

Серии MSO4000 и DPO4000
Цифровые люминесцентные осциллографы
Руководство по эксплуатации



071-2131-04

Tektronix

Серии MSO4000 и DPO4000
Цифровые люминесцентные осциллографы
Руководство по эксплуатации

Copyright © Tektronix. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix, ее филиалов или ее поставщиков и защищены национальным законодательством по авторскому праву и международными соглашениями.

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

TEKTRONIX и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

e*Scope, iView, OpenChoice, TekSecure и TekVPI являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

MagniVu и Wave Inspector являются товарными знаками Tektronix, Inc.

Tektronix является полномочным лицензиатом товарного знака CompactFlash®.

PictBridge является зарегистрированным товарным знаком Standard of Camera & Imaging Products Association CIPA DC-001-2003 Digital Photo Solutions for Imaging Devices.

Как связаться с корпорацией Tektronix

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле www.tektronix.com.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 3 (трех) лет со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производится владельцем изделия. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 1 (одного) года со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производятся владельцем изделия. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИК НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИК ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИК БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в данном продукте не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления в течение 1 (одного) года со дня поставки. Если в течение гарантийного срока в таком изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix, по своему выбору, либо устранит неисправность в дефектном изделии без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо произведет замену неисправного изделия на исправное. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

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. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания корпорации Tektronix, а также предоплата транспортных услуг возлагается на владельца. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия перестает действовать в том случае, если дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильным использованием, хранением или обслуживанием изделия. В соответствии с данной гарантией корпорация Tektronix не обязана: а) исправлять повреждения, вызванные действиями каких-либо лиц (кроме сотрудников Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильной эксплуатацией изделия или его подключением к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием расходных материалов, отличных от рекомендованных корпорацией Tektronix; а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное с иным оборудованием таким образом, что это увеличило время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИК НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИК ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИК БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Оглавление

Общие правила техники безопасности.....	v
Информация о соответствии.....	vii
Соответствие требованиям стандартов по электромагнитной совместимости.....	vii
Соответствие нормам безопасности.....	viii
Защита окружающей среды.....	x
Предисловие.....	xi
Основные характеристики.....	xi
Правила оформления, используемые в данном руководстве.....	xii
Подготовка к работе.....	1
Перед установкой.....	1
Условия эксплуатации.....	6
Подключение пробников.....	9
Защита осциллографа.....	10
Включение электропитания прибора.....	11
Выключение питания осциллографа.....	12
Проверка работоспособности.....	12
Компенсация пассивного пробника напряжения.....	13
Бесплатное опробование прикладных модулей.....	14
Установка модуля прикладных программ.....	15
Изменение языка интерфейса пользователя.....	15
Изменение даты и времени.....	16
Компенсация сигнального тракта.....	18
Обновление микропрограммного обеспечения.....	19
Подключение осциллографа к компьютеру.....	22
Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры.....	27
Ознакомление с прибором.....	28
Меню передней панели и органы управления.....	28
Разъемы передней панели.....	42
Разъем боковой панели.....	42
Разъемы на задней панели.....	43
Регистрация сигнала.....	45
Настройка аналоговых каналов.....	45
Использование настройки по умолчанию.....	48
Использование автоматической установки.....	49
Основные понятия регистрации сигнала.....	50
Как работают аналоговые режимы сбора данных.....	52
Изменение режима регистрации, длины записи и времени задержки.....	53
Использование режима прокрутки.....	55
Настройка последовательной или параллельной шины.....	56
Настройка цифровых каналов.....	69
Когда и зачем используется режим MagniVu.....	72
Использование режима MagniVu.....	72

Настройка синхронизации	73
Основные понятия синхронизации	73
Выбор типа синхронизации	76
Выбор синхронизации	77
Синхронизация по шинам	80
Проверка настроек синхронизации	86
Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой)) ..	87
Запуск и остановка регистрации	89
Отображение осциллограмм	90
Добавление и удаление осциллограмм	90
Настройка стиля отображения и послесвечения экрана	90
Настройка яркости осциллограмм	94
Выбор масштаба и положения осциллограммы	95
Настройка параметров входа	96
Расположение и маркировка сигналов шин	101
Расположение, масштабирование и группировка цифровых каналов	102
Просмотр цифровых каналов	104
Комментирование экрана	105
Просмотр частоты синхронизации	106
Анализ осциллограмм	107
Выполнение автоматических измерений	107
Использование автоматических измерений	108
Настройка автоматических измерений	112
Выполнение ручных измерений с помощью курсоров	116
Настройка гистограммы	120
Использование расчетных осциллограмм	123
Использование БПФ	125
Использование дополнительных математических функций	127
Использование опорных осциллограмм	128
Управление осциллограммами при большой длине памяти	130
Анализ систем питания	136
Сохранение и вызов информации	138
Сохранение снимка экрана	140
Сохранение и вызов данных осциллограммы	141
Сохранение и вызов настроек	144
Сохранение одним нажатием кнопки	146
Настройка для печати	147
Очистка памяти осциллографа	152
Использование прикладных модулей	154
Примеры применения	155
Выполнение простых измерений	155
Анализ сигнала	162
Синхронизация по видеосигналу	167
Регистрация одиночного сигнала	169
Сопоставление данных осциллографа и логического анализатора TLA5000	173

Отслеживание аномалий в работе шины	175
Поиск неполадок в схемах, использующих параллельные шины	177
Поиск неполадок в схемах, использующих шину RS-232.....	180
Приложение. Гарантированные технические характеристики	183
Предметный указатель	

Общие правила техники безопасности

Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

Используйте изделие в строгом соответствии с инструкциями, чтобы исключить фактор риска.

Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

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

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением или отсоединением токового пробника необходимо обесточить проверяемую цепь.

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

Соблюдайте ограничения на параметры разъемов. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору.

Входы не предназначены для подключения к электросети и цепям категорий II, III или IV.

Опорный вывод пробника следует подсоединять только к заземлению.

Не подавайте на разъемы, в том числе на разъем общего провода, напряжение, превышающее допустимое для данного прибора номинальное значение.

Отключение питания. Выключатель питания отсоединяет прибор от источника питания. Размещение выключателя см. в инструкции. Не следует перекрывать подход к выключателю; он должен всегда оставаться доступным для пользователя.

Не используйте прибор с открытым корпусом. Использование прибора со снятым кожухом или защитными панелями не допускается.

Не пользуйтесь неисправным прибором. Если имеется подозрение, что прибор поврежден, передайте его для осмотра специалисту по техническому обслуживанию.

Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.

Обеспечьте надлежащую вентиляцию. Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

Условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Предупреждения о действиях и условиях, представляющих угрозу для жизни или способных нанести вред здоровью.



ОСТОРОЖНО. Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

Символы и условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список возможных обозначений на изделии.

- Обозначение DANGER (Опасно!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение WARNING (Внимание!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение CAUTION (Осторожно!) указывает на возможность повреждения данного изделия и другого имущества.

Ниже приводится список символов на изделии.



ОСТОРОЖНО
См. руководство



Контактный
вывод
защитного
заземления



Заземление
шасси



Питание
включено



Вкл.



Выкл.

Информация о соответствии

В настоящем разделе приводятся стандарты электромагнитной совместимости, безопасности и природоохранные стандарты, которым удовлетворяет данный прибор.

Соответствие требованиям стандартов по электромагнитной совместимости

Заявление о соответствии стандартам ЕС — электромагнитная совместимость (ЭМС)

Отвечает требованиям директивы 2004/108/EC по электромагнитной совместимости. Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в «Official Journal of the European Communities»):

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. Требования по электромагнитной совместимости электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. ^{1 2 3 4}

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс A
- IEC 61000-4-2:2001. Защищенность от электростатических разрядов
- IEC 61000-4-3:2002. Защищенность от электромагнитных радиочастотных полей ⁵
- IEC 61000-4-4:2004. Защищенность от перепадов и всплесков напряжения
- IEC 61000-4-5:2001. Защищенность от скачков напряжения в сети питания
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от наведенных высокочастотных помех ⁶
- IEC 61000-4-11:2004. Защищенность от понижения и пропадания напряжения в сети питания ⁷

EN 61000-3-2:2006. Гармонические излучения сети переменного тока

EN 61000-3-3:1995. Изменения напряжения, флуктуации и фликкер-шум

Контактный адрес в Европе.

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom

- ¹ Прибор предназначен для использования только в нежилых помещениях. При использовании в жилых помещениях могут возникнуть электромагнитные помехи.
- ² При подключении оборудования к тестируемому объекту могут появиться излучения, превышающие уровни, установленные данными стандартами.
- ³ Соответствие перечисленным стандартам гарантируется только при использовании высококачественных экранированных кабелей.
- ⁴ Если для проверяемого оборудования требуется более 10 с для восстановления после испытания на устойчивость к переходному режиму, может произойти перезагрузка прибора.
- ⁵ Увеличение шума сигнала, связанное с приложением тестового поля (3 В/м в диапазонах частот от 80 МГц до 1 ГГц, от 1,4 до 2,0 ГГц и 1 В/м при частотах от 2,0 до 2,7 ГГц с амплитудной модуляцией глубиной 80 % при частоте 1 кГц) не должно

превышать по размаху 8 основных делений. Наведенные помехи могут вызвать запуск, если порог запуска смещен менее чем на 4 основных делений от уровня заземления (IEC 61000-4-3).

- 6 Увеличение шума сигнала, связанное с тестовым сигналом 3 В, не должно превышать по размаху 2 основных деления. Наведенные помехи могут вызвать запуск, если порог запуска смещен менее чем на 1 основное деление от уровня заземления (IEC 61000-4-6).
- 7 Критерий эффективности С применялся для тестовых уровней понижения напряжения до 70 %/25 циклов и прерывания напряжения до 0 %/250 циклов (IEC 61000-4-11).

Заявление о соответствии стандартам для Австралии/Новой Зеландии — электромагнитная совместимость

Соответствует следующему стандарту электромагнитной совместимости для радиокommunikаций в соответствии с ACMA:

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А, в соответствии с EN 61326-1:2006 и EN 61326-2-1:2006.

Соответствие нормам безопасности

Заявление о соответствии стандартам ЕС — низковольтное оборудование

Проверено на соответствие перечисленным ниже спецификациям (как указано в «Official Journal of the European Communities»):

Директива 2006/95/EC по низковольтному оборудованию.

- EN 61010-1: 2001. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.

Номенклатура разрешенного в США тестового оборудования для применения в лабораториях

- UL 61010-1:2004, 2-я редакция. Стандарт на электрическое измерительное и испытательное оборудование.

Сертификат для Канады

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1.

Дополнительные стандарты

- IEC 61010-1: 2001. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.

Тип оборудования

Тестовое и измерительное оборудование.

Класс безопасности

Класс 1 — заземленный прибор.

Описание уровней загрязнения

Степень загрязнения, фиксируемого вблизи прибора и внутри него. Обычно считается, что параметры среды внутри прибора те же, что и снаружи. Прибор должен использоваться только в среде, параметры которой подходят для его эксплуатации.

- Уровень загрязнения 1. Загрязнение отсутствует, или встречается загрязнение только сухими непроводящими материалами. Приборы данной категории обычно эксплуатируются в герметичном опечатанном исполнении или устанавливаются в помещениях с очищенным воздухом.
- Уровень загрязнения 2. Обычно встречается загрязнение только сухими непроводящими материалами. Иногда может наблюдаться временная проводимость, вызванная конденсацией. Такие условия типичны для жилого или рабочего помещения. Временная конденсация наблюдается только в тех случаях, когда прибор не работает.
- Уровень загрязнения 3. Загрязнение проводящими материалами или сухими непроводящими материалами, которые становятся проводящими из-за конденсации. Это характерно для закрытых помещений, в которых не ведется контроль температуры и влажности. Место защищено от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
- Уровень загрязнения 4. Загрязнение, приводящее к дополнительной проводимости из-за проводящей пыли, дождя или снега. Типичные условия вне помещения.

Уровень загрязнения

Уровень загрязнения 2 (в соответствии со стандартом IEC 61010-1). Примечание. Прибор предназначен только для использования в помещении.

Описание категорий установки (перенапряжения)

Подключаемые к прибору устройства могут принадлежать к различным категориям установки (перенапряжения). Существуют следующие категории установки:

- Категория измерений IV. Для измерений, выполняемых на низковольтном оборудовании.
- Категория измерений III. Для измерений, выполняемых на оборудовании в зданиях.
- Категория измерений II. Для измерений, выполняемых в цепях, непосредственно подключенных к низковольтному оборудованию.
- Категория измерений I. Для измерений, выполняемых в цепях, не подключенных непосредственно к сети питания.

Категория перенапряжения

Категория перенапряжения I (в соответствии с определением стандарта IEC 61010-1)

Защита окружающей среды

В этом разделе содержатся сведения о влиянии прибора на окружающую среду.

Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать следующие правила:

Утилизация оборудования. Для производства этого прибора потребовалось извлечение и использование природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, опасные для окружающей среды и здоровья людей в случае неправильной утилизации прибора. Во избежание утечки подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование материалов.



Этот символ означает, что данный прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно директивам 2002/96/EC и 2006/66/EC об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Сведения об условиях утилизации см. в разделе технической поддержки на веб-узле Tektronix (www.tektronix.com).

Уведомление об использовании ртути. В приборе используется лампа подсветки жидкокристаллического экрана, содержащая ртуть. Утилизация может регламентироваться законами об охране окружающей среды. За сведениями об утилизации и повторном использовании материалов обращайтесь в местные юридические органы; сведения, относящиеся к США, см. на веб-странице «E-cycling» (www.eiae.org).

Ограничение распространения опасных веществ

Прибор относится к контрольно-измерительному оборудованию и не подпадает под действие директивы 2002/95/EC RoHS.

Предисловие

В данном руководстве рассматриваются вопросы, связанные с установкой и работой на следующих осциллографах:

MSO4104	MSO4054	MSO4034	MSO4032
DPO4104	DPO4054	DPO4034	DPO4032

Основные характеристики

Приборы серий MSO4000 и DPO4000 могут быть полезными при проверке, отладке и получении характеристик электронных систем. Основные характеристики:

- Полоса пропускания 1 ГГц, 500 МГц или 350 МГц
- 2- и 4-канальные модели
- Частота дискретизации по всем аналоговым каналам до 5 Гвыб/с
- Длина памяти по всем каналам 10 млн выборок
- Скорость отображения информации 50000 осциллограмм в секунду
- Синхронизация и анализ для шин I²C, SPI, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I²S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ), TDM (при соответствующем модуле прикладных программ и модели осциллографа)
- Модуль прикладных программ для анализа систем питания (приобретается дополнительно)
- Элементы управления Wave Inspector для работы с длинными записями с применением масштабирования и панорамирования, воспроизведения и паузы, поиска и меток
- Гистограммы формы сигнала с измерениями по данным гистограмм, автоматические измерения и статистика измерений
- 10,4-дюймовый (264 мм) цветной экран XGA
- Небольшие размер и масса: 140 мм (глубина) и 5 кг
- Возможность быстрого и простого подключения средств хранения USB и CompactFlash
- Непосредственная распечатка на любом принтере, совместимом с PictBridge
- Встроенный порт Ethernet.
- Порт устройств USB 2.0 для непосредственного управления осциллографом с персонального компьютера с использованием протокола USBTMC
- Программное обеспечение OpenChoice для документирования и анализа
- Программное обеспечение NI SignalExpress™ Tektronix Edition для оценки производительности и выполнения анализа
- Удаленный просмотр и управление с возможностью подключения e*Scope
- Удаленное управление при подсоединении с помощью VISA
- Универсальный интерфейс пробников TekVPI поддерживает установку масштаба и единиц измерения для активных, дифференциальных и токовых пробников

Осциллографы смешанных сигналов серии MSO4000 также предлагают:

- MagniVu с разрешением 60,6 пс
- Синхронизация и анализ по параллельной шине
- Настройки порога для каждого канала
- 16 цифровых каналов

Правила оформления, используемые в данном руководстве

В данном руководстве используются следующие обозначения.

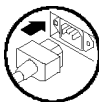
Одно из
последовательных
действий



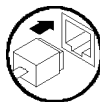
Выключатель
питания на
передней панели



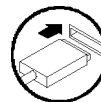
Подключение
электропитания



Сеть



USB



Подготовка к работе

Перед установкой

Распакуйте осциллограф и проверьте его комплектность по списку стандартных принадлежностей. На следующих страницах приведен список рекомендуемых принадлежностей и пробников, вариантов комплектации и обновлений. Самую свежую информацию вы найдете на веб-узле корпорации Tektronix (www.tektronix.com).

Стандартные принадлежности

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
<i>Руководство по эксплуатации осциллографов серий MSO4000 и DPO4000</i>	На английском языке (вариант поставки L0)	071-2121-XX
	На французском языке (вариант поставки L1)	071-2122-XX
	На итальянском языке (вариант поставки L2)	071-2123-XX
	На немецком языке (вариант поставки L3)	071-2124-XX
	На испанском языке (вариант поставки L4)	071-2125-XX
	На японском языке (вариант поставки L5)	071-2126-XX
	На португальском языке (вариант поставки L6)	071-2127-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (вариант поставки L7)	071-2128-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (вариант поставки L8)	071-2129-XX
	На корейском языке (вариант поставки L9)	071-2130-XX
	На русском языке (вариант поставки L10)	071-2131-XX
<i>MSO4000 and DPO4000 Series Oscilloscopes Documentation Browser CD (Компакт-диск с документацией для осциллографов серий MSO4000 и DPO4000)</i>	Электронные версии всей документации по DPO4000, включая руководство программиста и справочник по техническим характеристикам.	063-4022-XX
<i>Компакт-диск с ПО NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition и Tektronix OpenChoice Desktop</i>	Программное обеспечение для определения производительности, документирования и анализа	063-3967-XX
В сертификате калибровки документирована схема сопоставления эталонов для национальных метрологических учреждений и регистрация в системе качества ISO9001.		—

Стандартные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Накладка на переднюю панель	На французском языке (вариант поставки L1)	335-1634-XX
	На итальянском языке (вариант поставки L2)	335-1635-XX
	На немецком языке (вариант поставки L3)	335-1636-XX
	На испанском языке (вариант поставки L4)	335-1637-XX
	На японском языке (опция L5)	335-1638-XX
	На португальском языке (вариант поставки L6)	335-1639-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (вариант поставки L7)	335-1640-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (вариант поставки L8)	335-1641-XX
	На корейском языке (вариант поставки L9)	335-1642-XX
	На русском языке (вариант поставки L10)	335-1643-XX
Для приборов серий MSO4000 и DPO4000: пробники	Один, 500 МГц, пассивный пробник с ослаблением 10X для каждого канала	P6139A
Передняя крышка	Жесткая пластиковая защитная крышка прибора	200-4908-00
Шнур питания	Северная Америка (вариант поставки A0)	161-0104-00
	Европа (вариант поставки A1)	161-0104-06
	Великобритания (вариант поставки A2)	161-0104-07
	Австралия (вариант поставки A3)	161-0104-05
	Швейцария (вариант поставки A5)	161-0167-00
	Япония (вариант поставки A6)	161-A005-00
	Китай (вариант поставки A10)	161-0306-00
	Индия (вариант поставки A11)	161-0400-00
	Без шнура питания и адаптера переменного тока (вариант поставки A99)	—
Для осциллографов серии MSO4000: логический пробник	Один 16-канальный логический пробник	P6516

Дополнительные принадлежности

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
DPO4AUDIO	Модуль последовательной синхронизации и анализа аудиосистем позволяет выполнять синхронизацию на шинах I ² S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM.	DPO4AUDIO
DPO4AUTO	Автоматический модуль последовательной синхронизации и анализа предоставляет средства синхронизации по информации на уровне пакета для последовательных шин CAN и LIN, а также цифровые представления сигнала, представления шин, декодирование шины, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени ПРИМЕЧАНИЕ. LIN работает на осциллографах DPO4000 с серийным номером, большим C020000, и на всех осциллографах MSO4000. Для осциллографов, приобретенных по контракту GSA, может использоваться другая схема серийных номеров. Если требуются дополнительные сведения, обратитесь в компанию Tektronix.	DPO4AUTO
DPO4AUTOMAX	Модуль последовательной синхронизации и анализа FlexRay, CAN, и LIN обеспечивает поддержку шины FlexRay, а также функции модуля DPO4AUTO (поддержку шин CAN и LIN). ПРИМЕЧАНИЕ. LIN и FlexRay работают на осциллографах DPO4000 с серийным номером, большим C020000, и на всех осциллографах MSO4000. Для осциллографов, приобретенных по контракту GSA, может использоваться другая схема серийных номеров. Если требуются дополнительные сведения, обратитесь в компанию Tektronix.	DPO4AUTOMAX
DPO4COMP	Компьютерный модуль синхронизации и анализа позволяет выполнять синхронизацию на последовательных шинах RS-232, RS-422, RS-485 и UART, обеспечивает средства поиска, представления шин, декодирования шины в шестнадцатеричном, двоичном представлении и в виде ASCII-кодов, а также таблицы декодирования пакета с метками времени	DPO4COMP

Дополнительные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
DPO4EMBD	Встроенный модуль последовательной синхронизации и анализа. Позволяет запускать осциллограф по информации на уровне пакета на последовательных шинах I ² C и SPI, а также предоставляет средства анализа для просмотра сигнала в цифровом виде, просмотра шины, декодирования шины, поиска и представления таблиц декодирования пакета с метками времени.	DPO4EMBD
DPO4PWR	Модуль анализа питания поддерживает измерение качества питания, потерь переключения, гармонических искажений, пульсации, модуляции, области устойчивой работы и скорости нарастания (dV/dt и dI/dt).	DPO4PWR
DPO4USB	Модуль синхронизации универсальной последовательной шины и анализа предоставляет средства синхронизации по информации на уровне пакета для последовательных шин USB 2.0, а также цифровые представления сигнала, представления шин, декодирование шины в шестнадцатичном, двоичном форматах и формате ASCII, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени.	DPO4USB
DPO4VID	Улучшенный видеомодуль обеспечивает синхронизацию ряда сигналов в стандарте HDTV, а также пользовательских (нестандартных) двух- и трехуровневых видеосигналов с количеством строк от 3000 до 4000.	DPO4VID
NEX-HD2HEADER	Адаптер, который прокладывает каналы от разъема Mictor до 2,5-мм контактов головки	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	Адаптер TekVPI-TekProbe II BNC	TPA-BNC
Адаптер TEK-USB-488	Адаптер GPIB-USB	TEK-USB-488
Руководство Getting Started with OpenChoice Solutions с компакт-диском	Описание способов разработки программных приложений для локального компьютера, работающих с осциллографом	020-2513-XX
Набор для монтажа в стойку	Дополнительные кронштейны для монтажа в стойку	RM4000
Мягкий транспортный футляр	Футляр для переноски прибора	ACD4000
Жесткий транспортный футляр	Транспортный футляр; требуется использование мягкого транспортного футляра (AC4000)	HCTEK4321
Устройство чтения карт памяти CompactFlash с интерфейсом USB	Устройство чтения карт памяти	119-6827-00

Дополнительные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
USB флэш-память	Дополнительная память	119-7276-00
MSO4000 and DPO4000 Series Oscilloscopes Programmer Manual (Руководство по программированию осциллографов серий MSO4000 и DPO4000)	Описание команд для удаленного управления осциллографом. Этот документ имеется в электронном виде на компакт-диске с документацией, кроме того, его можно загрузить с веб-узла www.tektronix.com/manuals .	077-0248-XX
MSO4000 and DPO4000 Series Oscilloscopes Technical Reference Manual (Справочник по техническим характеристикам осциллографов серий MSO4000 и DPO4000)	Описание технических характеристик осциллографа и процедуры проверки производительности. Этот документ имеется в электронном виде на компакт-диске Documentation Browser, кроме того, его можно загрузить с веб-узла www.tektronix.com/manuals .	077-0247-XX
Руководство по техническому обслуживанию осциллографов Tektronix серии 4000	Сведения по техническому обслуживанию осциллографов DPO4000 и MSO4000	071-2137-XX
Инструкция по установке модулей осциллографов Tektronix серии 4000	Руководство	071-2136-XX
DPO3PWR and DPO4PWR Power Measurement Module User Manual (Руководство по эксплуатации модулей для измерения систем питания DPO3PWR и DPO4PWR)	На английском языке (опция L0)	071-2631-XX
	На французском языке (вариант поставки L1)	077-0235-XX
	На итальянском языке (вариант поставки L2)	077-0236-XX
	На немецком языке (вариант поставки L3)	077-0237-XX
	На испанском языке (вариант поставки L4)	077-0238-XX
	На японском языке (опция L5)	077-0239-XX
	На португальском языке (вариант поставки L6)	077-0240-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (вариант поставки L7)	077-0241-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (вариант поставки L8)	077-0242-XX
	На корейском языке (вариант поставки L9)	077-0243-XX
	На русском языке (вариант поставки L10)	077-0244-XX

Осциллографы серий MSO4000 и DPO4000 работают с несколькими дополнительно приобретаемыми пробниками. (См. стр. 9, *Подключение пробников*.) Самые последние сведения можно найти на веб-узле корпорации Tektronix (www.tektronix.com).

Условия эксплуатации

Осциллографы серий MSO4000 и DPO4000

Входное напряжение: от 100 до 240 В $\pm 10\%$

Частота питания на входе:

от 47 до 66 Гц (100–240 В)

400 Гц (100–132 В)

Потребляемая мощность: Не более 250 Вт

Масса: 5 кг для автономного прибора

Высота, с опорами, но без ручки:

229 мм

Ширина, по втулкам ручки: 439 мм

Глубина, от опоры до передней части ручек: 137 мм

Глубина, от опоры до передней части передней крышки: 145 мм

Просвет: 51 мм

Температура:

При эксплуатации: от 0 до 50 °C

При хранении: от -20 до 60 °C

Влажность:

При эксплуатации: верхнее значение от 40 до

50 °C, относительная влажность от 10 до 60 %

При эксплуатации: нижнее значение от 0 до 40 °C,

относительная влажность от 10 до 90 %

При хранении: верхнее значение от 0 до 60 °C,

относительная влажность от 5 до 60 %

При хранении: нижнее значение от 0 до 40 °C,

относительная влажность от 5 до 90 %

Высота над уровнем моря:

При эксплуатации: 3 000 м

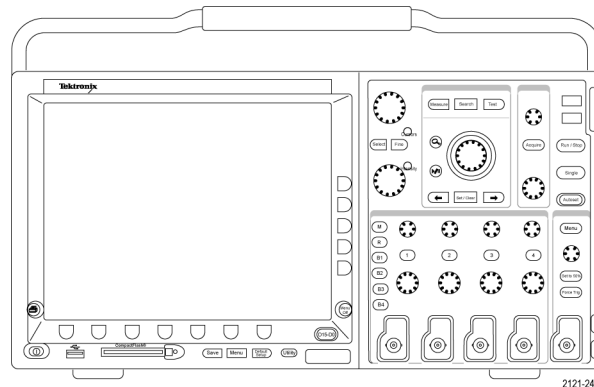
При хранении: 12 000 м

Случайная вибрация:

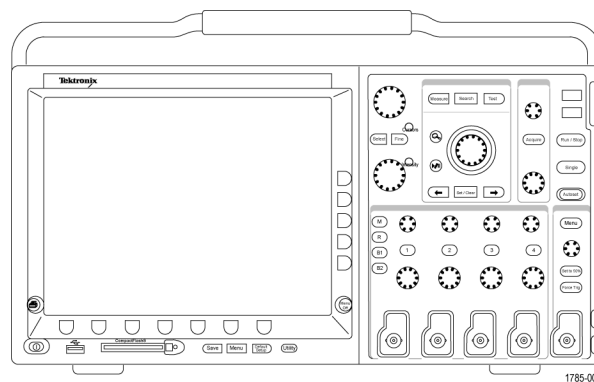
При эксплуатации: 0,31 $G_{эфф.}$, 5 – 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси (всего 30 минут)

При хранении: 2,46 $G_{эфф.}$, 5 – 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси (всего 30 минут)

Уровень загрязнения: 2, только для использования в помещении



Серия MSO4000



Серия DPO4000

Система сбора данных: 1 МОм

Максимальное напряжение на входном разъеме BNC между центральным проводником и экраном составляет 400 В_{пик} (КНИ ≤ 39,2 %), 250 В_{ср. кв.} до 130 кГц спад до 2,6 В_{ср. кв.} при 500 МГц.

Максимально допустимый выброс напряжения ± 800 В_{пик}.

Для синусоидальных сигналов с постоянной амплитудой спад 20 дБ/декаду свыше 200 кГц до 13 В_{пик} на частотах 3 МГц и выше.

Система сбора данных: 50 Ом

Максимальное напряжение на входном разъеме, между центральным проводником и экраном, 5 В_{ср. кв.}, с пиками ≤ ±20 В (КНИ ≤ 6,25 %)

Система сбора данных: Цифровые входы

Максимальное напряжение на входе для логического пробника ±15 В пик.

Внешняя синхронизация: 1 МОм

Максимальное напряжение на входном разъеме, между центральным проводником и экраном, 400 В_{пик} (КНИ ≤ 39,2 %), 250 В_{ср. кв.} до 2 МГц спад до 5 В_{ср. кв.} при 500 МГц.

Максимально допустимый выброс напряжения ± 800 В_{пик}.

Для синусоидальных сигналов с постоянной амплитудой спад 20 дБ/декаду свыше 200 кГц до 13 В_{пик} на частотах 3 МГц и выше.



ОСТОРОЖНО. Для обеспечения надлежащего охлаждения не загораживайте нижнюю и боковые панели.

Пассивный пробник P6139A

Входное напряжение:

400 В_{эфф.} или 400 В постоянного тока, категория I (выброс 2 500 В_{пик})

300 В_{эфф.} или 300 В постоянного тока, категория II (выброс 2 500 В_{пик})

150 В_{эфф.} или 150 В постоянного тока, категория III (выброс 2 500 В_{пик})

Для синусоидальных сигналов с постоянной амплитудой спад 20 дБ/декаду свыше 2,5 МГц до 50 В_{эфф.} на 20 МГц и выше.

Выходное напряжение (заглушка-терминатор сопротивлением 1 МОм):

40 В_{эфф.} или 40 В постоянного тока, категория I (импульс 2 500 В_{пик})

30 В_{эфф.} или 30 В постоянного тока, категория I (импульс 250 В_{пик})

15 В_{эфф.} или 15 В постоянного тока, категория I (импульс 250 В_{пик})

Температура:

При эксплуатации: От -15 до +65 °C

При хранении: От -62 до +85 °C

Высота над уровнем моря: ≤ 2 000 м

Уровень загрязнения: 2, только для использования в помещении

Влажность:

При эксплуатации: верхнее значение от 40 до 50 °C, относительная влажность от 10 до 60 %

При эксплуатации: нижнее значение от 0 до 40 °C, относительная влажность от 10 до 90 %

Логический пробник P6516

Погрешность установки порога $\pm(100 \text{ мВ} + 3 \% \text{ от значения порога})$

Максимальный размах сигнала: $6,0 \text{ В}_{\text{размах}}$, с центром около порогового напряжения

Минимальный размах сигнала: $500 \text{ мВ}_{\text{размах}}$

Максимальный сигнал неразрушающего входа на пробник: $\pm 15 \text{ В}$

Входное сопротивление: 20 кОм

Входная емкость: $3,0 \text{ пФ}$ – типичное значение

Температура:

При эксплуатации: от 0 до $+50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (от $+32$ до $+122 \text{ }^{\circ}\text{F}$)

При хранении: от -55 до $+75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (от -67 до $+167 \text{ }^{\circ}\text{F}$)

Высота над уровнем моря:

При эксплуатации: $4,5 \text{ км}$, максимальная

При хранении: 15 км , максимальная

Уровень загрязнения: 2, только для использования в помещении

Влажность: относительная влажность от 10 до 95 %

Чистка

Периодичность проверки прибора и пробников определяется условиями эксплуатации. Чтобы очистить поверхность осциллографа, выполните следующие действия.

1. Удалите пыль с поверхности прибора и пробников с помощью ткани без ворса. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать прозрачный стеклянный фильтр экрана.
2. Для чистки инструмента пользуйтесь мягкой влажной тканью. Для более эффективной очистки подходит 75% водный раствор изопропилового спирта.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения поверхности прибора или пробников для очистки не следует использовать абразивные или химические чистящие вещества.

Подключение пробников

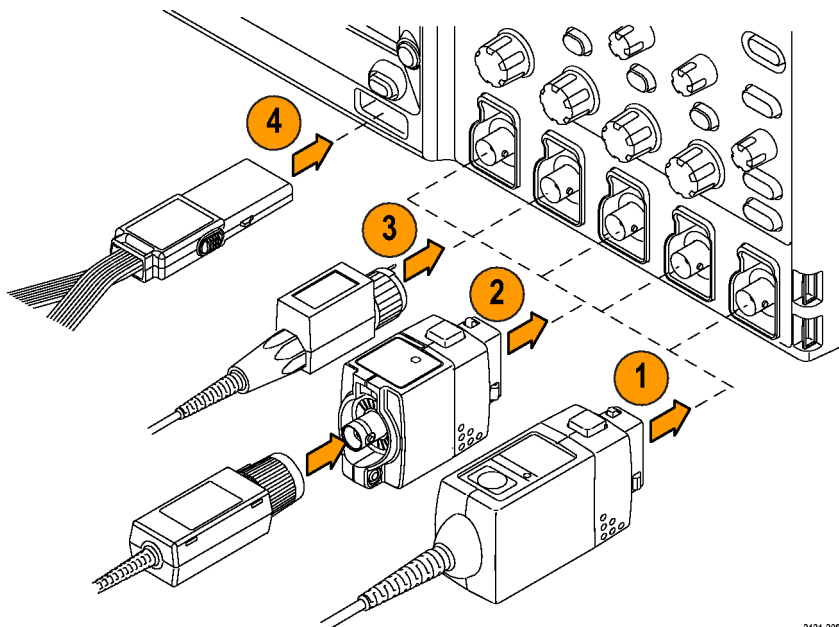
Подключение пробников к осциллографу выполняется с помощью следующих средств:

1. Универсальный интерфейс пробника Tektronix (TekVPI)

Эти пробники обеспечивают двусторонний обмен информацией с осциллографом через экранное меню и дистанционно через программируемые средства поддержки. Дистанционное управление полезно при работе в средах сбора данных и слежения, когда требуется выполнять предварительную настройку параметров пробника с компьютера.

2. Адаптер TPA-BNC

Адаптер TPA-BNC позволяет использовать такие возможности пробника TEKPROBE II, как обеспечение питания пробника и передача на осциллограф информации о масштабе и единицах измерения.



2121-205

3. Простые интерфейсы BNC

Некоторые из них используют возможность TEKPROBE передавать на осциллограф сигнал в виде осциллограммы и сведения о масштабе. Некоторые только передают сигнал, а другие виды связи в них отсутствуют.

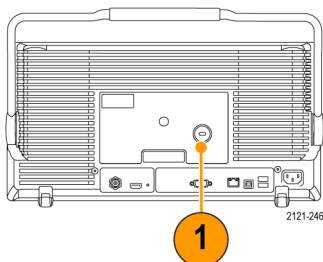
4. Интерфейс пробника (только для пробников серии MSO4000)

Пробник P6516 предоставляет 16 каналов цифровой информации (во включенном или выключенном состоянии).

Для получения дополнительной информации по многим пробникам, которые можно использовать с осциллографами серий DPO4000 и MSO4000, посетите веб-узел www.tektronix.com.

Защита осциллографа

1. Чтобы закрепить осциллограф на рабочем месте, используйте стандартный замок с тросиком для переносных компьютеров.



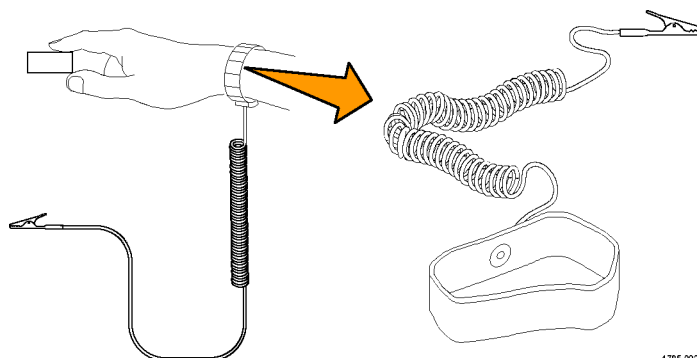
Включение электропитания прибора

Заземлите осциллограф и заземлитесь сами.

Прежде чем нажать кнопку включения, подсоедините осциллограф к электрически нейтральной точке, например, к заземлению. Для этого вставьте трехштыревую вилку шнура питания в розетку, снабженную заземлением.

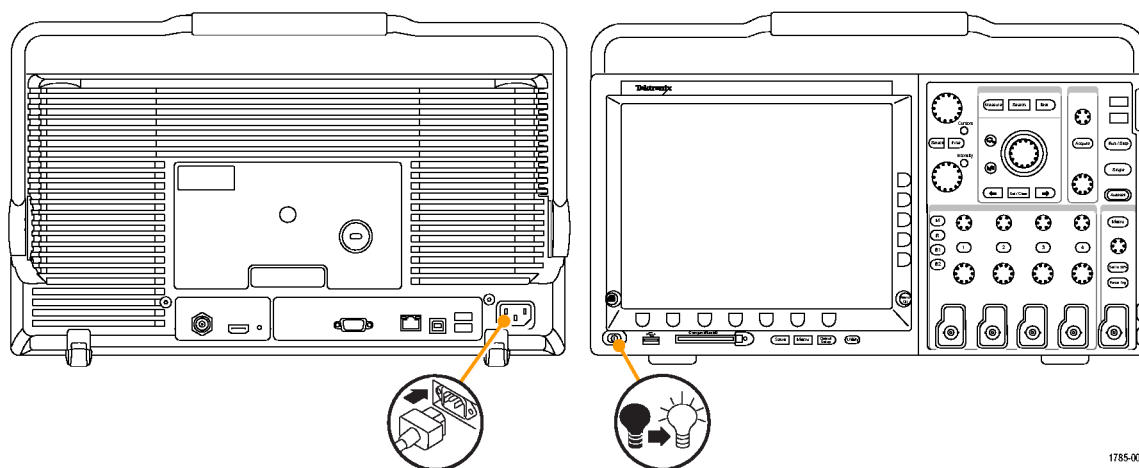
Заземление осциллографа необходимо для обеспечения безопасности и для повышения точности измерений. Осциллограф должен быть подсоединен к тому же проводу заземления, что и исследуемая схема.

При работе с компонентами, чувствительными к статическому электричеству, заземлитесь сами. Статическое электричество, накопленное на вашем теле, может повредить чувствительные компоненты. Заземленный браслет позволяет статическому заряду стечь в заземление.



1785-002

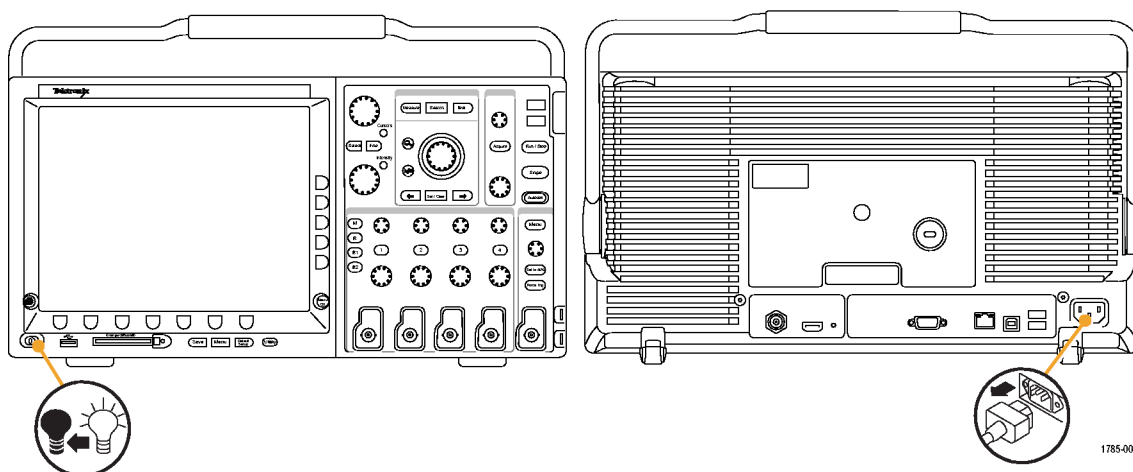
Чтобы подсоединить шнур питания и включить осциллограф, выполните следующие действия.



1785-003

Выключение питания осциллографа

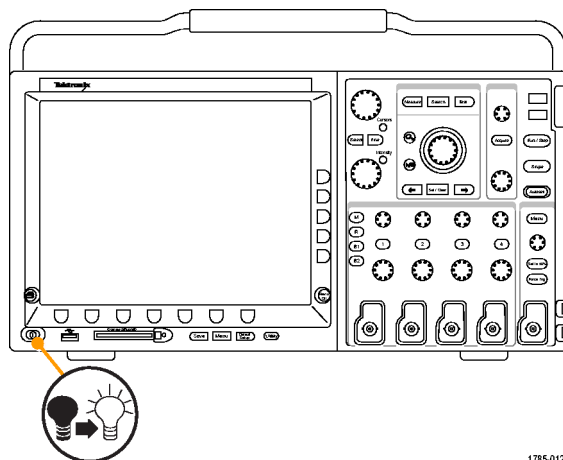
Чтобы выключить питание осциллографа и удалить шнур питания, выполните следующие действия.



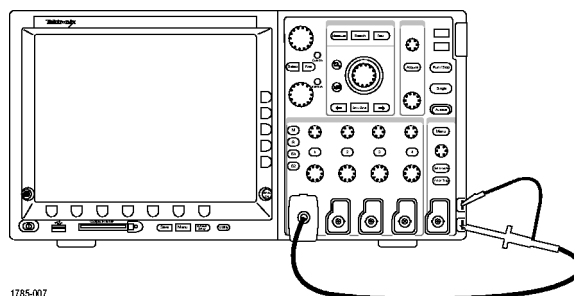
Проверка работоспособности

Быстрая проверка функций позволяет убедиться в правильной работе осциллографа.

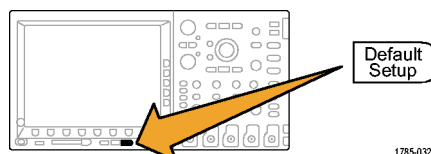
1. Подсоедините шнур питания осциллографа, как описано в разделе *Включение электропитания осциллографа*. (См. стр. 11.)
2. Включите осциллограф.



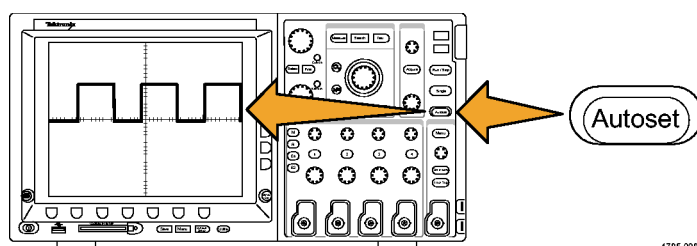
3. Подсоедините наконечник пробника R6139A и вывод заземления к разъемам **компенсации пробников** осциллографа.



4. Нажмите кнопку **Default Setup**.



5. Нажмите кнопку **Автоустановка**. На экране должна появиться осциллограмма прямоугольного сигнала амплитудой около 2,5 В, частотой 1 кГц.



ПРИМЕЧАНИЕ. Для получения наилучшей производительности рекомендуется устанавливать масштаб по вертикали равным 500 мВ.

Если форма сигнала искажена, выполните компенсацию пробника. (См. стр. 13, *Компенсация пассивного пробника напряжения*.)

Если сигнал не появляется, повторите процедуру заново. Если и после этого ситуация не исправляется, передайте прибор квалифицированному специалисту по обслуживанию.

Компенсация пассивного пробника напряжения

При первом подсоединении пассивного пробника напряжения к любому из входных каналов следует выполнить компенсацию пробника для согласования его с соответствующим входным каналом осциллографа.

