

Инструкции

**Модули расширения
серии TDS 200**

071-0487-01



071048701

Инструкции

Tektronix

Модули расширения серии TDS 200

071-0487-01

Настоящие инструкции основаны на микропрограммном обеспечении TDS2CM версии 1.04 и более поздних и TDS2MM версии 1.00 и более поздних, когда используются вместе с микропрограммным обеспечением TDS210 и TDS220 версии 1.06 и более поздних или с микропрограммным обеспечением TDS224 всех версий. Дополнительная информация приведена в главе *Предварительные замечания* на стр. 1.



Copyright © Tektronix, Inc. С сохранением всех прав.

Изделия компании Tektronix защищены выданными патентами и поданными заявками на патенты США и других стран. Информация, содержащаяся в данной публикации, заменяет собой аналогичную информацию в любых ранее опубликованных материалах. Компания оставляет за собой право изменения цен и технических характеристик.

Tektronix, Inc., P.O. Box 1000, Wilsonville, OR 97070–1000

ТЕКТРОНИХ и ТЕК являются зарегистрированными торговыми марками Tektronix, Inc.

ВЫДЕРЖКА ИЗ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ (Модули расширения TDS2CM и TDS2MM)

Компания Tektronix гарантирует отсутствие в изготавливаемой и реализуемой ею продукции изъянов, связанных с дефектами материалов или недостаточно высоким качеством выполнения работ в течение трех (3) лет от даты приобретения изделий у полномочного дистрибьютора компании Tektronix. При возникновении дефекта в изделии в период действия гарантии компания Tektronix обеспечит ремонт или замену изделия в соответствии с условиями гарантии.

Для организации технического обслуживания или получения экземпляра полного текста гарантийного обязательства обратитесь в ближайшее бюро обслуживания компании Tektronix.

ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ГАРАНТИЙ, ИЗЛОЖЕННЫХ В ЭТОЙ ВЫДЕРЖКЕ ИЗ ГАРАНТИЙНОГО ОБЯЗАТЕЛЬСТВА, ТЕКТРОНИХ НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ КОСВЕННЫХ, ВКЛЮЧАЯ ТАКЖЕ КОСВЕННЫЕ ГАРАНТИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ИНЫХ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЕ, УМЫШЛЕННЫЕ ИЛИ ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ПРЕДЫДУЩИХ ДЕЙСТВИЙ ПОВРЕЖДЕНИЯ.

Содержание

Обзор правил техники безопасности	ii
Введение	iv
Условные обозначения	iv
Ввод команд	v
Связь с компанией Tektronix	vi
Подготовка к работе	1
Предварительные замечания	1
Функциональные возможности	2
Установка и удаление модулей	3
Проверка установки модуля	6
Устранение неполадок при установке модулей	6
Создание печатной копии	7
Коммуникационный модуль TDS2CM	10
Установка интерфейса RS-232	11
Установка интерфейса GPIB	21
Измерительный модуль TDS2MM	27
Изменение операций для TDS 210 и TDS 220 с микропрограммным обеспечением ниже V 2.00	28
Измерения сигналов	29
Использование БПФ	30
Приложение А: Сертификаты и стандарты	43
Приложение В: Сравнительные характеристики GPIB и RS-232	44
Приложение С: Пособия	46

Обзор правил техники безопасности

Изучите следующие правила техники безопасности с целью предотвращения травматизма и нанесения ущерба оборудованию и прочим приборам и механизмам. Во избежание возможной опасности используйте оборудование строго по назначению.

Обслуживание оборудования должны производить только квалифицированные специалисты.

Во время эксплуатации этого оборудования вам может потребоваться доступ к другим приборам системы. Прочитайте правила техники безопасности в руководствах пользователя для других приборов с целью надежной эксплуатации оборудования.

Предотвращение травматизма

Избегайте высокого напряжения. Чтобы избежать поражения электрическим током или опасности пожара, не пользуйтесь током более высокого напряжения, чем определено для данного прибора.

Не включайте прибор в открытом виде. Во избежание повреждения прибора и его возгорания не эксплуатируйте прибор с открытой крышкой или панелью.

Не эксплуатируйте прибор в условиях повышенной влажности. Во избежание электрического шока не эксплуатируйте прибор в условиях повышенной влажности.

Не эксплуатируйте прибор во взрывоопасных условиях. Во избежание ранения или опасности пожара не эксплуатируйте этот прибор во взрывоопасных условиях.

Предотвращение нанесения ущерба прибору

Не включайте неисправный прибор. Если вы считаете, что прибор неисправен, вызовите для проверки квалифицированного специалиста.

Термины и символы предупреждения об опасности

Термины в книге. Следующие термины используются в этом руководстве:



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Указывает на условия или действия, которые могут привести к повреждению прибора или прочего оборудования.

Обозначения на приборе. Следующие термины могут появиться на приборе:

DANGER указывает на непосредственную опасность поражения током в месте нанесения надписи.

WARNING указывает на возможную опасность поражения током в месте нанесения надписи.

CAUTION указывает на опасность повреждения прибора и прочего оборудования.

Символы на приборе. Следующие символы могут появиться на приборе:



ПРЕДУПРЕЖ–
ДЕНИЕ
Высокое
напряжение



Клемма
заземления
прибора



ПРЕДОСТЕРЕ–
ЖЕНИЕ
Обратитесь к
руководству по
эксплуатации



Двойная
изоляция

Введение

В этих инструкциях написано, как устанавливать, настраивать и тестировать модули расширения TDS2CM и TDS2MM. Эта книга рассчитана на специалистов, которые умеют работать с осциллографами серии TDS 200.

Условные обозначения

В этой книге используются следующие условные обозначения:

- Надписи на кнопках передней панели осциллографа нанесены большими буквами. Например: СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ, РАСПЕЧАТКА.
- Каждое обозначение меню на экране начинается с большой буквы. Например: Дополнительные параметры, Вызов заводских значений.
- Список кнопок панели, разделенных знаком ►, показывает порядок нажатия кнопок. Например, СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ► Дополнительные параметры ► RS-232 означает, что сначала вы должны нажать кнопку передней панели СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ, затем - кнопку бокового меню справа от пункта меню Дополнительные параметры, а затем кнопку бокового меню справа от пункта меню RS-232 .

Ввод команд

Следуйте этим общим правилам при вводе команд для осциллографа с шинами RS-232 или GPIB:

- Для ввода команд можно использовать строчные или прописные буквы.
- Вы можете использовать условные сокращения для ввода многих команд. Эти сокращения показаны большими буквами. Например, команду ACQUIRE:NUMAVg можно ввести просто как ACQ:NUMAV или acq:numav.
- Любой команде может предшествовать комбинация цифр в ASCII кодах от 00 до 09 и 0B до 20 в шестнадцатеричной системе (от 0 до 9 и 11 до 32 в десятичной системе).
- Осциллограф игнорирует команды, которые состоят только из комбинации цифр, соответствующих специальным символам, и команд перевода строки.

Дополнительную информацию см. в *TDS 200-Series Digital Real-Time Oscilloscope Programmer Manual (071-0493-XX)* (Руководство по программированию цифровых осциллографов серии TDS200 с обработкой сигнала в реальном масштабе времени).

