98, 3–103, 3–105, 3–109
- по горизонтали, 3–80, 3–120
- сбор данных, 3–36

состояние, 3–199

цвет, 3–48

экран, 3–42, 3–48

меню Acquire, 3–36

Average, 3–36, 3–204

Compare Ch1 to, 3–206

Compare Ch2 to, 3–206

Compare Ch3 to, 3–206

Compare Ch4 to, 3–206

Compare Math1 to, 3–206

Compare Math2 to, 3–206

Compare Math3 to, 3–206

Create Limit Test Template, 3–204

Envelope, 3–36

H Limit, 3–205

Hardcopy if Condition Met, 3–207

Hi Res, 3–36

Limit Test, 3–207

Limit Test Condition Met, 3–207

Limit Test Setup, 3–206, 3–207

Limit Test Sources, 3–206

OFF (Real Time Only), 3–37

OK Store Template, 3–205

ON (Enable ET), 3–37

Peak Detect, 3–36

Repetitive Signal, 3–37

Ring Bell if Condition Met, 3–207

RUN/STOP, 3–39

Sample, 3–36

Single Acquisition Sequence, 3–39

Stop After, 3–36, 3–38, 3–207

Stop After Limit Test Condition Met, 3–207

Template Source, 3–204

V Limit, 3–205

предельный тест, 3–204

меню Color, 3–48

Bold, 3–49

Change Colors, 3–49

Collision Contrast, 3–52, 3–53

Color, 3–50, 3–51

Color Index, 3–53

Color Matches Contents, 3–51

Hardcopy, 3–49

Hue, 3–50

Lightness, 3–50

Map Math, 3–51

Map Reference, 3–51

Math, 3–51

Max Value, 3–53

Monochrome, 3–49

Normal, 3–49

Options, 3–52, 3–53

- Palette**, 3–49
- Percentage Color Mapping**, 3–53
- Persistence Palette**, 3–49
- Ref**, 3–51
- Reset All Mappings To Factory**, 3–52
- Reset All Palettes To Factory**, 3–52
- Reset Current Palette To Factory**, 3–52
- Reset to Factory Color**, 3–50
- Restore Colors**, 3–52
- Saturation**, 3–50
- Spectral**, 3–49
- Temperature**, 3–49
- View Palette**, 3–49
- меню **Cursor**, 3–143, 3–216, 3–237
 - 1/seconds (Hz)**, 3–145
 - Amplitude Units**, 3–145
 - Base**, 3–145
 - Function**, 3–143, 3–144
 - H Bars**, 3–143, 3–144
 - Independent**, 3–144
 - IRE (NTSC)**, 3–145
 - seconds**, 3–145
 - Time Units**, 3–145
 - Tracking**, 3–144
 - Video Line Number**, 3–145
- меню **Delay**, 3–136, Словарь–4
- меню **Delayed Trigger**, 3–121–3–126
 - Ch1, Ch2 ...**, 3–124
 - Coupling**, 3–124
 - Delay by**, 3–123
 - Delay by Events**, 3–123
 - Delay by Time**, 3–123
 - Level**, 3–125
 - Set to 50%**, 3–125
 - Set to ECL**, 3–125
 - Set to TTL**, 3–125
 - Slope**, 3–124
 - Source**, 3–124
 - нарастающий фронт, 3–124
 - спадающий фронт, 3–124
- меню **Display**, 3–42, 3–48
 - AutoBright**, 3–64
 - стиль **Dots**, 3–206
 - Color**, 3–48
 - Contrast**, 3–43, 3–64
 - Cross Hair**, 3–46
 - DISPLAY**, 3–42
 - Display ‘T’ @ Trigger Point**, 3–44
 - Dots**, 3–42
 - DPO Brightness**, 3–64
 - DPO Contrast**, 3–64
 - Filter**, 3–45
 - Frame**, 3–46
 - Full**, 3–46
 - Graticule**, 3–46
 - Grid**, 3–46
 - Infinite Persistence**, 3–42
 - Intensified Samples**, 3–42
 - Intensity**, 3–43, 3–64
 - Linear interpolation**, 3–45
 - NTSC**, 3–46
 - Overall**, 3–43
 - PAL**, 3–46
 - Readout**, 3–44, 3–46
 - Settings**, 3–42, 3–48
 - Sin(x)/x interpolation**, 3–45
 - Style**, 3–42
 - Text/Grat**, 3–43
 - Trigger Bar**, 3–44
 - Variable Persistence**, 3–42
 - Vectors**, 3–42
 - Waveform**, 3–43, 3–64
 - YT**, 3–46
- меню **File Utilities**, 3–177, 3–178
 - Confirm Delete**, 3–180
 - Copy**, 3–180
 - Create Directory**, 3–180
 - Delete**, 3–179
 - File Utilities**, 3–178
 - Format**, 3–181
 - Overwrite Lock**, 3–181
 - Print**, 3–180
 - Rename**, 3–179
 - значки, 3–169, 3–172, 3–173, 3–174, 3–179, 3–181
 - накопители, 3–181
- меню **Hardcopy**
 - BMP Color**, 3–185
 - BMP Mono**, 3–185
 - Clear Spool**, 3–185, 3–189
 - Deskjet**, 3–185
 - DeskjetC**, 3–185
 - DPU411-II**, 3–185
 - DPU412**, 3–185
 - EPS Color Img**, 3–185
 - EPS Color Plt**, 3–185
 - EPS Mono Img**, 3–185
 - EPS Mono Plt**, 3–185
 - Epson**, 3–185
 - Format**, 3–185
 - GPIOB**, 3–185
 - HPGL**, 3–185
 - Interleaf**, 3–185
 - Landscape**, 3–185
 - Laserjet**, 3–185
 - Layout**, 3–185
 - OK Confirm Clear Spool**, 3–189