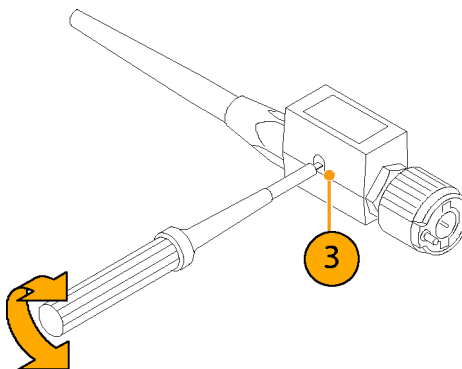
Чтобы правильно скомпенсировать пассивный пробник, необходимо выполнить следующие действия.

1. Выполнить проверку работоспособности. (См. стр. 12, *Проверка работоспособности*.)

2. По форме отображаемой осциллограммы определить, правильно ли скомпенсирован пробник.



3. При необходимости настройте пробник. Повторяйте операцию по мере надобности.



1785-140

Советы

Используйте возможно более короткий провод заземления и сокращайте путь прохождения сигнала во избежание появления колебаний («звона»), обусловленных пробником, и искажений измеряемого сигнала.



Бесплатное опробование прикладных модулей

30-дневное бесплатное опробование доступно для всех прикладных модулей, не установленных в вашем осциллографе. Пробный период начинается при первом включении питания осциллографа.

Через 30 дней, если вы хотите продолжать использовать этот прикладной модуль, то вы должны приобрести его. Чтобы посмотреть дату истечения срока пробного периода, нажмите на передней панели кнопку **Utility**, нажмите на нижней панели кнопку **Стр. сервиса**, с помощью многофункционального регулятора **A** выберите **Конфиг.**, затем в нижнем экранном меню нажмите кнопку **О программе**.

Установка модуля прикладных программ



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения осциллографа или прикладного модуля ознакомьтесь с мерами предосторожности, относящимися к ЭСР (электростатическому разряду). (См. стр. 11, Включение электропитания прибора.)

Во время установки или удаления модуля прикладных программ выключайте питание осциллографа.

(См. стр. 12, Выключение питания осциллографа.)

Дополнительные пакеты прикладных модулей позволяют расширить возможности осциллографа. Одновременно можно установить до четырех прикладных модулей. Прикладные модули устанавливаются в два разъема, окна которых расположены в верхнем правом углу передней панели. За этими двумя разъемами находятся два дополнительных разъема. Чтобы воспользоваться этими разъемами, установите модуль. При этом наклейка должна быть обращена в противоположную от пользователя сторону.

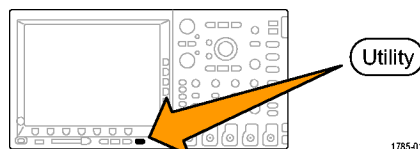
См. руководство *Инструкция по установке прикладного модуля осциллографов Tektronix серии 4000*, которое поставляется с прикладным модулем и содержит инструкции по установке и тестированию прикладного модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае удаления модуля прикладных программ обеспечиваемые им функции становятся недоступными. Чтобы восстановить эти функции, выключите осциллограф, установите модуль на место и снова включите осциллограф.

Изменение языка интерфейса пользователя

Чтобы изменить язык пользовательского интерфейса осциллографа и изменить обозначения кнопок передней панели с помощью наклейки:

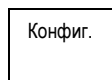
1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**

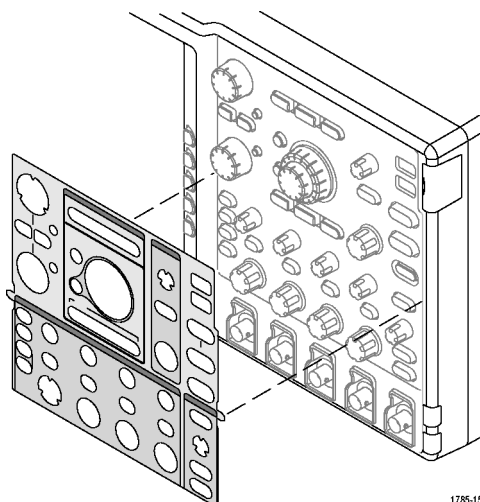


4. В появившемся меню в нижней части экрана выберите команду **Язык**.

Стр.сервиса Конфиг.	Язык русский	Уст. даты и времени	TekSecure - очистка памяти Очистка памяти	О программе		
------------------------	-----------------	------------------------	---	----------------	--	--



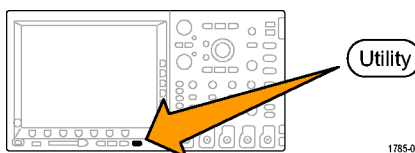
5. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите нужный язык. Предоставляется выбор из следующих языков: Английский, французский, немецкий, итальянский, испанский, бразильский португальский, русский, японский, корейский, китайский с упрощенным письмом и китайский с традиционным письмом.
6. Если выбран английский язык, необходимо снять с передней панели пластиковую накладку. Если выбран другой язык, необходимо установить на переднюю панель пластиковую накладку для выбранного языка с надписями для кнопок на этом языке.



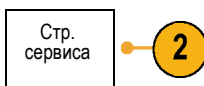
Изменение даты и времени

Для установки на внутренних часах текущего времени и даты необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**

Конфиг.

4. Нажмите кнопку **Установка даты и времени.**

Стр.сервиса Конфиг.	Язык русский	Уст. даты и времени	TekSecure - очистка памяти Очистка памяти	О программе		
-------------------------------	------------------------	---------------------	---	-------------	--	--

3

4

5. Нажмите кнопки на боковой панели и поверните оба многофункциональных регулятора (**A** и **B**), чтобы установить значения времени и даты.

Вывод даты и времени Вкл Выкл
Час: 4 4 Мин: 1 44
Месяц Май День 3
Год 2009
ОК установка даты и времени

6. Нажмите кнопку **ОК установка даты и времени.**

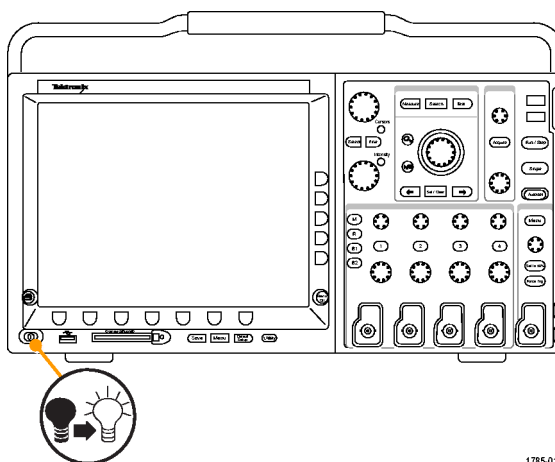
6

Компенсация сигнального тракта

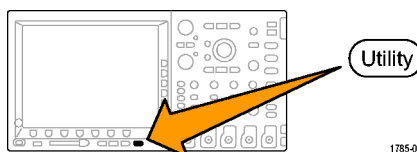
Функция компенсации сигнального тракта (SPC) позволяет устранить погрешности постоянного тока, вызванные изменением температуры или долговременным дрейфом. Если используются настройки по вертикали 5 мВ/дел и менее, компенсацию следует проводить после изменения температуры окружающей среды более чем на 10 °С либо один раз в неделю. Невыполнение этого требования может привести к тому, что при этих значениях настройки не будут достигнуты гарантированные уровни точности.

Чтобы провести компенсацию сигнального тракта, необходимо выполнить следующие действия.

1. Прогрейте осциллограф не менее 20 минут. Отключите от входов каналов все внешние сигналы (пробники и кабели). Входные сигналы, содержащие составляющую переменного тока, могут помешать компенсации.



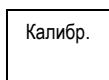
2. Нажмите кнопку **Utility**.



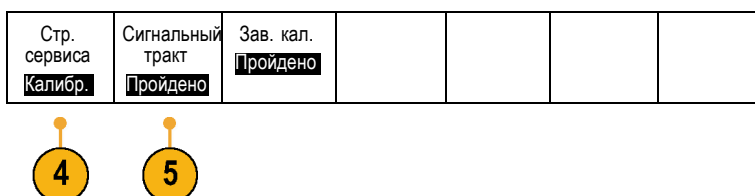
3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



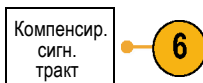
4. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Калибровка**.



5. В меню в нижней части экрана выберите команду **Сигнальный тракт**.



6. В боковом меню выберите команду **Компенсировать сигнальный тракт**.



Продолжительность калибровки составляет приблизительно 10 мин.

7. После калибровки убедитесь, что на индикаторе состояния в нижнем экранном меню отображается **Пройдено**.

Стр. сервиса Калибр.	Сигнальный тракт Пройдено	Зав. кал. Пройдено				
-------------------------	------------------------------	-----------------------	--	--	--	--



При другом показании индикатора повторите калибровку прибора или передайте прибор квалифицированному специалисту по обслуживанию.

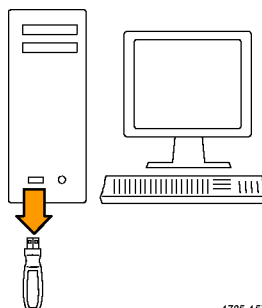
Функции заводской калибровки применяются специалистами по обслуживанию для калибровки внутренних опорных напряжений осциллографа по внешним источникам. Для выполнения заводской калибровки следует обратиться в региональное представительство Tektronix.

ПРИМЕЧАНИЕ. Компенсация сигнального тракта не включает калибровку наконечника пробника. (См. стр. 13, Компенсация пассивного пробника напряжения.)

Обновление микропрограммного обеспечения.

Чтобы обновить микропрограммное обеспечение осциллографа, необходимо выполнить следующие действия.

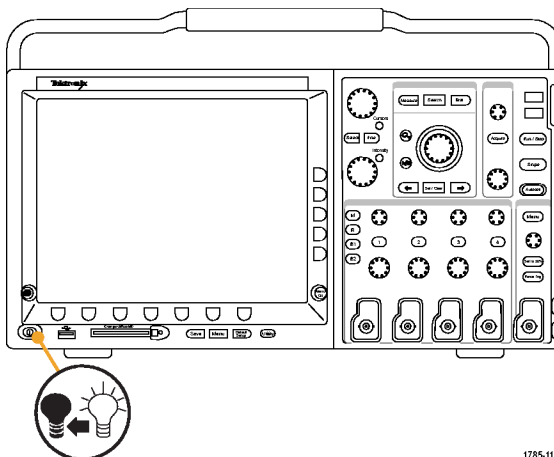
1. Откройте веб-обозреватель и перейдите по адресу www.tektronix.com/software. Воспользуйтесь средством поиска программного обеспечения. Загрузите на ПК самое новое микропрограммное обеспечение для вашего осциллографа.



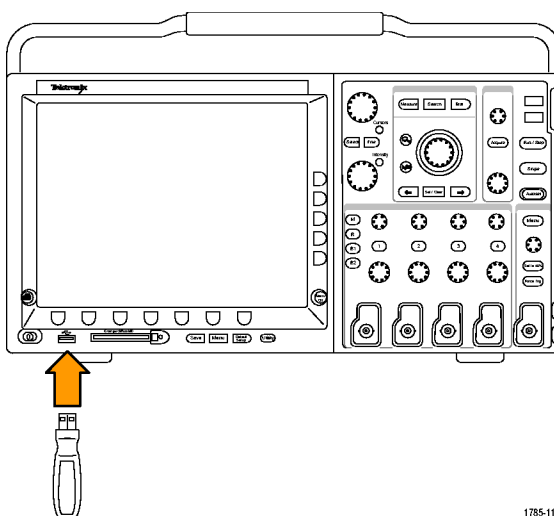
1785-157

Разархивируйте файлы и скопируйте файл `firmware.img` в корневую папку USB флэш-памяти.

2. Выключите питание осциллографа.



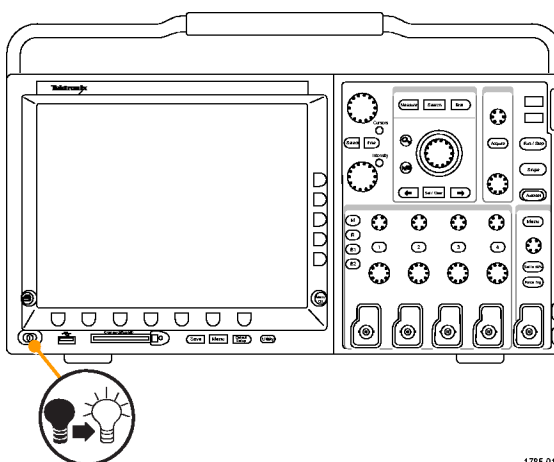
3. Вставьте USB флэш-память в разъем USB на передней панели осциллографа.



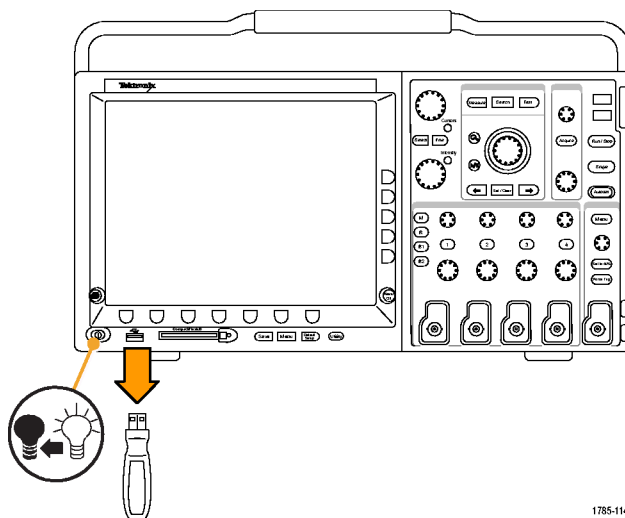
4. Включите осциллограф. Прибор автоматически распознает обновление микропрограммного обеспечения и установит его.

Если прибор не устанавливает микропрограммное обеспечение, повторите процедуру заново. Если неполадка не устраняется, попробуйте другую модель USB-устройства флэш-памяти. И наконец, при необходимости, обратитесь к квалифицированному специалисту по техническому обслуживанию.

ПРИМЕЧАНИЕ. Не выключайте осциллограф и не удаляйте флэш-память из разъема USB до тех пор, пока осциллограф не завершит установку микропрограммного обеспечения.

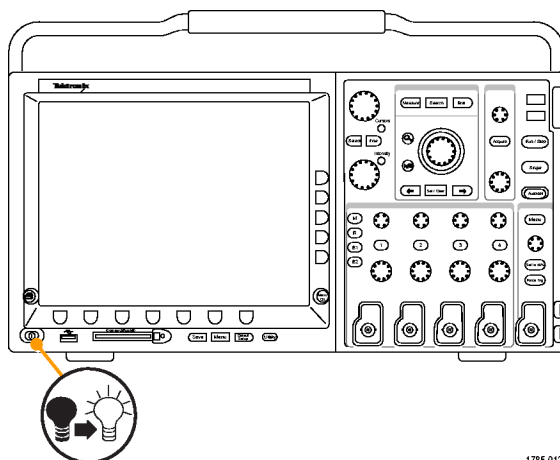


5. Выключите осциллограф и извлеките флэш-память из разъема USB.



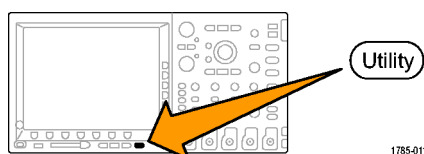
1785-114

6. Включите осциллограф.



1785-012

7. Нажмите кнопку **Utility**.

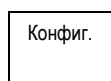


1785-011

8. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



9. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**



10. Нажмите кнопку **О программе**. На экране осциллографа появится номер версии микропрограммного обеспечения.

Стр. сервиса Конфиг.	Язык русский	Уст. даты и времени	TekSecure - очистка памяти Очистка памяти	О программе		
--------------------------------	------------------------	---------------------	--	-------------	--	--

11. Убедитесь, что номер версии совпадает с номером версии нового микропрограммного обеспечения.



Подключение осциллографа к компьютеру

Часто требуется документировать работу с осциллографом для использования в будущем. Вместо сохранения данных с экранными изображениями и осциллограммами на устройстве хранения данных CompactFlash или на флэш-памяти с разъемом USB с последующей генерацией отчета, можно отправить изображение или осциллограмму для анализа непосредственно на удаленный ПК. Кроме того, может понадобиться дистанционное управление осциллографом с компьютера. (См. стр. 140, *Сохранение снимка экрана.*) (См. стр. 141, *Сохранение и вызов данных осциллограммы.*)

Существует два способа подключения осциллографа к компьютеру: драйверы VISA и веб-инструменты e*Scope. Драйверы VISA используются для обмена информацией между компьютером и осциллографом с помощью программного приложения. Средство e*Scope применяется для обмена информацией с осциллографом через веб-обозреватель.

Использование VISA

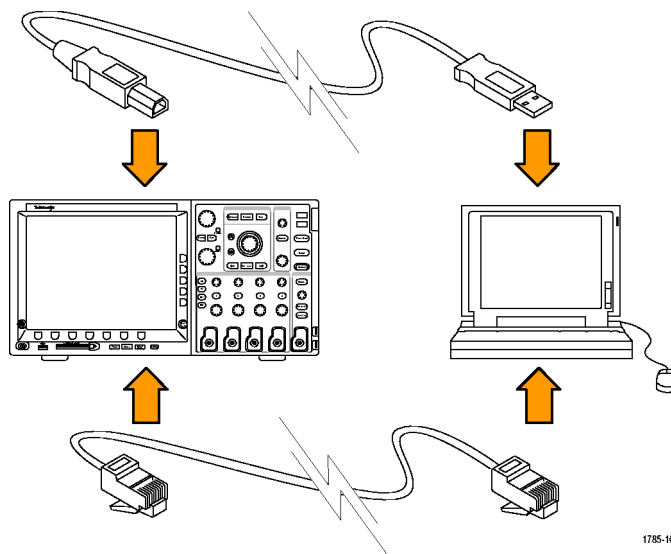
Драйвер VISA позволяет получать доступ к данным осциллографа с помощью компьютера с операционной системой MS-Windows. Эти данные используются в пакете программного обеспечения анализа, работающем на ПК, например Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW или в программе собственной разработки. Для связи компьютера с осциллографом применяются обычные протоколы, например USB, Ethernet или GPIB.

Чтобы установить связь между осциллографом и компьютером с помощью драйвера VISA необходимо выполнить следующие действия.

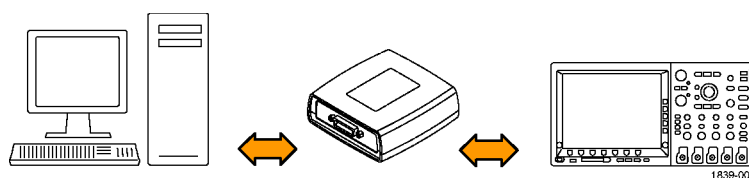
1. Загрузите на компьютер драйверы VISA.

Драйверы можно найти на соответствующем компакт-диске, который поставляется с осциллографом или на веб-странице с возможностью поиска программного обеспечения Tektronix (www.tektronix.com).

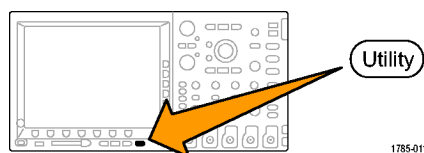
2. Подсоедините осциллограф к вашему компьютеру с помощью соответствующего кабеля USB или Ethernet.



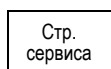
Для установления связи между осциллографом и системой GPIB подсоедините осциллограф к адаптеру Tek-USB-488 GPIB—USB с помощью кабеля USB. Затем подсоедините адаптер к системе GPIB с помощью кабеля GPIB. Включите питание осциллографа.



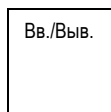
3. Нажмите кнопку **Utility**.



4. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



5. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Ввод/Вывод**.



6. Если используется интерфейс USB, настройка системы при включенной шине USB выполняется автоматически.

Проверьте значение для пункта **USB** в нижнем экранном меню, чтобы убедиться, что шина USB включена. Если шина не включена, нажмите кнопку **USB**. Затем нажмите кнопку **Подключить к компьютеру** в боковом экранном меню.

Стр. сервиса Вв./Выв.	USB Компьютер	Настр. сети Ethernet	GPIB 1			
--------------------------	------------------	-------------------------	-----------	--	--	--



7. Для использования Ethernet нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Настр. сети Ethernet**.

Если осциллограф соединен с сетью DHCP, перейдите в боковое меню и установите для параметра **DHCP/BOOTP** значение **Вкл.** При использовании статического IP-адреса задайте параметру **DHCP/BOOTP** значение **Выкл.**, нажмите **Изменить настройки устройства** и используйте систему меню, которая приводит к вводу вашего адреса.

DHCP/ BOOTP Вкл. Выкл.

8. Если используется интерфейс GPIB, нажмите кнопку **GPIB**. Введите в боковом экранном меню адрес GPIB с помощью многофункционального регулятора **A**.

При этом на подсоединенном адаптере TEK-USB-488 устанавливается адрес GPIB.

Адрес Talk/Listen 1



9. Запустите на компьютере прикладное программное обеспечение.



Советы

- На компакт-диске, поставляемом вместе с осциллографом, содержится ряд программных средств на основе Windows, предназначенных для эффективного обмена данными между осциллографом и компьютером. Имеются инструментальные панели, ускоряющие обмен информацией с приложениями Microsoft Excel и Microsoft Word. Кроме того, имеется автономная программа сбора данных — OpenChoice Desktop.
- Для подключения компьютера через шину USB предназначен порт устройства USB 2.0 на задней панели. USB флэш-память подключается к хост-портам USB 2.0 на передней и задней панелях. Для подключения осциллографа к ПК или к принтеру PictBridge используйте порт USB-устройств.

Хост-порт USB



Порт USB-устройств



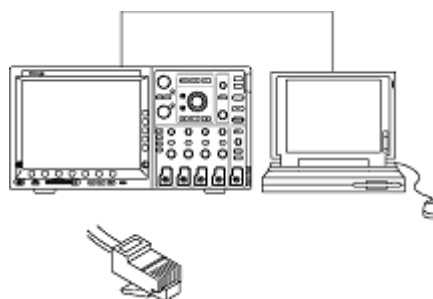
Использование e*Scope

e*Scope позволяет связаться с любым подключенным к сети Интернет осциллографом серии DPO4000 или MSO4000 при помощи обозревателя с рабочей станции, ПК или переносного компьютера. Независимо от того, где вы находитесь, осциллограф будет на расстоянии ближайшего обозревателя.

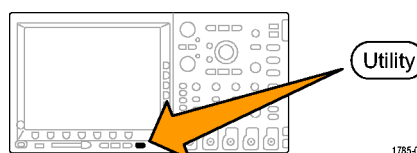
Чтобы установить линию связи e*Scope между осциллографом и веб-браузером, работающим на удаленном компьютере, надо выполнить следующие действия.

1. Подсоедините осциллограф к компьютерной сети с помощью соответствующего кабеля Ethernet.

Для непосредственного подсоединения к компьютеру необходим кабель с перекрестными проводниками. При подсоединении к сети или концентратору необходим кабель прямого соединения с Ethernet.



2. Нажмите кнопку **Utility**.



1785-011

3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.

Стр.
сервиса



4. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Ввод/Вывод**.

Ввод-
вывод

5. Нажмите кнопку **Настр. сети Ethernet**.

Стр. сервиса Вв./Выв.	USB Компьютер	Настр. сети Ethernet	GPIB 1			
-----------------------------	------------------	----------------------------	-----------	--	--	--



6. Если используется сеть DHCP Ethernet с динамическим адресом, установите DHCP в состояние **Вкл**. Если используется статический адрес, установите этот параметр в состояние **Выкл**.

Нажмите кнопку **Изменить настройки прибора**. Если используется сеть DHCP, запишите Ethernet-адрес и название прибора. Если используется статическая адресация, введите Ethernet-адрес, который будет использоваться.

Изменить настройки устройства
DHCP/ BOOTP Вкл Выкл
Проверка связи



ПРИМЕЧАНИЕ. В зависимости от типа и скорости сети, к которой подсоединен осциллограф серии 4000, после нажатия кнопки DHCP/BOOTP поле DHCP/BOOTP, возможно, сразу увидеть не удастся. Для обновления может потребоваться несколько секунд.

7. Запустите браузер на удаленном компьютере. В адресной строке браузера введите IP-адрес или, если параметр DHCP на осциллографе установлен в состояние **Вкл**, просто введите имя прибора.
8. Теперь в веб-обозревателе можно будет увидеть экран e*Score, на котором отображается экран осциллографа.
Если e*Score не работает, повторите описанные действия. Если и после этого программное обеспечение не работает, обратитесь к квалифицированному специалисту по обслуживанию.

Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры

USB-клавиатуру можно подсоединить к хост-порту USB на задней или передней панели осциллографа. Осциллограф определит клавиатуру, даже если она подключена к уже включенному осциллографу.

Можно использовать клавиатуру для быстрого создания имен или меток. С помощью кнопки с меткой нижнего экранного меню можно вызвать меню «Метка» из меню «Канал» и «Шина». Для перемещения к точке ввода используйте клавиши со стрелками на клавиатуре, затем введите имя или метку. Обозначение каналов и шин делает информацию на экране более удобной для идентификации.

Ознакомление с прибором

Меню передней панели и органы управления

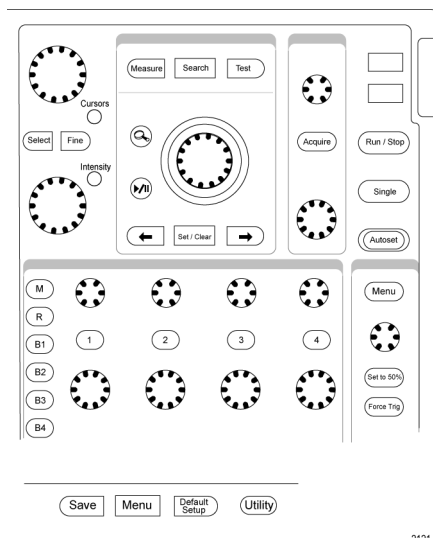
На передней панели расположены кнопки и органы управления для наиболее часто используемых функций. Для доступа к более специализированным функциям имеются кнопки меню.

Использование системы меню

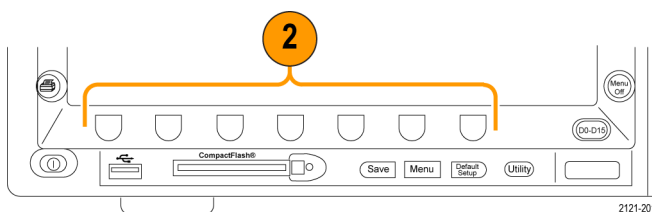
Чтобы использовать систему меню, надо выполнить следующие действия.

1. Нажмите на передней панели кнопку меню, чтобы вывести на экран нужное меню.

Чтобы поддерживать до четырех последовательных или параллельных шин на осциллографах серии MSO4000, можно использовать кнопки B1– B4.



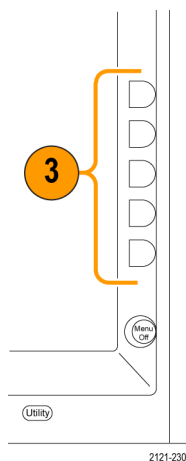
2. Нажмите кнопку нижнего экранного меню, чтобы выбрать соответствующий пункт меню. Если появится всплывающее меню, поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужный вариант. Если появляется всплывающее меню, нажимайте кнопку, пока не будет выбран нужный вариант.



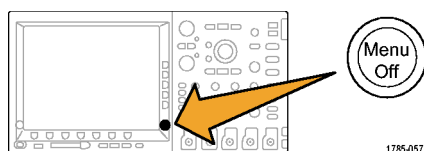
3. Нажмите кнопку экранного меню сбоку экрана, чтобы выбрать соответствующий пункт бокового меню.

Если пункт меню может принимать более одного значения, нажимайте соответствующую кнопку сбоку экрана, пока не будет выбрано нужное значение.

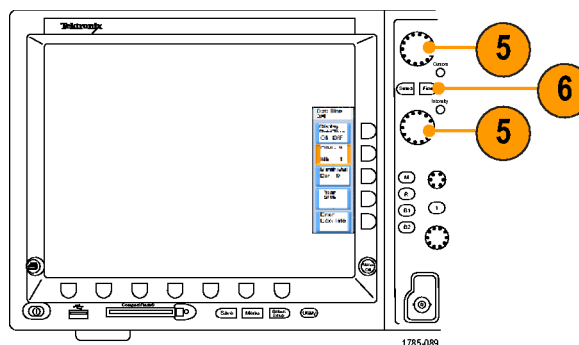
Если появится всплывающее меню, поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужный вариант.



4. Чтобы убрать боковое экранное меню, нажмите еще раз кнопку нижнего экранного меню или нажмите кнопку **Menu Off**.



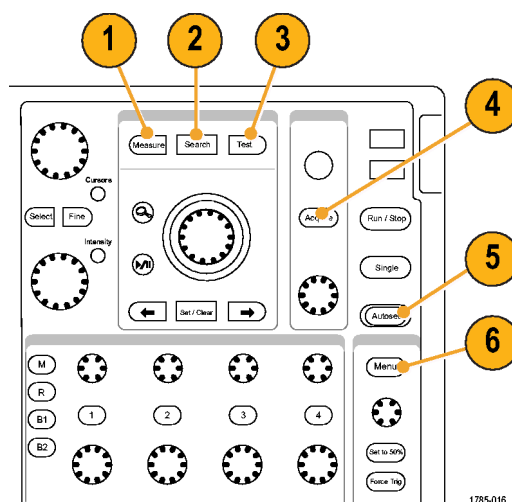
5. В некоторых пунктах меню для завершения установки требуется ввести числовое значение. Для настройки этих значений используйте многофункциональные регуляторы **A** и **B**.
6. Чтобы включить или выключить точную настройку, нажмите кнопку **Точно**.



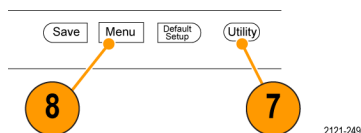
Использование кнопок меню

Кнопки меню могут использоваться для выполнения многих функций осциллографа.

1. **Измерения.** Нажмите для проведения автоматизированных измерений форм сигналов.
2. **Поиск.** Эта кнопка предназначена для управления поиском в зарегистрированном сигнале по событиям или признакам, заданным пользователем.
3. **Тест.** Эта кнопка предназначена для управления запуском дополнительных и специальных (для приложений) функций тестирования.
4. **Сбор данных.** Эта кнопка предназначена для управления режимом сбора данных и длиной записи.
5. **Автоустановка.** Эта кнопка предназначена для управления автоматической установкой настроек осциллографа.
6. **Меню синхронизации.** Эта кнопка предназначена для управления настройками синхронизации.

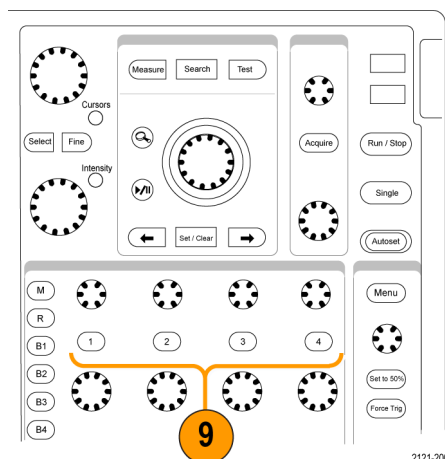


7. **Utility.** Эта кнопка предназначена для управления системными функциями сервиса, например выбором языка или установкой времени и даты.



8. **Save / Recall Menu.** Нажмите эту кнопку для сохранения и загрузки настроек, осциллограмм и экранных изображений во внутреннюю память, на карту CompactFlash или на флэш-память с разъемом USB.

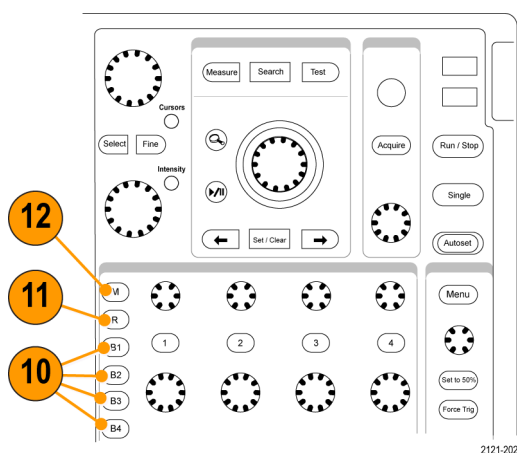
9. Кнопки **Меню** для каналов 1, 2, 3 и 4. Эти кнопки предназначены для настройки параметров входных осциллограмм по вертикали и отображения или удаления с экрана соответствующих осциллограмм.



10. **B1** или **B2.** Нажмите эти кнопки, чтобы выбрать и отобразить шину, если имеются необходимые ключи для модулей прикладных программ.

- Модуль DPO4AUTO поддерживает шины CAN и LIN.
- Модуль DPO4AUTOMAX поддерживает шины CAN, LIN и FlexRay.
- Модуль DPO4EMBD поддерживает шины I²C и SPI.
- Модуль DPO4USB поддерживает шины USB 2.0.
- Модуль DPO4COMP поддерживает шины RS-232, RS-422, RS-485 и UART.
- Модуль DPO4AUDIO поддерживает шины I²S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM.

Кроме того, кнопки **B1** и **B2** позволяют вывести на экран или убрать с экрана отображение соответствующей шины.



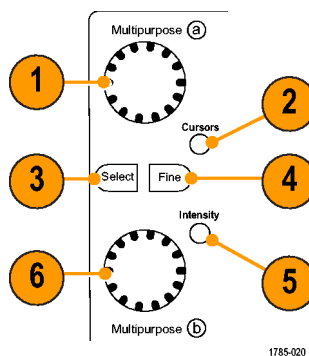
На осциллографах серии MSO4000 для поддержки до четырех различных последовательных и параллельных шин можно использовать кнопки **B3** и **B4**.

11. **R.** Эта кнопка предназначена для управления опорными осциллограммами, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных опорных осциллограмм.
12. **M.** Эта кнопка предназначена для управления расчетными осциллограммами, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных расчетных осциллограмм.

Другие элементы управления

Эти кнопки и регуляторы предназначены для управления осциллограммами, курсорами и другими средствами ввода данных.

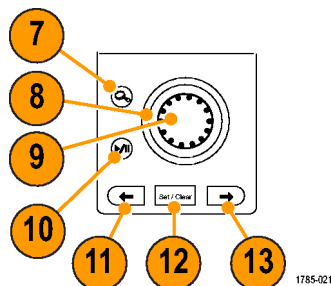
1. Поверните верхний многофункциональный регулятор **A**, когда он активен, чтобы переместить курсор, установить числовое значение параметра для пункта меню или выбрать элемент из всплывающего списка. Нажмите кнопку **Точно** для переключения грубой и точной настройки.
Значки на экране служат индикаторами включения ручек **A** и **B**.



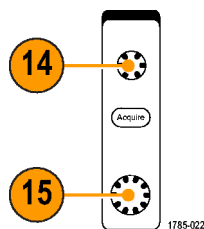
2. **Курсоры.** Нажмите один раз, чтобы включить курсоры. Когда курсоры включены, их можно перемещать с помощью многофункциональных регуляторов. Нажмите еще раз, чтобы их выключить.
Нажмите и удерживайте, чтобы отобразить меню для работы с курсорами, и настройте курсоры. После этого нажмите **Menu Off**, чтобы вернуть управление курсорами многофункциональным регуляторам.

3. **Выбор.** Эта кнопка предназначена для включения специальных функций. Например, если используются два вертикальных курсора (а горизонтальные курсоры не отображаются на экране), при нажатии этой кнопки курсоры блокируются друг с другом или разблокируются. Когда одновременно видны два вертикальных и два горизонтальных курсора, можно нажать эту кнопку, чтобы сделать активными либо вертикальные курсоры, либо горизонтальные.
4. **Точно.** Эта кнопка предназначена для переключения грубой и точной настройки с помощью ручек положения по вертикали и по горизонтали, регулятора уровня синхронизации и при выполнении операций с помощью многофункциональных ручек **А** и **Б**.
5. **Яркость** осциллограммы. При нажатии этой кнопки включается регулировка яркости осциллограммы многофункциональной ручкой **А** и регулировка яркости масштабной сетки ручкой **Б**.
6. Когда нижняя многофункциональная ручка **Б** включена, поворачивая ее, можно переместить курсор или установить числовое значение параметра для выбранного пункта меню. Для более точной настройки нажмите кнопку **Точно**.

7. Кнопка с изображением **лупы**. Эта кнопка предназначена для включения режима лупы.
8. **Панорама** (внешний регулятор). При повороте этого регулятора окно лупы перемещается по записанной осциллограмме.
9. **Лупа** (внутренний регулятор). Этот регулятор предназначен для управления коэффициентом масштабирования. При повороте по часовой стрелке изображение увеличивается. При повороте против часовой стрелки изображение уменьшается.
10. Кнопка **воспроизведения-паузы**. Эта кнопка предназначена для запуска и остановки автоматического панорамирования осциллограммы. Управление скоростью и направлением панорамирования осуществляется с помощью регулятора панорамирования.
11. ← **Предыдущий**. Эта кнопка позволяет перейти к предыдущей метке на осциллограмме.
12. **Установить/сбросить метку**. Эта кнопка предназначена для установки и удаления меток на осциллограмме.
13. → **Следующий**. Эта кнопка позволяет перейти к следующей метке на осциллограмме.



14. **Положение по горизонтали**. Настройка положения точки синхронизации по горизонтали относительно положения зарегистрированных сигналов. Для более точной настройки нажмите кнопку **Точно**.
15. **Масштаб по горизонтали**. Настройка масштаба по горизонтали (время/деление).



16. Пуск/стоп. Эта кнопка предназначена для пуска и остановки сбора данных.

17. Однократный. Эта кнопка предназначена для запуска однократного сбора данных.

18. Автоустановка. Эта кнопка предназначена для автоматической установки значений параметров по вертикали, горизонтали и параметров синхронизации, обеспечивающих приемлемое изображение.

19. Уровень синхронизации. Установка уровня синхронизации.

20. Установка на 50%. Установка значения уровня синхронизации равным половине амплитуды сигнала.

21. Принудительно. Принудительная синхронизация по ближайшему событию синхронизации.

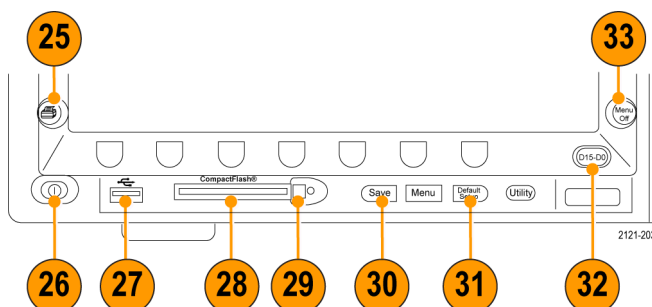
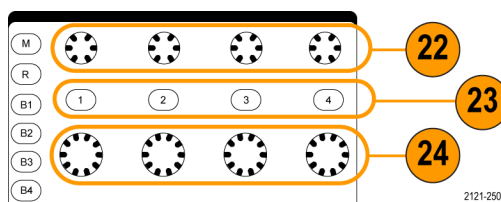
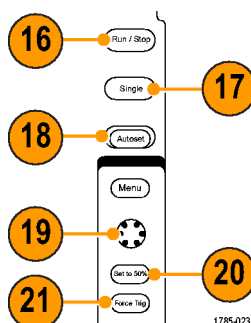
22. Положение по вертикали. Настройка положения выбранного сигнала по вертикали. Для более точной настройки нажмите кнопку **Точно**.

23. 1, 2, 3, 4. Эти кнопки предназначены для вывода на экран и удаления с экрана соответствующих осциллограмм и доступа к меню параметров по вертикали.

24. Масштаб по вертикали. Настройка масштаба выбранного сигнала по вертикали (вольт/деление).

25. Печать. Нажмите эту кнопку, чтобы отпечатать экранное изображение с помощью принтера, выбранного в меню Utility.

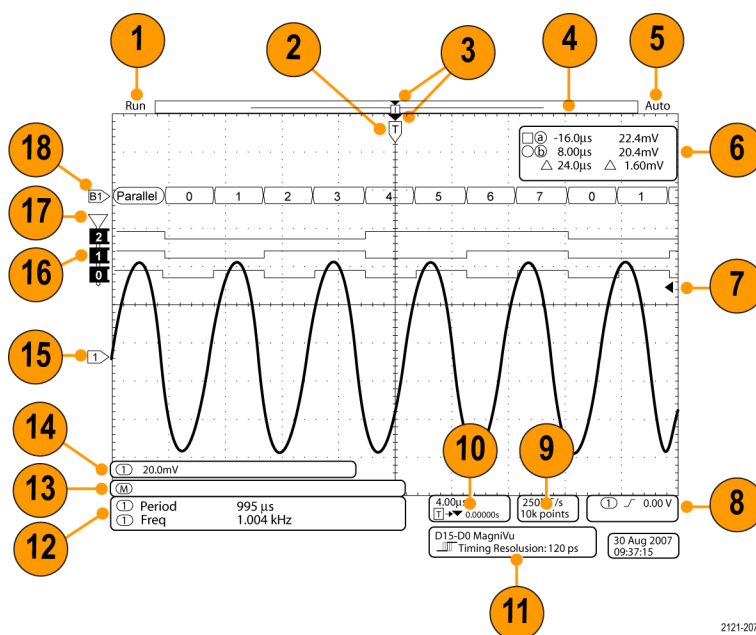
26. Выключатель питания. Применяется для включения и выключения прибора.



- 27. Хост-порт USB 2.0.** Предназначен для подсоединения USB-кабеля при подключении к осциллографу периферийных устройств, например, клавиатуры, принтера или флэш-памяти. На задней панели имеются еще два хост-порта USB 2.0.
- 28. Гнездо памяти CompactFlash.**
Предназначено для подсоединения карты памяти CompactFlash.
- 29. Кнопка извлечения памяти CompactFlash.** Предназначена для извлечения карты памяти CompactFlash из гнезда CompactFlash.
- 30. Save.** Эта кнопка предназначена для выполнения немедленного сохранения. При сохранении используются текущие параметры сохранения, заданные в меню Save / Recall.
- 31. Default Setup.** Эта кнопка предназначена для немедленного восстановления настроек осциллографа по умолчанию.
- 32. Кнопка D15 - D0.** Предназначена для отображения на экране или удаления с экрана цифровых каналов и доступа к меню настройки цифрового канала (только для осциллографов серии MSO4000).
- 33. Menu Off.** При нажатии этой кнопки отображаемое меню убирается с экрана.

Описание элементов экрана

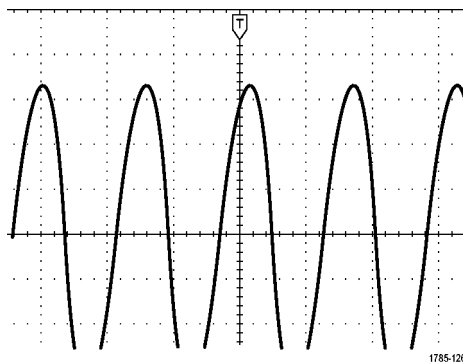
На экране могут появляться элементы, показанные на рисунке. Эти элементы не обязательно отображаются одновременно. При выключенных меню некоторые экранные надписи оказываются за пределами масштабной сетки.



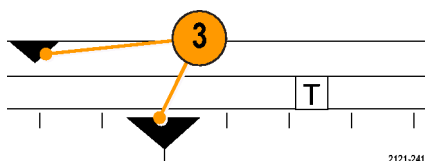
1. Экранная надпись регистрации показывает режим регистрации: выполняется, остановлена или включен предварительный просмотр регистрации. Имеются следующие значки.

- Пуск. Сбор данных включен.
- Стоп. Сбор данных выключен.
- Прокрутка. Сбор данных в режиме прокрутки (40 мс/дел или меньше).
- Предварительный просмотр. В этом состоянии осциллограф находится, когда он остановлен, а также в промежутке между событиями синхронизации. В этом режиме можно изменять масштаб и положение осциллограммы по горизонтали и по вертикали, чтобы оценить возможный вид следующей осциллограммы.