Связь с компанией Tektronix

Обслуживание продукции	<p>По вопросам применения измерительного оборудования компании Tektronix можно бесплатно позвонить в Северную Америку по телефону: 1-800-ТЕК-WIDE (1-800-835-9433 доб. 2400) 6:00 – 17:00</p> <p>или связаться электронной почтой: tm_app_supp@tek.com</p> <p>Для получения услуг за пределами Северной Америки обратитесь к местному представителю или в местное отделение компании Tektronix.</p>
Бюро обслуживания	<p>Компания Tektronix дополнительно предлагает расширенные гарантии и программы калибровки для многих видов своей продукции. Обратитесь к местному представителю или в местное отделение компании.</p> <p>Список бюро обслуживания во многих странах мира находится на Web-странице компании.</p>
Для прочей информации	<p>В Северной Америке: 1-800-ТЕК-WIDE (1-800-835-9433) Оператор соединит вас.</p>
Почтовый адрес	<p>Tektronix, Inc. P.O. Box 1000 Wilsonville, OR 97070-1000 USA</p>
Web-страница	<p>www.Tektronix.com</p>

Подготовка к работе

В этой главе описаны существенные связи модулей и осциллографа, а также процедуры установки и проверки модулей расширения серии TDS 200.

Предварительные замечания

ПРИМЕЧАНИЕ. *Перед установкой модуля прочитайте следующий текст. Для вывода на экран номера версии микропрограммного обеспечения осциллографа и модуля нажмите СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ► Состояние системы ► Разное.*

TDS2MM и серия TDS 200

Модуль TDS2MM работает в осциллографах серии TDS 210 и TDS 220 с микропрограммным обеспечением версии 1.06 и более поздних или с микропрограммным обеспечением TDS 224 всех версий. В случае необходимости замены версии микропрограммного обеспечения осциллографа серии TDS 200 обратитесь в компанию Tektronix.

Поддержка принтера Seiko

Поддержка принтера Seiko (DPU411, DPU412) предусмотрена только в следующих конфигурациях программного обеспечения:

Модуль и микропрограммное обеспечение	Микропрограммное обеспечение TDS 200	Микропрограммное обеспечение TDS 224
TDS2CM, версии 1.04 и более поздние ¹	версии 1.09 и более поздние	Все
TDS2MM, версии 1.00 и более поздние ²	версии 1.06 и более поздние	Все

1 Вызов модулей DPU411 и DPU412 через интерфейс дистанционной связи с модулем TDS2CM версий 1.03 и ниже невозможен.

Функциональные возможности

В следующей таблице перечислены функциональные возможности модулей.

Модуль	Centronics	RS-232	GPIB	БПФ, время нараст./спада, длительность полож./отриц. импульса
TDS2CM	•	•	•	
TDS2MM	•	•	•	•

Установка и удаление модулей

В следующих разделах описаны требования техники безопасности при установке и удалении модулей осциллографа.

Предотвращение выхода модуля из строя в результате электростатического разряда



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. *Электростатический разряд может стать причиной выхода из строя модуля расширения и осциллографа. Для предотвращения электростатического разряда при установке, удалении и работе с модулями расширения выполняйте следующие инструкции:*

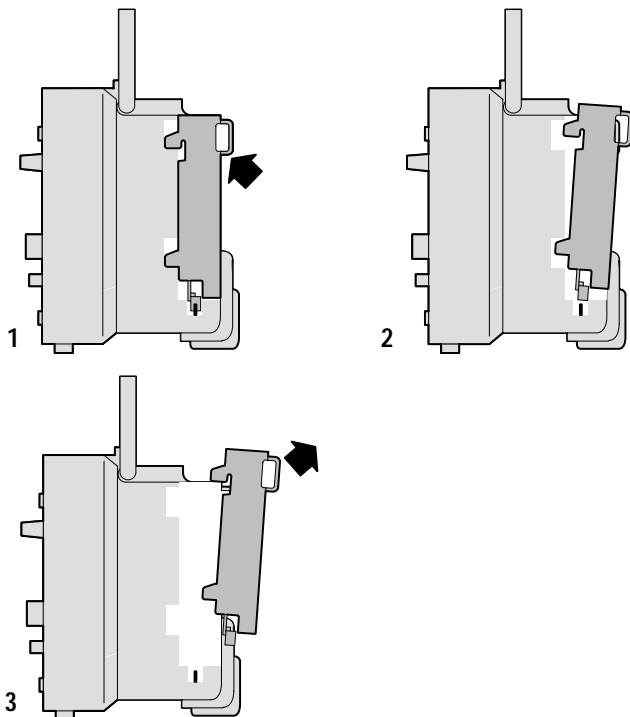
1. Обязательно выключайте осциллограф перед установкой или удалением модулей расширения.
2. Не дотрагивайтесь до модулей расширения без необходимости.
3. Модули расширения подлежат транспортировке и хранению только в антистатических пакетах или специальных контейнерах.
4. При работе с модулями расширения поднимайте и кладите их, а не тяните по поверхности.
5. При установке или удалении модулей расширения в осциллограф одевайте заземленный антистатический браслет для снятия с тела электростатического заряда.
6. Не прикасайтесь к контактам разъемов для модулей расширения осциллографа.
7. Не используйте устройства, которые могут генерировать или накапливать статический заряд, на рабочем месте, где выполняется установка и удаление модулей расширения.
8. Не работайте с модулями расширения в местах, где покрытие пола или рабочего места может генерировать статический заряд.
9. После удаления модуля расширения убедитесь, что крышка модуля расширения установлена.

Удаление модуля расширения



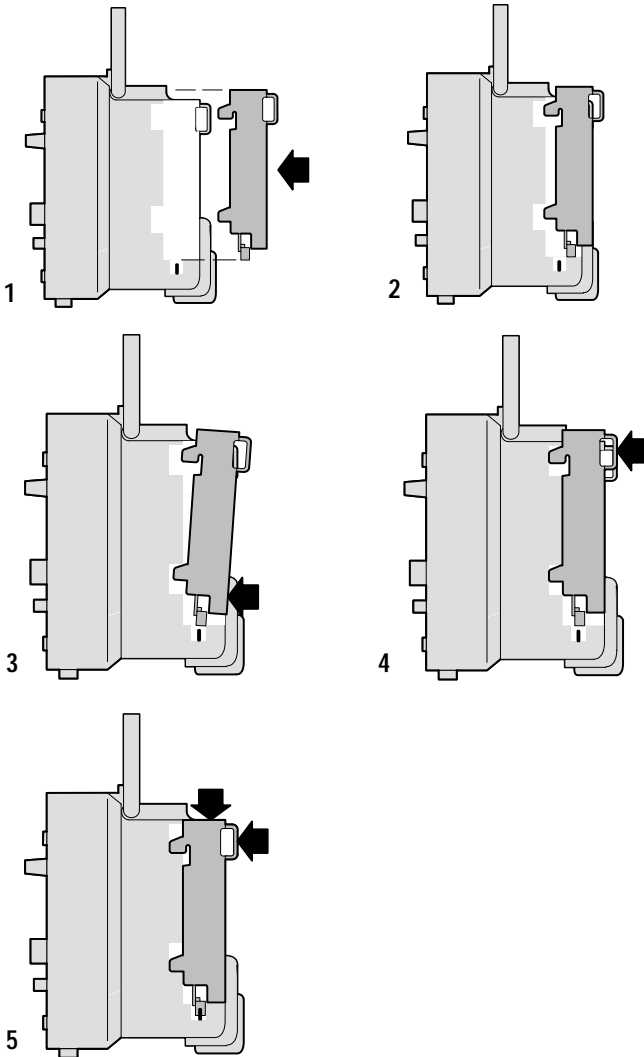
ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Электростатический разряд может стать причиной выхода из строя модуля расширения и осциллографа. Для предотвращения электростатического разряда при установке, удалении и работе с модулями расширения выполняйте инструкции, приведенные на стр. 3.

После удаления модуля установите заглушку (крышку модуля) для защиты контактов.



Установка модуля расширения

Перед установкой модуля расширения выровняйте разъем модуля с контактами разъема осциллографа.