- Palette, 3–185
- PCX, 3–185
- PCX Color, 3–185
- Port, 3–185
- Portrait, 3–185
- RLE Color, 3–185
- Thinkjet, 3–185
- TIFF, 3–185
- меню Histogram, 3–147
- меню Horizontal
 - Delayed Only, 3–120
 - Delayed Runs After Main, 3–25, 3–120
 - Delayed Scale, 3–24
 - Delayed Triggerable, 3–25, 3–123
 - FastFrame, 3–69
 - FastFrame Setup, 3–69
 - Fit to screen, 3–24
 - Frame Count, 3–69
 - Frame Length%, 3–69
 - Frame%, 3–70
 - Extended acquisition length, 3–25
 - Horiz Pos, 3–24
 - Horiz Scale, 3–24
 - Intensified, 3–121, 3–123
 - Main Scale, 3–24
 - Record Length, 3–23
 - Set to 10%, 3–24
 - Set to 50%, 3–24
 - Set to 90%, 3–25
 - Trigger Position, 3–23
 - Time Base, 3–120
- меню Labelling, Enter Char, 3–179, 3–180
- меню Main Trigger, 3–84, 3–85, 3–93, 3–97, 3–98, 3–103, 3–105, 3–109
 - AC, 3–86
 - Accept Glitch, 3–105
 - AND, 3–95, 3–97
 - Auto, 3–87
 - Ch1, Ch2 ..., 3–86, 3–94, 3–97, 3–98, 3–104, 3–105, 3–106, 3–108, 3–109, 3–113
 - Class, 3–108, 3–113
 - Pattern, 3–93
 - Runt, 3–105
 - Setup/Hold, 3–98
 - Slew Rate, 3–109
 - State, 3–97
 - Class Glitch, 3–103
 - Clock Source, 3–98
 - Coupling, 3–86
 - Data Source, 3–98
 - DC, 3–86
 - Define Inputs, 3–94, 3–97, 3–99
 - Define Logic, 3–95, 3–97
 - Delta Time, 3–110
 - Either, 3–104, 3–106, 3–109
 - Glitch, 3–105
 - Goes FALSE, 3–95, 3–97
 - Goes TRUE, 3–95, 3–97
 - HF Rej, 3–86
 - Level, 3–88, 3–105, 3–109, 3–114
 - LF Rej, 3–86
 - Mode & Holdoff, 3–87
 - NAND, 3–95, 3–97
 - Negative, 3–104, 3–106, 3–109
 - Noise Rej, 3–86
 - NOR, 3–95, 3–97
 - Normal, 3–87
 - OR, 3–95, 3–97
 - Polarity, 3–106, 3–109
 - Polarity and Width, 3–104
 - Positive, 3–104, 3–106, 3–109
 - Pulse, 3–84, 3–105, 3–108, 3–113
 - Reject Glitch, 3–105
 - Runt, 3–105
 - Set Thresholds, 3–94, 3–97
 - Set to 50%, 3–81, 3–88, 3–105, 3–114
 - Set to ECL, 3–88, 3–105, 3–110, 3–114
 - Set to TTL, 3–88, 3–105, 3–110, 3–114
 - Slope, 3–87
 - Source, 3–86, 3–104, 3–106, 3–108, 3–109, 3–113
 - State, 3–97, 3–98
 - Telecom, 3–116
 - Thresholds, 3–106, 3–110
 - Time, 3–114
 - Timeout, 3–113, 3–114
 - Trigger When, 3–95, 3–97, 3–110
 - True for less than, 3–95
 - True for more than, 3–95
 - Type, 3–84, 3–85, 3–108, 3–113
 - Logic, 3–93, 3–97, 3–98
 - Pulse, 3–109
 - импульсная, 3–105
 - Type Pulse, 3–103
 - Width, 3–104, 3–108
 - нарастающий фронт, 3–88, 3–97, 3–98
 - спадающий фронт, 3–88, 3–97, 3–98
- меню Measure, 3–131, 3–138
 - Gating, 3–133
 - High Ref, 3–135
 - High-Low Setup, 3–134
 - Histogram, 3–134
 - Low Ref, 3–135
 - Mid Ref, 3–135
 - Mid2 Ref, 3–135
 - Min-Max, 3–134