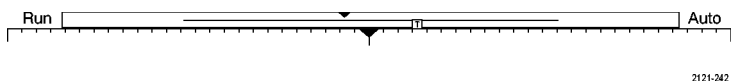
2. Значок точки синхронизации показывает расположение точки синхронизации на осциллограмме.



3. Значок неподвижной точки (оранжевый треугольник) указывает точку, которая остается неподвижной при увеличении или уменьшении масштаба по горизонтали.



4. На индикаторе записи осциллограммы отображается расположение точки синхронизации относительно записи осциллограммы. Цвет линии соответствует цвету выбранной осциллограммы.



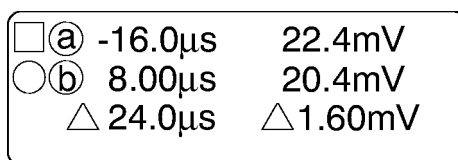
5. Экранная надпись состояния синхронизации показывает состояние синхронизации. Возможны следующие состояния.

- Запуск. Запущено.
- Авто. Сбор данных без синхронизации
- Предзапуск. Сбор данных до наступления события синхронизации.
- Запуск? Ожидание синхронизации.

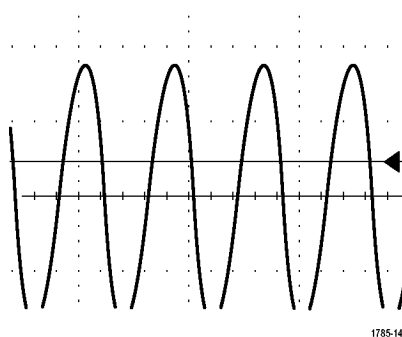
6. На экранной надписи значений курсоров отображаются время, амплитуда и разность значений для каждого курсора.

При измерениях с БПФ отображаются частота и амплитуда.

Для последовательных шин экранная надпись показывает декодированные значения.

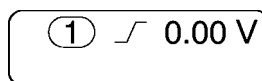


7. Значок уровня синхронизации показывает уровень синхронизации сигнала. Цвет значка соответствует цвету канала-источника синхронизации.



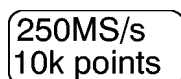
1785-143

8. Экранная надпись состояния синхронизации по фронту показывает источник синхронизации, фронт и уровень. На экранных надписях для других видов синхронизации отображаются другие параметры.



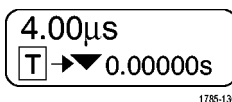
1785-135

9. В верхней строке экранной надписи для длины записи и частоты выборки указана частота выборки (настраиваемая ручкой **Масштаб по горизонтали**). В нижней строке отображается длина записи (настраиваемая в меню **Сбор данных**).



1785-137

10. В верхней строке экранной надписи положения и масштаба по горизонтали отображается масштаб (настраиваемый регулятором **Масштаб по горизонтали**).

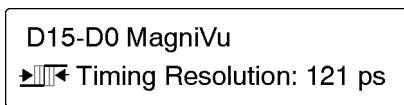


Если включен **Режим задержки**, в нижней строке показывается время от значка T до значка точки разрешения (настраивается регулятором **Положение по горизонтали**).

С помощью регулировки положения по горизонтали можно ввести дополнительную задержку между моментом синхронизации и фактическим началом сбора данных. Чтобы зафиксировать больше данных перед синхронизацией, надо ввести отрицательное время.

Если **Режим задержки** выключен, в нижней строке показывается, выраженное в процентах, место времени запуска в пределах регистрации.

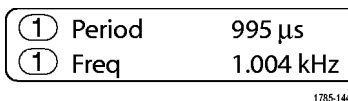
11. Экранная надпись «Timing Resolution» показывает временное разрешение цифровых каналов.



Временное разрешение – это время между выборками. Это аналог цифровой частоты выборки.

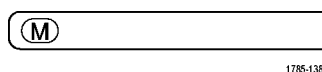
При включении элемента управления MagniVu в экранной надписи появляется «MagniVu».

12. На экранных надписях измерений отображаются выбранные измерения. Возможен одновременный выбор для отображения до восьми измерений.

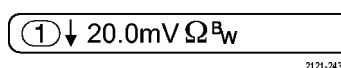


Символ  отображается вместо ожидаемого цифрового значения, если существует условие вертикальной отсечки. Часть кривой располагается выше или ниже области экрана. Чтобы получить требуемое числовое значение измерения, с помощью ручек регулировки по вертикали установите масштаб и положение осциллограммы на экране.

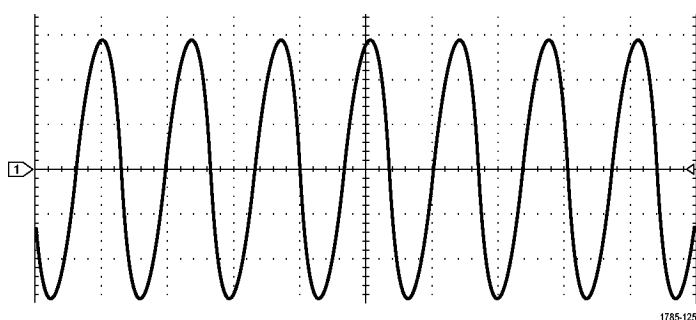
13. На вспомогательных экранных надписях осциллограммы отображаются масштабные коэффициенты по вертикали и по горизонтали для расчетной и опорной осциллограмм.



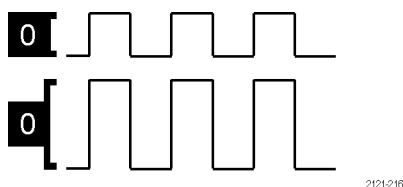
14. Экранная надпись канала показывает масштабный коэффициент канала, тип связи по входу, состояние инвертирования и полосы пропускания. Настройка выполняется с помощью регулятора **Масштаб по вертикали** и меню каналов 1, 2, 3 и 4.



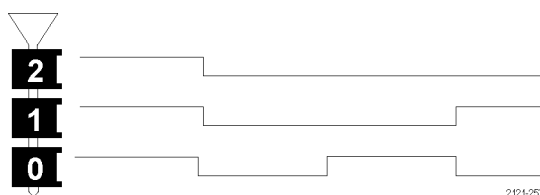
15. Для аналоговых каналов значок опорной линии осциллограммы указывает нулевой уровень осциллограммы (без учета эффекта смещения). Цвета значков соответствуют цветам осциллограмм.



16. Для цифровых каналов (только для осциллографов серии MSO4000) значки опорной линии указывают верхний и нижний уровни. Цвет значка соответствует цветовой кодировке, используемой на резисторах. Значок D0 – черный, значок D1 – коричневый, значок D2 – красный и т. д.



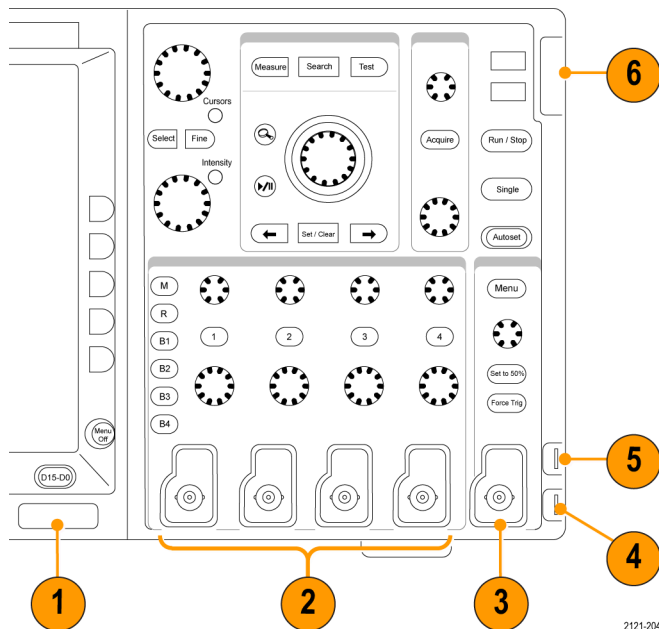
17. Значок группы показывает состояние, когда группируются цифровые каналы (только для осциллографов серии MSO4000).



18. На экране шины отображается информация об уровне декодированного пакета для последовательных шин или параллельных шин (только для осциллографов серии MSO4000). Значок шины показывает номер и тип шины.

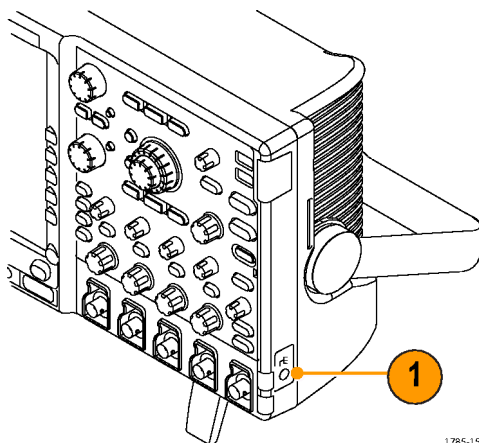
Разъемы передней панели

1. Разъем логического пробника (только для моделей MSO4000)
2. Каналы 1, 2, (3, 4). Входные каналы с универсальным интерфейсом пробников TekVPI.
3. **Дополнительный вход.** Уровень синхронизации регулируется в пределах от +8 В до –8 В. Максимальное входное напряжение: пиковое 400 В, среднеквадратичное 250 В. Входное сопротивление 1 МОм $\pm 1\%$, параллельная емкость 13 пФ ± 2 пФ.
4. **Компенсация пробников.** Источник прямоугольного сигнала для компенсации пробников. Выходное напряжение 0 – 2,5 В $\pm 1\%$ при сопротивлении 1 кОм $\pm 2\%$. Частота 1 кГц.
5. Заземление.
6. Разъемы модулей прикладных программ.



Разъем боковой панели

1. Разъем антистатического браслета. Гнездо для подключения антистатического браслета.



Разъемы на задней панели

1. Выходной сигнал синхронизации.

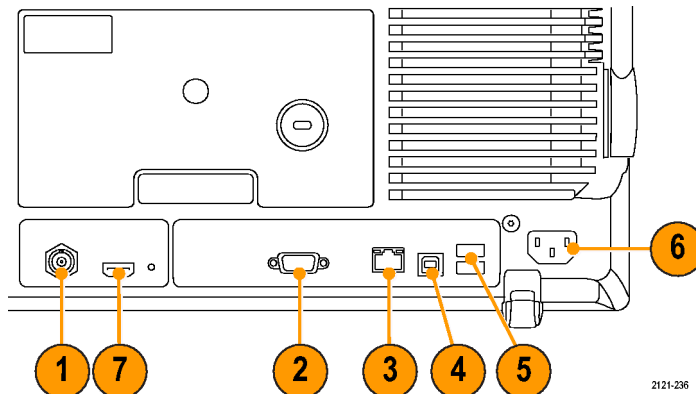
Выходной сигнал синхронизации используется для синхронизации с осциллографом других измерительных приборов. Запуск обозначается переходом с НИЗКОГО на ВЫСОКИЙ уровень. Логический уровень напряжения $V_{\text{вых}} (\text{ВЫСОКИЙ}) \geq 2,5 \text{ В}$ без нагрузки; $\geq 1,0 \text{ В}$ на заземленной нагрузке 50 Ом . Логический уровень напряжения $V_{\text{вых}} (\text{НИЗКИЙ}) \leq 0,7 \text{ В}$ при токе нагрузки $\leq 4 \text{ мА}$; $\leq 0,25 \text{ В}$ на заземленной нагрузке 50 Ом .

2. **Выход XGA.** Видеоразъем XGA (розетка разъема DB-15) предназначен для подключения внешнего монитора или проектора для отображения на нем экрана осциллографа.

3. **Разъем ЛВС.** Порт ЛВС (Ethernet) с разъемом RJ-45 предназначен для подключения осциллографа к локальной сети 10/100 Base-T.

4. **Устройство.** Высокоскоростной порт устройств USB 2.0 предназначен для управления осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с помощью адаптера TEK-USB-488. Протокол USBTMC обеспечивает обмен информацией в виде сообщений IEEE488 между USB-устройствами. Это позволяет исполнять программные приложения GPIB на оборудовании с интерфейсом USB. Кроме того, этот USB-порт можно использовать для подключения PictBridge-совместимого принтера к осциллографу.

5. **Хост.** Хост-порты USB 2.0 полного быстродействия (два на задней панели и один на передней) позволяют подключать USB-устройства флэш-памяти и принтеры.



2121-236

6. **Вход питания.** Подсоединяется к сети переменного тока со встроенным защитным заземлением. (См. стр. 6, *Условия эксплуатации.*)
7. Разъем для будущих применений.

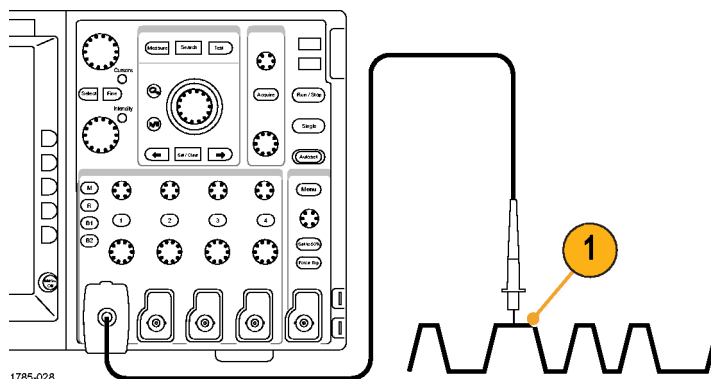
Регистрация сигнала

В этом разделе описаны основные понятия и процедуры настройки осциллографа для регистрации сигнала.

Настройка аналоговых каналов

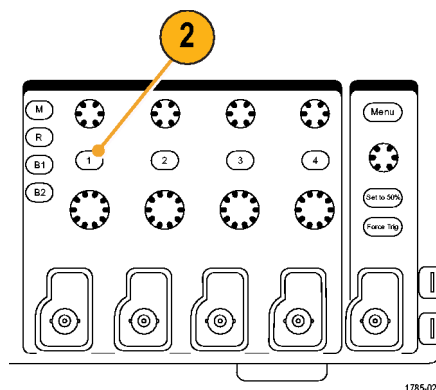
Настройка прибора для регистрации сигналов аналоговых каналов производится с помощью кнопок на передней панели.

1. Подключите пробник P6139A или VPI к источнику входного сигнала.

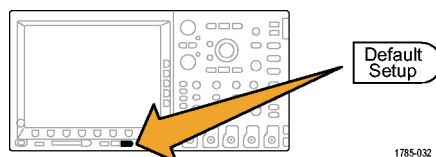


2. С помощью кнопок на передней панели выберите входной канал.

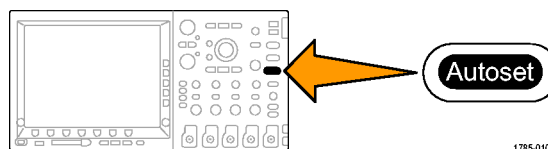
ПРИМЕЧАНИЕ. Если используется пробник, который не поддерживает кодирование пробников, в меню осциллографа «По вертикали» установите ослабление канала (коэффициент пробника), соответствующее пробнику.



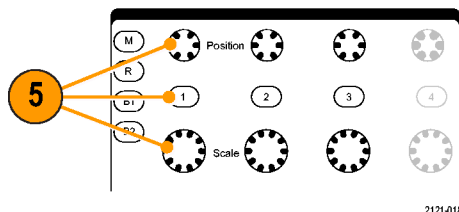
3. Нажмите кнопку **Default Setup**.



4. Нажмите кнопку **Автоустановка**.

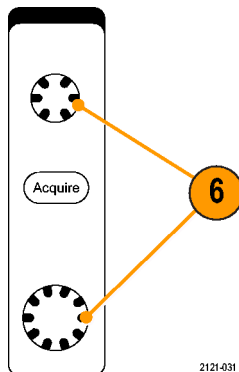


- Нажмите кнопку нужного канала.
Отрегулируйте положение и масштаб по вертикали.



2121-018

- Отрегулируйте положение и масштаб по горизонтали.
Положение по горизонтали определяет число элементов выборки до и после синхронизации.
Масштаб по горизонтали определяет размер окна регистрации по отношению к осциллограмме.
Можно масштабировать окно таким образом, чтобы в нем умещался фронт сигнала, период, несколько периодов или несколько тысяч периодов.



2121-031

Совет

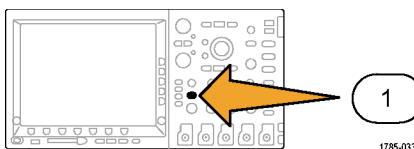
- Для просмотра нескольких периодов зарегистрированного сигнала в верхней части экрана и одного периода в нижней части используйте функцию масштабирования. (См. стр. 130, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)

Обозначения каналов и шин

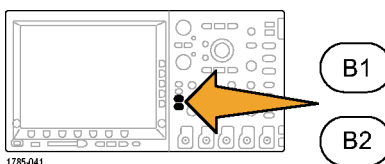
Для упрощения идентификации отображаемых на экране каналов и шин можно добавить метки. Метка располагается на значке опорной линии осциллограммы в левой стороне экрана. В метке можно использовать до 32 символов.

Чтобы ввести метку канала, нажмите кнопку входного аналогового канала.

- Для входного канала или шины нажмите кнопку на передней панели.

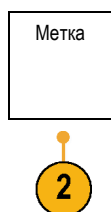


1785-033

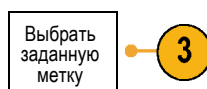


1785-041

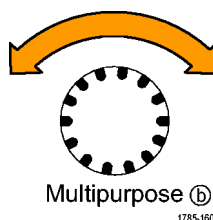
2. Чтобы создать метку, например для канала 1 или шины В1, нажмите кнопку нижнего экранного меню.



3. Для просмотра списка меток нажмите кнопку **Выбрать заданную метку**.



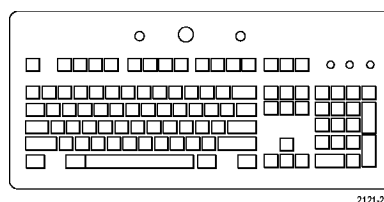
4. Поверните многофункциональный регулятор **Б**, чтобы прокрутить список и найти подходящую метку. После ввода метки, при необходимости, ее можно изменить.



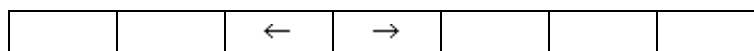
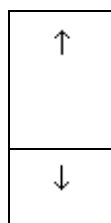
5. Чтобы добавить метку, нажмите кнопку **Вставить предуст. метку**.



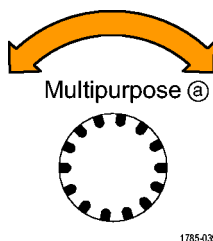
Если используется USB-клавиатура, для размещения точки ввода и изменения вставленной метки воспользуйтесь клавишами со стрелками или введите новую метку. (См. стр. 27, *Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры*.)



6. Если USB-клавиатура не подсоединена, для расположения точки ввода нажмите кнопки со стрелками в боковом и нижнем экранном меню.



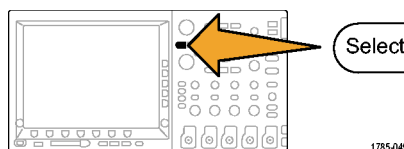
7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы найти букву для имени, которое требуется ввести.



1785-039

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 0123456789_+!@#\$%^&*(){}<>/~`|:;.,?

8. Нажмите кнопку **Выбор** или **Ввести символ**, чтобы указать, что нужный символ выбран.



1785-049

Для редактирования метки, при необходимости, можно использовать кнопки нижнего экранного меню.

Ввести символ		←	→	Удалить слева	Удалить	Очистить
---------------	--	---	---	---------------	---------	----------

9. Продолжайте выбирать символы и нажимать кнопку **Выбор** до тех пор, пока не будут введены все нужные символы.
 Для другой метки нажмите кнопки со стрелками в боковом и нижнем экранном меню, чтобы переместить точку ввода.

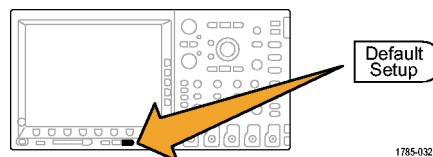
10. Нажмите кнопку **Отобразить метки** и выберите значение **Вкл**, чтобы увидеть метку.



Использование настройки по умолчанию

Для восстановления настроек осциллографа по умолчанию необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Default Setup**.



1785-032

2. Чтобы отменить последнее восстановление настроек по умолчанию, нажмите кнопку **Отменить настройку по умолчанию**.

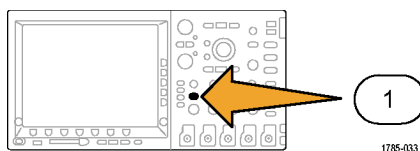


Использование автоматической установки

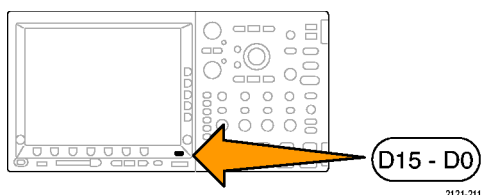
Функция автоустановки предназначена для настройки прибора (выборка, синхронизация, параметры по горизонтали и вертикали) таким образом, чтобы в нем отображались четыре или пять периодов осциллограммы для аналоговых каналов с запуском вблизи среднего уровня и десять периодов для цифровых каналов.

Функция автоустановки работает как с аналоговыми, так и с цифровыми каналами.

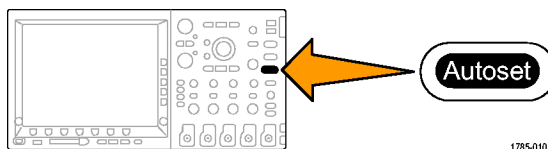
1. Чтобы выполнить автоустановку аналогового канала, подключите аналоговый пробник, затем выберите входной канал. (См. стр. 45, *Настройка аналоговых каналов*.)



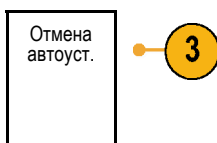
Чтобы выполнить автоустановку цифрового канала, подключите логический пробник, затем выберите входной канал. (См. стр. 69, *Настройка цифровых каналов*.)



2. Чтобы выполнить автоустановку, нажмите кнопку **Автоустановка**.

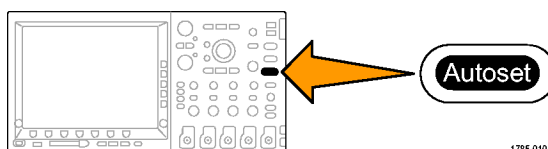


3. Чтобы отменить последнюю автоустановку, нажмите, при необходимости, кнопку **Отмена автоустановки**.

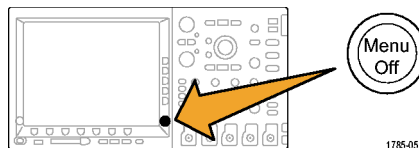


Можно также отключить функцию автоустановка Чтобы отключить или включить функцию автоустановки, выполните следующие действия:

1. Нажмите и удерживайте кнопку **Автоустановка**.

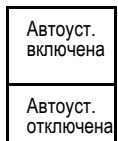


- Нажмите и удерживайте кнопку **Menu Off**.



- Отпустите кнопку **Menu Off**, а затем — кнопку **Автоустановка**.

- Выберите необходимый вариант в боковом экранном меню.



Советы

- Для наилучшего отображения сигнала при автоустановке может быть изменено его положение по вертикали. Вертикальное смещение при автоустановке всегда устанавливается равным 0 В.
- Если при автоматической установке каналы не отображаются, прибор включает первый канал (1) и устанавливает для него масштаб.
- Если при автоматической установке осциллограф обнаруживает видеосигнал, то осциллограф автоматически устанавливает в качестве типа синхронизации видеосигнал и делает другие настройки для отображения стабильного видеосигнала.

Основные понятия регистрации сигнала

Прежде чем сигнал может быть отображен, он должен пройти через входной канал, в котором выполняется его масштабирование и преобразование в цифровую форму. Для каждого из каналов выделен свой входной усилитель и аналого-цифровой преобразователь. Каждый канал выдает поток цифровых данных, из которых прибор извлекает записи осциллограмм.

Процесс выборки

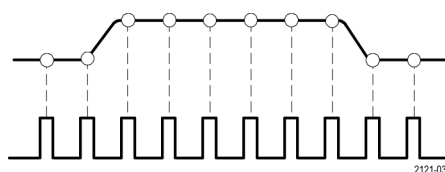
Регистацией называется процесс выборки данных из аналогового сигнала, их оцифровки и последующей сборки в запись осциллограммы, которая сохраняется в памяти.



Выборка в реальном масштабе времени

В осциллографах серий DPO4000 и MSO4000 используется выборка в реальном масштабе времени. При выборке в реальном масштабе времени прибор выполняет оцифровку всех точек, зарегистрированных после одного события синхронизации.

Точки записи



Частота выборки

Запись осциллограммы

Прибор формирует запись осциллограммы с использованием следующих параметров:

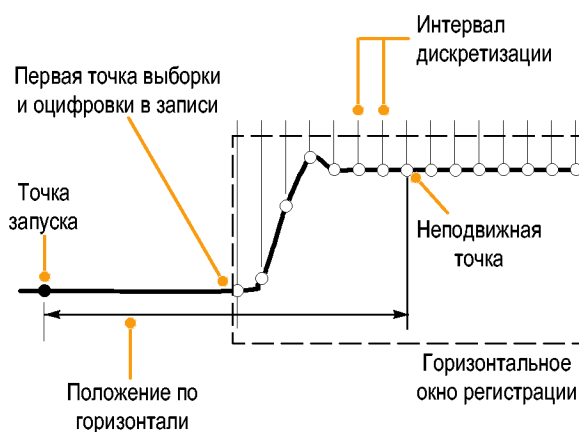
- **Интервал дискретизации:** время между записанными точками выборки. Настройка выполняется поворотом регулятора **Масштаб по гориз.** или изменением длины записи с помощью кнопок экранного меню.

- **Длина записи:** количество точек выборки, образующих полную запись осциллограммы. Настройка этого параметра выполняется нажатием кнопки **Сбор данных** и с помощью нижнего и бокового экранного меню.

- **Точка синхронизации:** нулевое опорное значение времени в записи сигнала. На экране обозначается оранжевой буквой «Т».

- **Положение по горизонтали:** Когда **Режим задержки** включен, это время от точки запуска до неподвижной точки по горизонтали. Настраивается поворотом регулятора **Положение по горизонтали**.

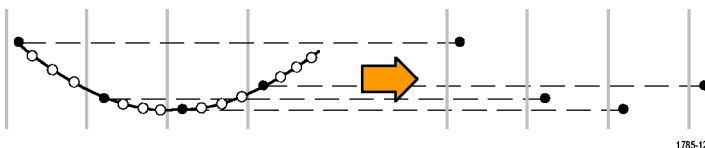
Чтобы начать сбор данных после точки синхронизации, следует ввести положительное значение времени. Чтобы начать сбор данных до точки синхронизации, следует ввести отрицательное значение времени.



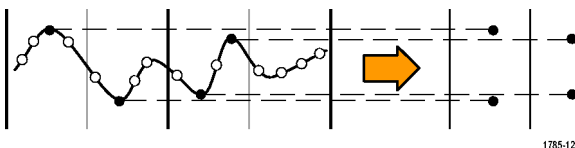
- **Неподвижная точка:** точка, относительно которой производится растяжение и сжатие осциллограммы при масштабировании. Обозначается оранжевым треугольником.

Как работают аналоговые режимы сбора данных

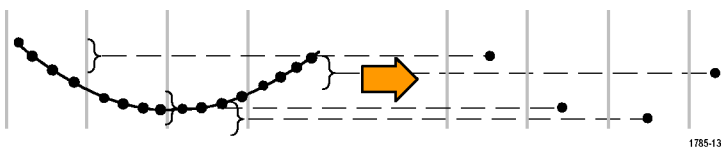
В режиме **Выборка** сохраняются первые точки выборки из каждого интервала оцифровки. Режим «Выборка» является режимом по умолчанию.



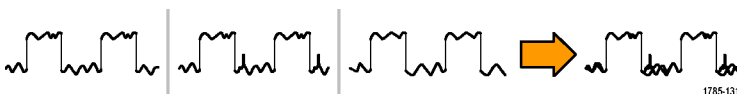
В режиме **Пиковое детектирование** используются максимальное и минимальное значения из всех выборок, содержащихся в двух последовательных интервалах оцифровки. Этот режим применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени. Он полезен для захвата высокочастотных выбросов.



В режиме **Высокое разрешение** рассчитывается среднее значение по всем выборкам для каждого интервала оцифровки. Этот режим также применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени. Обеспечивается более высокое разрешение сигнала, но с меньшей шириной полосы пропускания.



В режиме **Огибающая** отыскиваются самые верхние и самые нижние точки записи сигнала по всем циклам регистрации. Для получения огибающей в каждом цикле регистрации данных используется режим обнаружения пиков.



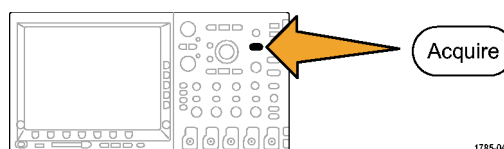
В режиме **Усреднение** рассчитывается среднее значение для каждой точки записи сигнала по заданному числу циклов регистрации. При усреднении для каждого цикла регистрации используется режим выборки. Режим усреднения следует использовать для снижения уровня случайного шума.



Изменение режима регистрации, длины записи и времени задержки.

Для изменения режима сбора данных необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Сбор данных**.



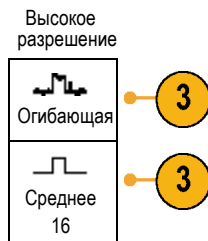
2. Нажмите кнопку **Режим**.

Режим Выборка	Длина памяти 10k	Delay (Задержка) Вкл. Выкл.	Уст. положение по горизонтали в 10%	Waveform Display (Отобра- жение осцилло- граммы)	XY Display (Вывод XY) Выкл.
2	5	7			

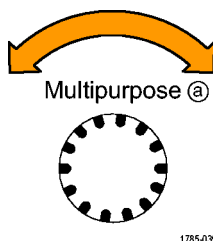
3. Затем выберите в боковом экранном меню режим регистрации. Имеются следующие режимы: выборка, пиковое детектирование, высокое разрешение, огибающая и усреднение.

ПРИМЕЧАНИЕ. В режимах пикового детектирования и высокого разрешения используются точки выборки, которые осциллограф отбросил бы при низких скоростях развертки. Поэтому эти режимы работают только тогда, когда текущая скорость выборки меньше максимальной возможной скорости выборки. Как только осциллограф начнет сбор данных с максимальной скоростью выборки, режимы пикового детектирования, высокого разрешения и выборки будут работать одинаково. Скоростью выборки можно управлять, устанавливая масштаб по горизонтали и длину памяти.

Режим записи осцилл.	
Выборка	3
Обнаруже- ние пиков	3



4. Если выбран режим **Усреднение**, количество усредняемых осциллограмм устанавливается поворотом ручки **A**.



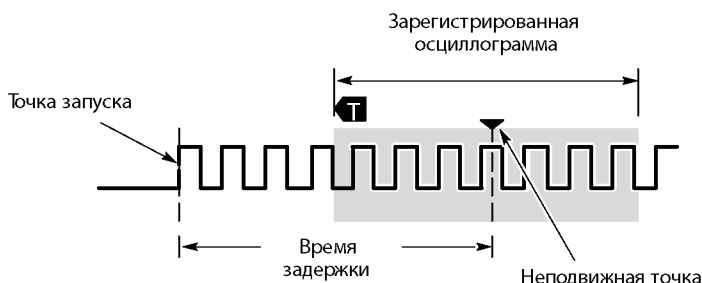
5. Нажмите кнопку **Длина записи**.

6. В боковом экранном меню нажмите кнопку длины записи.



Имеется возможно выбрать: 1000, 10 тыс., 100 тыс., 1 млн и 10 млн точек.

7. Если требуется задержка начала регистрации сигнала относительно события запуска, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Delay**, чтобы выбрать положение **Вкл.**



Установив кнопку **Delay** в положение **Вкл.**, поверните регулятор **Положение по горизонтали** против часовой стрелки, чтобы увеличить задержку. Точка запуска переместится влево и выйдет за границу зарегистрированной осциллограммы. Затем можно повернуть регулятор **Масштаб по горизонтали**, чтобы более подробно просмотреть нужный участок в центре экрана.

При включении задержки точка запуска отделяется от неподвижной точки по горизонтали. Неподвижная точка по горизонтали находится в центре экрана. Точка запуска может выходить за границы экрана. В этом случае индикатор запуска поворачивается в направлении точки запуска.

Задержка используется для подробной регистрации осциллограммы, отстоящей от события запуска на значительный интервал времени. Например, можно осуществить запуск по синхроимпульсу, появляющемуся каждые 10 мс, а затем подробно просмотреть его характеристики в области 6 мс после синхроимпульса.

Когда кнопка задержки находится в положении **Выкл.**, неподвижная точка привязана к точке запуска, поэтому изменения масштаба происходят вокруг точки запуска.

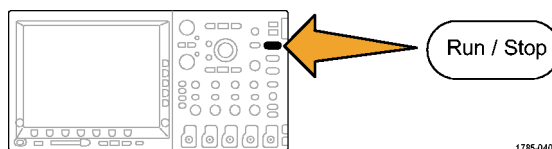
Использование режима прокрутки

В режиме прокрутки изображение на экране перемещается аналогично регистрации низкочастотных сигналов на ленте самописца. Режим прокрутки позволяет видеть уже зарегистрированные точки сигнала, не дожидаясь полной записи осциллограммы.

Режим прокрутки включается, когда синхронизация установлена в автоматический режим и настроен масштаб по горизонтали 40 мс/дел или более медленный.

Советы

- Переключение в режим сбора данных «Огибающая» или «Среднее», использование цифровых каналов, использование математических форм сигнала, включение шины или переключение синхронизации в нормальный режим отключит режим прокрутки.
- Режим прокрутки отключается, когда устанавливается масштаб по горизонтали 20 мс на деление или более быстрый.
- Чтобы выйти из режима прокрутки, нажмите кнопку **Пуск/стоп**.



Настройка последовательной или параллельной шины

Осциллограф может осуществлять декодирование и синхронизацию по событиям или условиям для сигналов для следующих шин:

- Последовательных шин I²C и SPI, если установлен модуль прикладных программ DPO4EMBD.
- Последовательные шины USB 2.0, если установлен модуль прикладных программ DPO4USB (для высокоскоростной шины только с синхронизацией по фронту)
- Последовательных шин CAN и LIN, если установлен модуль прикладных программ DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX. С шиной LIN можно работать на осциллографах DPO4000 с серийным номером, большим C020000, и на всех осциллографах MSO4000.
- Последовательных шин FlexRay, если установлен модуль прикладных программ DPO4AUTOMAX. С шиной FlexRay можно работать на осциллографах DPO4000 с серийным номером, большим C02000, и на всех осциллографах MSO4000.
- Последовательных шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART, если установлен модуль прикладных программ DPO4COMP.
- Шин Audio (I²S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM), если установлен модуль прикладных программ DPO4AUDIO.
- Параллельных шин, если используется осциллограф серии MSO4000

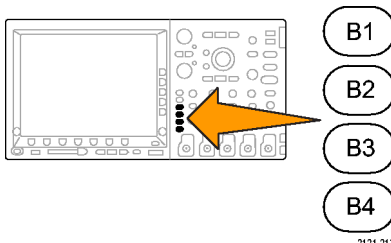
(См. стр. 14, *Бесплатное опробование прикладных модулей.*)

Два этапа использования шин

Для быстрого включения синхронизации по последовательной шине надо выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку **B1** или **B2** и введите параметры шины, по которой требуется синхронизация.

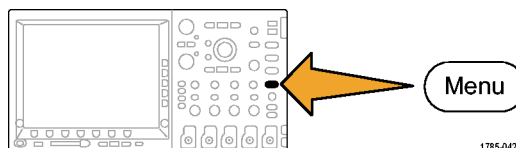
Можно использовать кнопки **B1** и **B2** по отдельности для просмотра двух разных шин.



ПРИМЕЧАНИЕ. На осциллографе серии MSO4000 можно использовать кнопки **B3** и **B4** и просматривать до четырех различных шин.

- В группе «Запуск» нажмите кнопку **Меню** и введите параметры синхронизации. (См. стр. 76, *Выбор типа синхронизации.*)

Информацию шины можно вывести на экран и без синхронизации по сигналу шины.



1785-042

Настройка параметров шин

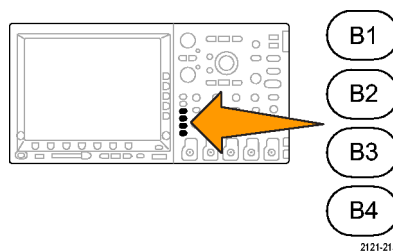
ПРИМЕЧАНИЕ. Для большинства входных последовательных шин можно использовать любое сочетание каналов от 1 до 4 и от D15 до D0.

О том, как выполнить синхронизацию по последовательной или параллельной шине, см. раздел «Синхронизация по шинам». (См. стр. 80, *Синхронизация по шинам.*)

Для настройки параметров последовательной шины необходимо выполнить следующие действия:

- Нажмите кнопку **B1** или **B2**; появится нижнее экранное меню шины.

ПРИМЕЧАНИЕ. На осциллографе серии MSO4000 можно также нажать кнопку **B3** или **B4**.



2121-213

- Нажмите кнопку **Шина**. Поверните многофункциональный регулятор **a** для прокрутки списка типов шин и выбора нужной шины: параллельная (только для осциллографов серии MSO4000), I²C, SPI, USB, CAN, LIN, FlexRay, RS-232 или Audio.

Появляющиеся на экране пункты меню будут зависеть от модели осциллографа и установленных модулей прикладных программ.

Шина B1 Парал.	Определ. входов	Порог. напр.		B1 Метка Парал.	Отобра- жение шины	Таблица событий
-------------------	--------------------	-----------------	--	--------------------	--------------------------	--------------------



- Нажмите кнопку **Определ. входов**. Набор возможных вариантов зависит от выбранной шины.

При задании параметров для входов, например сигналов для аналогового или цифрового канала, используйте кнопки бокового экранного меню.

Если выбрана шина **Парал.**, нажмите кнопку бокового экранного меню, чтобы включить или отключить **Синхрон.**

Нажмите кнопку бокового экранного меню, чтобы выбрать **Фронт такт. с** для синхронизации данных: нарастающий фронт, ниспадающий фронт или оба фронта.

Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать **Число битов данных** в параллельной шине.

Чтобы задать нужное количество битов, поверните многофункциональный регулятор **A**.

Чтобы выбрать нужный аналоговый или цифровой канал в качестве источника битов данных, поверните многофункциональный регулятор **B**.

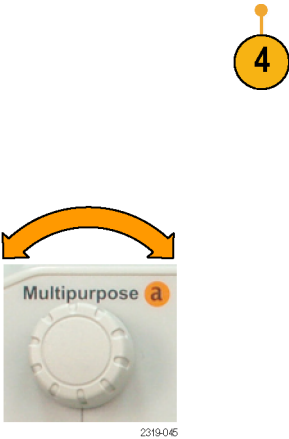
Определ. входов
Синхрон. Да Нет
Фронт такт. с ┌ ┐ ┌┐
Число битов данных (A) 16
Опред. биты (A) Бит 15 (B) D15

4. Нажмите кнопку **Порог. напр.**

Шина B1 Парал.	Определ. входов	Порог. напр.		B1 Метка Парал.	Отображение шины	Таблица событий
-------------------	-----------------	--------------	--	-----------------	------------------	-----------------

Можно задать пороговое значение для всех каналов параллельной или последовательной шины, выбрав вариант из списка предварительно заданных значений. Уставки меняются в зависимости от типа шины.

Можно также задать в качестве порогового напряжения для сигналов параллельной или последовательной шины особое значение. Для этого нажмите кнопку **Выбрать** в боковом экранном меню и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать бит или номер канала (имя сигнала).



Затем поверните многофункциональный регулятор **Б**, чтобы задать уровень напряжения, выше которого сигнал будет интерпретироваться осциллографом как логически верхний уровень, а ниже — как логически нижний уровень.



ПРИМЕЧАНИЕ. Некоторые шины используют два порога на канал.

5. При желании нажмите кнопку **В1 метка**, чтобы изменить метку шины. (См. стр. 46, *Обозначения каналов и шин.*)

Шина В1 Парал.	Определ. входов	Порог. напр.		В1 Метка Парал.	Отобра- жение шины	Таблица событий
-------------------	--------------------	-----------------	--	--------------------	--------------------------	--------------------

5

6

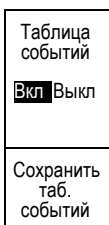
7

6. Чтобы определить, каким образом отображать параллельную или последовательную шину, нажмите кнопку **Отображение шины** и воспользуйтесь боковым экранным меню.

В зависимости от шины для установки числового формата используйте боковое меню или регуляторы.

Шестнадц.
Бинарный
ASCII

7. Нажмите кнопку **Таблица событий** и выберите **Вкл**, чтобы вывести на экран список пакетов на шине с отметками времени.



Для параллельной шины с синхронизацией в таблице приведены значения шины для каждого фронта синхроимпульса. Для параллельной шины без синхронизации в таблице приведены значения шины при изменении любого бита.

Для шины RS-232 в таблице приведены декодированные байты или пакеты.

8. Нажмите кнопку **Сохранить таб. событий**, чтобы сохранить данные таблицы событий в формате CSV (электронная таблица) на выбранном в данный момент устройстве хранения данных.

Данный пример таблицы событий относится к шине RS-232.

В таблицах событий для шины RS-232 отображается одна строка для каждого 7- или 8-битного байта, когда для пункта меню «Пакеты» выбрано значение «Выкл». В таблицах событий для шины RS-232 отображается одна строка для каждого пакета, когда для пункта меню «Пакеты» выбрано значение «Вкл».

Другие шины в зависимости от типа шины отображают одно слово, кадр или пакет на строку.

Tektronix version v1.2f		
Bus Definition: RS232		
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	.	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

2319-005

9. Чтобы переместить данные о шине вверх или вниз на экране, нажмите кнопку **B1** или **B2** и поверните многофункциональный регулятор **A**.
(На осциллографе серии MSO4000 можно также нажать кнопку **B3** или **B4**.)

Шина I²C

Для регистрации данных с шины I²C необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **I²C**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Можно задать предварительно определенный **Вход SCLK** или **Вход SDA** для любого канала, подключенного к сигналу.

2. Нажмите кнопку **Включить R/W в адрес**, а затем нажмите необходимую кнопку бокового экранного меню. Этот элемент управления определяет, каким образом осциллографом отображаются адреса шины I²C на трассах декодирования шины, в экранных надписях курсоров, в списках таблицы событий и параметрах синхронизации.

Шина В1 I²C	Определ. входов	Порог. напр.	Включить R/W в адрес Нет	В1 Метка I ² C	Отобра- жение шины	Таблица событий
----------------------------------	--------------------	-----------------	--	------------------------------	--------------------------	--------------------



Если выбрать **Да**, то 7-битные адреса отображаются осциллографом в виде восьми битов, где восьмой бит (младший значащий бит) – это бит R/W. При этом 10-битные адреса отображаются в виде 11 битов, где третий бит – это бит R/W.

Если выбрать **Нет**, то 7-битные адреса отображаются осциллографом в виде семи битов, а 10-битные адреса — в виде десяти битов.

В физическом слое протокола I²C перед 10-битным адресом шины I²C располагается пятибитный код 11110. На осциллографе эти пять битов никогда не отображаются в значениях адресов.

Шина SPI

Для регистрации данных с шины SPI необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **SPI**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Для параметра **Кадрир.** можно задать «SS» (Slave Select — выбор подчиненного) или «Простой».

Любому каналу можно назначить предварительно определенные сигналы **SCLK**, **SS**, **MOSI** или **MISO**.