Проверка установки модуля

Для того чтобы проверить, правильно ли установлен модуль расширения, включите осциллограф. После включения на экране должно появиться сообщение "Extension Module Passed" (Проверка модуля расширения выполнена). Если после включения осциллограф не распознает модуль расширения, выполните инструкции, приведенные ниже в статье *Устранение неполадок при установке модулей*.

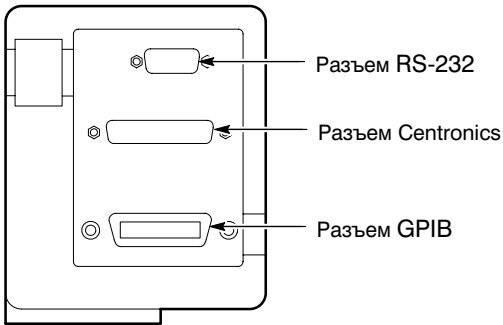
Устранение неполадок при установке модулей

Если после включения осциллограф не распознает модуль расширения, выполните следующие инструкции:

1. Выключите осциллограф.
2. Соблюдайте меры по предотвращению электростатического разряда (см. стр. 3).
3. Отключите все кабели от модуля расширения.
4. Удалите модуль расширения (см. стр. 4).
5. Убедитесь, что в дополнительном разъеме осциллографа нет изогнутых, сломанных или отсутствующих контактов. При обнаружении изогнутых контактов аккуратно выпрямите их.
6. Повторно установите модуль расширения в осциллограф.
7. Включите осциллограф. Если осциллограф не обнаруживает установленный модуль, обратитесь в ближайший сервисный центр Tektronix.

Создание печатной копии

Модуль расширения имеет функцию печати, которая обеспечивает вывод на принтер данных с экрана осциллографа.



Установка модуля печати

Для установки модуля расширения выполните следующие операции:

1. Включите осциллограф.
2. Нажмите кнопки СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ► Дополнительные параметры ► Конфигурация распечатки.
3. Для изменения параметров в соответствии с характеристиками устройства печати нажмите кнопку рядом с пунктом меню. В следующей таблице приведены параметры, значения которых можно изменять.

Осциллограф сохраняет эти установки до тех пор, пока значения не будут изменены. Установки сохраняются и при выключении осциллографа.

Меню	Установки	Комментарии
Ориентация страницы	Книжная Альбомная	Ориентация страницы распечатки
Формат	Epson, ThinkJet, DeskJet, LaserJet, BMP, PCX, EPSIMAGE, INTERLEAF, DPU411 ¹ , DPU412 ¹	Тип устройства, подключенного к порту печати
Порт	Centronics, RS-232, GPIB	Порт модуля, к которому подключен принтер
Прекращение печати		Прекращение передачи данных с экрана на устройство печати

1 **Дополнительная информация о принтере Seiko приведена в разделе *Предварительные замечания на стр. 1*.**

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании портов RS-232 или GPIB необходимо настроить соответствующие параметры принтера.

Проверка порта печати

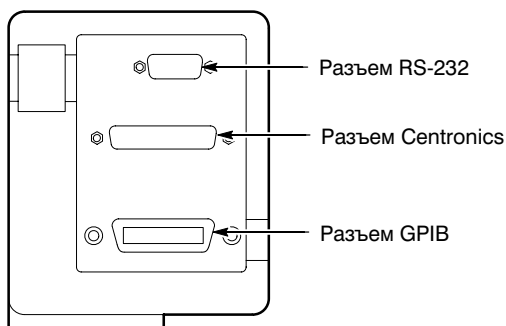
1. Если осциллограф уже подключен к принтеру, перейдите к шагу 4.
2. Выключите осциллограф и принтер.
3. Подключите осциллограф к принтеру с помощью соответствующего кабеля.
4. Включите осциллограф и принтер.
5. Установите параметры печати для вашего модуля расширения (если это не было сделано ранее). См. стр. 8.
6. Нажмите кнопку РАСПЕЧАТКА на осциллографе. Через несколько секунд принтер начнет распечатывать копию экрана осциллографа.

Распечатка экрана осциллографа

Для распечатки экрана осциллографа нажмите кнопку РАСПЕЧАТКА. Осциллографу потребуется несколько секунд для обработки данных экрана и их передачи на принтер. После этого принтер начнет распечатывать копию экрана осциллографа. Продолжительность распечатки данных экрана зависит от параметров принтера.

Коммуникационный модуль TDS2CM

В этой главе описаны процедуры установки и проверки интерфейсов RS-232 и GPIB коммуникационного модуля TDS2CM. Информация о модуле TDS2CM также относится к коммуникационным функциям измерительного модуля TDS2MM.



Установка интерфейса RS-232

В этом разделе описаны процедуры установки и проверки интерфейса RS-232 модуля расширения. RS-232 — это стандарт 8-битовой последовательной связи, который позволяет соединить осциллограф с внешними устройствами, совместимыми с RS-232, например, компьютером, терминалом или принтером. Этот стандарт определяет устройства двух типов: терминальное оборудование (DTE) и аппаратура передачи данных (DCE). Осциллограф серии TDS 200 является устройством DTE.

Стандартные характеристики интерфейса RS-232 приведены в статье *Стандарты для RS-232* на стр. 19. Цоколевка 9-контактного разъема RS-232 с номерами контактов и назначением сигналов приведена в статье *Цоколевка разъема RS-232* на стр. 20.

Выбор кабеля RS-232

Для подключения осциллографа к внешнему устройству требуется кабель RS-232. При выборе кабеля для подключения модуля к оборудованию, совместимому с RS-232, воспользуйтесь следующей таблицей.

Устройство, к которому подключается осциллограф	Требуемый тип кабеля	Номер по каталогу Tektronix
Персональный компьютер (PC/AT или laptop)	9-контактное гнездо/9-контактное гнездо, нуль-модем	012-1379-00
Персональный компьютер с 25-контактным разъемом последовательного порта	9-контактное гнездо/25-контактное гнездо, нуль-модем	012-1380-00
Принтеры с последовательным интерфейсом (например, HP Desk-jet) и рабочие станции Sun	9-контактное гнездо/25-контактная вилка, нуль-модем	012-1298-00
Телефонные модемы	9-контактное гнездо/25-контактная вилка, модем	012-1241-00

Подключение внешнего устройства

При подключении модуля к внешнему устройству RS-232 следуйте приведенным ниже указаниям:

- Используйте соответствующий кабель (см. таблицу на стр. 12).
- Используйте кабель длиной не более 50 футов.
- Прежде, чем включать кабель в разъемы, выключите осциллограф и внешнее устройство.
- Подключайте осциллограф только к устройствам типа DCE.
- Проверьте, чтобы общий провод сигнала осциллографа (контакт 5) был подключен к общему проводу сигнала внешнего устройства.
- Соедините защитное заземление осциллографа с защитным заземлением внешнего устройства.

Установка параметров RS-232

Для установки параметров интерфейса RS-232 осциллографа:

1. Нажмите кнопки СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ► Дополнительные параметры ► RS-232.
2. Для изменения параметров в соответствии с характеристиками внешнего устройства нажмите кнопку рядом с пунктом меню. В следующей таблице приведены параметры, значения которых можно изменять.

Осциллограф сохраняет эти установки до тех пор, пока значения не будут изменены. Установки сохраняются и при выключении осциллографа.

Меню	Установки	Комментарии
Установка значений по умолчанию		Восстанавливает заводские значения по умолчанию для интерфейса RS-232 (Скорость передачи=9600, Поток=Hardflag, Символ конца строки=LF, Паритет=Не проверяется).
Скорость передачи	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	Устанавливает скорость передачи данных.
Управление потоком данных	Hardflag, Softflag, Не проверяется	Устанавливает тип управления потоком данных (Softflag=Хоп/Хoff, Hardflag= RTS/CTS). При передаче двоичных данных используйте аппаратный тип управления (Hardflag).
Символ конца строки	CR, LF, CR/LF, LF/CR	Устанавливает символ конца строки, передаваемый осциллографом.
Четность	Не проверяется, Четный, Нечетный	Добавляет бит контроля ошибок (девятый бит) при передаче каждого символа.