- Reference Levels**, 3–134
- Remove Measrmt**, 3–132, 3–138
- Select Measrmt**, 3–131, 3–136, 3–150
- Set Levels in % units**, 3–135
- Snapshot**, 3–138
- Statistics**, 3–139, 3–140
- меню Measure Delay
 - Create Measrmt**, 3–137
 - Delay To**, 3–136
 - Edges**, 3–137
 - Measure Delay To**, 3–136
 - OK Create Measurement**, 3–137
- меню More, 3–175, 3–209, 3–231
 - Average**, 3–211
 - Blackman-Harris**, 3–215
 - Change Math waveform definition**, 3–213, 3–231, 3–236
 - dBV RMS**, 3–214
 - diff**, 3–231
 - Dual Wfm Math**, 3–210
 - FFT**, 3–213
 - Hamming**, 3–215
 - Hanning**, 3–215
 - intg**, 3–236
 - Linear RMS**, 3–214
 - Math1, Math2, Math3**, 3–213, 3–231, 3–236
 - Math1/2/3**, 3–211
 - No Process**, 3–211
 - OK Create Math Waveform**, 3–209, 3–236
 - Phase (deg)**, 3–214
 - Phase (rad)**, 3–214
 - Rectangular**, 3–215
 - Set 1st Source to**, 3–210
 - Set 2nd Source to**, 3–210
 - Set FFT Vert Scale to:**, 3–214
 - Set FFT Window to:**, 3–215
 - Set Function to**, 3–209
 - Set Function to:**, 3–231, 3–236
 - Set operator to**, 3–210
 - Set Single Source to**, 3–209, 3–210
 - Set Single Source to:**, 3–213, 3–231, 3–236
 - Single Wfm Math**, 3–209, 3–231, 3–236
 - состояние опорного сигнала, 3–175
- меню Save/Recall Acquisition, 3–173, 3–176
- меню Save/Recall Image Histogram, 3–173
- меню Save/Recall Setup, 3–168
 - состояние **factory**, 3–168
 - состояние **user**, 3–168
 - File Utilities**, 3–170
 - Recall Factory Setup**, 3–169
 - Recall Factory With DPX**, 3–169
 - Recall Saved Setup**, 3–169
 - Save Current Setup**, 3–168
- Select Application**, 3–170
- меню Save/Recall Waveform, 3–171
 - Autosave**, 3–176
 - состояние **active**, 3–171
 - состояние **empty**, 3–171
 - Delete Refs**, 3–174
 - File Utilities**, 3–177
 - Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, File**, 3–175
 - Save Acq**, 3–173
 - Save Format**, 3–174
 - Save Image Histogram**, 3–173
 - Save Waveform**, 3–171
- меню Setup, 2–10, 3–13
- меню Status, 3–199
 - Display**, 3–199
 - Histo/Masks**, 3–199
 - I/O**, 3–199
 - Recalled Image Histogram**, 3–199
 - System**, 3–199
 - Trigger**, 3–199
 - Waveforms**, 3–199
 - версия микропрограммного обеспечения 3–199
- меню Telecom Trigger
 - AMI**, 3–117
 - Ch1, Ch2 ...**, 3–117
 - CMI**, 3–117
 - Code**, 3–117
 - Level**, 3–118
 - NRZ**, 3–117
 - Set to 50%**, 3–119
 - Set to ECL**, 3–119
 - Set to TTL**, 3–119
 - Source**, 3–117
 - Telecom Standard**, 3–118
- меню Utility
 - Configure**, 3–184, 3–196
 - GPIB**, 3–196
 - Hardcopy**, 3–196
 - Hardcopy (Talk Only)**, 3–184
 - I/O**, 3–184
 - Off Bus**, 3–196
 - OK Erase Ref & Panel Memory**, 3–169
 - Port**, 3–196
 - System**, 3–184
 - Talk/Listen Address**, 3–196
 - Tek Secure Erase Memory**, 3–169
- меню Vertical
 - 20 MHz**, 3–20
 - 250 MHz**, 3–20
 - Bandwidth**, 3–20
 - Cal Probe**, 3–160
 - Coupling**, 3–20
 - External Attenuation**, 3–21