Шина В1 SPI	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	В1 Метка SPI	Отобра- жение шины	Таблица событий
-----------------------	--------------------	-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------------



- Нажмите кнопку **Настройка** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

- Нажмите кнопку **SCLK**, чтобы настроить фронт сигнала в соответствии с регистрируемым сигналом шины SPI.
- Задайте уровень сигналов SS, MOSI и MISO, соответствующий шине SPI.

«Выс. активн.» означает, что сигнал считается активным, когда он выше порогового значения.

«Низ. активн.» означает, что сигнал считается активным, когда он ниже порогового значения.

SCLK	3
SS Выс. активн. Низ. активн.	4
MOSI Выс. активн. Низ. активн.	
MISO Выс. активн. Низ. активн.	
-далее- 1 из 2	

- С помощью многофункционального регулятора **A** задайте число битов в соответствии с размером слова шины SPI.
- Нажмите одну из кнопок бокового меню, чтобы настроить порядок битов так, чтобы он соответствовал шине SPI.

Размер слова (A) 8 бит	5
Порядок битов Сначала MS	6
Порядок битов Сначала LS	

Шина USB

Для регистрации данных с шины USB необходимо также настроить следующие элементы:

- Если выбрана шина **USB**, нажмите **Определ. входов**, чтобы установить скорость шины USB и тип пробника.

Шина B1 USB	Определ. входов Full Speed	Порог.напр-я	B1 Метка USB	Отображение шины	Таблица событий
----------------	----------------------------------	--------------	-----------------	---------------------	--------------------

1

2. Меню «Порог.напр-я», «Метка», «Отображение шины» и «Таблица событий» работают аналогично другим последовательным шинам.

Шина CAN

Для регистрации данных с шины CAN необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **CAN**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Шина В1 CAN	Определ. входов	Порог. напр.	Скорость передачи 500 кбит/с	В1 Метка CAN	Отобра- жение шины	Таблица событий
-----------------------	--------------------	-----------------	---	-----------------	--------------------------	--------------------

1

2. С помощью многофункционального регулятора **A** выберите канал, подсоединенный к шине CAN.
3. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать тип сигнала CAN: CAN_H, CAN_L, Rx, Tx или «Дифференц.»
4. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы задать **Точ.выборки** от 5 до 95 % от положения внутри битового периода или единичного интервала.

Вход CAN (A) 1	2
Тип сигнала CAN_H	3
Точ.выборки 50%	4

5. Для выбора подходящей скорости передачи из списка предварительно заданных значений нажмите кнопку **Скорость передачи** и поверните многофункциональный регулятор **A**.

Кроме того, можно задать особое значение скорости передачи. Для этого выберите **Пользоват.**, а затем поверните многофункциональный регулятор **B**, чтобы задать скорость передачи в диапазоне от 10 000 до 1 000 000.

Шина B1 CAN	Определ. входов	Порог. напр.	Скорость передачи 500 кбит/с	B1 Метка CAN	Отобра- жение шины	Таблица событий
-----------------------	--------------------	-----------------	---	-----------------	--------------------------	--------------------

5

Шина LIN

Для регистрации данных с шины LIN необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **LIN**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Шина B1 LIN	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	B1 Метка LIN	Отобра- жение шины	Таблица событий
-----------------------	--------------------	-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------------

1

2. С помощью многофункционального регулятора **A** выберите канал, подсоединенный к шине LIN.
3. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы задать **Точ.выборки** от 5 до 95 % от положения внутри битового периода или единичного интервала.
4. Выберите **Полярн.** в соответствии с шиной LIN, для которой выполняется регистрация сигнала.

Вход LIN (A) 1
Точ.выборки 50%
Нормальная полярность (высок. = 1)
Инвертир. полярность (высок. =0)

2

3

4

5. Нажмите кнопку **Настройка** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Шина В1 LIN	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	В1 Метка LIN	Отобра- жение шины	Таблица событий
-----------------------	--------------------	-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------------



6. Для выбора подходящей скорости передачи из списка предварительно заданных значений нажмите кнопку **Скорость передачи** и поверните многофункциональный регулятор **А**. Кроме того, можно задать особое значение скорости передачи. Для этого выберите **Пользоват.**, а затем поверните многофункциональный регулятор **Б**, чтобы задать скорость передачи в диапазоне от 800 до 100 000 бит/с.
7. Для выбора соответствующего стандарта нажмите кнопку **Стандарт LIN** и поверните многофункциональный регулятор **А**.
8. Нажмите кнопку **Вкл. четн-ть битов с Ид.**, чтобы выбрать, включать или не включать биты четности.

Скорость передачи (А) 19,2 кбит/с
Стандарт LIN V1.X
Вкл. четн-ть битов с Ид. Вкл Выкл



Шина RS-232

Для регистрации данных с шины RS-232 необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **RS-232**, нажмите кнопку **Настройка** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Шина В1 RS-232	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка 9600-8-N	В1 Метка RS-232	Отобра- жение шины	Таблица событий
--------------------------	--------------------	-----------------	------------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------



Настройте шину с помощью бокового экранного меню. Для шины RS-232 используется нормальная полярность, а для шин RS-422, RS-485 и UART — инвертированная полярность.

2. Для выбора необходимой скорости передачи нажмите кнопку **Скорость передачи** и поверните многофункциональный регулятор **A**.
3. Нажмите кнопку **Биты данных** и выберите число в зависимости от шины.
4. Нажмите кнопку **Четность** и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать полярность, используемую шиной: «Нет», «Нечетные» или «Четные».
5. Нажмите кнопку **Пакеты данных** и выберите «Вкл» или «Выкл».
6. Чтобы выбрать символ конца пакета, поверните многофункциональный регулятор **A**.

Скорость передачи 9600 бит/с	2
Биты данных 7 8	3
Четность (A) Нет	4
Пакеты данных Вкл Выкл	5
Конец пакета 0A (Linefeed)	6

При декодировании RS-232 отображается поток байтов данных. Можно организовать поток в пакеты с символом конца пакета.

Шина Audio

Для регистрации данных с шины Audio необходимо также настроить следующие элементы:

1. Если выбран вариант **Audio**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

Шина B1 Audio	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	B1 Метка RS-232	Отображение шины	Таблица событий
------------------	-----------------	--------------	-----------	-----------------	------------------	-----------------

1

2. Для выбора типа конфигурации данных шины Audio, по которой требуется синхронизация, нажмите кнопку Тип и поверните многофункциональный регулятор A .	Шина типа Audio
3. Выберите I2S для синхронизации по стандарту Inter-IC Sound, или Integrated Interchip Sound, электрическому стандарту стереоформата для интерфейса последовательной шины.	I2S
4. Выберите Left Justified для синхронизации по потоку I2S, в котором отсутствует задержка на бит и данные начинаются сразу с края такта выбора слова.	Left Justified (LJ)
5. Выберите Right Justified для синхронизации по потоку I2S, где данные начинаются с правого края такта выбора слова.	Right Justified (RJ)
6. Выберите TDM для синхронизации с временным уплотнением.	TDM

7. Нажмите кнопку **Настройка** и последующие кнопки бокового экранного меню для настройки синхронизации по шине I2S.

Активность шины на физическом уровне

Осциллограммы из аналоговых каналов 1–4, цифровых каналов D15–D0 и осциллограммы, которые просматриваются при выборе отображения шины, всегда показывают активность шины на физическом уровне. При отображении физического уровня разряды, которые переданы ранее, находятся слева, а разряды, переданные позже — справа.

- Шины I2C и CAN сначала передают самый старший двоичный разряд
- Шины SPI не устанавливают порядок разрядов
- Шины RS-232 и LIN сначала передают самый младший двоичный разряд

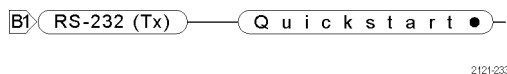
ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф отображает декодированные осциллограммы и таблицы событий для всех шин с самым старшим разрядом слева и самым младшим разрядом справа.

Пусть, например, сигнал шины RS-232 (после стартового разряда) имеет следующий вид: верхний, верхний, верхний, нижний, верхний, нижний, нижний и верхний. Поскольку в протоколе RS-232 нулю соответствует верхний уровень, а единице – нижний, этим значением будет 0001 0110.

Поскольку при декодировании отображается сначала самый старший разряд, осциллограф изменяет порядок разрядов и отображает значение в виде 0110 1000. Если для отображения шины выбран шестнадцатеричный формат, то значение отображается как 68. Если для отображения шины выбран вариант «ASCII», то значение отображается как h.

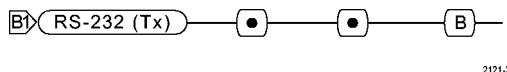
RS-232

Если для использования при декодировании шины RS-232 задан символ конца пакета, то поток байтов будет отображаться в виде пакетов.



2121-233

Когда шина RS-232 декодируется в режиме ASCII, большая точка указывает на то, что значение представляет символ ASCII, который нельзя напечатать.

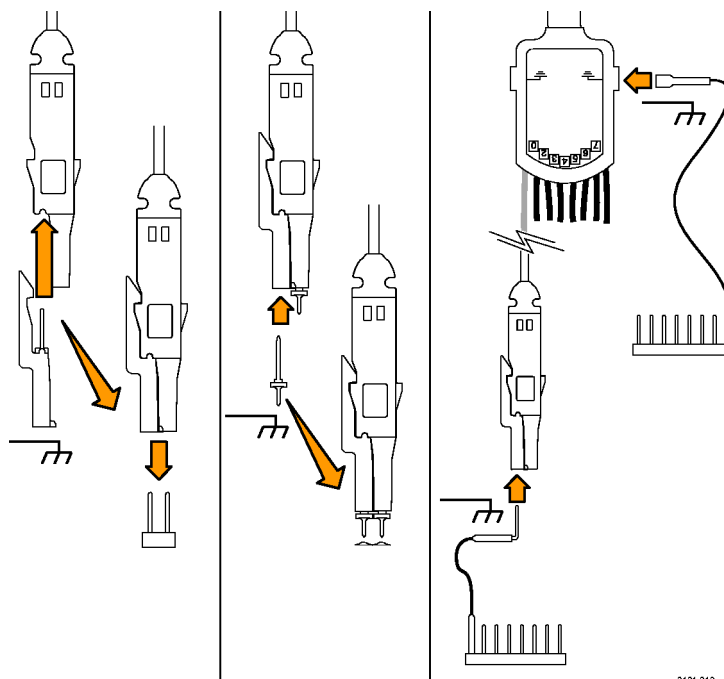


2121-232

Настройка цифровых каналов

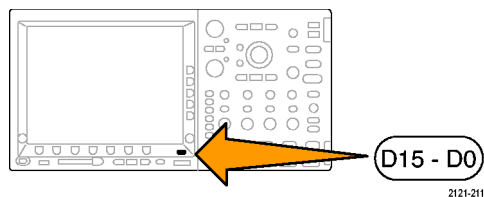
Настройка прибора для регистрации сигналов из цифровых каналов производится с помощью кнопок и регуляторов на передней панели.

1. Подсоедините 16-канальный логический пробник P6516 к источнику входного сигнала.



2121-210

2. Подсоедините провод (или провода) заземления к цепи заземления.
Можно подсоединять отдельный проводник для каждого канала или общий провод заземления для каждой группы из 8 проводов.
3. При необходимости подсоедините подходящий зажим к наконечнику каждого пробника.
4. Подсоедините каждый пробник к нужной точке исследуемой цепи.
5. Для вывода на экран меню нажмите на передней панели кнопку **D15 - D0**.



2121-211

6. Для включения или отключения меню «D15 - D0» нажмите на нижней панели кнопку **D15 - D0**.

D15 – D0 Вкл/Выкл	Порог. напр.	Изменить метки			MagniVu Вкл Выкл	Высота S M L
----------------------	-----------------	-------------------	--	--	----------------------	-----------------



7. Для прокрутки списка цифровых каналов поверните многофункциональный регулятор **A**. Для перехода к выбранному каналу поверните многофункциональный регулятор **B**.

Поскольку каналы на экране располагаются близко друг к другу, осциллограф группирует каналы и добавляет группы во всплывающий список. Вместо отображения отдельных каналов можно выбрать группу из списка, чтобы переместить все каналы в группу.

8. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Порог. напр.** Для каждого канала можно задавать различные пороговые значения.

9. Нажмите кнопку **Изменить метки** в нижнем экранном меню и создайте метку. Можно создать метки с помощью кнопок передней панели или с помощью дополнительной USB-клавиатуры. (См. стр. 46, *Обозначения каналов и шин.*)

10. Чтобы улучшить временное разрешение, нажмите кнопку **MagniVu** в нижнем экранном меню. (См. стр. 72, *Когда и зачем используется режим MagniVu.*)

11. Несколько раз нажмите кнопку **Высота** в нижнем экранном меню, чтобы установить высоту сигнала. Это необходимо сделать только один раз, чтобы настроить высоту для всех цифровых каналов.

Совет

- Воспользуйтесь функцией лупы, чтобы просмотреть несколько периодов сигнала в верхней части экрана и один период в нижней части. (См. стр. 130, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)
- При настройке логического пробника первый комплект из восьми выводов (контакты с 7 по 0) на логическом пробнике маркируется на коробке выводов как ГРУППА 1. Второй комплект (контакты с 15 по 8) маркируется как ГРУППА 2.
- Для упрощения идентификации во время подсоединения логического пробника к испытываемому прибору вывод для первого канала в каждой группе окрашен в синий цвет. Другие выводы – серые.
- В цифровых каналах сохраняется верхнее или нижнее состояние каждой выборки. Порог, который разделяет верхнее состояние от нижнего, можно устанавливать для каждого канала отдельно.

Когда и зачем используется режим MagniVu

Режим MagniVu используется только в осциллографах серии MSO4000 и позволяет получать более высокое разрешение, чтобы точно определять положение фронта. Это помогает выполнять точные временные измерения фронтов цифровых сигналов. По сравнению с обычной выборкой цифрового канала можно увидеть намного больше (до 32 раз) деталей фронта.

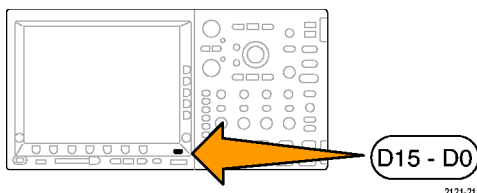
Запись в режиме MagniVu выполняется параллельно с основной цифровой регистрацией и доступна в любое время независимо от того, воспроизводится ли она или остановлена. Режим MagniVu обеспечивает просмотр зарегистрированных данных со сверхвысоким разрешением. Максимальное разрешение составляет 60,6 пс для 10 000 точек, расположенных симметрично относительно точки запуска.

ПРИМЕЧАНИЕ. В режиме MagniVu данные выборки автоматически центрируются вокруг точки запуска. Если включить режим MagniVu при выполнении записи большой длины и просматривать участок, расположенный не рядом с точкой запуска, то цифровой сигнал может выходить за пределы экрана. В большинстве таких случаев можно найти цифровую запись, просматривая цифровой сигнал в верхнем окне просмотра и соответствующим образом панорамируя его.

ПРИМЕЧАНИЕ. Режим MagniVu следует включать тогда, когда на экране отображается светло-серая тень, обозначающая, что положение фронта определено неточно. Если затенение отсутствует, то нет необходимости использовать режим MagniVu. (См. стр. 104, Просмотр цифровых каналов.)

Использование режима MagniVu

1. Нажмите кнопку **D15 – D0**.



2. Нажмите кнопку **MagniVu** и выберите значение **Вкл.**

D15 – D0 Вкл/Выкл	Порог. напр.	Метка			MagniVu Вкл Выкл	Высота S M L
----------------------	-----------------	-------	--	--	------------------------------	------------------------

Советы

- Если необходимо иметь большее временное разрешение, то для повышения разрешения включите режим MagniVu.
- Включить режим MagniVu можно в любое время. Если осциллограф находится в остановленном состоянии, можно включить режим MagniVu и получить нужное разрешение, не осуществляя другую выборку данных.
- Функции последовательной шины не используют данные, полученные в режиме MagniVu.

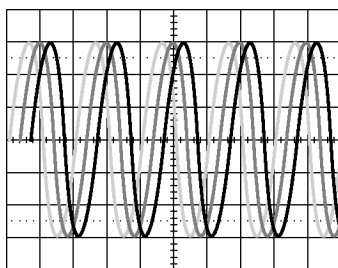
Настройка синхронизации

В этом разделе описаны основные понятия и процедуры настройки синхронизации осциллографа по исследуемому сигналу.

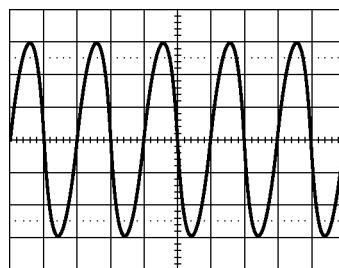
Основные понятия синхронизации

Событие синхронизации

По событию синхронизации устанавливается нулевая точка на временной шкале в записи осциллограммы. Все данные в записи осциллограммы располагаются по времени относительно этой точки. Прибор постоянно собирает данные и восстанавливает точки выборки в количестве, достаточном для заполнения части записи осциллограммы, предшествующей синхронизации. Эта часть осциллограммы отображается на экране до события синхронизации, то есть слева от него. Когда происходит событие синхронизации, прибор начинает регистрировать выборки для построения части записи сигнала, расположенной после синхронизации. Эта часть осциллограммы отображается после (правее) события синхронизации. После появления события синхронизации и до завершения регистрации данных и истечения времени выдержки прибор не воспринимает другие события синхронизации.



Без синхронизации



С синхронизацией

Режимы синхронизации

Режим синхронизации определяет работу прибора при отсутствии события синхронизации.

- В обычном режиме синхронизации прибор регистрирует сигнал только в том случае, если тот синхронизирован. Если синхронизация отсутствует, на экране остается последний зарегистрированный сигнал. При отсутствии последнего сигнала никакие сигналы на экране не отображаются.
- В режиме автоматической синхронизации прибор регистрирует сигнал, даже если синхронизация не выполняется. В автоматическом режиме используется таймер, запускаемый после того как запущен сбор данных и получены данные в интервале до синхронизации. Если до истечения времени ожидания таймера событие синхронизации не обнаружено, прибор начинает принудительную синхронизацию. Продолжительность времени ожидания события синхронизации зависит от настройки масштаба времени.

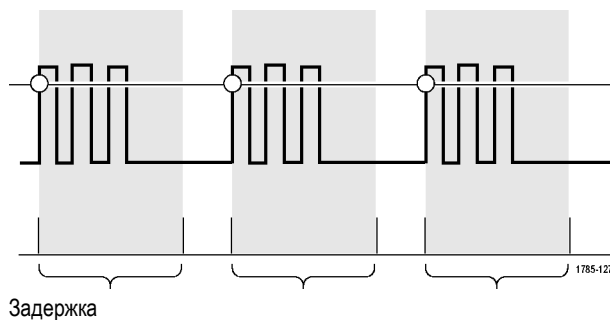
Если в автоматическом режиме принудительный запуск выполнен при отсутствии действительных событий синхронизации, сигнал на экране не синхронизируется. Осциллограмма перемещается по экрану. Когда происходит действительный запуск, изображение на экране становится устойчивым.

Для принудительной синхронизации осциллографа следует нажать на передней панели кнопку **Принудительно**.

Выдержка синхронизации

Чтобы обеспечить стабильную синхронизацию в тех случаях, когда прибор синхронизируется по нежелательным событиям, настройте время выдержки.

Выдержка синхронизации позволяет стабилизировать запуск, поскольку в течение времени выдержки осциллограф не реагирует на новые события синхронизации. Когда прибор распознает событие синхронизации, система синхронизации отключается на время регистрации. Кроме того, система синхронизации остается отключенной во время периода выдержки, следующего за каждой регистрацией.

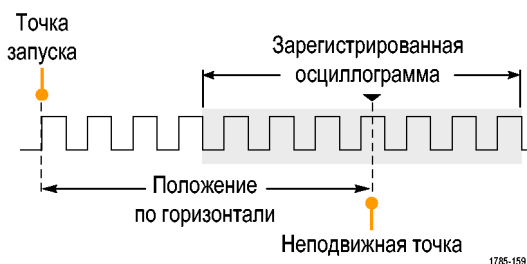


Тип входа синхронизации

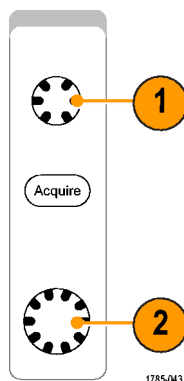
Тип входа синхронизации определяет составляющую сигнала, передаваемую в цепь синхронизации. При синхронизации по фронту могут использоваться все допустимые типы входа: по постоянному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума. Во всех остальных типах синхронизации используется только вход по постоянному току.

Положение по горизонтали

Когда **Режим задержки** включен, регулировка положения по горизонтали используется для регистрации данных сигнала в области, значительно отстоящей во времени от точки синхронизации.



1. Положение (время задержки) устанавливается ручкой **Положение по горизонтали**.
2. Настройте масштаб по горизонтали (**Масштаб**), чтобы зарегистрировать данные за определенный интервал времени вокруг неподвижной точки в заданном положении (с заданной задержкой).

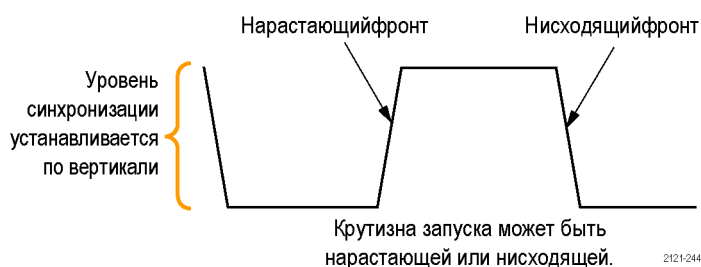


Часть записи до момента синхронизации соответствует интервалу до синхронизации. Часть записи после момента синхронизации соответствует интервалу после синхронизации. Данные на интервале до синхронизации могут помочь в отладке устройства. Например, чтобы найти причину нежелательного выброса в проверяемой цепи можно выполнить запуск по выбросу и увеличить интервал до синхронизации, чтобы записать данные до выброса. Анализируя, что произошло перед выбросом, можно получить информацию, которая поможет обнаружить источник выброса. Наоборот, если необходимо проследить, что происходит в системе в результате события синхронизации, можно увеличить интервал после синхронизации, чтобы зарегистрировать данные после синхронизации.

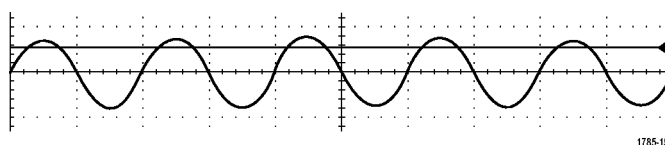
Наклон и уровень

Элемент управления наклоном определяет фронт (нарастающий или нисходящий), на котором выполняется поиск точки синхронизации.

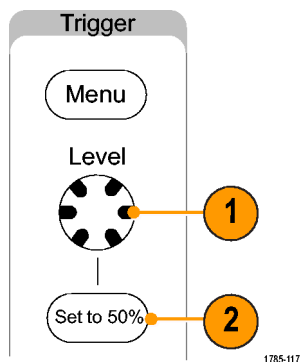
Ручка уровня определяет место на фронте, соответствующее точке синхронизации.



На координатной сетке осциллографа отображается длинная горизонтальная линия (или несколько линий), отображающая уровень синхронизации.



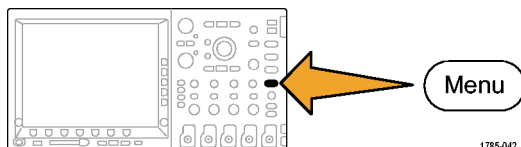
1. Настройка уровня синхронизации без перехода в меню осуществляется ручкой **Уровень** в группе «Запуск» на передней панели.
2. Для быстрой установки уровня синхронизации в средней точке размаха осциллограммы нажмите кнопку **Уст. на 50%**.



Выбор типа синхронизации

Для выбора синхронизации необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



2. Нажмите кнопку **Тип**, чтобы появилось боковое экранное меню **Тип синхронизации**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Синхронизация по шине в осциллографах серии MSO4000 на параллельных шинах выполняется даже без использования прикладного модуля. При синхронизации по шине на осциллографах с другими типами шин необходимо использовать прикладной модуль DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD или DPO4USB.

Тип синхронизации
Последоват (запуск.В)
Рант
По лог. сигн.
Уст. и Удерж.
Вр.нар./спада
Видео
Шина

3. Для выбора нужного типа синхронизации поверните multifunctional knob **A**.

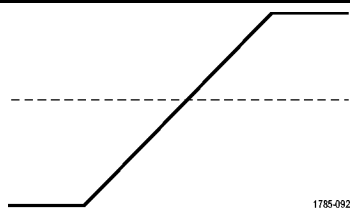
4. Выполните настройку синхронизации с помощью элементов управления для выбранного типа синхронизации, выведенных в нижнем экранном меню. Элементы управления, используемые для настройки синхронизации, меняются в зависимости от типа синхронизации.

Тип Фронт	Источник 1	Тип входа пост. ток	Фронт 	Уровень 100 мВ		Режим Авто & задержка
2	4	4	4	4		

Выбор синхронизации

Вид синхронизации

Фронт

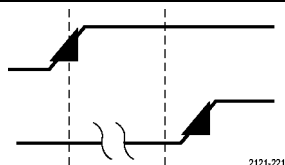


Условия синхронизации

Запуск по нарастающему или нисходящему фронту в зависимости от параметра, заданного с помощью ручки наклона. Варианты типа входа: по постоянному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума.

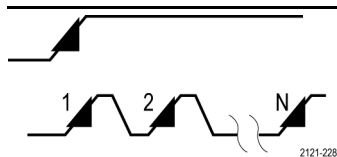
Запуск по фронту является самым простым и наиболее часто используемым типом синхронизации и позволяет работать как с аналоговыми, так и с цифровыми сигналами. Событие синхронизации по фронту происходит, когда сигнал источника синхронизации пересекает заданный уровень напряжения в заданном направлении.

Последоват.
(запуск.В)



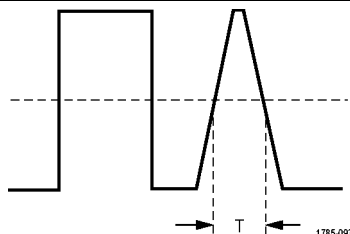
Сочетание синхронизации по фронту события А (основной запуск) и события В (задержанный запуск) позволяет синхронизироваться со сложными сигналами. (См. стр. 87, *Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой))*.)

Время. После события А система синхронизации ожидает определенное количество времени, затем, до выполнения синхронизации и отображения осциллограммы, выполняет поиск события В.



События. После события А система синхронизации, до выполнения синхронизации и отображения осциллограммы, выполняет поиск заданного числа событий В.

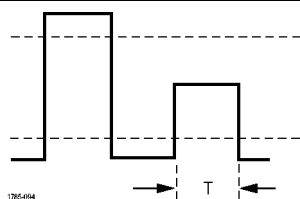
По
длительности
импульса



Синхронизация производится по импульсам, длительность которых меньше, больше, равна или не равна заданному значению времени. Синхронизация может осуществляться как по положительным, так и по отрицательным импульсам. Синхронизация по длительности импульса, в основном, применяется для цифровых сигналов.

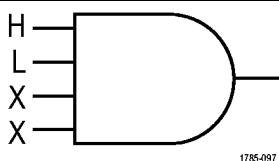
Вид синхронизации

Рант



1785-094

По
логическому
сигналу



1785-097

Условия синхронизации

Запуск по амплитуде импульса, пересекающей первый пороговый уровень, но не пересекающей второй пороговый уровень до повторного пересечения первого. Можно задать положительную или отрицательную огибающую (или обе), либо огибающую шире заданного значения, меньше, больше, равную или неравную заданному значению. Запуск по огибающей используется преимущественно для цифровых сигналов.

Синхронизация выполняется, когда все каналы переходят в выбранное состояние. С помощью многофункционального регулятора **A** выберите канал. Нажмите соответствующую кнопку в боковом экранном меню, чтобы установить для данного канала состояние **Высокое (H)**, **Низкое (L)** или **Безразличное (X)**.

Для выбора канала тактовых импульсов используйте кнопку **Тактовый импульс** в боковом экранном меню. Можно выбрать максимум один канал тактовых импульсов. Чтобы изменить полярность фронта тактового импульса, нажмите кнопку **Фронт такт.с** в нижнем экранном меню. Отключите тактовую синхронизацию и вернитесь к синхронизации без тактовых сигналов (модель), выбирая канал синхронизации и устанавливая для него высокий или низкий уровень либо безразличное состояние.

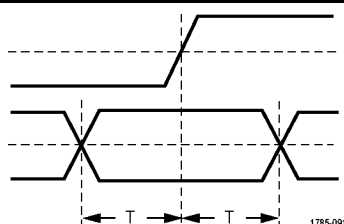
Для синхронизации без использования тактовых импульсов, по умолчанию синхронизация выполняется тогда, когда соблюдается выбранное условие. Также можно выбрать синхронизацию в случае невыполнения условия или синхронизацию по времени.

Для синхронизации по логическому каналу в осциллографах серии MSO4000 можно использовать до 20 каналов (4 аналоговых и 16 цифровых).

ПРИМЕЧАНИЕ. Оптимальные характеристики синхронизации по логическому каналу достигаются при использовании только аналоговых каналов или только цифровых каналов.

Вид синхронизации

Установка
и
фиксация

**Условия синхронизации**

Запуск осуществляется при изменении состояния логического входа данных в интервале времени установки и фиксации относительно фронта синхроимпульсов.

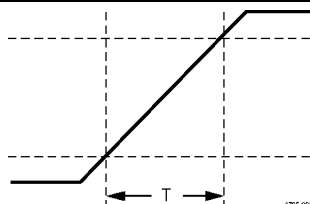
Временем установки называется промежуток времени до фронта тактового импульса, в течение которого данные должны оставаться неизменными. Временем фиксации называется промежуток времени после фронта тактового импульса, в течение которого данные должны оставаться неизменными.

Осциллограф серии MSO4000 имеет возможность выполнять синхронизацию типа «Установка и фиксация» в нескольких каналах и мониторировать состояние всей шины в части нарушений установки и фиксации. Для синхронизации типа «Установка и фиксация» в осциллографах серии MSO4000 можно использовать до 20 каналов (4 аналоговых и 16 цифровых).

Для выбора канала тактовых импульсов используйте кнопку **Тактовый импульс** в боковом экранном меню. Чтобы выбрать один или несколько каналов для мониторинга нарушений синхронизации типа «Установка и фиксация», используйте элемент управления **Выбрать** и кнопки **Данные** и **Не использ.**

ПРИМЕЧАНИЕ. Оптимальные характеристики синхронизации типа «Установка и фиксация» достигаются при использовании только аналоговых каналов или только цифровых каналов.

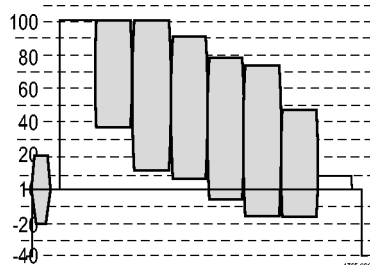
Время
нарастания
/спада



Запуск по времени нарастания или спада. Запуск по фронтам импульса, проходящим между двумя порогами с большей или меньшей скоростью, чем указанная. Задаются положительные или отрицательные фронты, либо те и другие.

Вид синхронизации

Видео



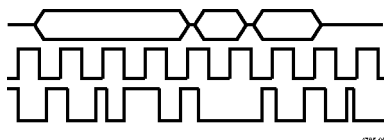
Условия синхронизации

Запуск производится по заданным полям или строкам композитного видеосигнала. Поддерживаются только стандарты с композитными сигналами.

Запуск выполняется в стандартах NTSC, PAL и SECAM. Поддерживаются сигналы Macrovision.

При использовании модуля DPO4VID обеспечивается синхронизация ряда сигналов в стандарте HDTV, а также пользовательских (нестандартных) двух- и трехуровневых видеосигналов с количеством строк от 3000 до 4000.

Шина



Синхронизация по состояниям различных шин.

Для шины I²C необходим модуль DPO4EMBD.

Для шины SPI необходим модуль DPO4EMBD.

Для шины CAN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX.

Для шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART необходим модуль DPO4COMP.

Для шины LIN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX.

Для шины FlexRay необходим модуль DPO4AUTOMAX.

Для шины Audio необходим модуль DPO4AUDIO.

Для шины USB необходим модуль DPO4USB.

Для параллельной шины необходим осциллограф серии MSO4000.

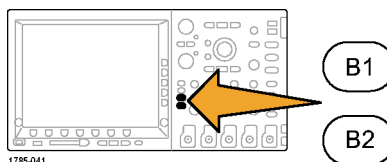
(См. стр. 14, *Бесплатное опробование прикладных модулей*.)

Синхронизация по шинам

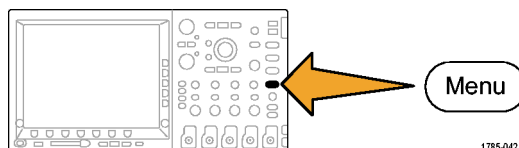
Если установлен модуль прикладных программ DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4EMBD, DPO4COMP, DPO4AUDIO или DPO4USB, осциллограф можно использовать для синхронизации по шинам CAN, I²C, SPI, RS-232, RS-422, RS-485, UART, LIN, FlexRay, I²S, Left Justified, Right Justified, TDM и USB. Осциллограф серии MSO4000 может выполнять синхронизацию по параллельным шинам без модуля прикладных программ. На экране осциллографа может отображаться как физический уровень шины (в виде аналоговых осциллограмм), так и информация на уровне протокола (в виде цифровых осциллограмм и символов).

Для настройки синхронизации по шине необходимо выполнить следующие действия.

1. Если тип шины еще не задан с помощью кнопок **B1** и **B2** на передней панели (и кнопок **B3** и **B4** на осциллографах серии MSO4000), сделайте это сейчас. (См. стр. 56, *Настройка последовательной или параллельной шины*.)



2. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



1785-042

3. Нажмите кнопку **Тип**.

Тип Шина	Входная шина B1 (I2C)	Запуск по Адрес	Адрес 07F		Напра- вление Запись	Режим Авто и задержка
--------------------	------------------------------------	---------------------------	---------------------	--	-----------------------------------	---------------------------------------

4. Перемещайтесь по типам синхронизации в боковом меню, вращая многофункциональный регулятор **A** до тех пор, пока не будет выбран пункт **Шина**.



5. Нажмите **Входн. шина** и используйте боковое меню «Входн. шина» для выбора шины, по которой нужно синхронизироваться.

6. Нажмите кнопку **Запуск по** и выберите нужную синхронизацию в боковом экранном меню.

Если используется синхронизация по параллельной шине, можно выполнять синхронизацию по двоичным или шестнадцатеричным значениям данных. Нажмите кнопку **Данные** в нижнем экранном меню и введите интересующие параметры с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

Если используется синхронизация по шине I2C, можно выполнять синхронизацию следующих типов **Старт**, **Повторный старт**, **Стоп**, **Нет подтверждения**, **Адрес**, **Данные** или **Адрес/Данные**.

Если используется синхронизация по шине SPI, можно выполнять синхронизацию следующих типов **SS-активный**, **MOSI**, **MISO** или **MOSI & MISO**.

Если используется синхронизация по шине CAN, можно выполнять синхронизацию следующих типов **Старт кадра**, **Тип кадра**, **Идентификатор**, **Данные**, **Идентификатор и данные**, **Конец кадра** и **Нет подтверждения**.

Если используется синхронизация по шине RS-232, можно выполнять синхронизацию следующих типов **Стартовый разряд передачи, Стартовый разряд приема, Конец пакета передачи, Конец пакета приема, Данные Tx или Данные Rx.**

Если используется синхронизация по шине LIN, можно выполнять синхронизацию следующих типов **Синхроимпульс, Идентификатор, Данные, Идентификатор и данные, Кадр активизации, Кадр перехода в режим ожидания и Ошибка.**

Если используется синхронизация по шине FlexRay, можно выполнять синхронизацию следующих типов **Старт кадра, Тип кадра, Идентификатор, Счетчик циклов, Поля заголовка, Данные, Идентификатор и данные, Конец кадра и Ошибка.**

Если используется шина Audio, см. п.п. 13 и 14.

Если используется шина USB, см. п. 9.

7. При настройке синхронизации по шине I²C и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Адрес** или **Адрес/данные** для доступа к боковому экранному меню «Адрес I²C» следует нажать в нижнем экранном меню кнопку **Адрес**.

В боковом экранном меню нажмите кнопку **Режим адресации** и выберите **7 бит** или **10 бит**. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Адрес**. Введите параметры адреса с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

Затем в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Направление** и выберите интересующий вариант: **Чтение, Запись** или **Чтение-Запись**.

Если кнопкой **Запуск по** выбран пункт **Данные** или **Адрес/Данные**, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**, чтобы получить доступ к боковому экранному меню «Данные I²C».

Нажмите кнопку **Число байт** и введите число байт с помощью многофункционального регулятора **A**.

В боковом экранном меню нажмите кнопку **Режим адресации** и выберите **7 бит** или **10 бит**. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Данные**. С помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B** введите интересные параметры данных.

Для получения дополнительной информации о форматах адресов шины I²C см. пункт 2 в разделе *Настройка параметров шин*.

8. При настройке синхронизации по шине SPI и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **MOSI** или **MISO** в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**, в боковом экранном меню нажмите кнопку **MOSI** (или **MISO**) и введите интересные параметры данных с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

Затем нажмите кнопку **Число байт** и введите число байт с помощью многофункционального регулятора **A**.

Если выбран пункт **MOSI & MISO**, нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Данные** в боковых меню введите интересные параметры.

9. При настройке синхронизации USB можно выбирать из целого ряда типов синхронизации — пакетно-ориентированной, по соответствию битовых комбинаций и по ошибке. Некоторые типы синхронизации позволяют вводить дополнительные уточняющие детали, такие как тип маркера, значения полей или диапазон значений и смещение в байтах.

10. При настройке синхронизации по шине CAN и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Тип кадра CAN** в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип кадра** и выберите пункты «Кадр данных», «Дистанц. кадр» или «Кадр перегрузки».

При выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Идент.** в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Идент.** и выберите пункт **Формат**. Затем в боковом экранном меню нажмите кнопку **Идент.** и многофункциональными регуляторами **A** и **B** введите двоичное или шестнадцатеричное значение.

Нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Направление** и выберите интересующий вариант: **Чтение**, **Запись** или **Чтение-Запись**.

При выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Данные** нажмите кнопку **Данные** в нижнем экранном меню и введите интересующие параметры с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

11. При настройке синхронизации по шине RS-232 и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Данные Tx** или **Данные Rx** в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**.

Нажмите кнопку **Число байт** и введите число байт с помощью многофункционального регулятора **A**.

В боковом экранном меню нажмите кнопку **Данные** и введите интересующие параметры данных с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

12. При настройке синхронизации по шине LIN и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Идентификатор**, **Данные** или **Идентификатор и данные**, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Идентификатор** или **Данные** и введите интересующие параметры в появившемся боковом экранном меню.

Если кнопкой **Запуск по** выбран пункт **Ошибка**, нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Тип ошибки** и в появившемся боковом экранном меню введите интересующие параметры.

13. Если используется шина I²S, Left Justified или Right Justified, можно выполнять синхронизацию, используя **Выбор слова** или **Данные**.
14. Если используется звуковая шина TDM, можно выполнять синхронизацию следующих типов: **Кадр.синхр.** или **Данные**.

Проверка на совпадение данных при синхронизации по шинам I²C, SPI, USB, CAN, LIN и FlexRay

Совпадение байтов в скользящем окне для шин I²C, SPI, USB и FlexRay. Чтобы использовать скользящее окно для синхронизации данных, задайте число совпадающих байтов. Затем на осциллографе с помощью скользящего окна выполняется поиск всех совпадений внутри пакета, причем при каждой проверке окно смещается на один байт.

Например, если задано количество в один байт, осциллограф будет пытаться проверить совпадение для первого, второго и третьего байтов и так далее для всех байтов в пакете.

Если задано количество в два байта, выполняется проверка для всех последовательных пар байтов, например для первого и второго, второго и третьего, третьего и четвертого и так далее. При обнаружении совпадения осциллограф запустит синхронизацию.

Для шины FlexRay или USB совпадение байтов в скользящем окне достигается выбором для параметра **Смещение, в байтах** в меню «Данные» значения **Не важно**.

Совпадение определенного байта (при проверке на совпадение данных в нескользящем окне для определенного положения в пакете) для шин I²C, SPI, USB, CAN и FlexRay.

Синхронизацию по определенному байту для шин I²C, SPI, CAN и FlexRay можно выполнить несколькими способами:

- Для шин I²C и SPI вводится количество байтов сигнала, проверяемых на совпадение. Затем используется установка в безразличное состояние (X) для маскирования ненужных байтов.
- Для шины I²C, чтобы запустить синхронизацию по пункту **Адрес/Данные**, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Запуск по. Push Address**. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Адрес** и, при необходимости, поверните многофункциональные регуляторы **A** и **B**. Если требуется маскировать адрес, установите для него безразличное состояние (X). Данные проверяются на совпадение, начиная с первого байта, без использования скользящего окна.
- Запуск для шины USB производится, когда выбранные пользователем входные данные совпадают с данными и квалификатором в сигнале, начиная со смещения в байтах. Установите число байтов, которые должны совпасть с представляющими интерес байтами. С помощью классификатора данных задайте операции =, !=, <, >, >= и <=.
- Запуск для шины CAN производится, когда выбранные пользователем входные данные совпадают с данными и квалификатором в сигнале, начиная с первого байта. Установите число байтов, которые должны совпасть с исследуемыми байтами. С помощью квалификатора данных задайте операции =, !=, <, >, >= и <=. Запуск по идентификатору и данным всегда совпадает с идентификатором и данными, выбранными пользователем, причем данные начинаются с первого байта. Скользящее окно не используется.
- Запуск для шины FlexRay производится, когда выбранные пользователем входные данные совпадают с данными и квалификатором в сигнале, начиная со смещения в байтах. Установите число байтов, которые должны совпасть с исследуемыми байтами. С помощью квалификатора данных задайте операции =, !=, <, >, >= и <=.

$\geq$ и $\leq$. Запуск по идентификатору и данным всегда совпадает с идентификатором и данными, выбранными пользователем, причем данные начинаются с первого байта. Скользящее окно не используется.

Проверка на совпадение данных при синхронизации по шине RS-232

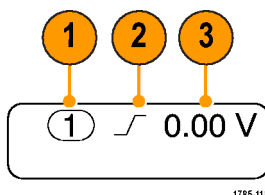
Можно запускать синхронизацию по определенному значению данных для байтов на шине RS-232. Если задан символ конца пакета, чтобы использовать его для декодирования шины RS-232, можно использовать этот же символ конца пакета в качестве значения для проверки совпадения данных при синхронизации. Для этого выберите символ «Конец пакета передачи» или «Конец пакета приема» в качестве варианта выбора «Запуск по».

Совпадение байтов при синхронизации по параллельной шине

Оптимальные характеристики синхронизации по параллельной шине достигаются при использовании только аналоговых каналов или только цифровых каналов (только для осциллографов серии MSO4000).

Проверка настроек синхронизации

Чтобы быстро определить значения некоторых ключевых параметров синхронизации, проверьте экранную надпись синхронизации в нижней части экрана. Экранные надписи различаются для запусков по фронту и сложных запусков.



Экранная надпись синхронизации по фронту

1. Источник синхронизации = канал 1.
2. Наклон синхронизации = нарастающий фронт.
3. Уровень синхронизации = 0,00 В.

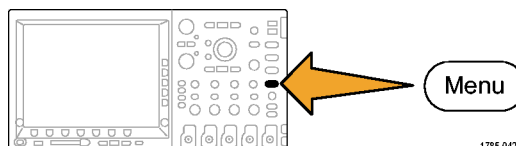
Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой))

Сочетание синхронизации по фронту события А (основная синхронизация) и события В (задержанная синхронизация) позволяет синхронизироваться со сложными сигналами. После того как произошло событие «А», система синхронизации ожидает событие «В», а затем выполняет синхронизацию и отображает запись сигнала.

У запусков «А» и «В» обычно бывают разные источники.