Проверка интерфейса RS-232

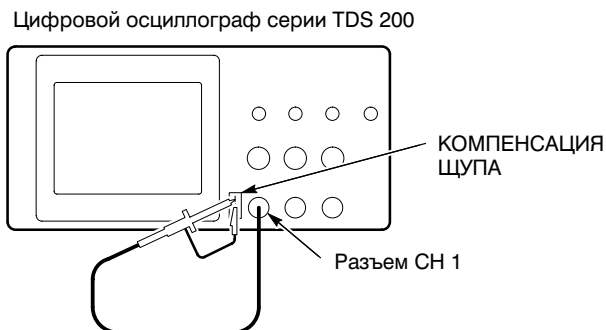
Для проверки интерфейса RS-232 осциллографа:

1. Подключите осциллограф к персональному компьютеру с помощью соответствующего кабеля RS-232 (см. таблицу на стр. 12).
2. Включите персональный компьютер.
3. Запустите на персональном компьютере программу эмуляции терминала, например, Microsoft Windows Terminal. Проверьте, чтобы последовательный порт компьютера был установлен следующим образом:

Функция	Значение
Скорость передачи	9600
Управление потоком данных	Аппаратное
Четность	Не проверяется
Символ EOL	LF

4. Включите осциллограф.
5. Подключите измерительный щуп осциллографа ко входному разъему канала 1. Подсоедините наконечник щупа и вывод земли к контактам компенсации измерительного щупа **КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА**.

Сигнал **КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА** представляет собой прямоугольный сигнал с частотой ≈ 1 кГц и амплитудой ≈ 5 В. На следующем рисунке показано, как прикрепить измерительный щуп к осциллографу.



6. На осциллографе нажмите кнопки СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ►
Дополнительные параметры ►RS-232.
7. Проверьте, чтобы значения параметров меню соответствовали значениям, приведенным в таблице на стр. 15.
8. В терминальной программе на компьютере введите ID?, затем нажмите клавишу ВВОД для ввода команды. Осциллограф вернет идентификационную строку, которая выглядит следующим образом:

ID TEK/TDS 220,CF:91.1CT,FV:V1.09 TDS2CM:CMV:V1.04

Если ответ не получен, обратитесь к статье *Устранение неполадок* на стр. 18.
9. Введите команду FACtory для восстановления заводских значений параметров осциллографа.
10. Введите команду AUTOSet EXECute для запуска автоматической записи входного сигнала.

11. Введите команду MEASUrement:IMMed:SOURCE CH1 для выбора измерений в канале 1.
12. Введите команду MEASUrement:IMMed:TYPe PK2 для установки измерения напряжения.
13. Введите запрос результата измерения MEASUrement:IMMed:VALue?. Осциллограф выдаст результат, например, 5.16E0, который является результатом измерения напряжения сигнала КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА при использовании стандартного измерительного щупа 10x.

На этом проверка интерфейса RS-232 завершена.

Устранение неполадок интерфейса RS-232

Если в канале связи между осциллографом и внешним устройством (персональным компьютером или принтером) возникли неполадки, выполните следующие операции:

1. Проверьте, работает ли модуль. См. главу *Проверка установки модуля* на стр. 6.
2. Убедитесь, что используется соответствующий кабель RS-232. Выясните, какой тип соединения требуется для внешнего устройства (нуль-модем или сквозное соединение). Информация о кабелях RS-232 приведена в таблице на стр. 12.
3. Проверьте, чтобы кабель RS-232 был надежно подключен к осциллографу и к требуемому порту внешнего устройства.
4. Проверьте, чтобы принтер или программа на персональном компьютере использовали тот порт, к которому подключен кабель RS-232. Попробуйте снова запустить программу или включить принтер.
5. Убедитесь, что значения параметров RS-232 осциллографа соответствуют установкам внешнего устройства:
 - a. Определите значения параметров RS-232 внешнего устройства.
 - b. На осциллографе нажмите кнопки СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ► Дополнительные параметры ► RS-232.
 - c. Установите параметры осциллографа в соответствии с установками внешнего устройства.
 - d. Попробуйте снова запустить программу эмуляции терминала или включить принтер.
6. Попробуйте переключить осциллограф и внешнее устройство на более низкую скорость передачи данных.

Стандарты для RS-232

Для интерфейса RS-232 предусмотрены специальные стандарты, касающиеся обработки данных. Ниже рассматривается передача двоичных данных, обработка сигналов прерывания, сообщения об ошибках ввода/вывода RS-232 и проверка состояния команд.

Передача двоичных данных

При использовании порта RS-232 для передачи двоичных данных в осциллограф следует иметь в виду следующие моменты:

- По возможности используйте аппаратный тип управления (RTS/CTS). Аппаратный тип управления исключает потерю данных.
- Все восемь битов двоичных данных содержат полезную информацию. Для того, чтобы обеспечить прием и передачу всех восьми битов, установите параметры внешнего устройства RS-232 для приема и передачи восьмибитовых символов (длина слова RS-232 равна восьми битам).

Сообщения об ошибках ввода/вывода RS-232

Сообщения об ошибках генерируются в случае возникновения ошибки четности, нарушения синхронизации или переполнения буферов приема/передачи. Для уведомления о возникновении ошибки осциллограф передает код события. При возникновении ошибки осциллограф прекращает все операции ввода/вывода и ожидает поступления новой команды.

Проверка состояния команд

Если требуется проверять состояние всех передаваемых команд, после каждой команды можно добавлять запрос *STB? и считывать ответную строку.

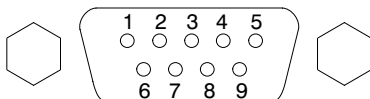
Обработка сигналов прерывания

Когда осциллограф обнаруживает поступление в порт RS-232 сигнала прерывания (break), он возвращает символ DCL, за которым следует символ конца строки. Осциллограф выполняет те же действия, как при получении команды GPIB <DCL>, — стирает содержимое входных и выходных буферов и затем ожидает поступления новой команды. Сигналы прерывания не изменяют установок осциллографа или хранящихся в памяти данных и не прерывают выполнение операций передней панели и непрограммируемых функций.

Если сигнал прерывания передается в середине потока символов, несколько символов, непосредственно предшествующих или следующих за сигналом прерывания, могут быть потеряны. В этом случае контроллер ожидает приема символа DCL и символа конца строки прежде, чем продолжать передачу символов.

Цоколевка разъема RS-232

На следующем рисунке показана нумерация контактов и назначение сигналов для разъема RS-232 модуля TDS2CM.



- | | | |
|---|------------------------------|---------|
| 1 | Не подключен | |
| 2 | Принимаемые данные (RxD) | (вход) |
| 3 | Передаваемые данные (TxD) | (выход) |
| 4 | Готовность приемника (DTR) | (выход) |
| 5 | Земля сигнала (GND) | |
| 6 | Готовность передатчика (DSR) | (вход) |
| 7 | Запрос передачи (RTS) | (выход) |
| 8 | Готовность к передаче (CTS) | (вход) |
| 9 | Не подключен | |

Установка интерфейса GPIB

В этом разделе описаны процедуры установки и проверки интерфейса GPIB модуля расширения. GPIB — это стандарт 8-битовой параллельной связи, который позволяет соединить осциллограф с внешними устройствами, например, контроллером, компьютером, терминалом или принтером.