Fine Scale, 3–20
Full, 3–20
Offset, 3–20
Position, 3–20
Set to Zero, 3–20
 меню Zoom
Dual Zoom, 3–59
Dual Zoom Offset, 3–59
Preview, 3–57
Reset Zoom Factors, 3–57
 меню по вертикали, **Deskew**, 3–160
 меню по горизонтали, 3–120
 минимальное значение, 3–129, Словарь–7
 модели, упоминаемые в руководстве, xiv
 модели, основные особенности и отличия, 1–3
 монтаж на стойке, А–2

Н

нагрузка контура, Словарь–10
 наклон, Словарь–6
 наклон, запуск, 3–80
 накопители Zip, 3–181, Словарь–7
 накопители, меню File Utilities, 3–181
 нарастающий фронт, меню Delayed Trigger, 3–124
 нарастающий фронт, меню Main Trigger, 3–88, 3–97, 3–98
 настройка для примеров, 2–9
 настройки, сохранение и восстановление, 3–167
 начало работы, 1–5
 низкое, 3–129, Словарь–7

О

область, 3–128, Словарь–7
 обозначение дБм, В–10
 оптическая мощность. См. обозначение дБм
 обозначения, xiv
 обычный режим синхронизации, 3–77, Словарь–7
 огибающая, несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 окна, описание, 3–215
 окно
 прямоугольное, колоколообразное, 3–229
 Блэкмана-Харриса, 3–215, 3–227
 выбор, 3–227
 прямоугольное, 3–215, 3–227
 характеристики, 3–228
 Хемминга, 3–215, 3–227
 Хеннинга, 3–215, 3–227
 окно Блэкмана-Харриса, 3–215
 окно Хемминга, 3–215
 окно Хеннинга, 3–215