Сначала используйте меню синхронизации по фронту, чтобы настроить синхронизацию по событию «А». Затем, чтобы запустить синхронизацию по событию «В», выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



2. Нажмите кнопку **Тип**.
3. Поверните многофункциональный регулятор **А**, чтобы выбрать тип синхронизации **Последоват.(запуск.В)**.
Появится меню последовательности для синхронизации «В».

4. Нажмите кнопку **Запуск В после А**.

Тип	Источник	Тип входа	Фронт	Уровень	Запуск В после А	Режим
Последоват. (запуск.В)	1	пост. ток		0,00 В	Время	Авто и задержка

4

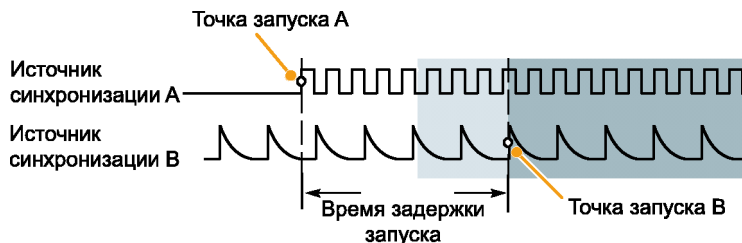
В боковом экранном меню нажмите кнопку «Время» или «События», чтобы выбрать последовательную синхронизацию события «В» после события «А».

Время (а) 8 нс
События В 1
Установить на минимум

5. Установите другие параметры последовательной синхронизации в соответствующих боковом и нижнем экранном меню.

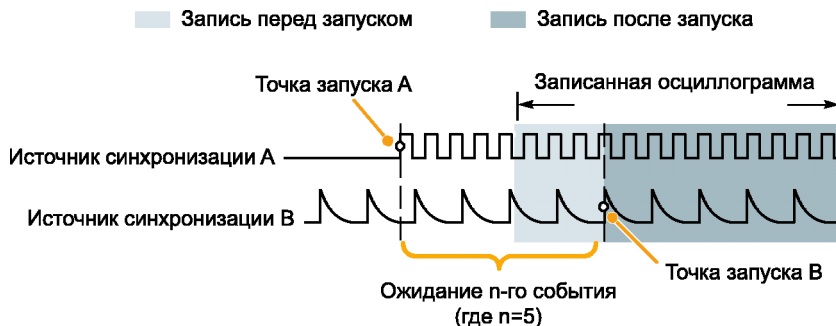
Синхронизация по событию «В» после задержки

По событию «А» прибор подготавливается к синхронизации. Запись сигнала для интервала времени после точки синхронизации начинается по первому фронту «В» после задержки.



Синхронизация по событию «В»

По событию «А» прибор подготавливается к запуску. Запись сигнала для интервала времени после точки синхронизации начинается после n -го события «В».



Советы

- Время задержки синхронизации по событию «В» и время задержки, определяющее положение по горизонтали, являются независимыми функциями. При определении условия запуска с использованием только запуска по событию «А» или запусков по событиям «А» и «В» можно также задать задержку по горизонтали, чтобы регистрация сигнала начиналась через дополнительный интервал времени.
- Использование синхронизации «В» возможно только тогда, когда для синхронизации «А» и «В» установлен тип «По фронту».

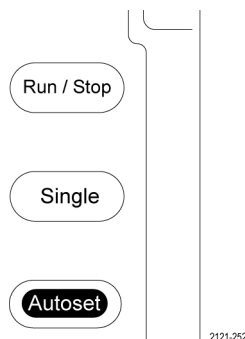
Запуск и остановка регистрации

После настройки параметров сбора данных и синхронизации запустите регистрацию сигнала нажатием кнопки **Пуск/стоп** или **Однократный**.

- Чтобы начать регистрацию сигнала, нажмите кнопку **Пуск/Стоп**. Осциллограф последовательно регистрирует данные до тех пор, пока снова не будет нажата эта кнопка, чтобы остановить регистрацию.

- Чтобы выполнить однократную регистрацию сигнала, нажмите кнопку **Однократный**.

При нажатии кнопки «Однократный» устанавливается режим синхронизации **Обычная** для однократной регистрации.



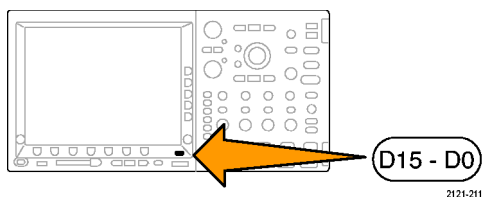
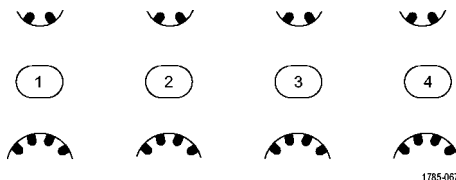
Отображение осциллограмм

В данном разделе содержатся понятия и процедуры, используемые для отображения записанных осциллограмм.

Добавление и удаление осциллограмм

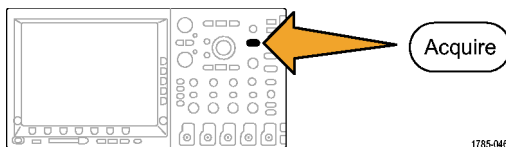
1. Чтобы добавить или удалить осциллограмму с экрана, нажмите кнопку соответствующего канала на передней панели или кнопку «D15-D0».

Независимо от того, отображается ли канал, его можно использовать в качестве источника синхронизации.



Настройка стиля отображения и послесвечения экрана

1. Чтобы настроить стиль отображения, нажмите кнопку **Сбор данных**.



2. Нажмите кнопку **Отобр. осцил.**

Режим Выборка	Длина памяти 10k	Delay (Задержка) Вкл. Выкл	Уст. положение по горизонтали в 10%	Waveform Display (Отобра- жение осцилло- граммы)	XY Display (Вывод XY) Вкл	
				2	7	

3. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Только точк. Вкл. Выкл.** Если этот параметр включен, точки записи осциллограммы отображаются в виде экранных точек. Если он выключен, точки осциллограммы соединяются векторами.

Отобр.
осцил

Только
точки

3

Вкл | Выкл

4. Нажмите кнопку **Время послесвечения** и многофункциональной ручкой **A** установите время, в течение которого осциллограмма сохраняется на экране.

Время
послесвеч.

4

(a) Авто

5. Чтобы выбрать автоматическую установку времени послесвечения, нажмите кнопку **Установить на «Авто»**.

Установка
на "Авто"

5

6. Чтобы сбросить настройку послесвечения, нажмите кнопку **Выключить послесвечение**.

Выключить
послесвеч.

6

7. Чтобы отобразить амплитуду одной осциллограммы напротив амплитуды другой осциллограммы, нажмите кнопку **Вывод по XY**. Затем в боковом меню нажмите кнопку **XY с запуском**.

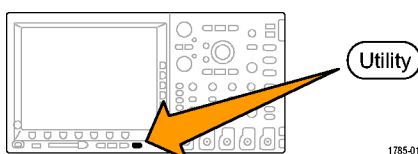
Точка данных из первой осциллограммы указывает положение по горизонтали, а соответствующая точка данных из второй осциллограммы указывает положение по вертикали для каждой отображаемой точки.

Советы

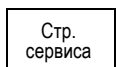
- Переменное послесвечение означает накопление точек записи в течение указанного интервала времени. Каждая точка гаснет в соответствии с установленным значением времени независимо от остальных. Переменное послесвечение применяется для отображения редко появляющихся аномалий сигнала, например выбросов.
- Бесконечное послесвечение означает, что точки записи постоянно накапливаются до тех пор, пока не будет изменен какой-либо параметр отображения регистрации. Бесконечное послесвечение применяется для отображения однократных аномалий сигнала, например выбросов.
- В режиме отображения по XY данные выводятся в виде фиксированных пар осциллограмм, одна напротив другой. Можно использовать каналы K1 и K2 или REF1 и REF2. В четырехканальных моделях можно также использовать канал K3 и K4 или REF3 и REF4.
- Когда отображение по XY включено, появляется верхнее окно, в котором отображаются данные со шкалой времени.

Настройка стиля масштабной сетки

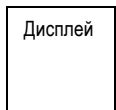
1. Чтобы настроить стиль масштабной сетки, нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Дисплей**.



4. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сетка**.

Стр. сервиса Дисплей	Яркость подсветки Высокая	Сетка Полная	Комментарий к экрану			
-------------------------	------------------------------	-----------------	----------------------	--	--	--



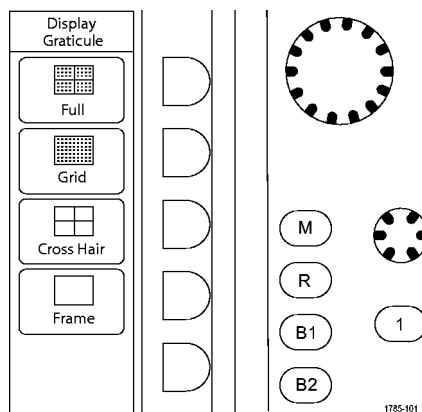
5. В появившемся боковом экранном меню выберите стиль.

Стиль масштабной сетки **Полная** используется для быстрой оценки параметров осциллограммы.

Стиль масштабной сетки **Сетка** используется для измерений в полноэкранном режиме с использованием курсоров и автоматического вывода значений, когда не требуется перекрестие.

Стиль масштабной сетки **Перекрестие** используется для быстрой оценки параметров осциллограммы, при котором на экране остается больше места для автоматически выводимых значений и прочих данных.

Стиль масштабной сетки **Кадр** используется вместе с автоматически выводимыми значениями и другими экранными сообщениями, когда прочие элементы изображения не требуются.

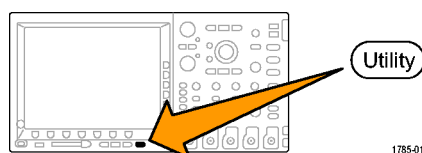


Советы

- Можно отображать масштабные сетки с единицами IRE и mV. Для этого установите тип запуска на видеосигнал, а вертикальную шкалу настройте на 114 мВ/деление. (Выбор 114 мВ/деление доступен в грубых настройках вертикальной шкалы для канала, в котором тип запуска установлен на видеосигнал.) Осциллограф автоматически отображает масштабную сетку IRE для сигналов NTSC и масштабную сетку «mV» для других видеосигналов (PAL, SECAM, HDTV и пользовательские).

Настройка подсветки ЖК-дисплея

1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Дисплей**.



4. Нажмите кнопку **Яркость подсветки**.

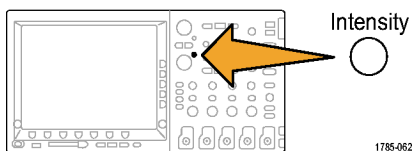


5. В появившемся боковом экранном меню выберите уровень яркости. Возможны следующие варианты: **Высокая**, **Средняя** и **Низкая**.



Настройка яркости осциллограмм

1. Нажмите на передней панели кнопку **Яркость**.

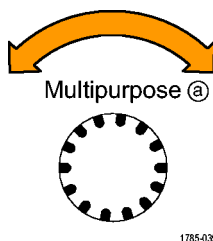


На экране появится экранная надпись яркости.

- а Waveform Intensity: 35%
б Graticule Intensity: 75%

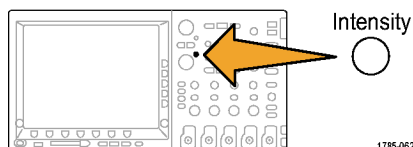
2121-245

2. С помощью multifunctional ручки **A** установите нужную яркость осциллограммы.



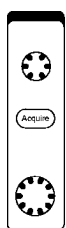
3. С помощью multifunctional регулятора **Б** установите нужную яркость масштабной сетки.

4. Чтобы убрать с экрана экранную надпись яркости, еще раз нажмите кнопку **Яркость**.

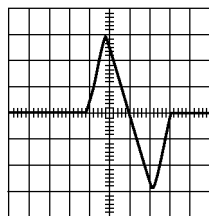


Выбор масштаба и положения осциллограммы

Элементы управления отображением по горизонтали служат для настройки временной развертки, точки синхронизации, а также для более подробного просмотра осциллограммы. Для настройки отображения осциллограмм также можно использовать элементы управления увеличением и панорамированием с помощью функции Wave Inspector. (См. стр. 130, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)

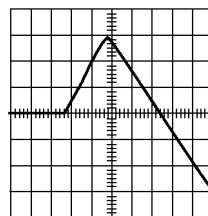


1785-065



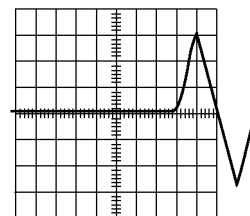
1785-120

Исходная осциллограмма



1785-123

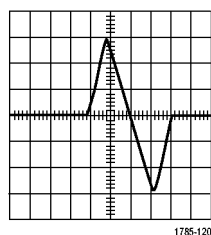
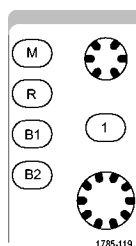
Масштабирование по горизонтали



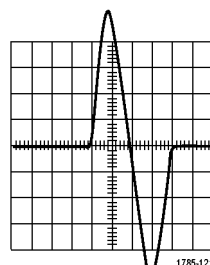
1785-124

Позиционирование по горизонтали

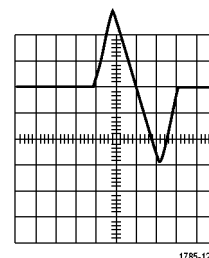
Элементы управления отображением по вертикали используются для выбора осциллограмм, корректировки положения по вертикали и масштаба осциллограммы и установки параметров входа. Нажмите необходимое количество раз кнопку меню канала (1, 2, 3 или 4) и кнопки соответствующих пунктов меню, чтобы выбрать, добавить или удалить осциллограмму.



Исходная осциллограмма



Масштабирование по вертикали



Позиционирование по вертикали

Советы

- **Просмотр.** При использовании ручек положения и масштаба в группе органов управления отображением по вертикали во время остановки регистрации данных или ожидания следующей синхронизации осциллограф соответствующим образом изменяет положение и масштаб соответствующей осциллограммы. Эти изменения имитируют картину, которая появится при следующем нажатии кнопки **Пуск**. Вновь заданные параметры используются осциллографом при отображении результатов следующей регистрации данных.

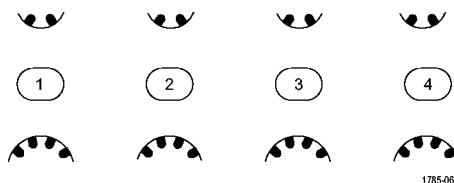
Если изображение выходит за рамки экрана, осциллограмма отображается в усеченном виде.

При использовании предварительного просмотра расчетная осциллограмма, курсоры и автоматические измерения остаются активными и не искажаются.

Настройка параметров входа

Органы управления отображением по вертикали используются для выбора осциллограмм, корректировки положения по вертикали и масштаба осциллограммы и установки параметров входа.

1. Нажмите кнопку меню канала 1, 2, 3 или 4, чтобы вызвать меню вертикальных параметров для выбранной осциллограммы. Меню вертикальных параметров действует только для выбранной осциллограммы.



Кроме того, при нажатии кнопки канала разрешается или запрещается выбор соответствующей осциллограммы.

2. Для выбора типа входа нажмите несколько раз кнопку **Тип входа**.

При связи по постоянному току на вход пропускаются как постоянная, так и переменная составляющие сигнала.

При связи по переменному току постоянная составляющая задерживается, и на вход поступает только переменная составляющая сигнала.

Заземленный вход используется для отображения опорного потенциала.

3. Для выбора входного импеданса нажмите кнопку **Сопротивл.**

При использовании связи по постоянному току или заземленного входа установите входной импеданс (согласующее сопротивление) 50 Ом или 1 МОм. При использовании связи по переменному току автоматически устанавливается импеданс 1 МОм.

Для получения дополнительной информации о входном импедансе см. раздел **Советы**. (См. стр. 101, *Советы*.)

4. Чтобы инвертировать сигнал, нажмите кнопку **Инверсия**.

Для обычной работы выберите **Инверсия Выкл.**, для инвертирования полярности сигнала в предварительном усилителе выберите **Инверсия Вкл.**

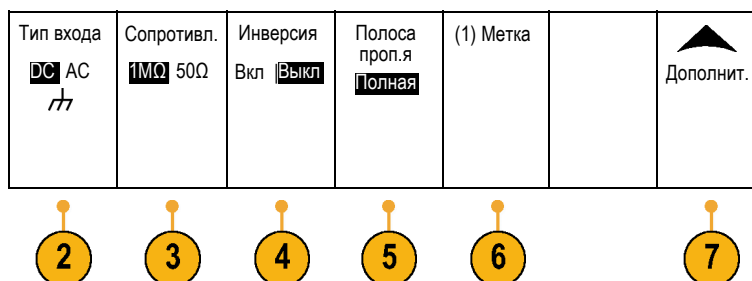
5. Нажмите кнопку **Полоса проп.** и выберите нужную полосу пропускания в появившемся боковом экранном меню.

Имеются следующие варианты выбора: «Полная», «250 МГц» и «20 МГц». В зависимости от типа используемого пробника могут появиться дополнительные варианты.

Чтобы установить полную ширину полосы пропускания осциллографа, выберите **Полная**.

Чтобы установить ширину полосы пропускания осциллографа 250 МГц, выберите **250 МГц**.

Чтобы установить ширину полосы пропускания осциллографа 20 МГц, выберите **20 МГц**.



6. Нажмите кнопку **Метка**, чтобы создать метку для канала. (См. стр. 46, *Обозначения каналов и шин.*)
7. Нажмите кнопку **Дополнит.**, чтобы получить доступ к дополнительным боковым экранным меню.

8. Выберите **шкала точ. от.** (Точная шкала), чтобы с помощью многофункционального регулятора **A** выполнить точные настройки вертикальной шкалы.



9. Выберите кнопку **Смещение**, чтобы с помощью многофункционального регулятора **A** выполнить точные настройки смещения по вертикали.
 Чтобы установить смещение по вертикали 0 В, в боковом экранном меню выберите **Установка на 0 В**.
 Для получения дополнительной информации о смещении см. раздел **Советы**. (См. стр. 101, *Советы*.)

10. Выберите кнопку **Настройка пробника**, чтобы задать параметры пробника.

В появившемся боковом экранном меню выполните следующие действия.

- Выберите **Напряжение** или **Ток**, чтобы задать тип пробника для пробников, не оснащенных интерфейсом TekProbe Level 1, TekProbe II (требуется адаптер TPA-BNC) или TekVPI.
- Для пробников, не оснащенных интерфейсом Тек, когда для параметра **Тип** задано значение **Напряжение**, используйте многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить **Ослабление**, соответствующее пробнику.
- Для пробников, не оснащенных интерфейсом Тек, когда для параметра **Тип** задано значение **Ток**, используйте многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить отношение ток/напряжение (ослабление), соответствующее пробнику.
- Если измерение тока выполняется по падению напряжения на резисторе, задайте для параметра **Измерение тока** значение **Да**. Нажмите в боковом экранном меню кнопку отношения **A/B** и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить отношение ток/напряжение или напряжение/ток для своей системы. Например, если измеряется падение напряжения на резисторе сопротивлением 2 Ом, установите отношение В/А равным 2.

11. Выберите значение **Комп.** чтобы выполнить регулировку отображения и измерения для пробников, у которых различное временное запаздывание. Это особенно важно, когда используется пробник тока в сочетании с пробником напряжения.

Для достижения наилучших результатов применяйте специальные компенсаторы, например Tektronix 067-1686-xx.

Если компенсатора нет, можно использовать элементы управления в меню «Комп.», чтобы задать для параметров компенсации осциллографа рекомендованные значения, основываясь на номинальных значениях временного запаздывания для каждого пробника. Осциллографом автоматически загружаются значения номинальных временных задержек пробников TekVPI и TekProbe II (требуется адаптер TPA-BNC). Для других обычно применяемых пробников сначала в боковом экранном меню нажмите кнопку **Выбрать** и выберите канал, к которому присоединен пробник. Затем в боковом экранном меню нажмите кнопку **Модель пробника** и выберите модель пробника. Если используемого пробника нет в списке, задайте для модели пробника значение **Другое** и нажмите кнопку **Задержка распротр.** и с помощью многофункционального регулятора **A** выберите соответствующую задержку распространения.

Чтобы отобразить рекомендованные значения компенсации временного запаздывания, вычисленные осциллографом, установите для параметра **Показ. рек. компенсации** значение **Да**.

Чтобы задать значения компенсации временного запаздывания для каждого канала, нажмите в боковом экранном меню кнопку **Уст. для всех компенсаций реком. знач.**

Советы

- **Использование пробников с интерфейсами TekProbe II и TekVPI.** При подсоединении пробника с интерфейсом TekProbe II или TekVPI осциллограф автоматически устанавливает чувствительность канала, тип входа и сопротивление в соответствии с характеристиками пробника. Для пробников с интерфейсом Tek Probe II требуется адаптер TPA-BNC.
- **Разница между положением по вертикали и смещением.** Регулируя положение по вертикали, можно располагать осциллограммы там, где они должны отображаться для просмотра. Индикаторы опорной линии осциллограммы указывают нулевой уровень напряжения (или тока) для каждой осциллограммы. При регулировке масштаба по вертикали осциллограмма растягивается относительно индикатора опорной линии осциллограммы.

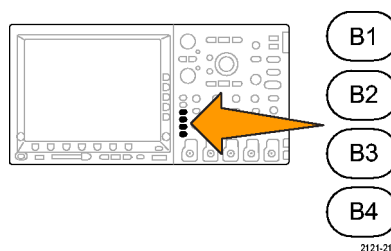
Когда для перемещения кривой используется элемент управления «Канал» <X> > **Дополнит. >Смещение > Вертик. смещение**, индикатор опорной линии уже не соответствует нулевому значению. Вместо этого он показывает уровень смещения. При регулировке масштаба по вертикали осциллограмма растягивается относительно индикатора опорной линии осциллограммы.

- **Защита входа 50 Ом.** При выборе нагрузочного сопротивления 50 Ом максимальный масштаб вертикальной шкалы составляет 1 В/дел., а у пробника 10X – 10 В. Если приложить дополнительное входное напряжение, то осциллограф автоматически переключится на нагрузочное сопротивление 1 МОм, чтобы защитить внутреннюю нагрузку 50 Ом. Для получения дополнительной информации о технических характеристиках см. *Справочное руководство по техническим характеристикам осциллографов Tektronix серии 4000.*

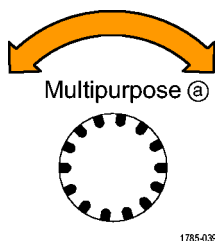
Расположение и маркировка сигналов шин

Расположение сигналов шины. Нажмите на передней панели кнопку соответствующей шины и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы настроить вертикальное положение выбранной шины. (См. стр. 56, *Настройка последовательной или параллельной шины.*)

1. Нажмите на передней панели соответствующую кнопку шины, чтобы выбрать эту шину.

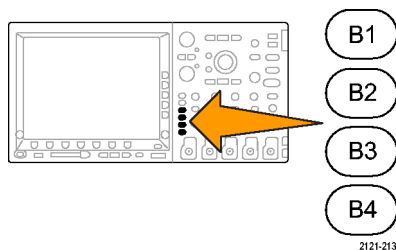


2. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы настроить вертикальное положение выбранной шины.



Маркировка сигналов шины. Для маркировки шины выполните следующие действия:

1. Нажмите на передней панели соответствующую кнопку шины.



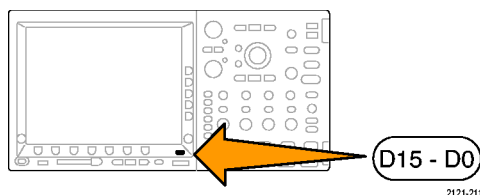
2. Нажмите кнопку **Метка**.
(См. стр. 46, *Обозначения каналов и шин.*)

Шина (B1) Парал- лельная	Определ. входов	Порог. напр.		(B1) Метка Парал- лельная	Отобра- жение шины	Таблица событий
--------------------------------	--------------------	-----------------	--	---------------------------------	--------------------------	--------------------

2

Расположение, масштабирование и группировка цифровых каналов

1. Нажмите на передней панели кнопку **D15–D0**.



2. Нажмите в нижнем экранном меню кнопку пункта меню **D15–D0**.

D15 – D0 Вкл/Выкл	Порог. напр.	Изменить метки			MagniVu Вкл Выкл	Высота S M L
----------------------	-----------------	-------------------	--	--	------------------------------	------------------------

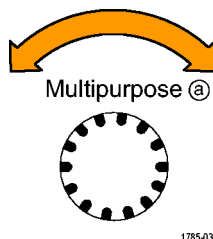
2

6

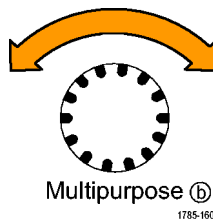
3. Нажмите в боковом меню кнопку **Выбрать**.



4. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать канал для перемещения.



5. Поверните многофункциональный регулятор **B**, чтобы переместить выбранный канал.



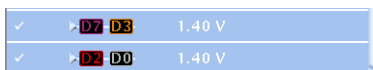
ПРИМЕЧАНИЕ. Экран канала (или группы) перемещается только после прекращения вращения рукоятки.

6. Чтобы изменить масштаб (высоту) цифровых каналов, нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Высота**.

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе варианта **S** (Небольшая) каждая осциллограмма будет отображаться высотой 0,2 деления. При выборе варианта **M** (Средняя) каждая осциллограмма будет отображаться высотой 0,5 деления. При выборе варианта **L** (Большая) каждая осциллограмма будет отображаться высотой 1 деление. Вариант **L** работает только в том случае, если на экране достаточно места для отображения осциллограмм. Одновременно может отображаться до 10 осциллограмм по варианту **L**.

7. Для упрощения идентификации можно маркировать отдельные цифровые каналы. (См. стр. 46, Обозначения каналов и шин.)

8. Чтобы сгруппировать некоторые или все цифровые каналы вместе, переместите каналы и разместите их рядом друг с другом. Все расположенные рядом каналы автоматически образуют группу.



Просмотреть группы можно, нажав кнопку пункта бокового экранного меню **Выбрать** и повернув многофункциональный регулятор **A**.

Когда группа выбрана, поверните многофункциональный регулятор **B**, чтобы переместить всю группу.

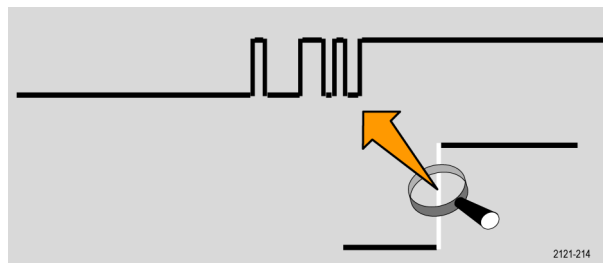
Просмотр цифровых каналов

Разные способы отображения данных цифровых каналов помогают анализировать сигналы. В цифровых каналах сохраняется верхнее или нижнее состояние каждой выборки.

Логические верхние уровни отображаются зеленым цветом. Логические нижние уровни отображаются синим цветом. Когда происходит единичный переход за время, представляемое одним столбцом пикселей, переход (фронт) отображается серым цветом.

Когда происходят несколько переходов за время, представляемое одним столбцом пикселей, переход (фронт) отображается белым цветом.

Когда на экране отображается белый фронт, обозначающий несколько переходов, отдельные фронты можно увеличить, чтобы рассмотреть.



Если увеличение такое большое, что для выборки используется более одного столбца пикселей, то на неопределенность положения фронта указывает светло-серая тень.

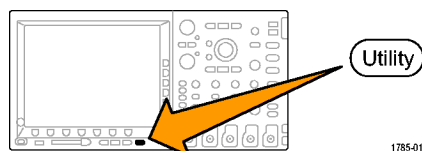


ПРИМЕЧАНИЕ. Когда на экране видне светло-серая тень, используйте режим *MagniVu*.

Комментирование экрана

Можно добавить свой текст на экран, выполнив следующие действия:

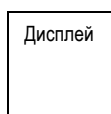
1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Дисплей**.



4. В появившемся меню в нижней части экрана выберите команду **Комментарий к экрану**.



5. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Показать комментарий**, чтобы выбрать **Вкл** в боковом меню.

Появится окно комментариев. Измените его положение на экране с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

6. Нажмите кнопку **Изменить комментарий** в боковом меню.

7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужные символы.

Либо воспользуйтесь для ввода символов USB-клавиатурой. (См. стр. 27, *Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры*.)

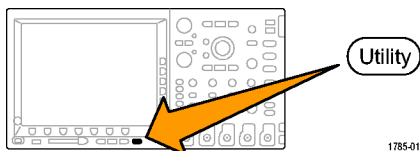
Чтобы изменить положение текста комментария, нажмите кнопку

Положение бокового меню и поверните нужным образом multifunctional регуляторы **A** и **B**.

Просмотр частоты синхронизации

Можно вывести на экран значение частоты синхронизации. Выполняется подсчет всех событий синхронизации, независимо от того, используются ли они осциллографом для синхронизации или нет, и отображается число таких событий в секунду. Чтобы вывести на экран этот показатель, выполните следующие действия:

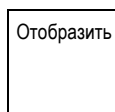
1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр.сервиса**.



3. Поверните multifunctional регулятор **A** и выберите команду **Отобразить**.

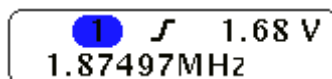


4. В появившемся в нижней части экрана меню нажмите кнопку **Показания частоты синхрониз.**



5. Нажмите кнопку **Вкл** бокового экранного меню.

Теперь частота синхронизации появится среди показаний синхронизации в правом нижнем углу экрана.



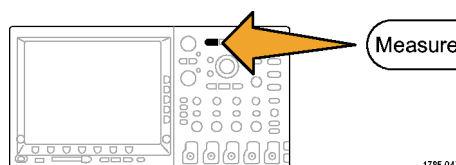
Анализ осциллограмм

После настройки сбора данных, синхронизации и отображения осциллограммы можно приступить к анализу полученных результатов. Для этого можно использовать курсоры, автоматические измерения, статистическую обработку, гистограммы форм сигналов, расчетные осциллограммы и БПФ.

Выполнение автоматических измерений

Чтобы произвести автоматическое измерение, необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.

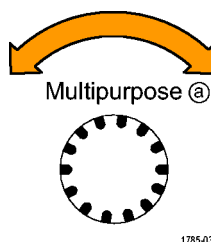


2. Нажмите кнопку **Выбор измерения**.

Добавить измерение	Удаление измерения	Индикаторы	Гистограмма	▲ Дополнит.		Зафикси- ровать курсоры на экране
-----------------------	-----------------------	------------	-------------	----------------	--	--



3. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать конкретное измерение. При необходимости поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать канал измерения.



4. Чтобы удалить измерение, нажмите кнопку **Удалить измерение**, , поверните многофункциональный регулятор **A**, выбирая нужное измерение, и нажмите кнопку **ОК Удалить измерение** в боковом меню.

Советы

- Чтобы удалить все измерения, выберите **Удалить все измерения**.
- Символ  отображается вместо ожидаемого цифрового значения, если существует условие вертикальной отсечки. Часть кривой располагается выше или ниже области экрана. Чтобы получить требуемое числовое значение измерения, с помощью ручек регулировки по вертикали установите масштаб и положение осциллограммы на экране.

Использование автоматических измерений

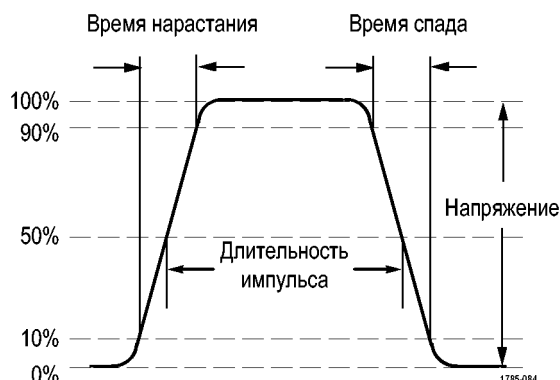
В приведенных ниже таблицах содержится список автоматических измерений по категориям: по времени или амплитуде. (См. стр. 107, *Выполнение автоматических измерений*.)

Измерения времени

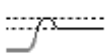
Измерение		Описание
Период		Время, необходимое для завершения первого периода осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне. Значение периода измеряется в секундах и является величиной, обратной значению частоты.
Частота		Первый период осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне. Частота является величиной, обратной значению периода, и измеряется в герцах (Гц), где 1 Гц равняется одному циклу в секунду.
Задержка		Продолжительность времени между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) двух различных осциллограмм. См. также Фаза.
Время нарастания		Время, которое требуется для того, чтобы уровень переднего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне изменился от нижнего опорного уровня (по умолчанию = 10%) до верхнего опорного уровня (по умолчанию = 90%) конечного значения.
Время спада		Время, которое требуется для того, чтобы уровень переднего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне изменился от верхнего опорного уровня (по умолчанию = 90%) до нижнего опорного уровня (по умолчанию = 10%) конечного значения.
Положительная скважность		Отношение длительности положительного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. Скважность импульса измеряется на первом периоде осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Отрицательная скважность		Отношение длительности отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. Скважность импульса измеряется на первом периоде осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Длительность положительного импульса		Продолжительность (времени) между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) положительного импульса. Измерение делается на первом импульсе осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Длительность отрицательного импульса		Продолжительность (времени) между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) отрицательного импульса. Измерение делается на первом импульсе осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.

Измерения времени (прод.)

Измерение		Описание
Длительность вспышки		Продолжительность вспышки (последовательности событий перехода); измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Фаза		Количество времени, в течение которого одна осциллограмма опережает или отстает от другой осциллограммы, выраженное в градусах, где 360° – это один период осциллограммы. См. также <i>Задержка</i> .

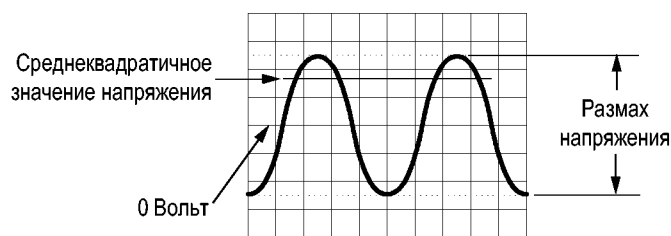


Измерения амплитуды

Измерение		Описание
Положительный выброс		Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне и определяется следующим образом: Положительный выброс = ((Максимум – Верхний) / Амплитуда) x 100%.
Отрицательный выброс		Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне и определяется следующим образом: Отрицательный выброс = ((Нижний – Минимум) / Амплитуда) x 100%.
Размах		Абсолютная величина разности между максимальным и минимальным значениями амплитуды по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Амплитуда		Разность между максимальным и минимальным значениями уровня сигнала по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Верхний		Это значение используется в качестве 100%, когда требуются значения верхнего опорного, среднего опорного или нижнего опорного уровней (например, при проведении измерения времени спада или времени нарастания). Рассчитывается по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. При использовании метода минимального/максимального уровня используется максимальное обнаруженное значение. При использовании метода гистограммы используется наиболее часто встречающееся значение, превышающее среднее. Это значение измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.

Измерения амплитуды (прод.)

Измерение		Описание
Нижний		Это значение используется в качестве 0%, когда требуются значения верхнего опорного, среднего опорного или нижнего опорного уровней (например, при проведении измерения времени спада или времени нарастания). Рассчитывается по методу минимального/максимального уровня или по методу гистограммы. При использовании метода минимального/максимального уровня используется минимальное обнаруженное значение. При использовании метода гистограммы применяется наиболее часто встречающееся значение, величина которого меньше среднего. Это значение измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Максимум		Пиковое значение напряжения с максимальным положительным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Минимум		Пиковое значение напряжения с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Среднее		Среднее арифметическое по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Среднее за период		Среднее арифметическое значение по первому периоду всей осциллограммы или по первому периоду в стробированной зоне.
Среднеквадратичное значение		Действительное среднеквадратичное значение напряжения по всей осциллограмме или ее фрагменту в стробированной зоне.
Среднеквадратичное значение цикла		Действительное среднеквадратичное значение напряжения по первому периоду всей осциллограммы или по первому периоду в стробированной зоне.



1785-083

Дополнительные измерения

Измерение		Описание
Счетчик нарастающих фронтов		Число положительных переходов от нижнего опорного уровня к верхнему опорному уровню в осциллограмме или стробированной зоне.

Дополнительные измерения (прод.)

Измерение		Описание
Счетчик нисходящих фронтов		Число отрицательных переходов от верхнего опорного уровня к нижнему опорному уровню в осциллограмме или стробированной зоне.
Счетчик положительных импульсов		Число положительных импульсов, превышающих средний опорный уровень в осциллограмме или стробированной зоне.
Счетчик отрицательных импульсов		Число отрицательных импульсов, оказывающихся ниже среднего опорного уровня в осциллограмме или стробированной зоне.
Площадь		Площадь измеряется для кривой напряжения по оси времени. Площадь под всей осциллограммой или стробированной зоной выражается в вольт-секундах. Области, измеряемые над уровнем потенциала земли, считаются положительными, а области, измеряемые ниже уровня потенциала земли, — отрицательными.
Площадь под кривой периода		Измерение напряжения вдоль оси времени. Результат измерения представляет собой площадь под кривой за первый период осциллограммы или за первый период стробированной зоны. Выражается в вольт-секундах. Площадь, расположенная выше общей опорной точки, является положительной, а расположенная ниже общей опорной точки — отрицательной.

Измерения по гистограммам

Измерение	Описание
Число осциллограмм	Число осциллограмм, по которым построена данная гистограмма.
Число точек в окне гистограммы	Число выборок в пределах окна гистограммы или на его границах.
Число пиковых значений	Число выборок в столбце, содержащем наибольшее число пиковых значений.
Среднее значение выборки	Среднее значение данных гистограммы, при котором половина всех точек данных гистограммы находится ниже этого значения, а половина — выше.
Размах	Представляет полный размах гистограммы. Для вертикальных гистограмм отображается разность напряжений самого высокого ненулевого столбца и самого низкого ненулевого столбца. Для горизонтальных гистограмм отображается разность времен самого правого ненулевого столбца и самого левого ненулевого столбца.
Максимальное значение гистограммы	Отображается напряжение самого высокого ненулевого столбца для вертикальных гистограмм или время самого правого ненулевого столбца для горизонтальных гистограмм.
Минимальное значение гистограммы	Отображается напряжение самого низкого ненулевого столбца для вертикальных гистограмм или время самого левого ненулевого столбца для горизонтальных гистограмм.
Среднее значение гистограммы	Измеряется среднее значение по всем точкам гистограммы в окне гистограммы.

Измерения по гистограммам (прод.)

Измерение	Описание
Стандартное отклонение	Измеряет стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение) всех точек гистограммы в окне гистограммы.
Одна сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах одного стандартного отклонения от ее среднего значения.
Два сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах двух стандартных отклонений от ее среднего значения.
Три сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах трех стандартных отклонений от ее среднего значения.

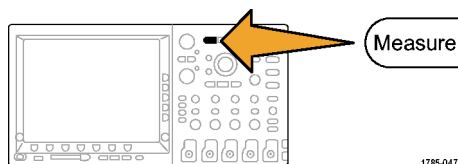
Настройка автоматических измерений

Настройка автоматических измерений может быть выполнена с использованием стробирования, модификации статистик измерения, корректировки опорных уровней измерений или посредством получения снимков измерений.

Стробир.

Стробирование используется для того, чтобы ограничить измерения определенной частью осциллограммы. Чтобы использовать стробирование, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.



2. Нажимайте кнопку **Дополнит**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Стробиров**.



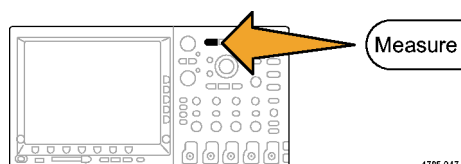
3. В боковом экранном меню выберите положение строба.



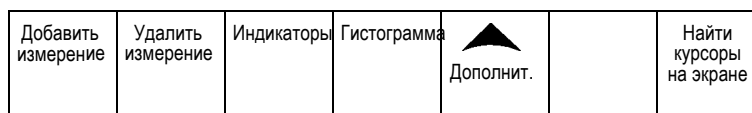
Статистика

Статистика характеризует устойчивость измерений. Чтобы настроить статистику, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.



2. Нажимайте кнопку **Дополнит**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Статистика**.



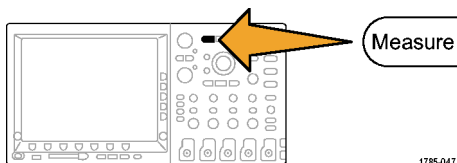
3. Выберите нужный вариант в боковом экранном меню. Можно включить или выключить вычисление статистики и выбрать, сколько отсчетов используется при вычислении среднего значения и стандартного отклонения.



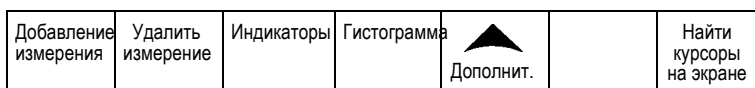
Снимок

Для одновременного просмотра всех измерений одного источника в выбранный момент времени выполните следующие действия.

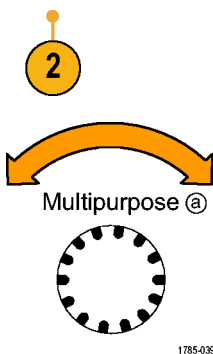
1. Нажмите кнопку **Измерения**.



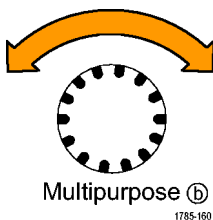
2. Нажмите кнопку **Добавление измерения**.



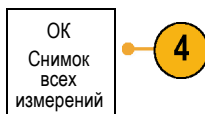
3. Для выбора требуемого канала **Источник** поверните многофункциональный регулятор **a**.



4. Поворачивая многофункциональный регулятор **b**, выберите **Тип измерений** для поля **Снимок**.



5. Нажмите кнопку **Снимок всех измерений**.



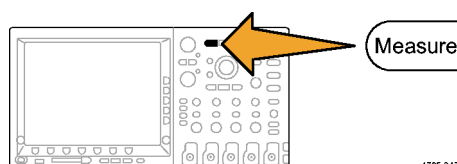
6. Просмотрите результаты.

Моментальный снимок на 1

Период	: 312,2 мкс	Частота	: 3,203 кГц
+Длительн.	: 103,7 мкс	-Длительн.	: 208,5 мкс
Длит. синх.	: 936,5 мкс		
Нарастание	: 1,452 мкс	Спад	: 1,144 мкс
+Скважн.	: 33,23 %	-Скважн.	: 66,77 %
+Выброс	: 7,143 %	-Выброс	: 7,143 %
Высокое	: 9,200 В	Нижний	: -7,600 В
Максимум	: 10,40 В	Минимум	: -8,800 В
Амплитуда	: 16,80 В	Размах	: 19,20 В
Среднее	: -5,396 В	Ср. цикла	: -5,396 В
Действ.	: 7,769 В	Дейс. цикла	: 8,206 В
Область	: -21,58 мВ·с	Цик обл	: -654,6 мкВ·с
+Фронты	: 1	-Фронты	: 0
+Имп-сы	: 2	-Имп-сы	: 2

Опорные уровни

Опорные уровни определяют порядок измерения временных параметров сигнала. Например, они используются при расчете времени нарастания и спада.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.

2. Нажимайте кнопку **Дополнит**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Опорные уровни**.

Добавить измерение	Удалить измерение	Индикаторы	Гистограмма	 Дополнит.	Найти курсоры на экране
--------------------	-------------------	------------	-------------	---	-------------------------

2

3. В боковом экранном меню выберите уровни.

Верхний и нижний опорные уровни используются для расчета времени нарастания и времени спада.

Средний опорный уровень используется прежде всего для проведения измерений между фронтами, таких как длительность импульса.