Подключение к внешним устройствам GPIB

Для подключения осциллографа к сети GPIB выполните следующие операции:

- Прежде чем подключать осциллограф к сети GPIB, выключите осциллограф и все внешние устройства.
- Подключите осциллограф к сети GPIB. Используйте соответствующий кабель интерфейса GPIB. Разъемы кабелей можно включать друг в друга. В следующей таблице перечислены кабели, которые можно заказать для подключения осциллографа к сети GPIB.

Тип кабеля	Номер по каталогу Tektronix
GPIB, 6,6 футов (2 м)	012-0991-00
GPIB, 3.3 фута (1 м)	012-0991-01

- Присвойте осциллографу уникальный адрес прибора. Приборы не могут иметь одинаковый адрес. В следующем разделе описано, как установить параметры интерфейса GPIB.
- При использовании сети включайте по крайней мере две трети устройств GPIB.

Установка параметров интерфейса GPIB

Для установки параметров интерфейса GPIB осциллографа:

1. Подключите осциллограф к сети GPIB (если это не было сделано раньше).
2. На осциллографе нажмите кнопки СЛУЖЕБНОЕ МЕНЮ ►
Дополнительные параметры ►Уст. интрф. GPIB.
3. Для присвоения осциллографу уникального адреса нажмите кнопку рядом с соответствующим пунктом меню. В следующей таблице приведены параметры, значения которых можно изменять.

Осциллограф сохраняет эти установки до тех пор, пока значения не будут изменены. Установки сохраняются и при выключении осциллографа.

Меню	Установки	Комментарии
Адрес	0 ... 30	Устанавливает адрес осциллографа на шине GPIB
Подключение к шине	Прием/передача Отключение от шины	Выберите значение Прием/передача для включения связи осциллографа с шиной GPIB Выберите значение Отключение от шины для выключения связи осциллографа с шиной GPIB

Проверка интерфейса GPIB

Процедура проверки интерфейса GPIB осциллографа приведена в документации, прилагаемой к контроллеру.

Приведенная ниже процедура позволяет проверить связь с осциллографом путем выполнения записи сигнала и передачи результата измерения напряжения. При этом предполагается, что осциллограф подключен к сети GPIB, осциллографу присвоен уникальный адрес и запущено программное обеспечение контроллера.

Для проверки интерфейса GPIB осциллографа:

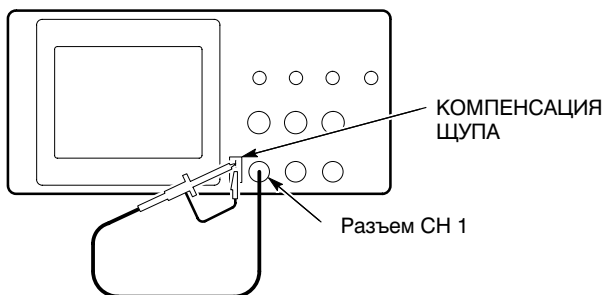
1. Подключите измерительный щуп осциллографа ко входному разъему канала 1. Подсоедините наконечник щупа и вывод земли к контактам компенсации измерительного щупа **КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА**. На рисунке, приведенном на следующей странице, показано, как прикрепить измерительный щуп к осциллографу.

Сигнал **КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА** представляет собой прямоугольный сигнал с частотой ≈ 1 кГц и амплитудой ≈ 5 В.

2. Из программного обеспечения контроллера передайте в осциллограф команду ID?. Осциллограф вернет идентификационную строку, которая выглядит следующим образом:

```
ID ТЕК/TDS 220,CF:91.1CT,FV:V1.09 TDS2CM:CMV:V1.04
```

Цифровой осциллограф серии TDS 200



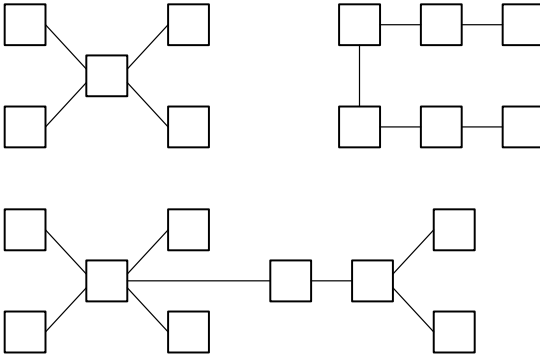
3. Введите команду FACTory для восстановления заводских значений параметров осциллографа.
4. Введите команду AUTOSet EXECute для запуска автоматической записи входного сигнала.
5. Введите команду MEASUrement:IMMed:SOURCE CH1 для выбора измерений в канале 1.
6. Введите команду MEASUrement:IMMed:TYPE PK2 для установки измерения напряжения.
7. Введите запрос результата измерения MEASUrement:IMMed:VAL-ue?. Осциллограф выдаст результат, например, 5.16E0, который является результатом измерения напряжения сигнала КОМПЕНСАЦИЯ ЩУПА при использовании стандартного измерительного щупа 10x.

На этом проверка интерфейса GPIB завершена.

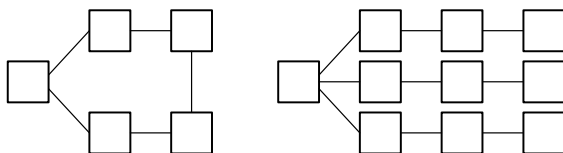
Соглашения для сети GPIB

При сборке сети GPIB придерживайтесь следующих рекомендаций:

- Соединяйте устройства GPIB по схеме “звезда”, “шина” или используя комбинацию этих схем, как показано на следующем рисунке.



- Не используйте петлевые или параллельные конфигурации сети (показаны на следующем рисунке).



- Максимальное число устройств в сети равно 15.
- Максимальная длина кабеля между любыми двумя устройствами составляет 6,6 футов (2 м).
- Максимальная длина кабеля всей сети равна 65 футов (20 м).
- Установите уникальный адрес для каждого устройства в сети. Никакие два устройства не могут иметь одинаковый адрес.

Измерительный модуль TDS2MM

В этом разделе описана работа измерительного модуля TDS2MM. Модуль TDS2MM выполняет все коммуникационные функции модуля TDS2CM (описанные ранее в этих инструкциях) и добавляет следующие измерительные операции:

- измерение времени нарастания, времени спада, длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса (рассматривается в статье *Измерения сигналов* на стр. 29)
- быстрое преобразование Фурье (БПФ) (рассматривается в статье *Использование БПФ* на стр. 30)

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы измерительный модуль TDS2MM можно было использовать в осциллографах TDS 210 и TDS 220, обеспечьте микропрограммное обеспечение версии 1.06 или более поздней. Дополнительная информация приведена в главе Предварительные замечания на стр. 1.

Изменение операций для TDS 210 и TDS 220 с микропрограммным обеспечением ниже V 2.00

Выполнение математических операций с использованием модуля TDS2MM с TDS 210 или TDS 220 (версии микропрограммного обеспечения ниже V 2.00) обладает следующими особенностями:

- Модуль TDS2MM не имеет математических функций CH1–CH2 и CH2–CH1. Для выполнения таких функций инвертируйте (с помощью меню CH1 или CH2) канал, который требуется вычесть, и затем выберите математическую функцию CH1+CH2.

Вычитание каналов по умолчанию	Вычитание каналов TDS2MM	Комментарии
CH1–CH2	CH1 + (–CH2)	(–CH2) обозначает инвертирование канала 2
CH2–CH1	(–CH1) + CH2	(–CH1) обозначает инвертирование канала 1

- Функция инвертирования каналов при использовании модуля TDS2MM перемещается из меню MATH в вертикальное меню каналов CH1 и CH2.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для всех прочих осциллографов серии TDS 200 и версий микропрограммного обеспечения операции по добавлению и вычитанию остаются неизменными.