описание изделия, 1–1
 опорная память, Словарь–7
 опорная точка нулевой фазы, 3–219, 3–224
 установка для импульсного тестирования, 3–224, 3–225–3–226
 опорные уровни, 2–24
 определение для проведения измерений, 3–134
 опорный индикатор, канал, 3–13
 опорный индикатор канала, Словарь–7
 оптические пробники, D–5
 опции, А–1–А–10
 опция IG, А–1
 ослабление, внешнее, 3–20, Словарь–8
 основной выключатель питания, 1–7, 2–5
 осциллограмма
 автонастройка, 3–10
 очередность отключения, 3–16
 подача сигналов на осциллограф, 3–5
 регистрация и отображение, 3–5
 осциллограммы
 масштабирование и позиционирование, 3–16
 Увеличение, 3–54
 осциллограф, Словарь–8
 отключение питания, 1–8
 отображение в окне, процесс, 3–226
 отрицательная скважность, 3–129
 отрицательный выброс, 3–129, Словарь–4
 отсечка
 БПФ от расчетного сигнала, 3–221
 интегрирование расчетных сигналов, 3–239
 математические производные сигналов, 3–233
 предотвращение, 3–221, 3–233, 3–239
 отсечка сигнала. См. отсечка
 оцифровка, 3–28, Словарь–9
 интервал, Словарь–5
 режим, огибающая, 3–33
 режимы
 HiRes, 3–72
 огибающая, 3–72, Словарь–10
 усреднение, 3–72
 оцифровка в реальном времени, Словарь–8
 оцифровка в режиме высокого разрешения
 Словарь–8
 оцифровка в режиме пик детекции, Словарь–8
 оцифровка в эквивалентном времени, 3–31, 3–73
 случайный, Словарь–9

П

память, сигнал, 3–174
 пассивные вольтовые пробники, D–1
 передняя панель, 2–4

- перерегулирование, Словарь–9
- период, 3–130, Словарь–9–Словарь–12
- печатная копия, 3–182, Словарь–9
 - буферизация, 3–189
 - вывод на печать (без управления контроллера) 3–188
 - вывод на печать (под управлением контроллера), 3–191
 - Вывод печатных копий*, 3–182
 - порядок настройки, 3–184
 - сохранение на диске, 3–190
 - экраны ЦЛЮ, 3–183
- печать, 3–184
 - печатная копия, 3–167
- пик-пик, 3–149
- пиковых значений, 3–149
- пиксел, Словарь–9
- по вертикали
 - ручка **SCALE**, 2–14, 3–18
 - курсоры-полосы, 3–141, Словарь–6
 - масштаб, 3–17
 - позиция, 3–17, 3–19
 - система, 2–14
 - смещение, 3–20
- по горизонтали
 - ручка **SCALE**, 2–14
 - курсоры-полосы, 3–141, Словарь–6–Словарь–12
 - масштаб, 3–22
 - меню, 3–80
 - позиция, 3–22
 - показания, 3–21
 - система, 2–14
 - управление, 3–22–3–73
- по ширине, Словарь–12
- подавление фазового сдвига, 3–225
- подача сигналов, 3–5
- подсчет с маской, 3–65, 3–150
- подсчет сигналов, 3–149
- позиция, по вертикали, 3–18, 3–221, 3–233, 3–239
- позиция по вертикали, коррекция постоянной составляющей БПФ, 3–221
- позиция по горизонтали, 3–154
- показание
 - измерение, 3–130, 3–131
 - снимок, 3–137
 - запуск, 2–6
 - канал, 2–6, 3–13, 3–55
 - курсоры, 2–6
 - масштаб времени, 2–6
 - оцифровка, 3–36
 - просмотр записи, 2–6
 - ручка общего назначения, 2–6
 - синхронизация, 3–83
 - синхронизация по логическому сигналу, 3–91
 - синхронизация по фронту, 3–84
- показание курсора
 - вертикальные полосы, 3–218, 3–232, 3–238
 - горизонтальные полосы, 3–216, 3–232, 3–237
 - сдвоенные, 3–232
 - сдвоенные курсоры, 3–218, 3–239
- показание, курсор
 - вертикальные полосы, 3–218, 3–232, 3–238
 - горизонтальные полосы, 3–216, 3–232, 3–237
 - сдвоенные, 3–232
 - сдвоенные курсоры, 3–218, 3–239
- показания
 - значок уровня запуска, 3–43
 - точка запуска, 3–43
- показания по горизонтали, 3–21
- положительная скважность, 3–130
- положительный выброс, 3–130
- помощь, доступ к справке, 3–199
- порт Centronics, 3–181
- послесвечение, 3–42
- пост-запуск, Словарь–9
- предварительный запуск Словарь–5
- предельный тест, 3–203
 - несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
- предохранитель, 2–5
- применение
 - БПФ от расчетного сигнала, 3–211
 - интегрирование расчетных сигналов, 3–235
 - математические производные сигналов, 3–230
- примеры программирования F–1
- принадлежности, A–1–A–10
 - дополнительные, A–5–A–10
 - пробники, A–6
 - программное обеспечение, A–9
 - стандартные, A–4, A–9
- принтеры, 3–181
- пробники
 - активные вольтовые, D–3
 - активный P6205, 1–5
 - выбор, D–1
 - высоковольтные, D–2
 - высокочастотные, D–4
 - дифференциальные пробники, D–4
 - дополнительная опция 24, A–1
 - дополнительная опция 26, A–1
 - дополнительная опция 27, A–1
 - дополнительная опция 31, A–3
 - дополнительная опция 32, A–3
 - дополнительная опция 33, A–3
 - дополнительная опция 34, A–3
 - дополнительная опция 35, A–3