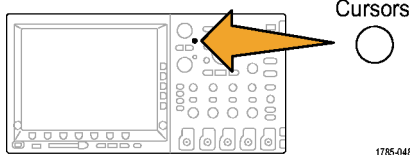
Опорные уровни
Уст. уровни в % ед
Высокий a 90,0%
Средний 50,0 % 50,0 %
Низкий 10,0 %
-далее-

Выполнение ручных измерений с помощью курсоров

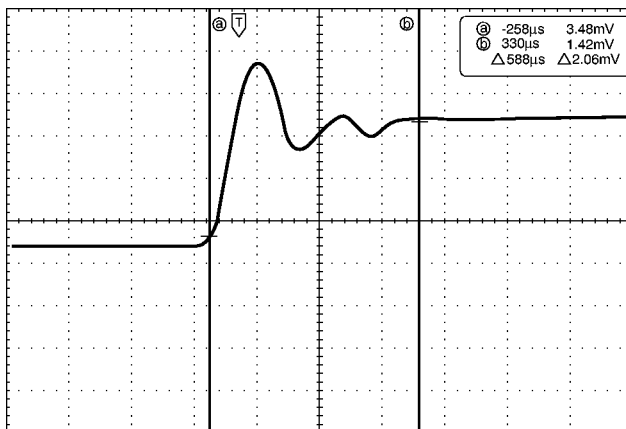
Курсорами называются экранные маркеры, которые можно разместить на осциллограмме для ручного измерения собранных данных. Курсоры отображаются в виде горизонтальных и вертикальных линий. Чтобы воспользоваться курсорами в аналоговых или цифровых каналах:

1. Чтобы включить курсоры, нажмите кнопку **Курсоры**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Вторым нажатием курсоры выключаются. Для отображения меню курсоров можно также нажать и удерживать кнопку **Курсоры**.



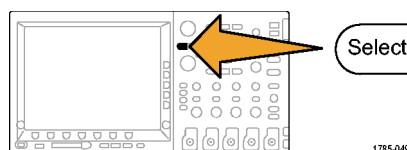
В нашем примере на выбранной осциллограмме появятся два вертикальных курсора. При повороте многофункционального регулятора **a** один из курсоров перемещается влево или вправо. При повороте регулятора **b** перемещается другой курсор.



1785-146

2. При включенных курсорах нажмите кнопку **Выбор**.

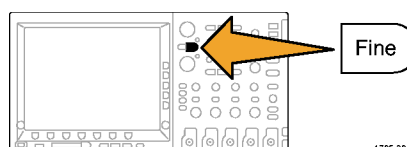
При этом включается или выключается отслеживание курсоров. Если отслеживание включено, при вращении многофункциональной ручки **A** оба курсора перемещаются вместе. Промежуток времени между курсорами настраивается поворотом многофункциональной ручки **B**.



1785-049

3. Кнопка **Точно** предназначена для переключения грубой и точной настройки с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.

Кроме того, при нажатии кнопки **Точно** изменяется чувствительность остальных ручек.



1785-082

4. Для отображения меню курсоров нажмите и удерживайте кнопку **Курсоры**.

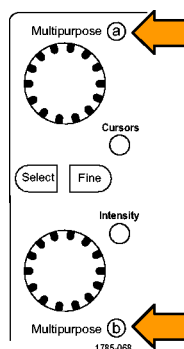
5. Нажмите кнопку нижнего экранного меню **Курсоры**, чтобы установить курсорам значение **Экран**.

В экранном режиме две горизонтальные и две вертикальные линии пересекают всю масштабную сетку.

Курсоры Осциллогр. Экран	Линии по горизонтали по вертикали	Синхронный Вкл Выкл	Уст. курсоры на экран	Единицы курсоров		
---------------------------------------	---	-------------------------------	-----------------------------	---------------------	--	--

5

6. Пара горизонтальных курсоров перемещается при вращении многофункциональных ручек **A** и **B**.

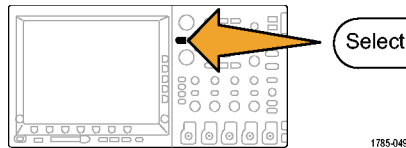


1785-068

7. Нажмите кнопку **Выбор**.

При этом вертикальные курсоры становятся активными, а горизонтальные — неактивными. Теперь при повороте многофункциональных ручек перемещаются вертикальные курсоры.

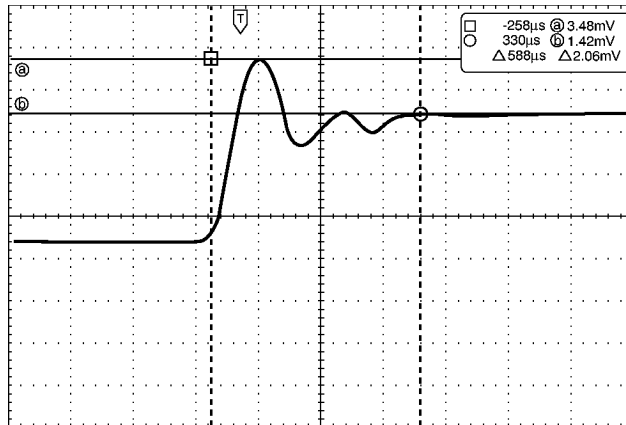
Чтобы снова сделать активными горизонтальные курсоры, нажмите кнопку **Выбор** еще раз.



1785-049

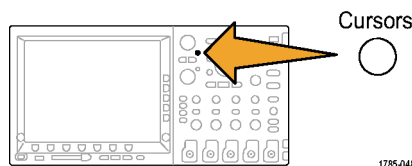
8. Просмотрите курсор и экранную надпись курсора.

ПРИМЕЧАНИЕ. С помощью курсоров в цифровых каналах можно выполнять временные измерения, но не измерения амплитуды.



1785-147

9. Нажмите кнопку **Курсоры** еще раз. Курсоры выключаются. Курсоры и показатели курсоров исчезают с экрана.



Использование экранных надписей курсоров

В экранной надписи курсоров представлена текстовая и цифровая информация, относящаяся к текущему положению курсоров. Экранная надпись отображается на осциллографе во всех случаях, когда включены курсоры.

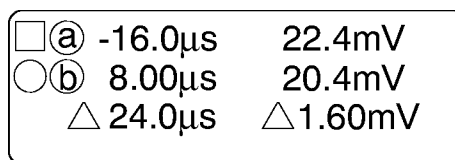
Экранная надпись отображается в правом верхнем углу масштабной сетки. Если включено масштабирование, экранная надпись отображается в правом верхнем углу окна масштабирования.

Когда выбрана шина, экранные надписи отображают декодированные данные шины в выбранном формате: шестнадцатеричном, двоичном или текстовом (ASCII) (только для шины RS-232). При выборе цифрового канала курсоры показывают значения всех отображаемых на экране цифровых каналов.

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе последовательных шин значение данных в какой-либо точке отображается в экранной надписи курсора. При выборе параллельных шин экранные надписи не появляются.

Δ Экранная надпись «дельта».

На экранных надписях с символом «дельта» отображается разность между положениями курсоров.



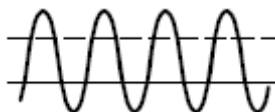
Экранная надпись «a».

Означает, что значение устанавливается с помощью многофункционального регулятора **A**.

Экранная надпись «b».

Означает, что значение устанавливается с помощью многофункционального регулятора **B**.

Горизонтальные линии курсоров на экране служат для измерения вертикальных параметров; обычно это напряжение.



Вертикальные линии курсоров на экране служат для измерения горизонтальных параметров; обычно это время.



Когда присутствуют и вертикальный и горизонтальный курсоры, в схемах использования экранных надписей рядом с обозначениями multifunctional регуляторов появляются значки в форме квадрата и окружности.

Использование курсоров XY

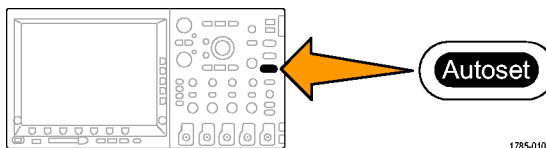
При включенном режиме отображения XY экранные надписи курсора будут появляться справа от нижней масштабной шкалы (XY). Они будут включать экранные надписи для прямоугольных и полярных координат, название продукта и значения коэффициентов. В верхней масштабной сетке осциллографа (YT) будут отображаться курсоры осциллограмм в виде вертикальных полос.

Настройка гистограммы

Можно отображать как вертикальные (для напряжения), так и горизонтальные (временные) гистограммы. Измерения с помощью гистограмм позволяют получить статистические данные для фрагмента сигнала по одной из осей. Источником для гистограммы может быть сигнал любого из четырех аналоговых каналов, расчетный сигнал или любая из четырех опорных осциллограмм.

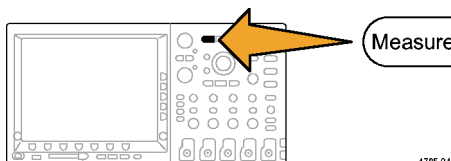
Отображение гистограммы

1. Задайте на осциллографе отображение осциллограммы, на которой должна быть измерена гистограмма. При необходимости воспользуйтесь кнопкой **Автоустановка**.



1785-010

2. Нажмите кнопку **Измерения**.



1785-047

3. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Гистограмма**.

Добавить измерения	Удалить измерение	Индикаторы	Гистограмма	 Дополнит.	Уст. курсоры на экран
-----------------------	----------------------	------------	-------------	---	-----------------------------

3

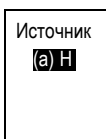
- | | |
|--|---|
| 4. Чтобы выбрать ось осциллограммы, для которой нужно показать значения гистограммы, нажмите верхнюю кнопку нижнего экранного меню. По верт. или По гориз. | Выкл
По верт.
По гориз. |
| 5. Нажмите кнопку Источник бокового меню и при помощи многофункционального регулятора a выберите канал, для которого будут отображаться измерения гистограммы. | Источник
(a) 1 |
| 6. Нажмите кнопку пределы по горизонтали бокового меню и при помощи многофункциональных регуляторов a и b установите L (левую) и R (правую) границы окна гистограммы. | пределы по горизонтали
L (a)
-584 нс
R (b)
760 нс |
| 7. Нажмите кнопку пределы по вертикали бокового меню и при помощи многофункциональных регуляторов a и b установите T (верхнюю) и B (нижнюю) границы окна гистограммы. | пределы по вертикали
T (a)
-584 нс
B (b)
760 нс |
| 8. Нажмите - далее - 1 из 2. | -далее-
1 из 2 |
-
- | | |
|--|---|
| 9. Нажмите кнопку Дисплей бокового меню и выберите Линейный или Логарифмич. | Дисплей
Линейный
Логарифмич. |
|--|---|

Добавление измерений к данным гистограммы

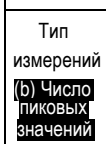
- | | | | | | | |
|--|----------------------|--------------------|------------|-------------|--|-----------------------|
| 1. Чтобы добавить измерения к данным гистограммы, нажмите кнопку Добавление измерения нижнего экранного меню. | Добавление измерения | Удаление измерения | Индикаторы | Гистограмма | 
Дополнит. | Уст. курсоры на экран |
|--|----------------------|--------------------|------------|-------------|--|-----------------------|

10

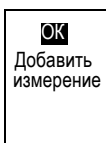
2. Нажмите кнопку **Источник** бокового меню и при помощи многофункционального регулятора **a** выберите **H** для измерения гистограммы.



3. Нажмите кнопку **Тип измерений** бокового меню и при помощи многофункционального регулятора **b** выберите измерение гистограммы.



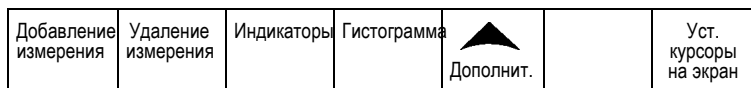
4. Нажмите кнопку **ОК Добавить измерение** бокового меню, чтобы добавить измерение в перечень измеренных данных.



Сброс измерений гистограммы и статистики

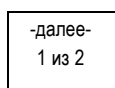
Чтобы сбросить измерения гистограммы и статистику, выполните следующие действия:

1. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Гистограмма**.



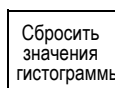
1

2. Нажмите кнопку **-далее- 1 из 2** бокового меню.



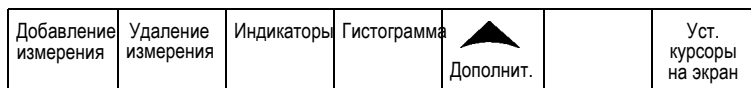
2

3. В боковом меню нажмите кнопку **Сбросить значения гистограммы**.



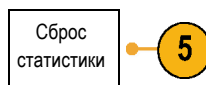
3

4. Нажмите нижнюю экранную кнопку **Дополнит.**

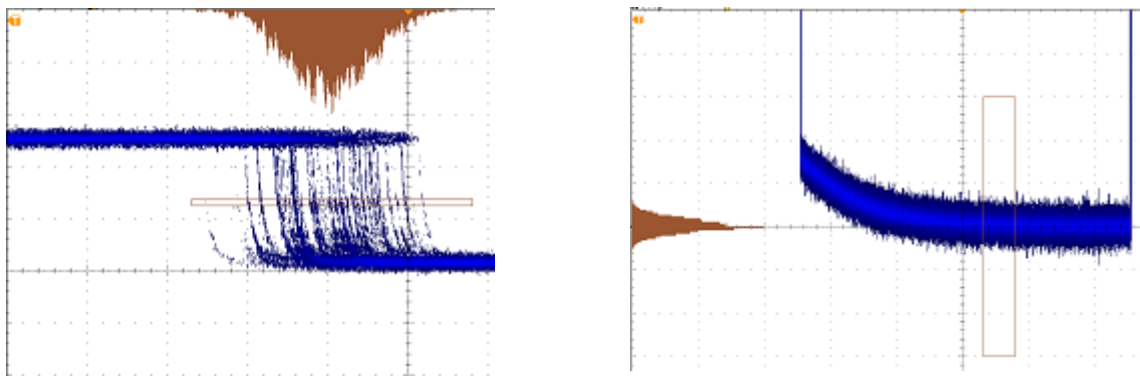


4

5. В боковом меню нажмите кнопку **Сброс статистики**.



Гистограмму можно просмотреть в верхней части (для горизонтальных гистограмм) или у левого края (для вертикальных гистограмм) координатной сетки.



Советы

- Используйте горизонтальные гистограммы для измерения дрожания сигнала.
- Используйте вертикальные гистограммы для измерения шума сигнала.

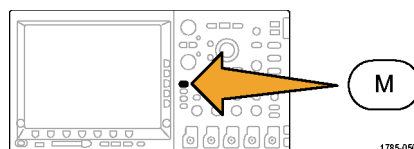
Использование расчетных осциллограмм

Расчетные осциллограммы создаются для анализа сигналов канала и опорных сигналов. С помощью комбинаций и преобразований исходных осциллограмм и других данных в расчетные осциллограммы можно получить данные в форме, необходимой для конкретного приложения.

ПРИМЕЧАНИЕ. С последовательными шинами расчетные осциллограммы не используются.

Простые математические операции (+, −, ×, ÷) над осциллограммами выполняются в следующем порядке.

1. Нажмите кнопку **Расчетные**.

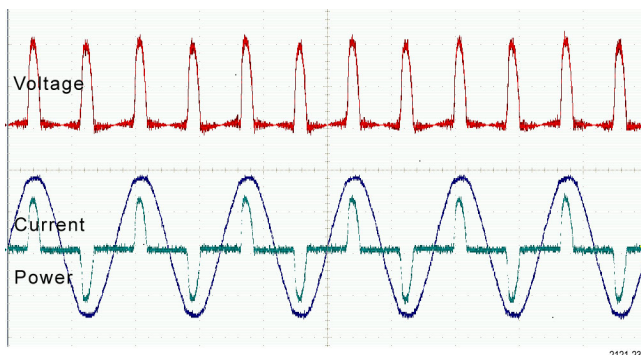


2. Нажмите кнопку **Две осцил.**

Две осцил.	БПФ	Матем. расширенный		(M) Метка		
------------	-----	--------------------	--	-----------	--	--



3. В боковом экранном меню установите источники либо для каналов **1, 2, 3, 4**, либо для опорных осциллограмм **R1, 2, 3** или **4**. Выберите оператор **+**, **-**, **x** или **÷**
4. Например, можно определить мощность умножением осциллограммы напряжения на осциллограмму тока.



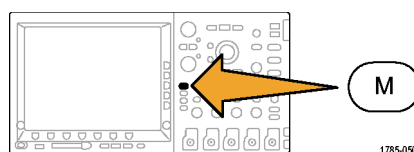
Советы

- Расчетные осциллограммы можно создавать на основе осциллограммы в канале, опорной осциллограммы или их сочетания.
- Измерения для расчетных осциллограмм выполняются таким же образом, как и для канальных сигналов.
- Масштаб по горизонтали и положение расчетных осциллограмм определяется по исходным осциллограммам, указанным в соответствующих математических выражениях. Изменение настройки элементов управления для исходных осциллограмм приводит к соответствующему изменению расчетных осциллограмм.
- Масштабирование расчетной осциллограммы выполняется с помощью внутренней ручки элемента управления масштабированием и панорамированием. Внешняя ручка служит для перемещения окна масштабирования. (См. стр. 130, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)

Использование БПФ

При выполнении БПФ сигнал разбивается на частотные составляющие, по которым осциллограф строит изображение сигнала в частотной области, в отличие от обычного для осциллографов графического представления сигнала во временной области. Эти частотные составляющие можно сравнить с известными частотами системы, например с системной тактовой частотой, частотами генераторов или источников питания.

1. Нажмите кнопку **Расчетные**.



2. Нажмите кнопку **БПФ**.

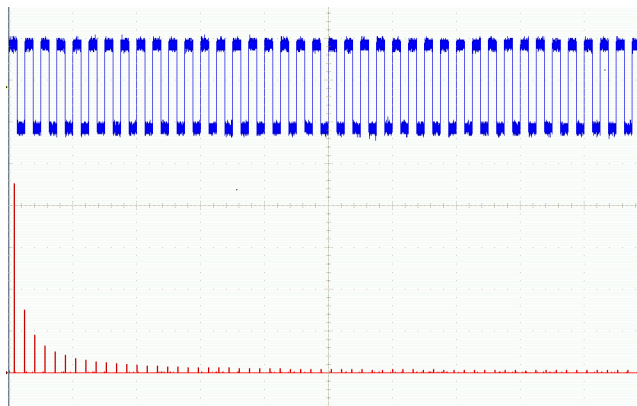
Две осцил.	БПФ	Матем. расширенный		(M) Метка		
------------	------------	--------------------	--	-----------	--	--



3. Чтобы выбрать источник сигнала, в боковом экранном меню нажмите, если нужно, кнопку **Источник для БПФ** и поверните многофункциональный регулятор **A**. Возможны следующие варианты: каналы 1, 2, 3, 4, опорные осциллограммы 1, 2, 3 и 4.
4. Чтобы выбрать шкалу «Линейная среднеквадратичная» или «дБ среднеквадратичная», несколько раз нажмите кнопку **Масштаб по вертикали**.
5. чтобы выбрать окно БПФ, несколько раз нажмите в боковом экранном меню кнопку **Окно**.
Возможные варианты окна: прямоугольное, окно Хэмминга, окно Хеннинга, и окно Блэкмена-Харриса.
6. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **По горизонтали**, чтобы с помощью многофункциональных ручек **A** и **B** выполнить масштабирование и панорамирование экрана БПФ.

БПФ	
Источник для БПФ I	3
Единицы по вертикали действ.	4
Окно Хеннинг	5
По горизонтали 625 кГц 1,25 кГц/дел.	6

7. На экране появится результат БПФ.



Советы

- Используйте короткие записи, чтобы ускорить реакцию прибора.
- Используйте длинные записи, чтобы понизить уровень шума по отношению к сигналу и увеличить разрешение по частоте.
- При необходимости можно использовать функцию лупы, а также органы управления **Положение** и **Масштаб** по горизонтали для увеличения и перемещения осциллограммы БПФ.
- Среднеквадратичная шкала в децибелах, установленная по умолчанию, позволяет подробно рассматривать частотные составляющие, даже если их амплитуды сильно различаются. Линейная среднеквадратичная шкала используется для просмотра общего вида частотных составляющих в сравнении друг с другом.
- С функцией БПФ используется четыре окна. Каждое из них обеспечивает некоторый компромисс между разрешением по частоте и точностью отображения амплитуды. Выбор окна определяется необходимостью измерения конкретных величин и характеристиками исходного сигнала. При выборе окна рекомендуется руководствоваться следующими указаниями.

Описание

Прямоугольное

Это окно обеспечивает наилучшее разделение близких частотных составляющих, но худшую из возможных точность измерения их амплитуды. Рекомендуется применять его для получения частотного спектра неповторяющихся сигналов и измерения частотных составляющих вблизи нулевой частоты.

Прямоугольное окно применяется для измерения переходных процессов или выбросов, когда уровень сигнала до и после события приблизительно одинаков. Кроме того это окно используется при обработке синусоидальных колебаний одинаковой амплитуды с близкими частотами, а также широкополосных случайных шумов с медленно меняющимся спектром.

Окно



Описание

Окно

Хемминга

Это окно хорошо подходит для разделения близких частотных составляющих, а точность измерения амплитуды в нем повышена по сравнению с прямоугольным окном. Разрешение этого окна по частоте несколько лучше, чем у окна Хеннинга.

Окно Хэмминга применяется для измерения синусоидальных и периодических сигналов, а также узкополосного случайного шума. Это окно применяется для измерения переходных процессов или выбросов, когда уровень сигнала до и после события приблизительно одинаков.

**Хеннинга**

Это окно обеспечивает высокую точность измерения амплитуды при меньшем разрешении по частоте.

Окно Хеннинга применяется для измерения синусоидальных и периодических сигналов, а также узкополосного случайного шума. Это окно применяется для измерения переходных процессов или выбросов, когда уровень сигнала до и после события приблизительно одинаков.

**Блэкмен-Харрис:**

Это окно лучше всего подходит для измерения амплитуд частотных составляющих, но разрешение по частоте у него ниже всех остальных окон.

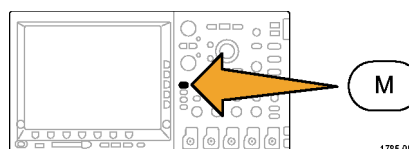
Окно Блэкмена-Харриса применяется для исследования осциллограмм, в которых преобладает одна частотная составляющая, на предмет наличия высших гармоник.



Использование дополнительных математических функций

Дополнительные математические функции предназначены для создания пользовательских математических выражений с осциллограммами, в которые могут входить активные и опорные осциллограммы, результаты измерений, а также числовые константы. Для использования дополнительных функций необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Расчетные**.



2. Нажмите кнопку **Доп. матем. функции**.

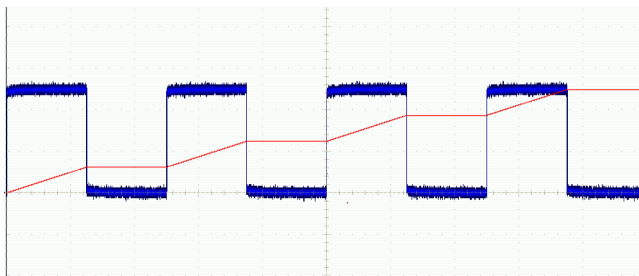


3. С помощью бокового экранного меню создайте выражение.

4. Нажмите кнопку **Изменить выражение** и создайте выражение с помощью многофункциональных ручек и кнопок нижнего экранного меню. Закончив работу, нажмите в боковом экранном меню кнопку **ОК Принять**.

Например, чтобы с помощью функции **Изменить выражение** взять интеграл от прямоугольного сигнала, надо выполнить следующие действия.

1. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Очистить**.
2. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Интегр. (**.
3. Нажмите кнопку **Ввод выбранного**.
4. Поверните многофункциональный регулятор **a** и выберите канал **1**.
5. Нажмите кнопку **Ввод выбранного**.
6. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **)**.
7. Нажмите кнопку **ОК Принять**.

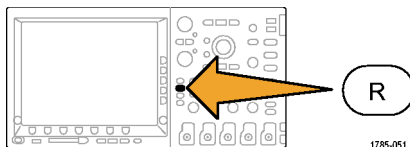


Использование опорных осциллограмм

Для сохранения осциллограммы в памяти необходимо создать опорную осциллограмму. Это можно сделать, например, для создания образца, с которым будут сравниваться другие осциллограммы. Чтобы использовать опорный сигнал, необходимо выполнить следующие действия.

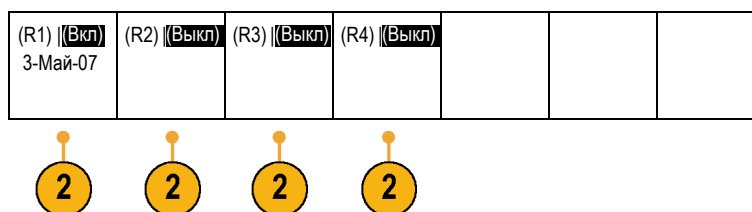
ПРИМЕЧАНИЕ. Опорные осциллограммы объемом 10 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

1. Нажмите кнопку **Опорный**. Появится нижнее экранное меню опорных осциллограмм.

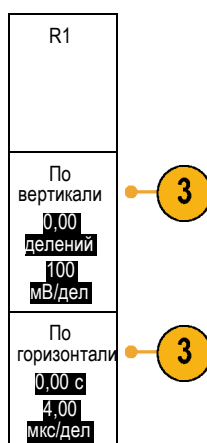


1785-051

2. В нижнем экранном меню выберите опорные осциллограммы для вывода на экран.



3. С помощью боковой экранной меню и многофункциональных ручек установите настройки опорной осциллограммы по горизонтали и по вертикали.



Советы

- **Выбор и отображение опорных осциллограмм.** Все опорные осциллограммы могут отображаться одновременно. Выбор конкретной опорной осциллограммы осуществляется нажатием соответствующей кнопки экранного меню.
- **Удаление опорных осциллограмм с экрана.** Чтобы удалить с экрана опорную осциллограмму, нажмите на передней панели кнопку **Опорный**, чтобы вызвать нижнее экранное меню. Затем нажмите кнопку нижнего экранного меню, соответствующую удаляемой осциллограмме.
- **Задание масштаба и положения опорной осциллограммы.** Положение и масштаб опорной осциллограммы можно регулировать независимо от остальных отображаемых осциллограмм. Выберите опорную осциллограмму и выполните нужные настройки с помощью многофункциональной ручки. Это можно делать независимо от того, выполняется регистрация данных или нет.

Регулирование масштаба и положения выбранной опорной осциллограммы при включенном и выключенном увеличении выполняется одинаково.

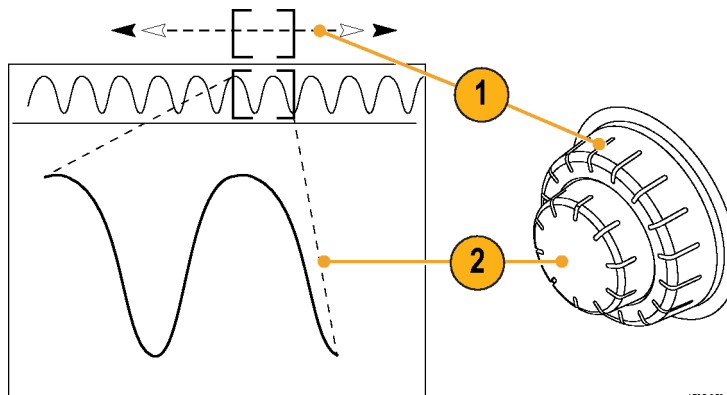
- **Сохранение осциллограмм объемом 10 млн выборок.** Опорные осциллограммы объемом 10 млн выборок хранятся в энергонезависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

Управление осциллограммами при большой длине памяти

Элементы управления функцией Wave Inspector (масштабирование и панорамирование, воспроизведение и пауза, метки, поиск) обеспечивают возможность эффективной работы с записями осциллограмм большой длины. Увеличение осциллограммы в горизонтальном направлении осуществляется вращением рукоятки «Лупа». Перемещение по увеличенной осциллограмме осуществляется вращением рукоятки «Панорама».

Ручка «Панорама-Лупа» состоит из следующих частей.

1. Внешняя ручка панорамирования.
2. Внутренняя ручка лупы.

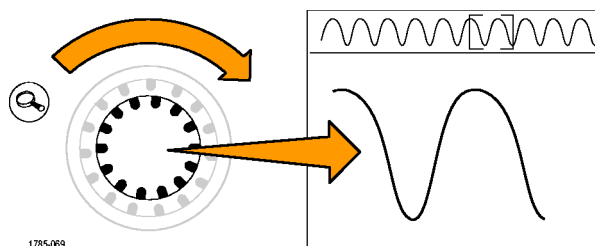


1785-053

Увеличение осциллограммы

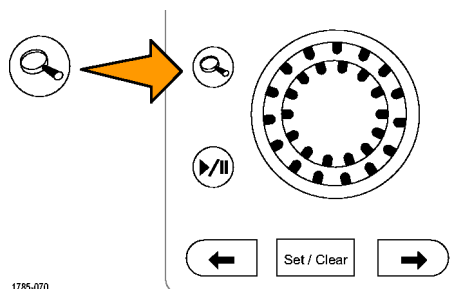
Чтобы использовать лупу, надо выполнить следующие действия.

1. При повороте внутренней ручки «Панорама-Лупа» по часовой стрелке изображение выбранной части осциллограммы увеличивается. При повороте этой ручки против часовой стрелки изображение уменьшается.



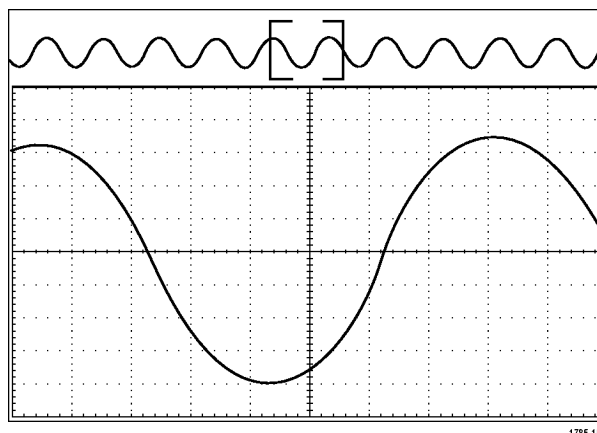
1785-069

2. Вместо этого можно включать и выключать режим лупы нажатием кнопки лупы.



1785-070

3. Просмотрите увеличенную осциллограмму, которая отображается в нижней, большей части экрана. В верхней части экрана отображается положение и размер увеличенной части осциллограммы на всей записи.



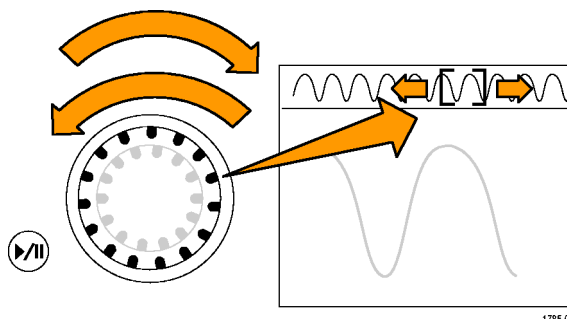
1785-154

Панорамирование осциллограммы

При включенной функции лупы быстрые перемещения по осциллограмме осуществляются с помощью функции панорамирования. Чтобы использовать панорамирование, надо выполнить следующие действия.

1. Для перемещения (панорамирования) осциллограммы следует вращать внешнюю ручку «Панорама-Лупа».

При повороте ручки по часовой стрелке выполняется панорамирование вперед. При повороте против часовой стрелки выполняется панорамирование назад. Чем сильнее повернута ручка, тем быстрее перемещается окно лупы.

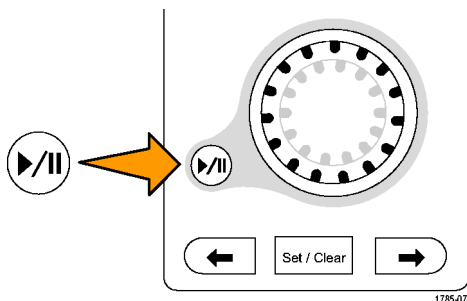


1785-073

Воспроизведение осциллограммы и пауза

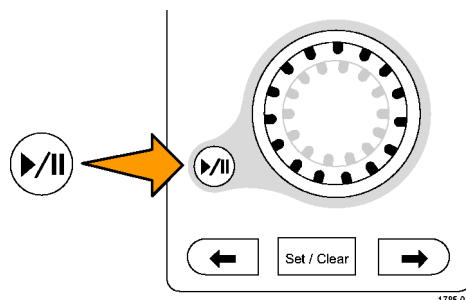
Функция воспроизведения-паузы обеспечивает автоматическое панорамирование осциллограммы. Чтобы использовать эту функцию, выполните следующие действия.

1. Включите режим воспроизведения-паузы нажатием кнопки воспроизведения-паузы.
2. Скорость воспроизведения регулируется поворотом ручки панорамирования (внешняя ручка). Чем сильнее повернута ручка, тем выше скорость воспроизведения.



3. Чтобы изменить направление воспроизведения, следует повернуть ручку панорамирования в другую сторону.
4. Чем сильнее (до некоторой степени) повернута ручка во время воспроизведения, тем быстрее перемещается осциллограмма. При повороте ручки до упора скорость воспроизведения не изменяется, но окно лупы быстро перемещается в сторону поворота. Функция, действующая при максимальном повороте, позволяет повторно воспроизвести только что пропущенную часть сигнала.

5. Для приостановки воспроизведения нажмите кнопку воспроизведения-паузы еще раз.



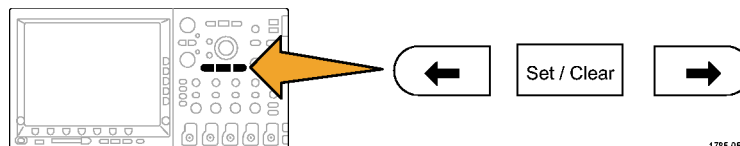
Поиск и метки в осциллограммах

На зарегистрированной осциллограмме можно пометить места, представляющие интерес. Эти метки помогают ограничить анализ отдельными частями осциллограммы. Области осциллограммы помечаются автоматически, если они удовлетворяют некоторым заданным условиям, либо нужные элементы осциллограммы помечаются вручную. Кнопки со стрелками позволяют перемещаться от метки к метке (от одного места, представляющего интерес, к другому). Автоматический поиск и установка меток осуществляется для многих из тех параметров, по которым выполняется запуск.

Метки поиска позволяют отметить область осциллограммы для дальнейшего использования. Метки можно расставлять автоматически, с помощью условий поиска. Поиск и установка меток выполняются с помощью поиска по заданным фронтам, длительности импульсов, огибающей, логическим состояниям, времени нарастания и спада и поиска по шине.

Чтобы установить или очистить (удалить) метки вручную, выполните следующие действия.

1. Вращая ручку панорамирования (внешняя ручка), переместите осциллограмму (или окно лупы) так, чтобы вывести на экран то место, где требуется поставить или удалить метку.



Для перехода к очередной (предыдущей или следующей) метке нажмите одну из кнопок со стрелкой (→) или (←).

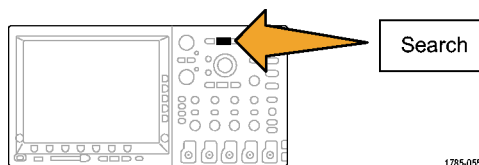
2. Нажмите кнопку **Установить/сбросить**.

Если в центре экрана нет метки поиска, метка добавляется.

3. Исследуйте осциллограмму, переходя от одной метки поиска к другой. Для перехода из одного маркированного положения в другое, не меняя настройки других элементов управления, нажмите кнопку со стрелкой (→) для перехода в следующее положение или (←) для перехода в предыдущее положение.
4. Удалите метку. Нажмите кнопку со стрелкой (→) или (←), чтобы перейти к метке, которую требуется удалить. Чтобы удалить текущую, расположенную в центре метку, нажмите кнопку **Установить/Сбросить**. Таким образом можно удалять метки, установленные как автоматически, так и вручную.

Чтобы выполнить автоматическую установку или очистку (удаление) меток, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Поиск**.



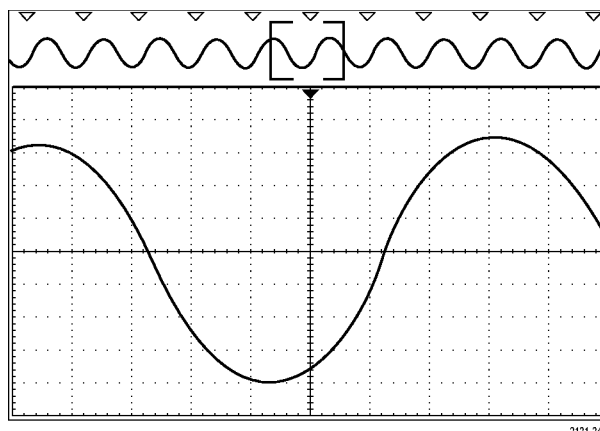
2. В нижнем экранном меню выберите нужный тип поиска.

Меню поиска аналогично меню синхронизации.



3. В боковом экранном меню включите поиск.

4. На экране места автоматической установки меток показаны пустыми треугольниками, а места установки пользовательских меток — сплошными треугольниками. Метки отображаются и в обычном представлении осциллограммы, и в окне лупы.
5. Можно выполнить быстрое исследование осциллограммы, перемещаясь от одной метки поиска к другой с помощью кнопок со стрелками (→) и (←) для перехода к следующему и предыдущему положению. Другой дополнительной настройки не требуется.



Советы.

- Можно скопировать настройки синхронизации, чтобы найти на зарегистрированной осциллограмме места, удовлетворяющие условиям синхронизации.
- Кроме того, можно скопировать условия поиска в настройки синхронизации.
- При сохранении осциллограммы вместе с настройками пользовательские метки также сохраняются.
- Автоматические метки поиска не сохраняются при сохранении осциллограммы. Однако их нетрудно восстановить путем повторного использования функции поиска.
- Критерии поиска сохраняются при сохранении настроек.

Элементы управления Wave Inspector обеспечивают следующие возможности поиска:

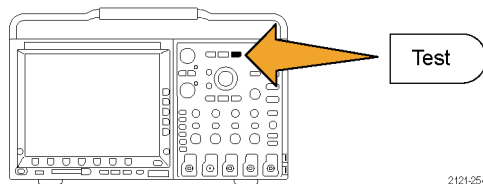
Поиск	Описание
По фронту	Поиск фронтов (нарастающих или нисходящих) с заданным пороговым уровнем.
По длительности импульса	Поиск положительных или отрицательных импульсов, ширина которых $>$, $<$, $=$ или $\neq$ заданному значению.
По огибающей	Поиск положительных или отрицательных импульсов, пересекающих одно пороговое значение амплитуды, но не пересекающих второе пороговое значение до повторного пересечения первого. Поиск всех импульсов огибающей или только тех, длительность которых $>$, $<$, $=$ или $\neq$ заданному значению.
По логическому сигналу	Поиск по логической модели (И, ИЛИ, НЕ-И или НЕ-ИЛИ) по нескольким осциллограммам, для каждого из входов можно задать уровень «Высокий», «Низкий» и «Безразлично». Поиск событий, когда функция принимает истинное или ложное значение или остается верной в течение периода времени, который $>$, $<$, $=$ или $\neq$ заданному значению. Кроме того, можно определить один из входов как вход синхрои́мпульсов для синхронного поиска (данных состояния).
По установке/фиксации	Поиск нарушения заданных пользователем значений времени установки и фиксации.

Поиск	Описание
По времени нарастания/спада	Поиск нарастающих или нисходящих фронтов длительностью $>$, $<$, $=$ или $\neq$ заданному значению.
По шине	Параллельная: поиск двоичного или шестнадцатеричного значения (только для осциллографов серии MSO4000) I²C: «Старт», «Повторный старт», «Стоп», «Нет подтверждения», «Адрес», «Данные» и «Адрес и данные». SPI: SS Active, MOSI, MISO, или MOSI и MISO CAN: поиск следующих типов «Старт кадра», «Тип кадра» (данные, удаленный, ошибка, перегрузка), «Идентификатор» (стандартный или расширенный), «Данные», «Идентификатор и данные», «Конец кадра», «Нет подтверждения» и «Ошибка битстаффинга». RS-232, RS-422, RS-485, UART: поиск следующих типов «Стартовый разряд передачи», «Стартовый разряд приема», «Конец пакета передачи», «Конец пакета приема», «Данные Tx», «Данные Rx», «Ошибка четности Tx» и «Ошибка четности». LIN: поиск следующих типов «Синхроимпульс», «Идентификатор», «Данные», «Идентификатор и данные», «Кадр активации», «Кадр перехода в режим ожидания», «Ошибка» FlexRay: поиск следующих типов «Начало кадра», «Тип кадра», «Идентификатор», «Счетчик циклов», «Поля заголовка», «Данные», «Идентификатор и данные», «Конец кадра», «Ошибка» Аудиосигнал: поиск «Выбор слова», «Данные». Разъем USB. Поиск «Синхронизация», «Сброс», «Приостановить», «Возобновить», «Конец пакета», «Пакет маркера (адреса)», «Пакет данных», «Пакет установления связи», «Специальный пакет» или «Ошибка»

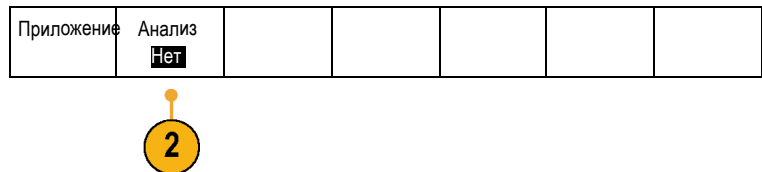
Анализ систем питания

Регистрация, изменение и анализ сигналов систем питания с помощью модуля анализа систем питания DPO4PWR. Чтобы воспользоваться этим приложением, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Тест**.



2. Нажмите кнопку **Анализ**.



3. С помощью кнопок бокового экранную меню выберите требуемую функцию анализа.

Можно выбрать качество питания, потери переключения, гармонические искажения, пульсацию, модуляцию, область устойчивой работы и компенсацию временного запаздывания. Более подробные сведения см. в *Руководстве по эксплуатации модулей анализа систем питания DPO3PWR и DPO4PWR*.

Сохранение и вызов информации

В осциллографе обеспечивается постоянное хранение настроек, осциллограмм и снимков экрана. Для сохранения данных файлов настройки и опорных осциллограмм используется внутреннее запоминающее устройство осциллографа.

Внешние запоминающие устройства, например носители CompactFlash и USB флэш-память, используются за сохранения настроек, осциллограмм и снимков экрана. Внешние запоминающие устройства используются для переноса данных на компьютер с целью дальнейшего анализа и архивации.

Структура внешнего файла. Если информация сохраняется на внешнем устройстве хранения, выберите соответствующее меню (например боковое экранное меню **В файл** для сохранения настроек и осциллограмм) и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы прокрутить структуру внешнего файла.

- D: – это карта CompactFlash
- E: – это USB флэш-память, подключенная в разъем USB на передней панели осциллографа
- F: и G: – это устройства USB флэш-памяти, подключенные к разъемам USB на задней панели осциллографа

Для прокрутки списка файлов воспользуйтесь многофункциональным регулятором **A**. Для открытия и закрытия папок используйте кнопку **Выбрать** на передней панели.

Имена файлов.