Измерения сигналов

Для вывода на экран меню автоматических измерений нажмите кнопку ИЗМЕРЕНИЯ. Новые типы измерений находятся в меню Тип. Модуль TDS2MM автоматически определяет точки 10%, 50% и 90% на осциллограмме.

Тип	Определение
Время нарастания	Измеряется промежуток времени между точками 10% и 90% первого положительного (нарастающего) фронта сигнала. Для того, чтобы выполнить измерение, положительный фронт должен быть выведен на экран.
Время спада	Измеряется промежуток времени между точками 90% и 10% первого отрицательного (падающего) фронта сигнала. Для того, чтобы выполнить измерение, отрицательный фронт должен быть выведен на экран.
Длительность положительного импульса	Измеряется промежуток времени между первым положительным фронтом и следующим отрицательным фронтом сигнала на уровне 50%. Для того, чтобы выполнить измерение, положительный и отрицательный фронты должны быть выведены на экран.
Длительность отрицательного импульса	Измеряется промежуток времени между первым отрицательным фронтом и следующим положительным фронтом сигнала на уровне 50%. Для того, чтобы выполнить измерение, отрицательный и положительный фронты должны быть выведены на экран.

Использование БПФ

Процесс БПФ осуществляет математическое преобразование сигнала из временной области в его частотные составляющие. Осциллограммы БПФ могут применяться для решения следующих задач:

- Измерение импульсной характеристики фильтров и систем
- Измерение уровня гармонических составляющих и искажений систем
- Оценка шума в источниках постоянного напряжения
- Анализ вибраций
- Анализ гармонического состава напряжения в сетях питания 50 и 60 Гц

При использовании функции БПФ необходимо выполнить пять операций:

1. Настройка осциллограммы-источника (во временной области)
2. Вывод на экран осциллограммы БПФ
3. Выбор типа окна БПФ
4. Настройка частоты дискретизации для отображения основной частоты и гармоник без наложения спектров
5. Увеличение и измерение осциллограммы БПФ с помощью органов управления масштабированием и курсоров

Настройка осциллограммы во временной области

Для того, чтобы получить пригодную для измерений осциллограмму БПФ, очень важно правильно настроить осциллограмму во временной области (YТ). Для настройки осциллограммы YТ выполните следующие операции:

1. Нажмите кнопку АВТОНАСТРОЙКА для вывода на экран осциллограммы YТ.
2. Расположите осциллограмму YТ в центре экрана по вертикали (в начале координат), чтобы получить истинное значение постоянной составляющей сигнала. В результате стандартного БПФ величина постоянной составляющей получается вдвое больше, чем она должна быть на самом деле по отношению к остальным частотам. Модуль TDS2MM исправляет эту ошибку.
3. Расположите осциллограмму YТ по горизонтали так, чтобы исследуемая часть осциллограммы находилась в пределах центральных восьми делений. Для выполнения преобразования БПФ модуль TDS2MM использует центральные 2048 точек осциллограммы временной области.
4. Установите такой масштаб по вертикали (ВОЛЬТ/ДЕЛ) осциллограммы YТ, чтобы сигнал не выходил за пределы экрана. (Не поместившиеся на экран участки осциллограммы могут стать причиной ошибок при вычислении осциллограммы БПФ).
5. Установите такой масштаб по горизонтали (СЕК/ДЕЛ) осциллограммы YТ, чтобы обеспечить требуемое разрешение осциллограммы БПФ. Необходимо вывести на экран несколько периодов сигнала (если возможно). Установка более быстрой развертки позволяет получить больший диапазон частот осциллограммы БПФ с меньшим частотным разрешением и уменьшить вероятность наложения спектров (дополнительную информацию см. *Наложение спектров* на стр. 38).

Во многих случаях качественную осциллограмму БПФ можно получить даже без запуска осциллограммы YТ. Это в особенности относится к периодическим или случайным (зашумленным) сигналам. Однако для нестационарных или однократных сигналов требуется запуск осциллографа и расположение осциллограммы как можно ближе к центру экрана.

Частота Найквиста

Наивысшая частота, которую цифровой осциллограф, работающий в режиме реального времени, может измерить без ошибок, составляет половину частоты дискретизации. Эта частота называется частотой Найквиста. Частотные составляющие сигнала, превышающие частоту Найквиста, оказываются записанными с недостаточной частотой дискретизации, что приводит к явлению, известному как наложение спектров (см. *Наложение спектров* на стр. 38).

Для выполнения преобразования БПФ модуль TDS2MM использует центральные 2048 точек осциллограммы временной области. Результирующая осциллограмма БПФ содержит 1024 точки, соответствующие частотам от 0 Гц (постоянный ток) до частоты Найквиста.

Обычно осциллограмма БПФ сжимается на экране до 250 точек, однако для более детального изучения частотных составляющих в каждой из 1024 точек осциллограммы БПФ ее можно растянуть с помощью функции масштабирования БПФ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Частотная характеристика осциллографа медленно спадает на частотах выше 20 МГц (включено ограничение полосы пропускания), 60 МГц (TDS 210) или 100 МГц (TDS 220 и TDS 224). Поэтому осциллограмма БПФ верно отражает частотный состав сигнала выше полосы пропускания осциллографа. Однако амплитудные измерения выше полосы пропускания будут неверными.

Вывод на экран осциллограммы БПФ

Нажмите кнопку MATH для вывода на экран меню математических функций. С помощью кнопок меню выберите канал источника БПФ, тип окна БПФ и увеличение изображения. На экран одновременно можно вывести только одну осциллограмму БПФ.

Меню TDS 210 и TDS 220*	Установки	Комментарии
CH1+CH2		Отображение суммы сигналов каналов 1 и 2 (см. <i>Изменение математических операций TDS 210 и TDS 220</i> на стр. 28)
БПФ CH1		Переключение между БПФ канала 1 и осциллограммами YТ (выбрана осциллограмма БПФ)
БПФ CH2		Переключение между БПФ канала 2 и осциллограммами YТ (выбрана осциллограмма БПФ)
Окно	Сглаживающее С плоской вершиной Прямоугольное	Выбор типа окна БПФ
Масштабирование БПФ	X1 X2 X5 X10	Изменение увеличения осциллограммы БПФ по горизонтали

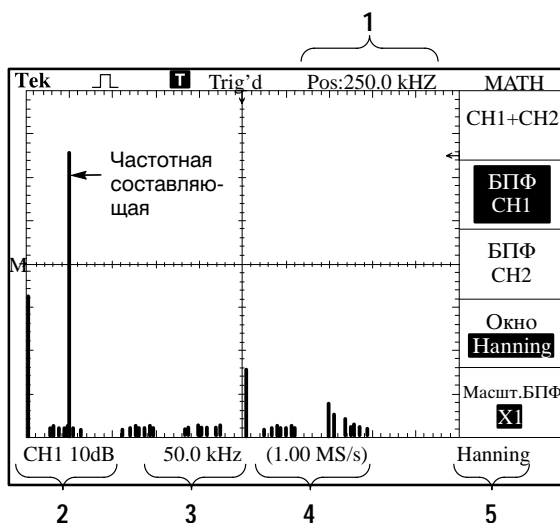
* Версии микропрограммного обеспечения ниже V 2.00.