дополнительная опция 36, А–3
 дополнительная опция 37, А–3
 дополнительные, А–6
 компенсация, 2–17, 3–6, Словарь–6
 общее назначение (высокое входное сопротивление), D–1
 определение, Словарь–9
 оптические, D–5
 пассивные, 3–6
 пассивные вольтовые, D–1
 подключение, 2–9
 с малым импедансом Z_0 , D–2
 сигнал компенсации, 2–14
 токовые, D–4
 фиксируемые активные, D–4
 пробники общего назначения (высокое входное сопротивление), D–1
 пробники с малым импедансом Z_0 , D–2
 проверка годен-негоден, маски, 3–153
 программа буферизации, печатная копия, 3–189
 программирование, GPIB, F–1
 производная от вычисленного сигнала, процедура проведения измерений, 3–232
 просмотр записи, 2–6, 3–17, 3–22, 3–83
 процедуры, проверка и очистка, E–1–E–2
 прямоугольное окно, 3–215

Р

разъем
AUX TRIGGER INPUT, 2–5
 Centronics, 2–5
DELAYED TRIGGER OUTPUT, 2–5
 питание, 2–5
 GPIB, 2–5, 3–194
MAIN TRIGGER OUTPUT, 2–5
 RS-232, 2–5
SIGNAL OUTPUT, 2–5
 VGA, 2–5
 разъем питания, 2–5
 расположение номера модели, 2–3
 расширение длины регистрации, отображение записи, 3–28
 расширенная регистрация, 3–25
 регистрация и отображение осциллограмм, 3–5
 режим 2 + 2 канала, xiv, 1–2, 1–3, 1–4, Словарь–9
 режим **Average**, меню Acquire, 3–204
 режим автоматического запуска, Словарь–10
 режим автоматической синхронизации, 3–78
 режим двойной лупы, 3–57
 режим оцифровки, выбор, 3–28
 режим оцифровки Average, 3–33
 режим оцифровки Hi Res, 3–36