Файлам, создаваемым в осциллографе, по умолчанию присваиваются имена в следующем формате:

- tekXXXXX.set для файлов настройки, где XXXXX – целое число от 00000 до 99999
- tekXXXXX.png, tekXXXXX.bmp или tekXXXXX.tif для файлов с экранными снимками
- tekXXXXYYY.csv для файлов электронной таблицы или tekXXXXYYY.isf для файлов внутреннего формата

Для осциллограмм XXXX – это целое число от 0000 до 9999. YYY – канал осциллограммы и он может быть одним из следующих:

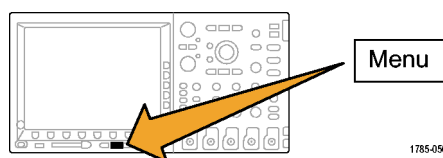
- CH1, CH2, CH3 или CH4 – для аналоговых каналов
- D00, D01, D02, D03 и так далее до D15 – для цифровых каналов
- MTH – для расчетной осциллограммы
- RF1, RF2, RF3 или RF4 – для осциллограмм, хранящихся в опорной памяти
- ALL – для одного файла электронной таблицы, содержащей несколько каналов, при выборе команды «Save All Waveforms» (Сохранить все осциллограммы)

ПРИМЕЧАНИЕ. В файле ISF можно сохранять только аналоговые каналы и осциллограммы, полученные из аналоговых каналов (например, расчетные и опорные). При сохранении в формате ISF всех каналов будет сохраняться группа файлов. Каждый из них будет иметь одинаковое значение для XXXX, но в качестве значений YYY будут установлены номера различных каналов, которые были включены при выполнении команды «Save All Waveforms» (Сохранить все осциллограммы).

Например, первому сохраненному файлу присваивается имя tek00000. Следующему файлу этого же типа присваивается имя tek00001.

Изменение названий файлов, каталогов, опорных осциллограмм и настроек прибора. Присваивайте файлам описательные имена, удобные для распознавания. Чтобы изменить названия файлов, каталогов, опорных осциллограмм и настроек прибора, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Save / Recall Menu**.

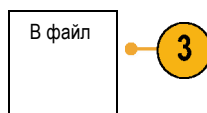


2. Нажмите кнопку **Сохранить снимок экрана, Сохранить осциллограмму** или **Сохранить текущие настройки**.

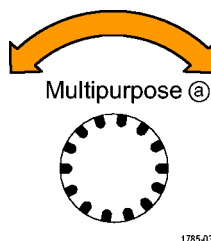
Сохранить снимок экр.	Сохранить осцилл.	Сохран. текущ. настройки	Вызов осцилл.	Вызвать настройки	Назначить Save для настроек	Управление файлами
-----------------------	-------------------	--------------------------	---------------	-------------------	------------------------------------	--------------------



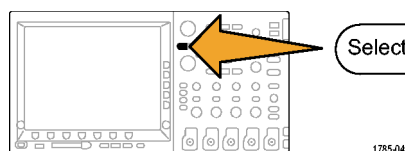
3. Для файлов осциллограмм или настройки перейдите в диспетчер файлов, нажав в боковом экранном меню кнопку **В файл**.



4. Для перемещения по файловой структуре используйте многофункциональный регулятор **A**. (См. стр. 138, *Структура внешнего файла*.)



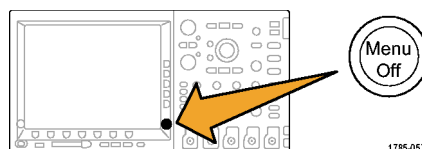
5. Чтобы открыть или закрыть папку, нажмите кнопку **Выбор**.

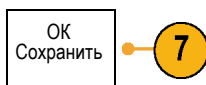


6. Нажмите кнопку **Изменить имя файла**.

Измените имя файла точно так же, как изменяли метки для каналов. (См. стр. 46, *Обозначения каналов и шин*.)

7. Чтобы отменить сохранение, нажмите кнопку **Menu Off** или для завершения сохранения выберите в боковом экранном меню пункт **OK Сохранить**.

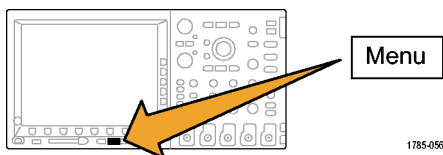




Сохранение снимка экрана

Снимок экрана представляет собой графическое изображение экрана осциллографа. Он отличается от данных осциллограммы, состоящих из числовых значений для каждой точки осциллограммы. Чтобы сохранить снимок экрана, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Save / Recall Menu**.
Кнопку **Save** пока не нажимайте.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить снимок экрана**.

Сохранить снимок экр.	Сохранить осцилл.	Сохранение текущих настроек	Вызов осцилл.	Вызвать настройки	Назначить Save для настроек	Управление файлами
-----------------------------	----------------------	-----------------------------------	------------------	----------------------	-----------------------------------	-----------------------



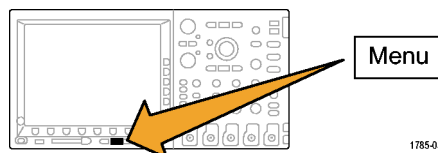
- | | | |
|--|---|---|
| | Сохранить снимок экр. | |
| 3. В боковом экранном меню повторными нажатиями кнопки Формат файла выберите один из следующих форматов: .tif, .bmp или .png. | Формат файла
.png | 3 |
| 4. Нажмите кнопку Ориентация и выберите альбомную (горизонтальную) или книжную (вертикальную) ориентацию сохраняемого изображения. | Ориентация
  | 4 |
| 5. Нажмите кнопку экономичный режим , чтобы включить или выключить Экономичный режим . Когда этот режим включен, изображение печатается на белом фоне. | Эк. черн.
Вкл Выкл | 5 |
| 6. Чтобы задать новое имя файла со снимком экрана, нажмите кнопку Изменить имя файла . Чтобы оставить имя по умолчанию, пропустите этот шаг. | Изменить имя файла | 6 |
| 7. Чтобы записать снимок экрана на выбранный носитель, нажмите кнопку ОК Сохран. снимок . | ОК
Сохран. снимок | 7 |

Сведения о распечатке снимков экрана и осциллограмм см. в разделе *Настройка для печати*. (См. стр. 147, *Настройка для печати*.)

Сохранение и вызов данных осциллограммы

В данных осциллограммы представлены числовые значения для всех точек осциллограммы. В этом случае копируются данные, а не графическое изображение на экране. Чтобы сохранить данные текущей осциллограммы или вызвать ранее сохраненные данные осциллограммы, надо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Save / Recall Menu**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить осциллограмму** или **Вызов осциллограммы**.

Сохранить снимок экр.	Сохранить осцил.	Сохран. текущ. настройки	Вызов осцил.	Загрузка сохран. настройки	Назначить Save для осциллограммы	Управление файлами
-----------------------	------------------	--------------------------	--------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------

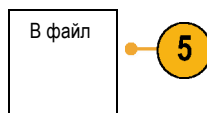
ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф может сохранять цифровые осциллограммы в файлы формата CSV, но не в опорной памяти. На осциллографе невозможно восстановить цифровые осциллограммы.



3. Выберите одну или все осциллограммы.
4. В появившемся боковом экранном меню выберите место для сохранения данных осциллограммы или место, откуда их требуется вызвать.

Сохраните информацию во внешний файл на карте CompactFlash или в флэш-памяти USB. Кроме того, сохраните информацию во внутренней памяти осциллографа в одном из двух файлов опорной памяти у 2-канальных моделей или в одном из четырех справочных файлов у 4-канальных моделей.

- Для сохранения на карте CompactFlash или в USB флэш-памяти нажмите кнопку **В файл**.



Появится экран диспетчера файлов. На этом экране введите имя файла. Если используется имя и местоположение файла по умолчанию, пропустите этот шаг.

Сохранение осциллограммы в файле. При нажатии в боковом экранном меню кнопки **В файл** осциллограф изменяет содержание этого меню. В следующей таблице описаны пункты бокового экранного меню, предназначенные для сохранения данных в файл на внешнем запоминающем устройстве.

Кнопка бокового экранного меню	Описание
Внутренний формат файла (.ISF)	Предписывает осциллографу сохранять данные осциллограмм из аналоговых каналов (а также расчетные и опорные осциллограммы, полученные из аналоговых каналов) во внутреннем формате для сохранения файлов (ISF). Запись в файл такого формата осуществляется быстрее, а сам файл занимает меньше места. Этот формат файлов следует использовать, если впоследствии предполагается загрузка осциллограммы в опорную память для просмотра и проведения измерений. Осциллограф не может сохранять цифровые осциллограммы в формате ISF.
Отображение опорной осциллограммы	Сохранение данных осциллограммы на диск в файле данных с разделением запятыми, совместимом с большинством редакторов электронных таблиц. Такой файл невозможно загрузить в опорную память.

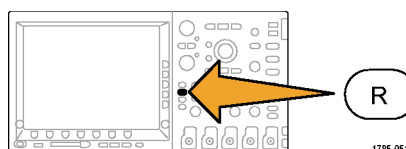
Сохранение аналоговой осциллограммы в опорной памяти. Чтобы сохранить осциллограмму во внутренней энергонезависимой памяти осциллографа, выберите осциллограмму, которую требуется сохранить, нажмите кнопку экранного меню **Сохранить осциллограмму**, затем выберите одно из мест размещения опорной осциллограммы. В четырехканальных моделях имеется четыре таких места. В двухканальных моделях таких мест два.

Сохраненные осциллограммы содержат только последние собранные данные. Данные шкалы серого, если они присутствуют, не сохраняются.

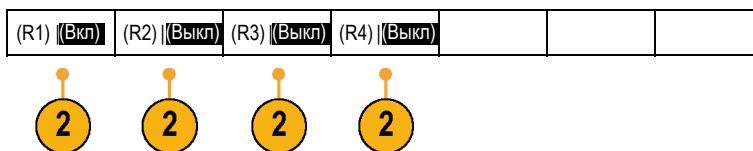
ПРИМЕЧАНИЕ. Опорные осциллограммы объемом 10 млн выборок хранятся в энергонезависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

Отображение опорной осциллограммы. Чтобы вывести на экран осциллограмму, сохраненную в энергонезависимой памяти, выполните следующие действия.

- Нажмите кнопку **Опорный**.

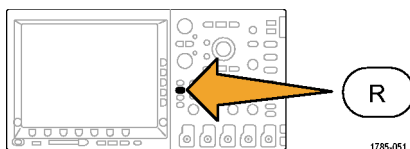


2. Нажмите кнопку **R1**, **R2**, **R3** или **R4**.

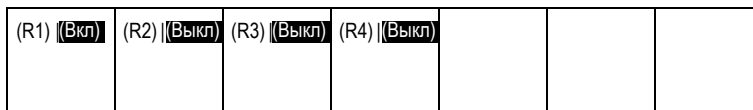


Удаление опорной осциллограммы с экрана. Чтобы удалить с экрана опорную осциллограмму, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Опорный**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **R1**, **R2**, **R3** или **R4**, чтобы удалить опорную осциллограмму с экрана.

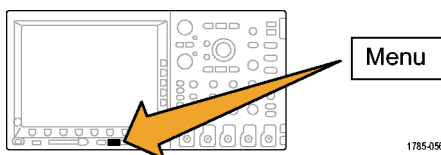


Опорная осциллограмма по-прежнему остается в энергонезависимой памяти и может быть отображена повторно.

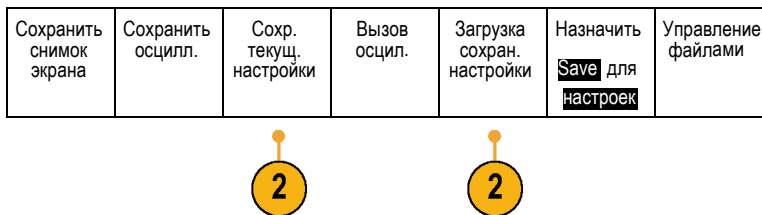
Сохранение и вызов настроек

Настройки содержат сведения о сборе данных, например о параметрах по горизонтали и по вертикали, синхронизации, курсорах и измерениях. Сведения, касающиеся обмена данными, например адреса GPIB в их состав не включаются. Чтобы сохранить параметры настройки, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Save / Recall Menu**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить текущ. настройки** или **Загрузка сохран. настройки**.



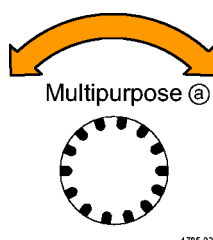
3. В появившемся боковом экранном меню выберите место для сохранения настроек или место, откуда их требуется вызвать.

Чтобы сохранить сведения о настройке в одной из десяти областей памяти настроек осциллографа, нажмите соответствующую кнопку в боковом экранном меню.

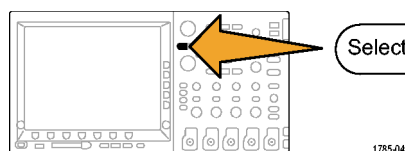
Чтобы сохранить сведения о настройке в файл на карте CompactFlash или в запоминающем устройстве USB, нажмите кнопку **В файл**.



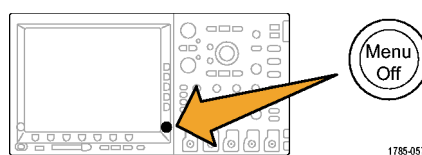
4. При сохранении информации на карте CompactFlash или в USB флэш-памяти для перемещения по файловой структуре поверните многофункциональный регулятор **A**. (См. стр. 138, *Структура внешнего файла*.)



Чтобы открыть или закрыть папку, нажмите кнопку **Выбор**.



Чтобы отменить сохранение, нажмите кнопку **Menu Off**, чтобы завершить сохранение, нажмите в боковом экранном меню кнопку **Сохранить в выбранный файл**.



5. Сохраните файл.

Сохранить
в
выбранный
файл

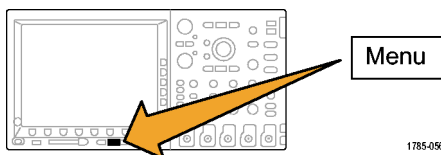
Советы

- **Загрузка стандартных настроек.** Для возврата к заданным настройкам осциллографа по умолчанию служит кнопка **Настройка по умолчанию**. (См. стр. 48, *Использование настройки по умолчанию*.)

Сохранение одним нажатием кнопки

После задания параметров сохранения и вызова с помощью кнопки и меню «Save/Recall Menu» (Сохранить/Вызвать меню) сохранение в файлы можно выполнять одним нажатием кнопки **Save** (Сохранить). Например, если задано сохранение данных осциллограммы в запоминающем устройстве USB, при каждом нажатии кнопки **Save** данные текущей осциллограммы сохраняются в заданном запоминающем устройстве USB.

1. Чтобы задать действие кнопки «Save», нажмите кнопку **Save/Recall Menu**.



2. Нажмите кнопку **Назначить Save**.

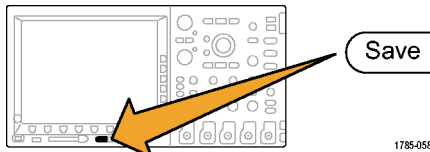
Сохранить снимок экрана	Сохранить осцилл.	Сохран. текущ. настройки	Вызов осцил.	Вызвать настройки	Назначить Save для настроек	Управление файлами
-------------------------	-------------------	--------------------------	--------------	-------------------	---	--------------------

2

3. Выберите действие, которое требуется назначить кнопке **Save**.

Назначить Save для
снимка экрана
осциллогр.
настройки

4. Теперь при каждом нажатии кнопки **Save** осциллограф будет выполнять заданное действие без перехода по меню.



Настройка для печати

Чтобы распечатать изображение, выведенное на экран осциллографа, выполните следующие действия.

Подсоединение принтера к осциллографу

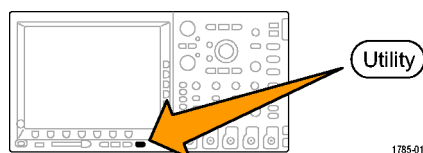
Подключите принтер, не являющийся принтером PictBridge, к USB-порту на задней или передней панели осциллографа. Можно также подключить принтер PictBridge к порту USB-устройств, расположенному на задней панели, или подключить сетевой принтер через порт Ethernet.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перечень совместимых принтеров см. на веб-странице www.tektronix.com/printer_setup.

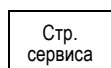
Настройка параметров печати

Чтобы настроить осциллограф для печати, выполните следующие действия.

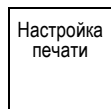
1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Настройка печати**.



4. Если требуется заменить принтер по умолчанию, нажмите кнопку **Выбор принтера**.

Перемещение по списку имеющихся принтеров выполняется с помощью многофункциональной ручки **A**.

Чтобы выбрать нужный принтер, нажмите кнопку **Выбор**.

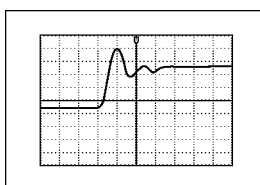
Чтобы добавить в список USB-принтер, не являющийся принтером PictBridge, подключите его к хост-порту USB. Осциллограф автоматически распознает большинство принтеров.

О том, как установить USB-принтер PictBridge, см. в следующем разделе.

О том, как добавить в список принтер Ethernet, см. в данном разделе. (См. стр. 149, *Печать через Ethernet*.)

5. Выберите ориентацию изображения (книжную или альбомную).

Стр. сервиса Настр. печати	Выбор принтера PictBridge	Ориентация Альбомная	Эк. черн. Вкл.	Настройки принтера PictBridge		
-------------------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------	----------------------------------	--	--



2121-237

Альбомная

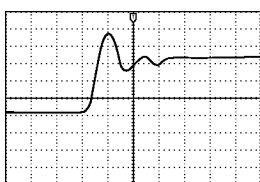


1785-116b

Книжная

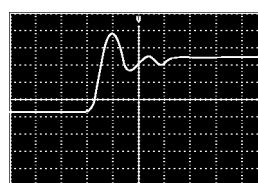
6. Для параметра **Экономичный режим** выберите **Вкл** или **Выкл**.

Если выбрано **Вкл**, печать производится на белом фоне.



1785-145a

Эк. черн. включен



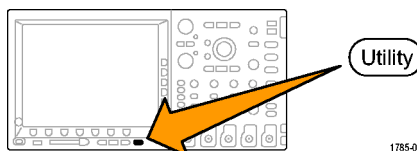
1785-145b

Эк. черн. выключен

Печать на принтере PictBridge

Чтобы настроить осциллограф для печати на принтере PictBridge, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Utility**.



1785-011

2. Нажмите кнопку **Стр.сервиса**.

Стр.сервиса



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Вв./Выв.**

Вв./Выв.

4. Нажмите кнопку **USB**.

Стр.сервиса	USB	Настр. сети Ethernet	GPIB			
Вв./Выв.	Принтер		1			



5. Нажмите кнопку **Подсоедин. к принтеру PictBridge**.

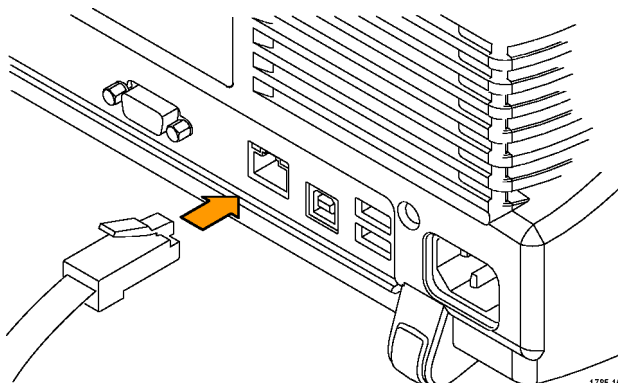
Устр-во USB Порт
Подключить к компьютеру
Подсоедин. к принтеру PictBridge
Выключено (шина выкл)



Печать через Ethernet

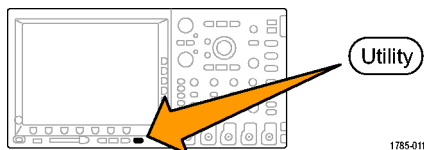
Чтобы настроить осциллограф для печати через Ethernet, выполните следующие действия.

1. Подсоедините кабель Ethernet к разъему Ethernet на задней панели.

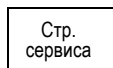


1785-103

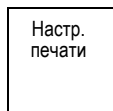
2. Нажмите кнопку **Utility**.



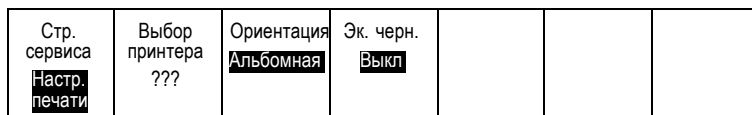
3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



4. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Принтер**.



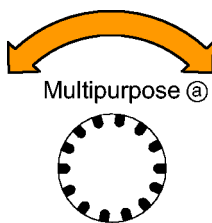
5. Нажмите кнопку **Выбор принтера**.



6. Нажмите кнопку **Добавить сетевой принтер**.



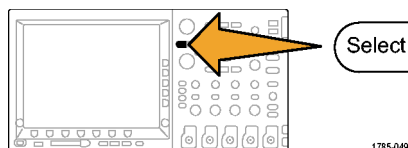
7. Поворачивая многофункциональную ручку **A**, выберите в списке букв, цифр и других знаков первый знак имени принтера, который требуется ввести. Если используется USB-клавиатура, то для выбора положения точки ввода воспользуйтесь клавишами со стрелками и введите имя принтера. (См. стр. 27, Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры.)



1785-039

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
0123456789_+!@#%&*(){}<>/~'\|:;.,?

8. Нажмите кнопку **Выбор** или **Ввести символ**, чтобы указать, что нужный символ выбран.



1785-049

При необходимости имя можно изменить с помощью кнопок нижнего экранного меню.

Вв. симв.		←	→	Удалить слева	Удалить	Очистить
-----------	--	---	---	---------------	---------	----------

9. Продолжайте выбирать символы и нажимать кнопку **Выбор** до тех пор, пока не будут введены все нужные символы.

10. Нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить указатель ввода символов на строку ниже, в поле **Имя сервера**.

11. Поворотом многофункциональной ручки **A** и нажатием кнопки **Выбор** или **Ввод символа** введите имя.

12. Если требуется, нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить указатель ввода символов на строку ниже, в поле **IP-адрес сервера**:

Добавить принтер
↑
↓
OK Принять

13. Поворотом многофункциональной ручки **A** и нажатием кнопки **Выбор** или **Ввод символа** введите имя.

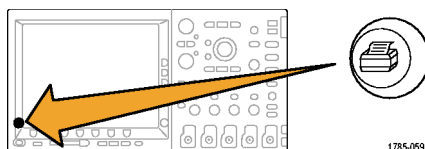
14. Выполнив эти действия, нажмите кнопку **OK Принять**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если к осциллографу одновременно подключено несколько принтеров, печать производится на принтере, указанном в пункте меню «Utility > Стр. сервиса > Настройка печати > Выбор принтера».

Печать одним нажатием кнопки

После подключения принтера к осциллографу и настройки параметров принтера можно распечатать текущий снимок экрана одним нажатием кнопки.

Нажмите кнопку со значком принтера, расположенную в левом нижнем углу передней панели.



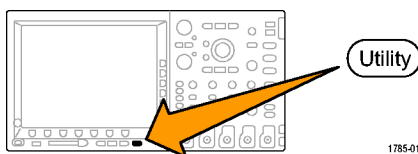
Очистка памяти осциллографа

Функция TekSecure позволяет стирать все настройки и осциллограммы, сохраненные в энергонезависимой памяти. Если на осциллографе были зарегистрированы данные, доступ к которым посторонних лиц нежелателен, перед продолжением работы можно воспользоваться функцией TekSecure. Функция TekSecure выполняет следующие действия.

- Замена всех зарегистрированных сигналов нулевыми значениями во всех типах памяти.
- Удаление текущих настроек параметров и замена их значениями по умолчанию.
- Отображение на экране подтверждения или предупреждения, в зависимости от успешного или неудачного окончания проверки.

Чтобы использовать TekSecure, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility**.



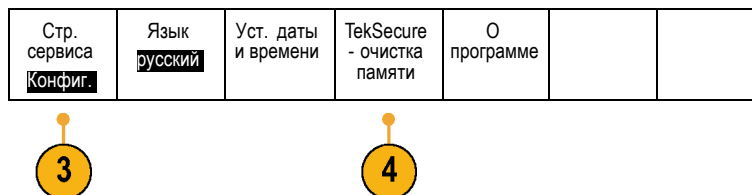
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**

Конфиг.

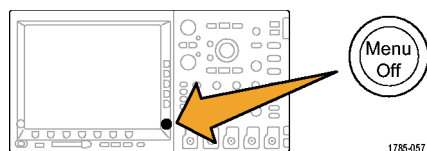
4. Нажмите кнопку **TekSecure**.



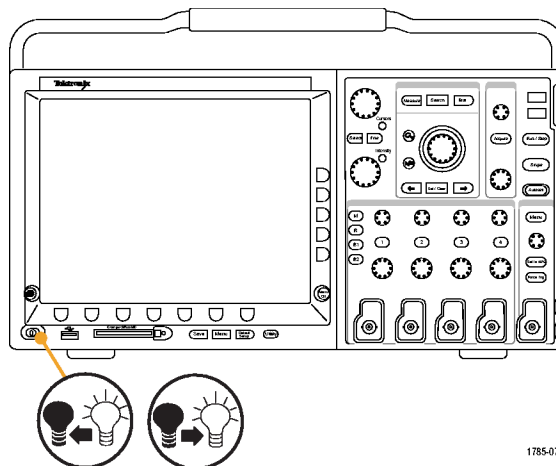
5. В боковом экранном меню нажмите кнопку **OK** **Очистить настройку и оперативную память.**



Для отмены процедуры нажмите кнопку **Menu Off**.



6. Чтобы завершить процедуру, выключите осциллограф и снова включите его.



Использование прикладных модулей

Дополнительные пакеты прикладных модулей позволяют расширить возможности осциллографа. (См. стр. 14, *Бесплатное опробование прикладных модулей*.) Одновременно можно установить до четырех прикладных модулей. (См. стр. 15, *Установка модуля прикладных программ*.)

См. руководство *Инструкция по установке прикладного модуля осциллографов Tektronix серии 4000*, которое поставляется с прикладным модулем и предоставляет инструкции по установке и тестированию прикладного модуля. Некоторые модули описаны в следующем списке. Кроме того, могут быть доступны дополнительные модули. Для получения дополнительных сведений обратитесь к представителю компании Tektronix или посетите веб-узел по адресу www.tektronix.com. Кроме того, обратитесь к разделу *Как связаться с компанией Tektronix* в начале данного руководства.

- **Модуль последовательной синхронизации и анализа аудиосистем DPO4AUDIO** позволяет выполнять синхронизацию на шинах I²S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа для автомобилей DPO4AUTO** содержит средства синхронизации по информации на уровне пакета для последовательных шин, используемых в автомобильных системах (CAN и LIN), а также эффективные средства анализа последовательных шин. В число этих средств входят цифровые представления сигнала, представления шин, декодирование пакетов, средства поиска, а также таблицы событий с информацией временных меток.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа DPO4AUTOMAX для шин FlexRay, CAN и LIN** обеспечивает функции модуля DPO4AUTO и дополнительно поддержку последовательной шины FlexRay.

ПРИМЕЧАНИЕ. LIN и FlexRay работают на осциллографах DPO4000 с серийным номером, большим C020000, и на всех осциллографах MSO4000.

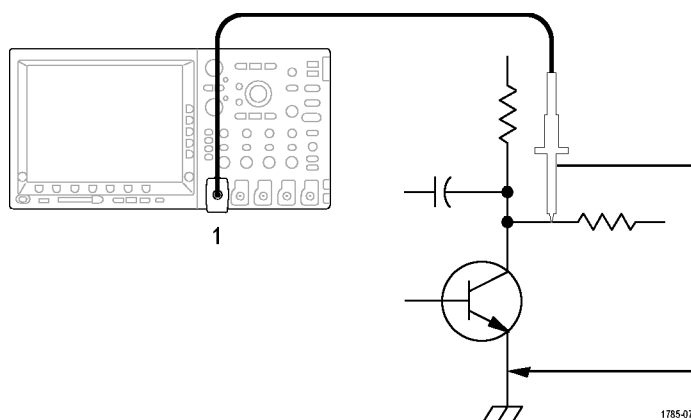
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа DPO4COMP для компьютера** содержит средства синхронизации по информации на уровне байтов или пакетов для шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART, а также эффективные средства анализа последовательных шин. В число этих средств входят цифровые представления сигнала, представления шин, декодирование пакетов, средства поиска, а также таблицы событий с метками времени.
- **Модуль встроенной последовательной синхронизации и анализа DPO4EMBD** содержит средства синхронизации по информации на уровне пакета для последовательных шин, используемых во встроенных системах (I²C и SPI), а также эффективные средства анализа последовательных шин. В число этих средств входят цифровые представления сигнала, представления шин, декодирование пакетов, средства поиска, а также таблицы событий с информацией временных меток.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа USB 2.0 DPO4USB** добавляет синхронизацию на низкоскоростных и высокоскоростных шинах USB. Высокоскоростная шина USB синхронизируется только по фронту сигнала.
- **Модуль анализа питания DPO4PWR** поддерживает измерение качества питания, потерь переключения, гармонических искажений, пульсации, модуляции, области устойчивой работы и скорости нарастания (dV/dt и dI/dt).
- **Улучшенный видеомодуль DPO4VID** обеспечивает синхронизацию ряда сигналов в стандарте HDTV, а также пользовательских (нестандартных) двух- и трехуровневых видеосигналов с количеством строк от 3000 до 4000.

Примеры применения

В этом разделе описываются способы применения прибора при решении как обычных, так и более сложных задач, возникающих в процессе устранения неполадок.

Выполнение простых измерений

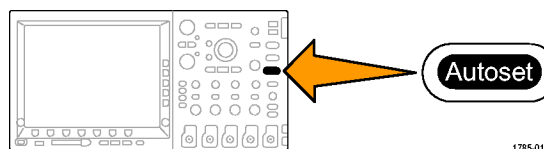
Если требуется просмотреть проходящий в контуре сигнал, амплитуда или частота которого неизвестна, подключите к сигналу пробник, соединенный с каналом 1 осциллографа. Затем выведите сигнал на экран и измерьте его частоту и амплитуду.



Использование автоматической установки

Чтобы быстро вывести сигнал на экран, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



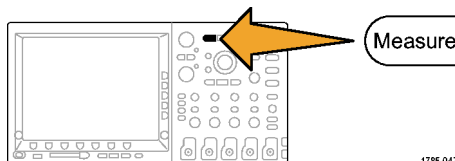
Осциллограф автоматически установит параметры управления сигналом (по вертикали, по горизонтали и синхронизацию). Для оптимизации отображения сигнала любой из этих параметров можно корректировать вручную.

При использовании более одного канала автоматически устанавливаются параметры сигнала по вертикали для каждого канала, а для установки параметров по горизонтали и параметров синхронизации используется активный канал с наименьшим номером.

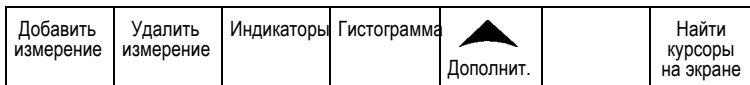
Использование автоматических измерений

Осциллограф позволяет выполнять автоматические измерения большинства отображаемых сигналов. Чтобы измерить частоту и амплитуду сигнала, выполните следующие действия.

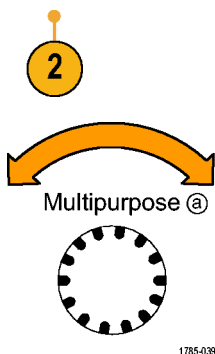
1. Нажмите кнопку **Измерения**.



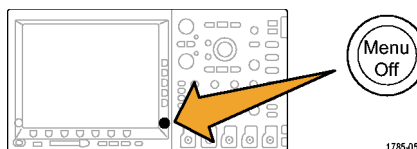
2. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.



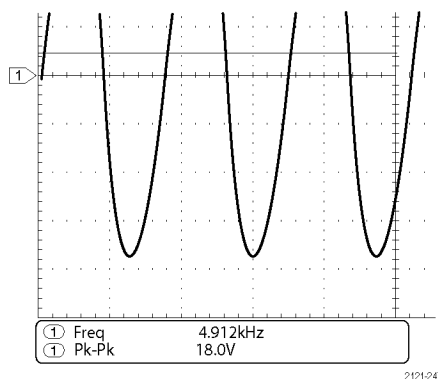
3. При необходимости нажмите кнопку **Источник** в боковом экранном меню и поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать канал для измерения. Поверните многофункциональный регулятор **b**, чтобы выбрать измерение **Частота**. Нажмите кнопку **ОК Добавить измерение** в боковом экранном меню. Повторите эту процедуру для выбора другого канала — измерения **Размах** — и снова нажмите кнопку **ОК Добавить измерение**.



4. Нажмите кнопку **Menu Off**.

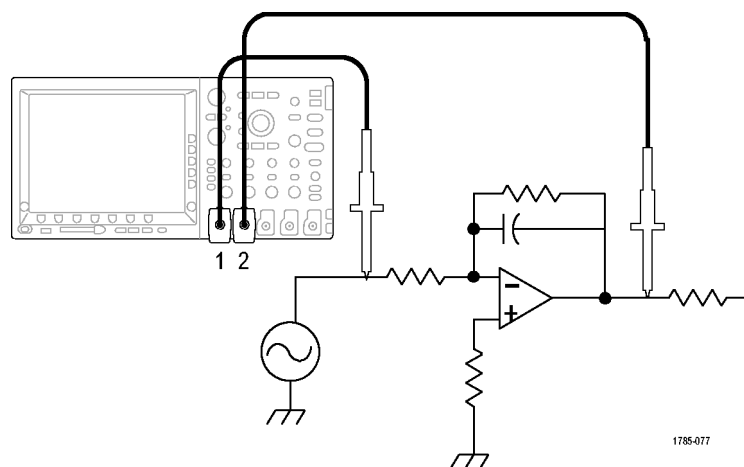


5. Обратите внимание, что результаты измерений отображаются на экране, обновляясь по мере изменения сигнала.



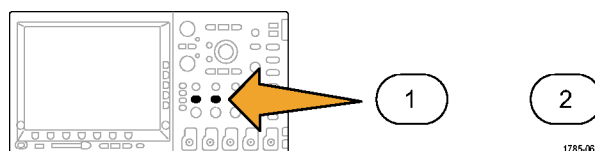
Измерение двух сигналов

В данном примере требуется измерить коэффициент усиления усилителя звукового сигнала в проверяемом устройстве. Имеется генератор звукового сигнала, подающий испытательный сигнал на вход усилителя. Подсоедините два канала осциллографа к входу и выходу усилителя, как показано ниже. Измерьте оба уровня сигнала и используйте полученные значения для расчета коэффициента усиления.

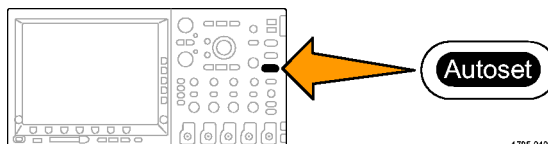


Чтобы вывести на экран сигналы, поступающие по каналам 1 и 2, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопки, соответствующие каналам 1 и 2, чтобы активизировать оба канала.

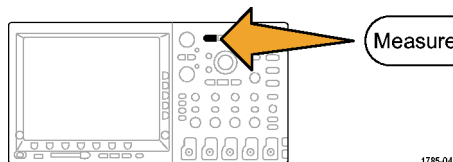


2. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



Чтобы выбрать измерения для этих двух каналов, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**, чтобы вывести меню измерений.

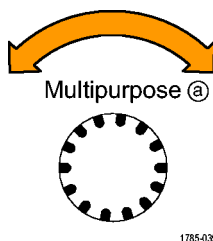


2. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.

Добавить измерение	Удалить измерение	Индикаторы	Гистограмма			Найти курсоры на экране
				Дополнит.		



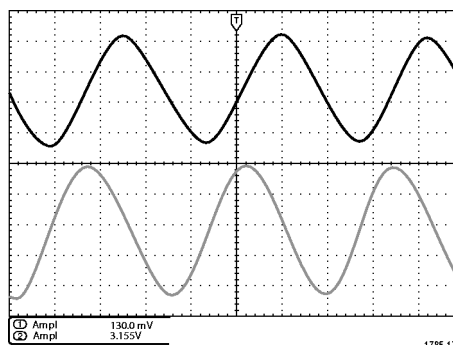
3. При необходимости нажмите в боковом меню кнопку **Источник** и поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать канал **1**. Поверните многофункциональный регулятор **b**, чтобы выбрать измерение **Амплитуда**. Нажмите кнопку **ОК Добавить измерение** в боковом экранном меню. Повторите это действие, чтобы выбрать канал **2**, и снова нажмите кнопку **ОК Добавить измерение**.



4. Рассчитайте коэффициент усиления усилителя с помощью следующих уравнений:

$$\text{Усиление} = (\text{амплитуда выходного сигнала} / \text{амплитуда входного сигнала}) = (3,155 \text{ В} / 130,0 \text{ мВ}) = 24,27$$

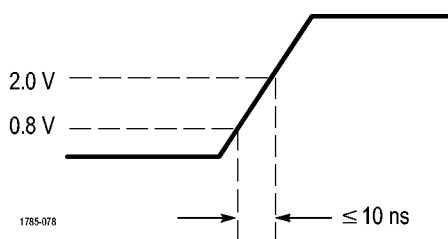
$$\text{Усиление (дБ)} = 20 \times \log(24,27) = 27,7 \text{ дБ}$$



Настройка измерений

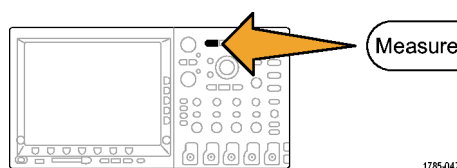
В данном примере требуется проверить подаваемый на цифровое устройство сигнал на соответствие техническим характеристикам этого устройства.

Допустим, время перехода с низкого логического уровня (0,8 В) на высокий логический уровень (2,0 В) не должно превышать 10 нс.

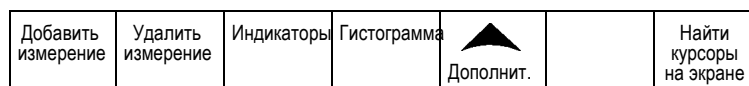


Чтобы выбрать измерение времени нарастания:

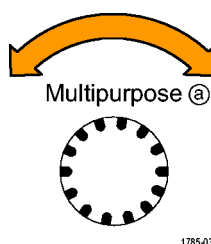
1. Нажмите кнопку **Измерения**.



2. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.



3. При необходимости нажмите кнопку **Источник** в боковом экранном меню и поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать канал для измерения. Поверните многофункциональный регулятор **b**, чтобы выбрать измерение **Вр. нараст.** Нажмите кнопку **ОК** **Добавить измерение** в боковом экранном меню.



4. Нажимайте кнопку **Дополнит.**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Опорные уровни**.

5. Нажмите кнопку **Установка уровней**, чтобы выбрать **единицы измерения**.

6. Нажмите кнопку **Верхний опорный уровень** и поверните многофункциональную ручку **A**, чтобы установить значение 2,00 В. При необходимости нажмите кнопку **Точно**, чтобы изменить чувствительность многофункциональной ручки.

7. Нажмите кнопку **Нижний опорный уровень** и поверните многофункциональную ручку **A**, чтобы установить значение 800 мВ. При необходимости нажмите кнопку **Точно**, чтобы изменить чувствительность многофункциональной ручки.

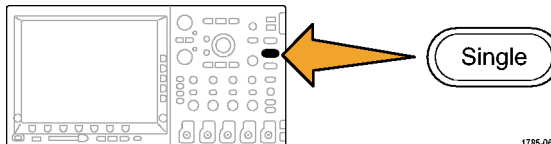
Опорные уровни
Уст. уровни в % ед
Высокий (a) 2,00 В
Средний
Низкий (a) 800 мВ

Обычно время нарастания измеряется между точками сигнала на уровне 10% и 90% от амплитуды. При измерениях времени нарастания эти опорные уровни используются осциллографом по умолчанию. Однако в данном примере требуется измерить время, за которое сигнал изменяется от 0,8 В до 2,0 В.

Время нарастания можно измерять как время перехода сигнала между любыми двумя произвольно устанавливаемыми уровнями. Каждый из этих опорных уровней можно установить в процентах амплитуды сигнала или в единицах измерения по вертикальной оси (таких, как вольты или амперы).

Измерение конкретных событий. Теперь требуется просмотреть импульсы входящего цифрового сигнала, длительность которых меняется, что затрудняет установку стабильной синхронизации. Чтобы просмотреть моментальный снимок цифрового сигнала, выполните следующие действия.

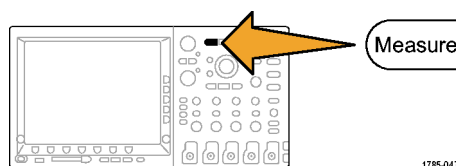
1. Чтобы зарегистрировать одиночный сигнал, нажмите кнопку **Однократный**. Это предполагает, что осциллограф будет выполнять синхронизацию с текущими настройками.



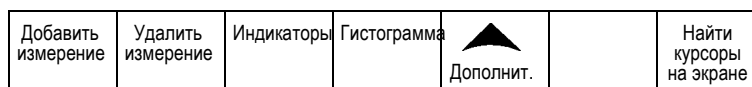
1785-061

Теперь требуется измерить длительность каждого из отображаемых импульсов. Для выбора конкретного измеряемого импульса можно использовать стробирование. Чтобы измерить второй импульс, выполните следующие действия.

2. Нажмите кнопку **Измерения**.



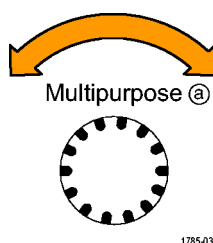
3. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.



3

5

4. При необходимости нажмите кнопку **Источник** в боковом экранном меню и поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать канал для измерения. Поверните многофункциональный регулятор **b**, чтобы выбрать измерение **Длит. пол. импульса**. Нажмите кнопку **ОК Добавить измерение** в боковом экранном меню.

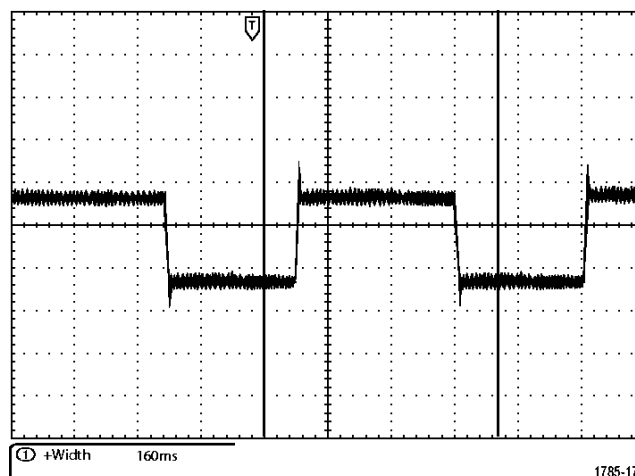


5. Нажимайте кнопку **Дополнит.**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Стробирование**.

6. Чтобы перейти в режим стробирования измерений с помощью курсоров, выберите **Между курсорами**.

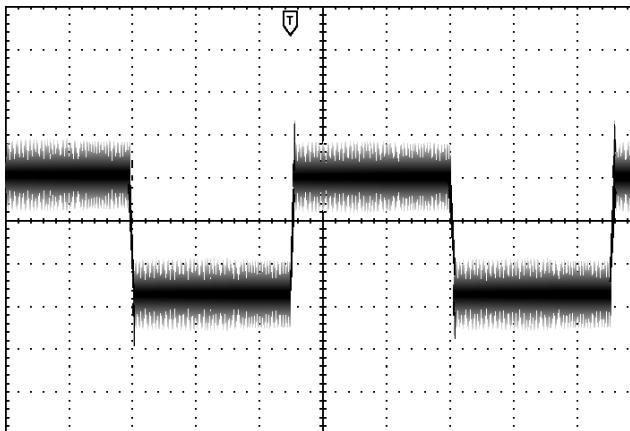


7. Поместите один курсор слева, а другой — справа от второго импульса.
8. Просмотрите результат измерения длительности второго импульса (160 мс).



Анализ сигнала

В данном примере требуется подробно проанализировать сигнал с высоким уровнем шума, отображаемый на осциллографе. Ожидается, что сигнал содержит гораздо больше данных, чем отображается на экране в данный момент.

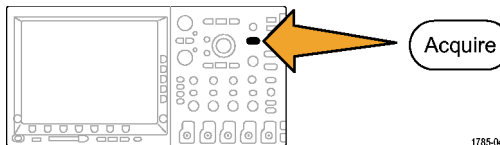


1785-175

Просмотр сигнала с высоким уровнем шума

По внешнему виду сигнала может показаться, что в контуре слишком высокий уровень шума. Чтобы лучше проанализировать этот шум, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Сбор данных**.