Меню TDS 210*, TDS 220* и TDS 224	Установки	Комментарии
Операция	+, -, БПФ	Выбор математической операции
	CH 1 CH 2 CH 3† CH 4†	Выбор канала в качестве источника БПФ
Окно	Сглаживающее С плоской вершиной Прямоугольное	Выбор типа окна БПФ
Масштабирование БПФ		Изменение увеличения осциллограммы БПФ по горизонтали

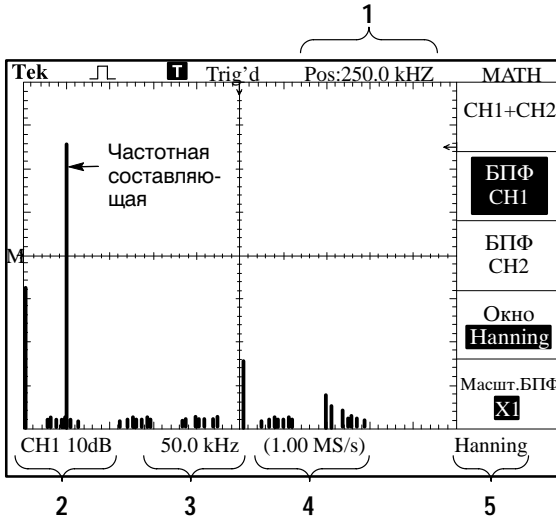
* Версии микропрограммного обеспечения V 2.00 и более поздние.

† Только для TDS224.

Отображение осциллограммы БПФ



TDS 210 и TDS 220 с микропрограммным обеспечением ниже V 2.00



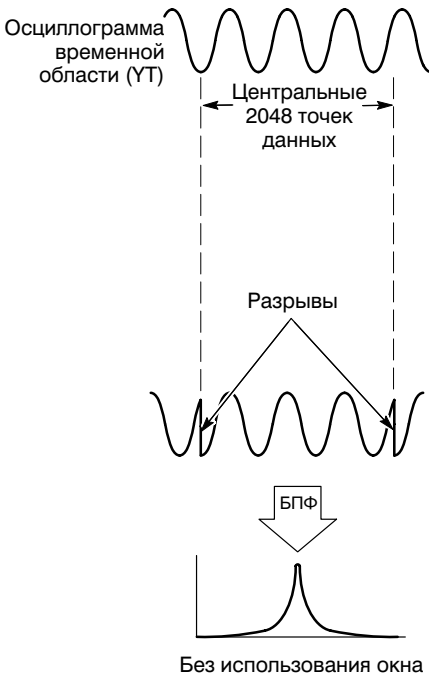
TDS 210 и TDS 220 с микропрограммным обеспечением V 2.00 и более поздних версий и TDS 224 всех версий

1. Частота, соответствующая центральной линии координатной сетки
2. Масштаб по вертикали в Дб на деление (0 Дб = 1 В_{ЭФФ}.)
3. Масштаб по горизонтали в единицах частоты на деление
4. Частота дискретизации (отсчеты в секунду)
5. Тип окна БПФ

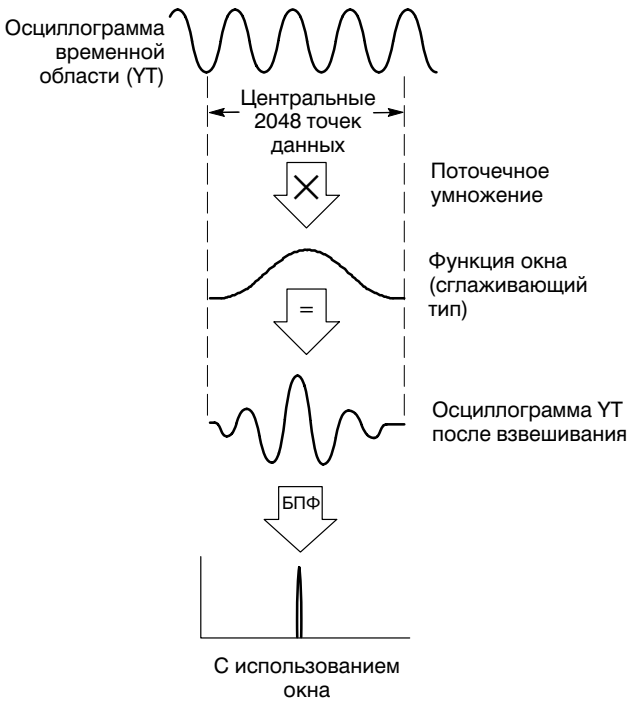
Окна БПФ

Окна позволяют уменьшить спектральные потери в осциллограмме БПФ. При выполнении преобразования БПФ предполагается, что осциллограмма УТ периодически продолжается в бесконечность. Для целого числа периодов (1, 2, 3, ...) осциллограмма УТ начинается и заканчивается на одной амплитуде, и в форме сигнала отсутствуют разрывы.

Для нецелого числа периодов начальная и конечная точки осциллограммы УТ имеют различные амплитуды. В результате при склеивании участков в начальной и конечной точках образуются разрывы сигнала, которые являются причиной возникновения высокочастотных составляющих.



При наложении окна на осциллограмму УТ форма осциллограммы изменяется таким образом, что амплитуды в начальной и конечной точках сближаются, уменьшая величину скачка в точке разрыва.



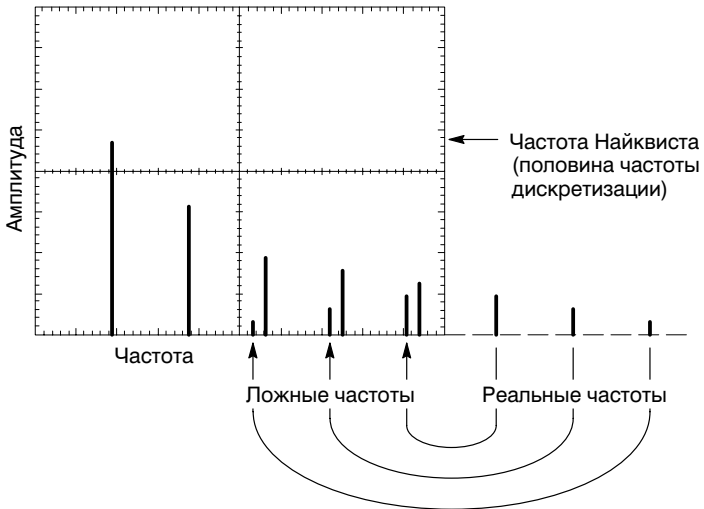
Выбор окна БПФ

В модуле TDS2MM предусмотрены три типа окна. Каждое из окон реализует компромисс между частотным разрешением и точностью измерения частоты. Выбор используемого окна зависит от типа и характеристик измеряемого сигнала. Для выбора оптимального типа окна придерживайтесь следующих рекомендаций.

Тип окна	Измерение	Характеристики
Сглаживающее	Периодические сигналы	Более высокое частотное разрешение и меньшая точность измерения амплитуды, чем для окна с плоской вершиной.
С плоской вершиной	Периодические сигналы	Более высокая точность измерения амплитуды и худшее частотное разрешение, чем для окна сглаживающего типа.
Прямоугольное	Импульсы и нестационарные сигналы	Специальное окно для осциллограмм без разрывов. Практически эквивалентно отсутствию окна.

Наложение спектров

Дополнительные трудности возникают в том случае, когда осциллограф записывает осциллограмму временной области, содержащую компоненты с частотой, превышающей частоту Найквиста (см. *Частота Найквиста* на стр. 32). Частотные составляющие выше частоты Найквиста оказываются записанными с недостаточной частотой дискретизации и появляются в виде низкочастотных составляющих, которые “заворачиваются” вокруг точки Найквиста (эффект наложения спектров). Эти ошибочные компоненты называются ложными частотами.



Устранение ложных частот

Для устранения ложных частот используются следующие методы:

- Увеличение частоты дискретизации путем установки более быстрой развертки (уменьшение значения параметра время/деление). Поскольку при увеличении частоты дискретизации увеличивается частота Найквиста, ложные частоты должны переместиться в правильный диапазон частот. Если на экран выводится слишком много частотных компонент, используйте функцию масштабирования для того, чтобы растянуть осциллограмму БПФ.
- Использование фильтрации сигнала-источника для ограничения полосы частот исходной осциллограммы ниже частоты Найквиста.
- Распознавание и исключение из рассмотрения ложных частот.