режим оцифровки Peak detect, 3–35
 режим ЦЛО
 использование, 3–61
 несовместимые режимы, 3–67
 скорость захвата осциллограммы, 3–61
 сравнение с обычным режимом ЦЗО (см. рис) 3–62
 режимы выборки и оцифровки, 3–37
 режимы оцифровки
 выбор, 3–36
 несовместимый с ЦЛО, 3–67
 руководство программиста, F–1
 ручка, Словарь–10
 синхронизация **MAIN LEVEL**, 2–15, 3–80
 по вертикали **POSITION**, 2–14, 3–17, 3–55
 по вертикали **SCALE**, 2–14, 3–17
 по горизонтали **POSITION**, 2–14, 3–23
 по горизонтали **SCALE**, 2–14, 3–22
 общего назначения, 2–7, 2–25, Словарь–10
 регулирования по горизонтали **POSITION**, 3–22, 3–55
 регулирования по горизонтали **SCALE**, 3–22

С

самопроверка, 1–8
 сбор данных в режиме HiRes, 3–72
 сбор данных в режиме «оггибающая», 3–72, Словарь–10
 сбор данных в режиме «усреднение», 3–72, Словарь–10
 сброс, способы выполнения, 3–13
 связь, 2–19
 выбор, 3–19
 заземление, Словарь–10
 запуск, 3–79
 связь по переменной составляющей, Словарь–10
 связь по постоянной составляющей, Словарь–10
 связь по цепи заземления, Словарь–10
 сдвоенные курсоры, 3–141
 сервисное меню, 3–184
 серийный номер, 2–5
 сеть переменного тока, вход синхронизации, 3–76
 сигнал, Словарь–8
 запуск, 3–75
 интервал, Словарь–8
 математическая форма, 3–208
 сохранение, 3–167
 форматы сохранения, 3–174
 сигналы
 измерение, 3–127
 математическая форма, 3–211
 символ **BW**, 3–20

- синхронизация
 вспомогательная, 3–76
 задержанная, 3–119–3–126
 импульсная, 3–101
 индикаторы состояния, 3–82
 пик, 3–101
 по истечении заданного времени, 3–101, 3–103, 3–113, Словарь–3
 по логическому сигналу, 3–88, 3–90
 по модели, 3–88, 3–93
 по огибающей, 3–101, 3–102, Словарь–4
 по пику, 3–102, Словарь–4
 по скорости нарастания, 3–101, 3–103, Словарь–4
 по телекоммуникационному сигналу, 3–115
 по установке/удержанию, 3–89, 3–90, 3–98–3–126
 по фронту, 3–84, Словарь–11
 по ширине, 3–101, 3–108
 показание, 3–83
 состояние, 3–89–3–126
 типы, 3–84–3–126
 синхронизация по логическому сигналу, 3–88, 3–90
 определения, 3–90
 по модели, 3–89, Словарь–3
 показание, 3–91
 состояние, 3–90, Словарь–3
 синхронизация по модели, 3–88
 настройка, 3–93
 синхронизация по огибающей, 3–101, Словарь–4
 задание, 3–105–3–126
 синхронизация по пику, 3–101, 3–102, Словарь–4
 задание, 3–103
 синхронизация по скорости нарастания, 3–101, 3–103, Словарь–4
 задание, 3–109–3–126
 ограничение 600 нс, 3–111–3–126
 ограничение 7,5 нс, 3–111–3–126
 синхронизация по телекоммуникационному сигналу, 3–115
 задание, 3–116
 синхронизация по установке/удержанию, 3–89, 3–90
 максимальное время удержания, 3–91
 настройка, 3–98–3–126
 отрицательный импульс или время удержания, 3–91
 положительный импульс или время удержания, 3–91
 расположение точки запуска, 3–91
 синхронизация по фронту, 3–84, Словарь–11
 задание, 3–85
 показание, 3–84
 синхронизация по ширине, 3–101, 3–108
 задание, 3–108–3–126
 синхронизация, автоматический режим, несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 синхронизация, задержанная, задание, 3–120
 синхронизация, запуск по истечении заданного времени, задание, 3–113–3–126
 синхронизация, по огибающей, задание, 3–105–3–126
 синхронизация, по пику, задание, 3–103
 синхронизация, по скорости нарастания, задание, 3–109–3–126
 синхронизация, по телекоммуникационному сигналу, задание, 3–116
 синхронизация, по ширине, задание, 3–108–3–126
 синхронизация, фронт, задание, 3–85
 скважность, 2–23, Словарь–8, Словарь–9
 скорость выборки, максимальная, 3–33
 смазка, Е–2
 смещение
 по вертикали, 3–239
 по вертикали, 3–233
 постоянный ток. См. смещение по постоянному току
 смещение по постоянному току, 3–221
 коррекция постоянной составляющей БПФ, 3–221
 с математическими формами сигналов, 3–221, 3–239
 снимок, показание, 3–137
 снимок результатов измерений, 2–27, 3–137
 снятие лицевой крышки, 1–7
 состояние, определение параметров, 3–199
 сохранение
 накопленные данные, 3–170
 настройки, 3–167
 сигналы, 3–170
 сохранение и восстановление накопленных данных, 3–170
 сохранение и восстановление параметров
 настройки, 2–28, 3–167
 сохранение и восстановление сигналов, 3–170
 сохранение сигнала в памяти, 3–174
 сохранение форм сигналов и настроек, 3–167
 спадающий фронт, меню Delayed Trigger, 3–124
 спадающий фронт, меню Main Trigger, 3–88, 3–97, 3–98
 спецификации, 1–4
 справочная система, 3–199
 среднее ± 1 стандартное отклонение, 3–149
 среднее ± 2 стандартное отклонение, 3–149
 среднее ± 3 стандартное отклонение, 3–149
 среднее значение дБм, 3–130
 среднее значение, 3–129, 3–149, Словарь–11

среднее значение цикла, 3–128, Словарь–11
 среднеквадратическое значение, 3–130, Словарь–11
 среднеквадратическое значение цикла, 3–129,
 Словарь–11
 стандартное отклонение, 3–149
 стандартные модели, xiv
 стиль **Dots**, меню Display, 3–206

Т

тестирование с помощью масок звуковой сигнал,
 3–154
 титульный лист, отображение, 3–201–3–202
 токовые пробники, D–4
 точка запуска
 показание, 3–72
 показания, 3–43
 точки, 3–42
 точность, Словарь–11
 точность измерений, обеспечение максимального
 уровня, 3–158, 3–160
 транспортировка, осциллографа, C–1

У

увеличение, и интерполяция, 3–54
 удаленная связь, 3–193–3–198
 упаковка, C–1
 уровень, запуск, 3–80
 усреднение, несовместимый с ЦЛЮ, 3–67
 установка, 1–6
 установка скорости нарастания
 дифференцирование, 3–112
 установочные параметры изготовителя способы
 выполнения, 3–13

Ф

фаза, 3–130, Словарь–11–Словарь–12
 файловая система, 3–177
 фиксируемые активные пробники D–4
 формат EPS, 3–183

формат XY, Словарь–11
 формат XYZ, Словарь–11
 формат YT, Словарь–11
 функция увеличения, 3–54

Ц

цвет, 3–48
 циклическая область, 3–128, Словарь–12
 цифровое преобразование, Словарь–12
 ЦЛЮ, 3–60, Словарь–8

Ч

частота, 2–22, 3–129, Словарь–12
 чередование, 3–32, Словарь–12

Ш

ширина, 2–23
 ширина отрицательной части, 3–129
 ширина положительной части, 3–130
 ширина полосы, Словарь–12
 выбор, 3–20
 шнуры питания, A–1
 шум
 уменьшение в БПФ, 3–222
 уменьшение в фазовом БПФ, 3–215, 3–225

Э

экран, 2–6
 параметры, 3–41–3–73
 печатная копия, 3–182
 просмотр записи, 3–83
 система, Словарь–10

Я

языковые опции, опция L, A–3