Масштабирование и положение по горизонтали

Меню масштабирования БПФ позволяет растягивать осциллограмму БПФ по горизонтали без изменения частоты дискретизации. Предусмотрены следующие коэффициенты масштабирования: X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. При установке коэффициента масштабирования X1 и размещении осциллограммы в центре экрана левая линия координатной сетки соответствует 0 Гц, а правая линия координатной сетки — частоте Найквиста.

При изменении коэффициента масштабирования осциллограмма БПФ растягивается относительно центральной линии координатной сетки. Другими словами, центральная линия координатной сетки является осью растяжения по горизонтали.

Регулятор положения по горизонтали позволяет двигать осциллограмму БПФ влево или вправо по экрану. Для перемещения осциллограммы вправо регулятор следует вращать по часовой стрелке.

Масштабирование и положение по вертикали

При отображении осциллограммы БПФ органы управления по вертикали каналов становятся регуляторами увеличения и положения соответствующих каналов. Регулятор ВОЛЬТ/ДЕЛ позволяет установить коэффициент масштабирования равным X0.5, X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Осциллограмма БПФ растягивается по вертикали относительно отметки М (опорная точка математической осциллограммы с левой стороны экрана).

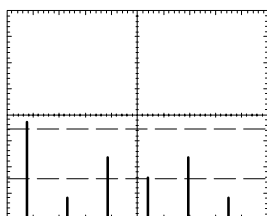
Регулятор положения по вертикали позволяет сдвигать осциллограмму БПФ вверх и вниз по экрану. Для перемещения осциллограммы вверх регулятор следует вращать по часовой стрелке.

Измерение осциллограммы БПФ с помощью курсоров

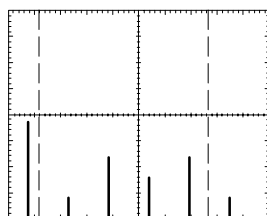
Для осциллограммы БПФ можно выполнить два измерения: амплитуды (в Дб) и частоты (в Гц). Амплитуда отсчитывается относительно 0 Дб, причем 0 Дб соответствует 1 Вэфф. Курсоры можно использовать для выполнения измерений при любом значении коэффициента масштабирования.

Нажмите кнопки **КУРСОР** ► **Источник** и выберите пункт **Math**. Для выбора измерения частоты или амплитуды нажмите кнопку меню **Тип**. Курсоры 1 и 2 перемещаются с помощью регуляторов положения по вертикали.

Горизонтальные курсоры используются для измерения амплитуды, а вертикальные — для измерения частоты. Поля меню отображают модуль разности значений для двух курсоров, значение измеряемой величины для курсора 1 и значение измеряемой величины для курсора 2. Модуль разности равен абсолютной величине разности значения для курсора 1 и значения для курсора 2.



Курсоры для измерения амплитуды



Курсоры для измерения частоты

Кроме того, измерение частоты можно выполнить, поместив частотную составляющую с помощью регулятора положения по горизонтали на центральную линию координатной сетки; значение частоты выводится в правом верхнем углу экрана.

Приложение А: Сертификаты и стандарты

Модули расширения осциллографов серии TDS 200 имеют следующие сертификаты и соответствуют следующим стандартам.

Сертификаты и стандарты

Декларация о соответствии директивам ЕС	Соответствует Директиве 89/336/ЕЕС по электромагнитной совместимости для безопасности продукции. Подтверждено следующими стандартами, указанными в Официальном журнале Европейского Сообщества: EN 50081-1 Индустриальные радиопомехи: EN 55011 Класс А по напряжению и напряженности поля N 60555-2 Эмиссия гармоник в сети EN 50082-1 Устойчивость: IEC 801-2 Устойчивость к электростатическому разряду IEC 801-3 Устойчивость к полям высокой частоты IEC 801-4 Устойчивость к наносекундным импульсным помехам IEC 801-5 Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии
Сертификаты США	FCC 47 CFR Раздел 15, Пункт В, Класс А
Австралия/Новая Зеландия Декларация о соответствии	Соответствует Акту о радиосвязи Австралии от 1992 года. Соответствие заявлено и подтверждено следующими документами: AS/NZS 2064.1/2 для промышленного, лабораторного и медицинского оборудования.

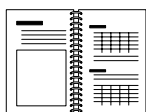
Приложение В: Сравнительные характеристики GPIB и RS-232

В таблице приведены сравнительные характеристики интерфейсов GPIB и RS-232. Выберите тот интерфейс, который лучше соответствует вашим требованиям.

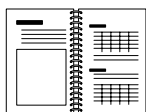
Атрибуты	GPIB	RS-232
Кабель	IEEE-488 Std.	9-контактный
Управление потоком данных	Аппаратные средства, 3-кабельная связь	Тип управления: программный (XON/XOFF), аппаратный (RTS/CTS)
Формат данных	8-битовый параллельный	8-битовый серийный
Управление интерфейсом	Контрольное сообщение: низкий уровень оператора	Отсутствует
Сообщения интерфейса	Большинство IEEE-488 Std.	Сообщения нет. Используется сигнал перерыва.
Сообщение о прерывах	Коды запроса на обслуживание, состояния и события	Отсутствует. Следует провести запрос по состоянию.

Атрибуты	GPIB	RS-232
Прерыв сообщения (получение)	Аппаратные средства EOL, программы LF, либо оба	Программы CR, LF, CRLF, LFCR
Прерыв сообщения (передача)	Аппаратные средства EOL, программы LF	Программы CR, LF, CRLF, LFCR
Тактирование	Асинхронное	Асинхронное
Длина канала передачи (максимальная)	≤ 2 метров между приборами; ≤ 20 метров всего кабеля	≤ 15 метров
Скорость	200 кбайт/сек	19200 бит/сек
Системная среда	Сложные подключения (≤ 15)	Единый терминал (прямое подключение)

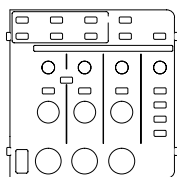
Приложение С: Пособия



Пособие по эксплуатации TDS 210 и TDS 220. Пособие по эксплуатации (071-0492-XX на английском языке) содержит информацию по ремонту модулей.



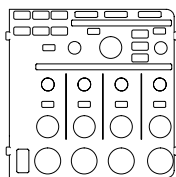
Пособие пользователя TDS 210 и TDS 220.
Пособие пользователя имеется на следующих языках:



TDS 210 и TDS 220

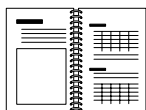
Английский	071-0398-XX
Французский	071-0400-XX*
Немецкий	071-0402-XX*
Итальянский	071-0401-XX*
Испанский	071-0399-XX*
Португальский	071-0403-XX*
Русский	071-0404-XX
Японский	071-0405-XX*
Корейский	071-0408-XX*
Упрощенный китайский	071-0406-XX*
Традиционный китайский	071-0407-XX*

***К руководству прилагается накладка на переднюю панель с переводом названий регуляторов.**

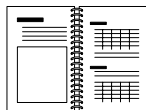


TDS 224

Инструкции к пользованию модулями расширения осциллографа серии TDS 200



Английский	071-0409-XX
Французский	071-0483-XX
Немецкий	071-0485-XX
Итальянский	071-0484-XX
Испанский	071-0482-XX
Португальский	071-0486-XX
Русский	071-0487-XX
Японский	071-0488-XX
Корейский	071-0491-XX
Упрощенный китайский	071-0489-XX
Традиционный китайский	071-0490-XX



Руководство по программному обеспечению цифрового осциллографа серии TDS 200.

Руководство по программному обеспечению (071-0493-XX на английском языке) содержит команды для дистанционного управления осциллографом серии TDS 200.