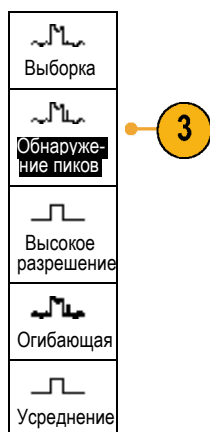
1785-046

2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Режим**.

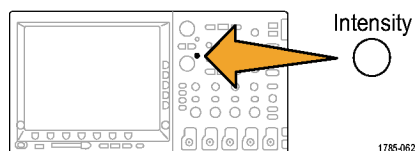
Режим Выборка	Длина памяти 10k	Delay (Задержка) Вкл. Выкл.	Уст. положение по горизонтали в 10%	Отобр. осцил	Вывод по XY Выкл.	
------------------	------------------------	-----------------------------------	---	-----------------	-------------------------	--

2

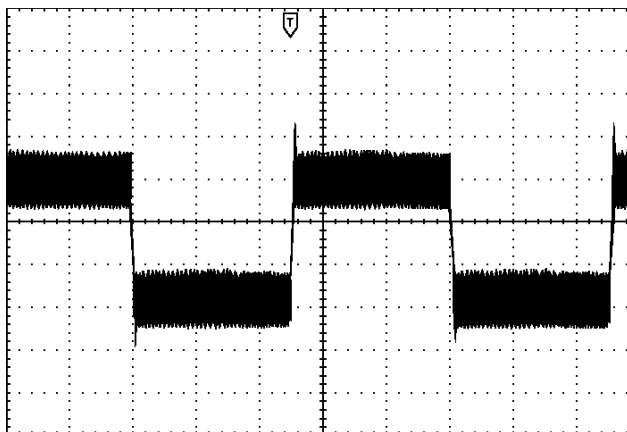
3. Нажмите кнопку **Обнаружение пиков**.



4. Настройте просмотр шума, нажав кнопку **Яркость** и воспользовавшись многофункциональной ручкой **a**.



5. Просмотрите результаты на экране. В режиме обнаружения пиков подчеркиваются шумовые составляющие сигнала, имеющие ширину меньше 1 нс, даже если установлена медленная развертка по времени.



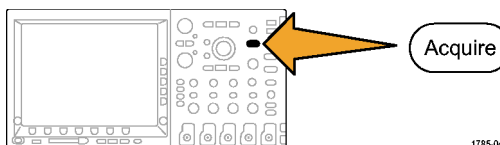
1785-174

Сведения о режиме обнаружения пиков и других режимах регистрации данных см. выше в настоящем руководстве. (См. стр. 50, *Основные понятия регистрации сигнала*.)

Отделение сигнала от шума

Теперь требуется проанализировать форму сигнала, игнорируя шум. Чтобы снизить уровень случайного шума на экране осциллографа, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Сбор данных**.



1785-046

2. Нажмите кнопку **Режим**.

Режим Выборка	Длина памяти 10K	Delay (Задержка) Вкл. Выкл.	Уст. положение по горизонтали в 10%	Отобр. осцил.	Вывод по XY Выкл.	
------------------	---------------------	--------------------------------	--	---------------	----------------------	--

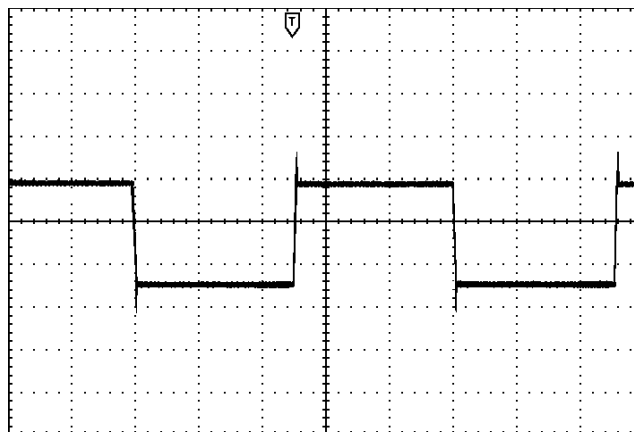
2

3. Нажмите кнопку **Усреднение** бокового экранного меню.



3

При усреднении уровень случайного шума снижается, что облегчает просмотр сигнала. В примере справа после удаления шума проявились переходные колебательные процессы на нарастающем и нисходящем фронтах сигнала.

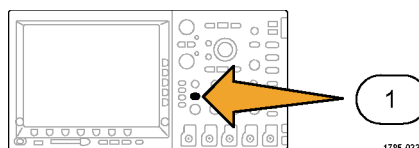


1785-176

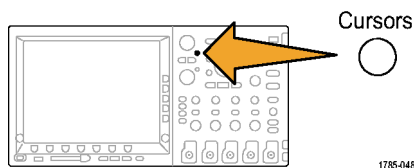
Выполнение курсорных измерений

Для быстрого выполнения измерений осциллограмм можно использовать курсоры. Чтобы измерить частоту переходного колебательного процесса на нарастающем фронте сигнала, выполните следующие действия.

1. Чтобы выбрать сигнал из канала 1, нажмите кнопку канала 1.



2. Для включения курсоров и отображения меню «Курсоры» нажмите и удерживайте кнопку **Курсоры**.

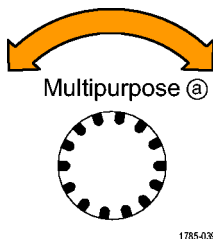


3. Нажмите кнопку **Синхронный**, чтобы установить параметру «Синхронный» значение **Выкл**.
4. Нажмите кнопку **Уст. курсоры на экран**.
5. Нажмите кнопку **Единицы курсоров**.

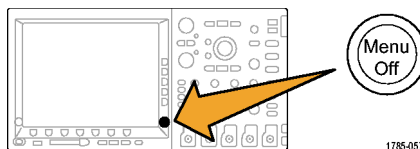
Курсоры Осциллогр. Экран	Линии По гориз. По верт.	Синхронный Вкл Выкл	Уст. курсоры на экран	Единицы курсоры		
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--------------------	--	--



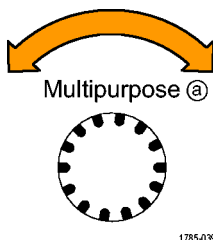
6. Нажмите кнопку **Единицы измерения по вертикали** в боковом меню, если этот вариант еще не выбран. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать значение **Гц (1/с)** в качестве единицы измерения.



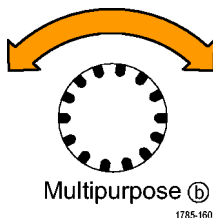
7. Нажмите кнопку **Menu Off**, чтобы назначить управление курсором многофункциональным регулятором.



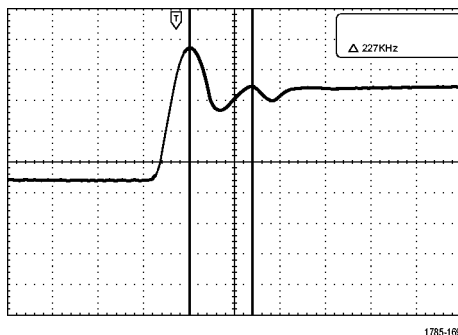
8. С помощью многофункциональной ручки **a** поместите один курсор на первый пик переходного колебательного процесса.



9. Поместите второй курсор на следующий пик переходного процесса с помощью многофункциональной ручки **b**.



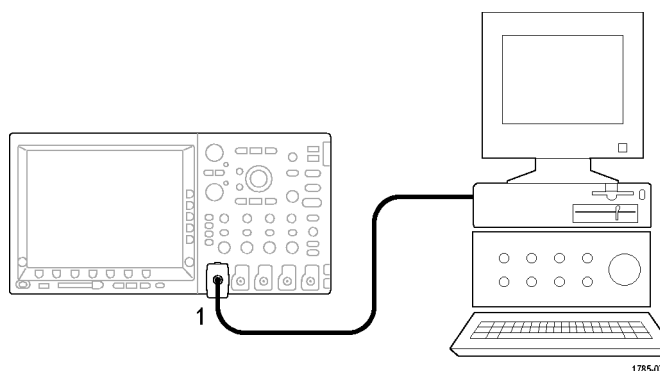
10. Значение курсора показывает, что измеренная частота переходного колебательного процесса составляет 227 кГц.



Синхронизация по видеосигналу

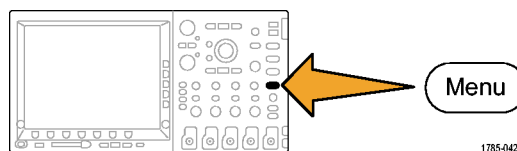
Осциллограф поддерживает запуск по сигналам стандартов NTSC, SECAM и PAL.

В данном примере выполняется проверка видеосхемы медицинского прибора и требуется просмотреть выходной видеосигнал. На выход подается видеосигнал стандарта NTSC. Для получения стабильного изображения используется видеосигнал.

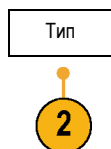


Чтобы включить синхронизацию по полям видеосигнала, выполните следующие действия.

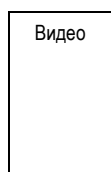
1. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



2. Нажмите кнопку **Тип**.



3. Перемещайтесь по типам синхронизации в боковом меню, вращая многофункциональный регулятор **A** до тех пор, пока не будет выбран пункт **Видео**.



4. Нажмите кнопку **Стандарт видео сигналов** и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы прокрутить типы стандартов и выбрать **525/NTSC**.

Тип Видео	Стандарт видео сигналов 525/NTSC	Источник 1	Запуск вкл. Все строки			Режим Авто и задержка
---------------------	--	----------------------	----------------------------------	--	--	------------------------------------

5. Нажмите кнопку **Запуск по**.

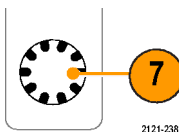


6. Выберите **Нечетные поля**.

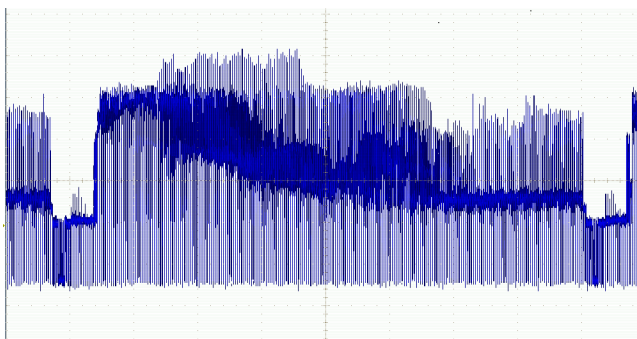


Если развертка сигнала выполняется непрерывно, можно включить синхронизацию **по всем полям**.

7. С помощью ручки **Масштаб по горизонтали** измените масштаб по горизонтали таким образом, чтобы поле отображалось на экране полностью.



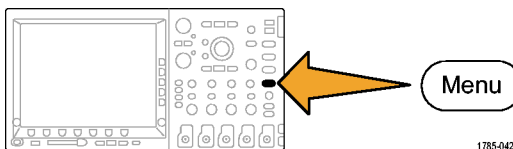
8. Просмотрите результаты.



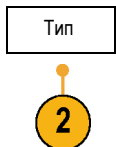
Синхронизация по строкам

Синхронизация по строкам. Чтобы просмотреть строки видеосигнала в пределах поля, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



2. Нажмите кнопку **Тип**.



3. Перемещайтесь по типам синхронизации в боковом меню, вращая многофункциональный регулятор **A** до тех пор, пока не будет выбран пункт **Видео**.



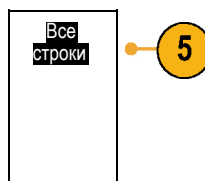
Тип Видео	Стандарт видео сигналов 525/NTSC	Источник 1	Запуск по Все строки			Режим Авто и задержка
---------------------	--	----------------------	--------------------------------	--	--	---------------------------------------

4. Нажмите кнопку **Запуск по**.

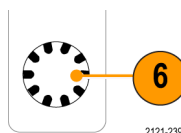


5. Выберите **Все строки**.

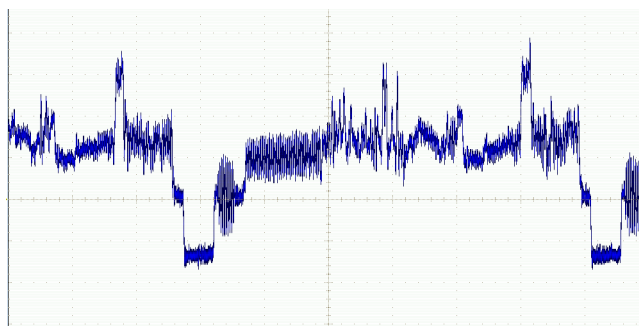
Чтобы синхронизировать по определенной строке, выберите **Номер строки** и воспользуйтесь многофункциональным регулятором **A**.



6. С помощью ручки **Масштаб по горизонтали** добейтесь, чтобы строка отображалась на экране полностью.



7. Просмотрите результаты.



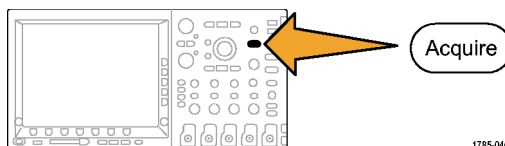
Регистрация одиночного сигнала

В этом примере требуется выявить причину снижения надежности работы герконового реле в устройстве. Возможно, дело в том, что при размыкании реле на его контактах возникает искра. Реле может замыкаться и размыкаться не чаще, чем примерно один раз в минуту, поэтому напряжение на реле необходимо регистрировать как одиночный сигнал.

Чтобы настроить регистрацию одиночного сигнала, выполните следующие действия.

1. Установите ручки **Масштаб по вертикали** и **Масштаб по горизонтали** в соответствии с ожидаемыми параметрами сигнала.

2. Нажмите кнопку **Сбор данных**.

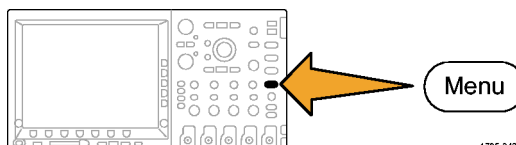


1785-046

3. Нажмите кнопку **Режим**.

4. Выберите вариант **Выборка**.

5. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».

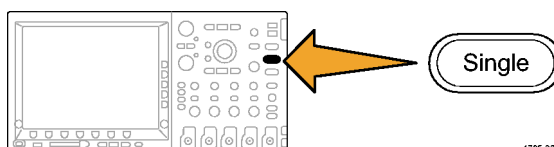


1785-042

6. Нажмите кнопку **Фронт** и .

7. С помощью ручки **Уровень синхронизации** установите для уровня синхронизации напряжение, среднее между напряжением замкнутого и разомкнутого реле.

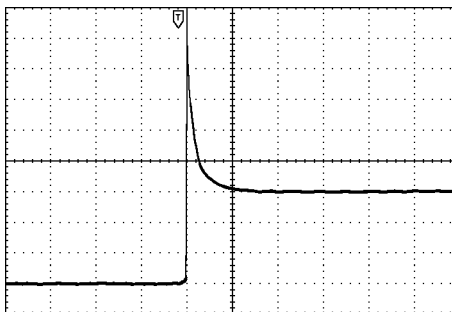
8. Нажмите кнопку **Однократный** (одиночный сигнал).



1785-061

При размыкании реле будет выполнен запуск и регистрация события.

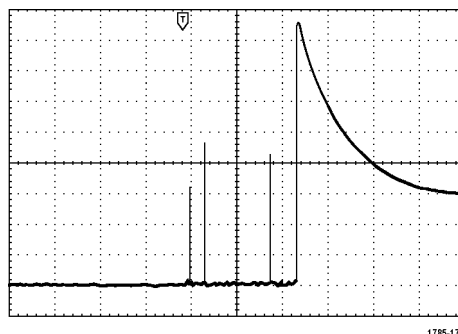
При нажатии кнопки **Однократный** отключается функция автоматической синхронизации и выполняется регистрация только допустимого синхронизированного сигнала.



1785-171

Оптимизация регистрации данных

Начальная осциллограмма показывает начало размыкания контакта реле в точке синхронизации. Затем появляются большие острые выбросы, указывающие на отскок контакта и индуктивность в контуре. Индуктивность может вызвать искрение контактов и преждевременный отказ реле.



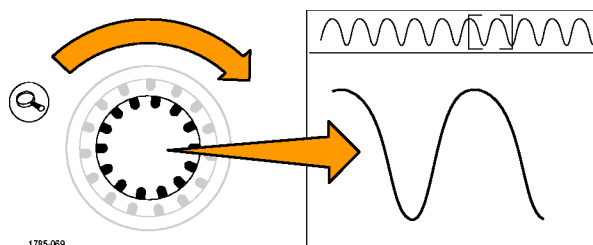
Перед записью следующего сигнала можно скорректировать настройку по вертикали и горизонтали, чтобы заранее задать параметры новой осциллограммы. Во время регулировки текущее изображение изменяет свое положение, расширяется или сжимается. Такая предварительная настройка полезна для оптимизации параметров следующего сбора данных.

На следующей осциллограмме, записанной с новыми параметрами по вертикали и горизонтали, более подробно представлен процесс размыкания контакта реле. Теперь видно, что при размыкании контакт несколько раз замыкается.

Использование функции горизонтального масштабирования

Для того чтобы рассмотреть конкретную точку записанной осциллограммы в более крупном масштабе, используется функция масштабирования по горизонтали. Чтобы подробнее рассмотреть точку, в которой контакт реле начинает размыкаться, выполните следующие действия.

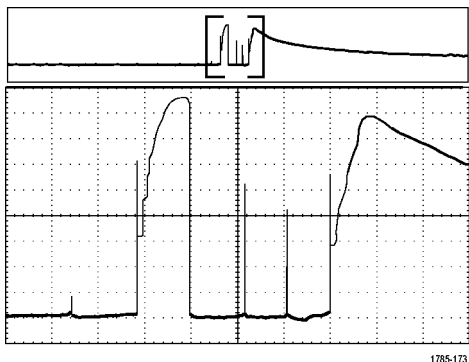
1. Поверните ручку **Лупа**.



2. С помощью ручки **Панорама** поместите центр рамки увеличения вблизи того места, где контакт начинает размыкаться.

3. С помощью ручки **Лупа** увеличьте изображение осциллограммы в окне увеличения.

Зазубренная форма сигнала и наличие индуктивной нагрузки в контуре позволяют заключить, что контакт реле, возможно, искрит при размыкании.



Сопоставление данных осциллографа и логического анализатора TLA5000

Для устранения неполадок в устройствах с крутыми фронтами тактовых сигналов и высокими скоростями передачи данных бывает полезно просмотреть аналоговые характеристики цифровых сигналов с привязкой к сложным событиям в цифровом устройстве. Для этого служит функция iView, которая позволяет передавать аналоговые осциллограммы с осциллографа на экран логического анализатора. Затем можно просмотреть совмещенные по времени аналоговые и цифровые сигналы на одном экране, чтобы обнаружить источники выбросов и других неполадок.

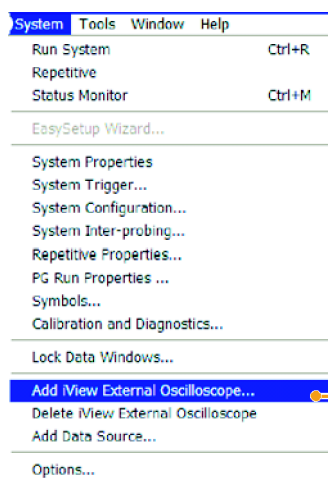
ПРИМЕЧАНИЕ. Цифровые осциллограммы с осциллографов серии 4000 невозможно передавать на экран логического анализатора.

Кабель iView для внешнего осциллографа (iView External Oscilloscope Cable) позволяет подсоединить логический анализатор к осциллографу Tektronix, чтобы установить связь между этими приборами. Для осциллографов серии 4000 также необходим адаптер TEK-USB-488. Мастер добавления внешнего осциллографа, доступ к которому осуществляется через меню System (система) приложения TLA, помогает соединить логический анализатор и осциллограф, используя кабель iView.

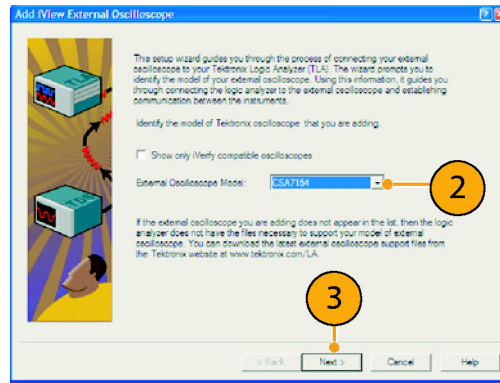
Кроме того, в приложении TLA имеется окно настройки, обеспечивающее проверку, изменение и тестирование параметров настройки осциллографа. Прежде чем приступить к регистрации сигналов и просмотру осциллограмм, необходимо подключить логический анализатор к осциллографу с помощью мастера добавления внешнего осциллографа.

Для этого выполните следующие действия.

1. В меню System (система) логического анализатора выберите пункт **Add iView External Oscilloscope...** (добавить внешний осциллограф iView).



2. Выберите модель осциллографа.
3. Следуйте инструкциям на экране, а затем нажмите кнопку **Next** (далее).
4. Дополнительные сведения о сопоставлении данных логического анализатора Tektronix и осциллографа Tektronix см. в документации логического анализатора.



Отслеживание аномалий в работе шины

В этом примере выполняется тестирование новой схемы I²C. Какой-то компонент не работает. Организовывается отправка сообщения от ведущего модуля IC ведомому модулю IC. Ожидается, что данные будут возвращены и зажжется светодиод. Но он не зажигается. При выполнении какой из десяти отправленных команд возникает ошибка? Когда проблемный участок найден, как определить, в чем заключается ошибка?

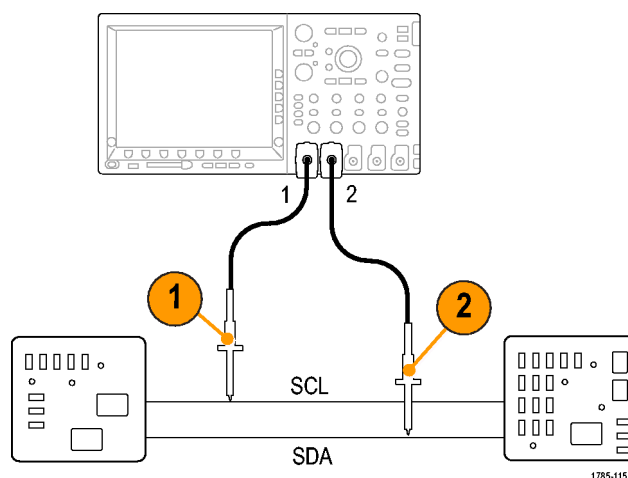
Для отслеживания неполадок в работе шины на физическом уровне и на уровне протокола можно использовать осциллограф, снабженный функциями последовательной синхронизации и управления записями большой длины.

Основная стратегия

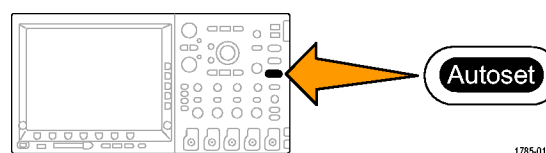
Сначала выполняется настройка параметров шины и синхронизации для вывода на экран и регистрации сигнала шины. Затем выполняется поиск в каждом пакете с использованием функций поиска и установки меток.

ПРИМЕЧАНИЕ. Синхронизация по сигналам шин I²C, SPI, USB, CAN, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I²S, Left Justified, Right Justified и TDM требует использования соответствующего модуля последовательной синхронизации и анализа DPO4EMBD, DPO4USB, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP или DPO4AUDIO. Для синхронизации по сигналам параллельной шины необходимо использовать осциллограф серии MSO4000.

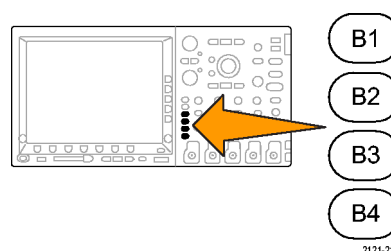
1. Подключите пробник канала 1 к линии тактового импульса.
2. Подключите пробник канала 2 к линии данных.



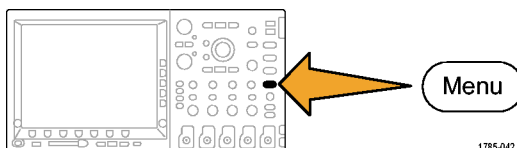
3. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



4. Нажмите кнопку **B1** и введите параметры шины I²C в экранных меню.



5. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».

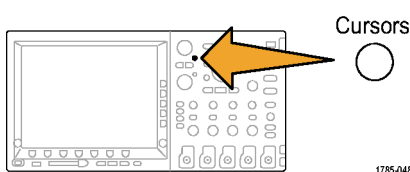


6. Нажмите кнопку **Тип** и выберите вариант **Шина**. Введите параметры синхронизации в экранном меню.

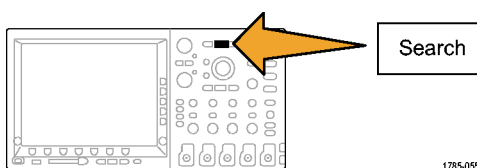
Тип Шина	Входная шина B1 (I2C)	Запуск по Адрес	Адрес 07F		Направление Чтение	Режим Авто и задержка
--------------------	------------------------------------	---------------------------	---------------------	--	------------------------------	---------------------------------------



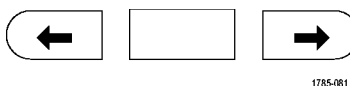
7. Проанализируйте физический уровень. Например, для выполнения измерений вручную можно использовать курсоры. (См. стр. 116, *Выполнение ручных измерений с помощью курсоров*.) Можно также использовать автоматические измерения. (См. стр. 107, *Выполнение автоматических измерений*.)



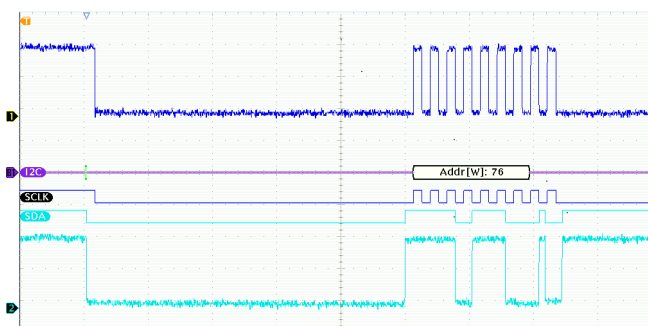
8. Нажмите кнопку **Поиск**. Установите для параметра **Метки поиска** значение **Вкл.** В нижнем экранном меню и связанных боковых меню укажите тип поиска, источник и другие необходимые параметры. (См. стр. 130, *Управление осциллограммами при большой длине памяти*.)



9. Переход к следующей точке поиска осуществляется по нажатию клавиши со стрелкой вправо. Нажимайте эту клавишу, пока не просмотрите все события. Переход в обратном направлении осуществляется с помощью клавиши со стрелкой влево. Имеются все пакеты, которые должны быть? Если нет, круг поиска, по крайней мере, сузился до последнего отправленного пакета.



10. Проанализируйте декодированные пакеты на уровне протокола. В правильном ли порядке отправлены байты данных? Правильный ли адрес использовался?



Поиск неполадок в схемах, использующих параллельные шины

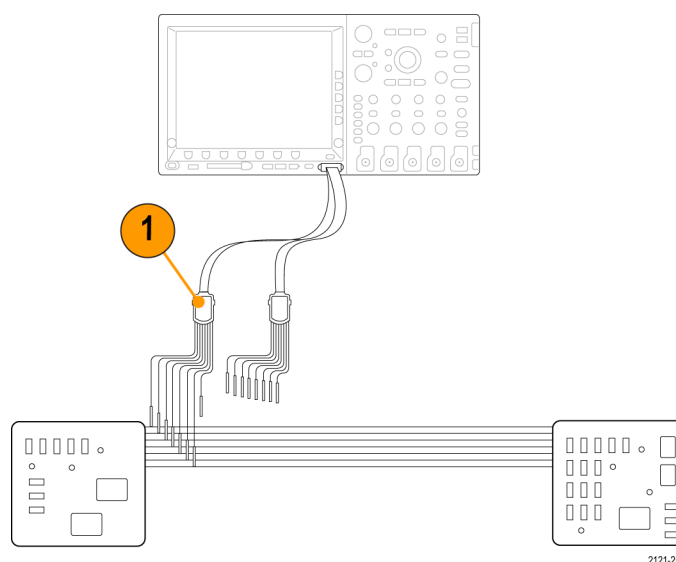
В этом примере мониторинг параллельной шины выполняется с помощью осциллографа. Для анализа шины можно использовать осциллограф серии MSO4000 с его 16 цифровыми каналами. Осциллограф серии MSO4000 не позволит просматривать состояние включения-выключения сигнала, но сможет декодировать сигналы параллельной шины.

Основная стратегия

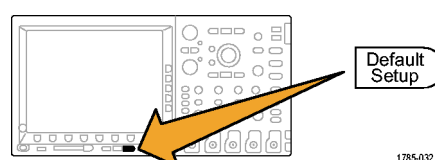
Сначала следует выводить на экран и регистрировать цифровые сигналы. Затем выполнять поиск данных с помощью функций поиска и маркировки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллографы серии MSO4000 поддерживают синхронизацию и декодирование сигналов параллельной шины.

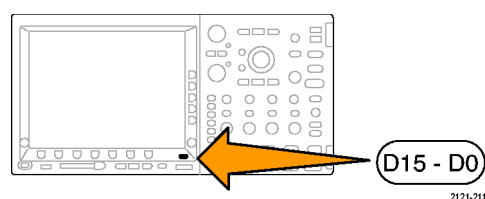
1. Подсоедините необходимые наконечники логического пробника к проверяемым точкам. Для простоты в этом примере подсоединение выполняется к 7-разрядному счетчику.



2. Нажмите кнопку **Default Setup**. Затем нажмите кнопку канала 1, чтобы удалить осциллограмму с экрана.

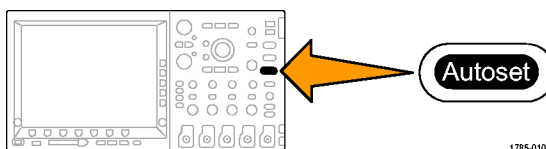


3. Нажмите кнопку **D15-D0**.

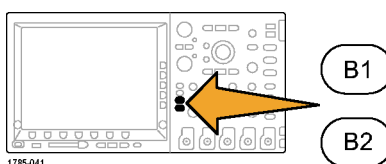


4. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **D15-D0 On/Off**, а затем в боковом экранном меню нажмите кнопку **Включить D7-D0**, чтобы вывести на экран цифровые осциллограммы. Чтобы отключить канал, используйте многофункциональный регулятор **A** для выбора канала, а в боковом экранном меню нажмите кнопку **Отобразить** для отключения.

5. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



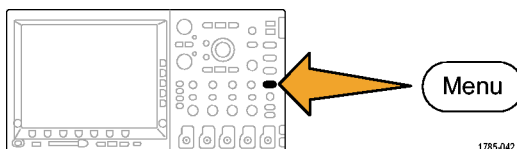
6. Нажмите кнопку **B1** и выберите в качестве типа шины параллельную шину. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Определ. входов** и введите параметры шины: «синхр.данные», «Фронт такт.с», «Число байт» и «Опред.биты».



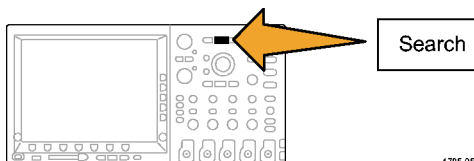
7. Поверните регулятор «Масштаб по гориз.», чтобы настроить масштаб времени.

При увеличении значения времени на одно деление можно увидеть больше данных, которые появятся на экране шины.

8. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск». Нажмите кнопку **Тип**, выберите пункт **Шина** и введите параметры синхронизации, например, «Входная шина» и «Данные». При необходимости, задайте «Режим» и «Задержка».

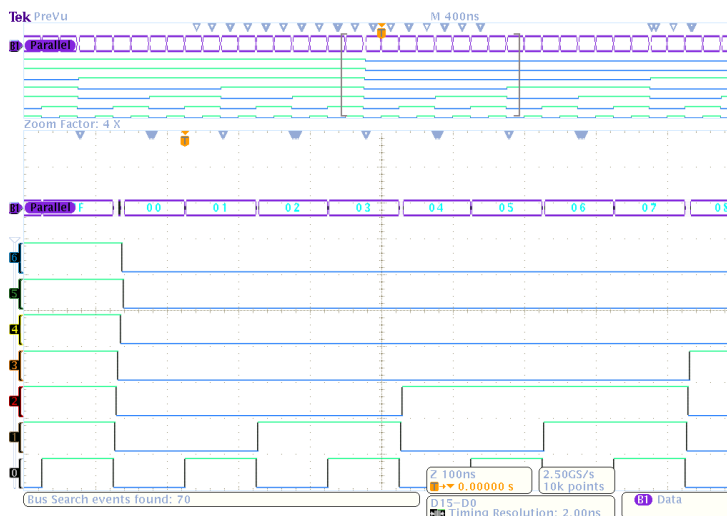


9. Нажмите кнопку **Поиск**, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Поиск** и в боковом экранном меню выберите пункт **Вкл.**



10. Нажмите кнопку **Тип поиска**. С помощью многофункционального регулятора **A** выберите **Шина**, а затем нажмите кнопку **Данные**. Для выбора значения данных используйте многофункциональные регуляторы **A** и **Б**.

11. Для перемещения по записям нажимайте кнопки перехода к предыдущим и следующим меткам.
12. Для анализа результатов нажмите кнопки управления масштабированием и панорамированием в областях, представляющих интерес.



Поиск неполадок в схемах, использующих шину RS-232

В этом примере проверяются аналоговые характеристики цифрового сигнала в цифровой схеме. Это выполняется с целью анализа целостности сигнала. Например, можно протестировать сигналы шины RS-232.

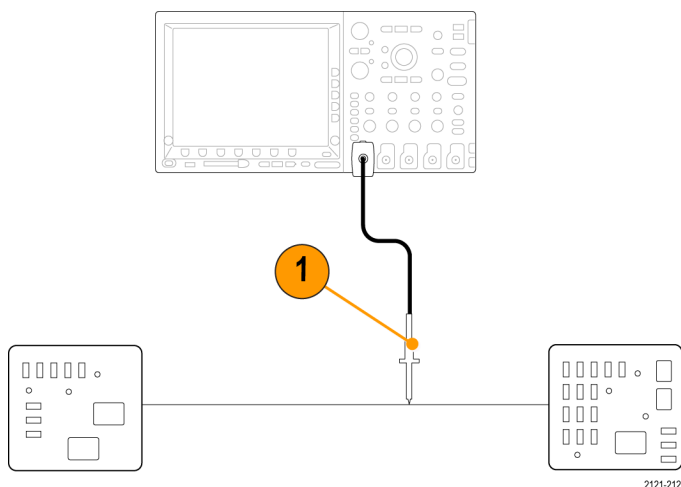
Для исследования неполадки можно воспользоваться осциллографом серии MSO4000 с его 2 или 4 аналоговыми каналами и 16 цифровыми каналами. Этот осциллограф будет декодировать сигналы шины RS-232 в символы кода ASCII.

Основная стратегия

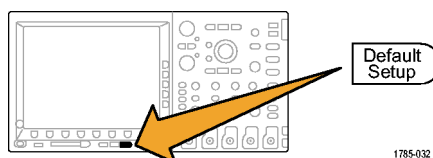
Сначала следует вывести на экран и зарегистрировать цифровой сигнал. Затем можно взглянуть на аналоговое и цифровое представления сигнала. И наконец, можно выполнить поиск каждого байта шины RS-232 с помощью функций поиска и маркировки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Синхронизация по сигналам шины RS-232 необходима для использования модуля последовательной синхронизации и анализа DPO4COMP. (См. стр. 14, Бесплатное опробование прикладных модулей.)

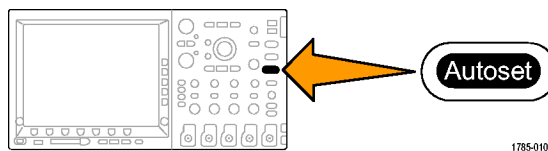
1. Подсоедините необходимый наконечник аналогового пробника к проверяемой точке.



2. Нажмите кнопку **Default Setup**.

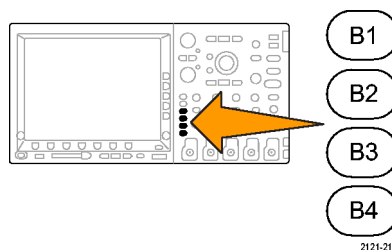


3. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



4. Нажмите кнопку **B1**.

5. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Шина B1**, с помощью многофункционального регулятора **A** выберите **RS-232** и введите параметры шины в появившемся на экране меню.

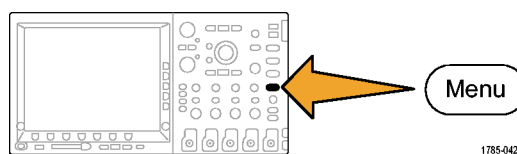


6. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Отображение шины**, в боковом экранном меню нажмите кнопки **Шина** и **осциллограммы и ASCII**.

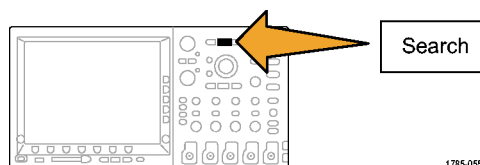
7. Поверните регулятор «Масштаб по гориз.», чтобы настроить масштаб времени.

При увеличении значения времени на одно деление можно увидеть больше данных, которые появятся на экране шины.

8. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск». Выберите тип синхронизации **Шина**. Определите тип состояния для запуска синхронизации, например, «Стартовый разряд передачи».

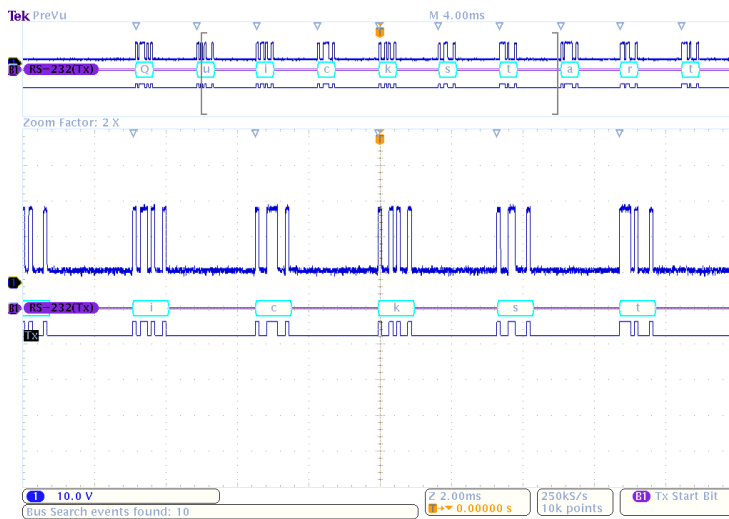


9. Нажмите кнопку **Поиск**, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Поиск** и в боковом экранном меню выберите пункт **Вкл.**



10. Нажмите кнопку **Тип поиска**. С помощью многофункционального регулятора **A** выберите пункт **Шина**. Нажмите кнопку **Поиск** и выберите нужный объект поиска, например «Стартовый разряд передачи».

11. Для перемещения по записям нажимайте кнопки перехода к предыдущим и следующим меткам.
12. Для просмотра интересных областей и анализа результатов нажмите кнопки управления масштабированием и панорамированием.



Приложение. Гарантированные технические характеристики

Аналоговая полоса пропускания, 50 Ом	Ограничения, описанные ниже, относятся к температуре окружающей среды $\leq 30^\circ\text{C}$ и полосе пропускания, для которой установлено значение ПОЛНАЯ. Для каждого градуса ($^\circ\text{C}$) выше 30°C необходимо снижать частоту верхней полосы пропускания на 1 %.		
	Прибор	От 5 мВ/дел до 1 В/дел	От 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел
	DPO/MSO4104	От 0 до 1 ГГц	От 0 до 350 МГц
	DPO/MSO4054	От 0 до 500 МГц	От 0 до 350 МГц
	DPO/MSO4032	От 0 до 350 МГц	От 0 до 200 МГц
Входной импеданс, связь по постоянному току	Прибор	От 2 мВ/дел до 1 В/дел	От 1 мВ/дел до 1,99 В/дел
	DPO/MSO4034	От 0 до 350 МГц	От 0 до 200 МГц
	DPO/MSO4032	От 0 до 350 МГц	От 0 до 200 МГц
	1 Мом $\pm 1\%$ параллельно с 13 пФ ± 2 пФ		
	50 Ом $\pm 1\%$		
Баланс по постоянному току	DPO/MSO4101: KCBH $\leq 1,5:1$ от 0 до 1 ГГц, типичное значение		
	DPO/MSO4054: KCBH $\leq 1,5:1$ от 0 до 500 МГц, типичное значение		
	DPO/MSO4034, DPO/MSO4032: KCBH $\leq 1,5:1$ от 0 до 350 МГц, типичное значение		
	0,2 дел. с входным сопротивлением 50 Ом, со связью по постоянному току и нагрузкой 50 Ом		
	0,25 дел. при 2 мВ/дел. с входным сопротивлением 50 Ом, со связью по постоянному току и нагрузкой 50 Ом		
Погрешность коэффициента усиления по постоянному току	0,5 дел. при 1 мВ/дел. с входным сопротивлением 50 Ом, со связью по постоянному току и нагрузкой 50 Ом		
	0,2 дел. с входным сопротивлением 1 МОм, со связью по постоянному току и нагрузкой 50 Ом		
	0,3 дел. при 1 мВ/дел. с входным сопротивлением 1 МОм, со связью по постоянному току и нагрузкой 50 Ом		
	Для тракта с сопротивлением 1 МОм:		
	Для тракта с сопротивлением 50 Ом:		
Погрешность смещения	$\pm 1,5\%$, снижение 0,100 %/ $^\circ\text{C}$ свыше 30°C		
	$\pm 3,0\%$ переменное усиление, снижение 0,100 %/ $^\circ\text{C}$ свыше 30°C		
	$\pm 1,5\%$, снижение 0,050 %/ $^\circ\text{C}$ свыше 30°C		
	$\pm 3,0\%$ переменное усиление, снижение 0,050 %/ $^\circ\text{C}$ свыше 30°C		
	$\pm [0,005 \times \text{смещение} - \text{положение} + \text{баланс по постоянному току}]$		
Точность долговременной частоты дискретизации и времени задержки	ПРИМЕЧАНИЕ. Значения положения и постоянного смещения должны быть преобразованы в вольты путем умножения на соответствующее значение с единицами измерения В/дел.		
	$\pm 5 \times 10^{-6}$ на любом интервале длительностью ≥ 1 мс.		
	НИЗКИЙ УРОВЕНЬ (ИСТИНА); переход НИЗКИЙ УРОВЕНЬ - ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ означает, что была выполнена синхронизация. Уровни логики приведены в следующей таблице.		
	Характеристика	Пределы	
	V _{вых} (HI)	$\geq 2,5$ В без нагрузки; $\geq 1,0$ В на заземленной нагрузке 50 Ом	
Дополнительный выход (AUX OUT)	V _{вых} (LO)	$\leq 0,7$ В при токе нагрузки ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В на заземленной нагрузке 50 Ом	

Погрешность измерения промежутков времени	Ниже приведены формулы для вычисления погрешности измерения промежутков времени (DTA) по заданным параметрам прибора и входного сигнала (доля сигнала, превышающая частоту Найквиста, предполагается незначительной). SR_1 = скорость нарастания (1-й фронт) в области 1-й точки измерения SR_2 = скорость нарастания (2-й фронт) в области 2-й точки измерения N = входной шум ($B_{ср. кв.}$ относится к спецификации случайного шума и режима выборки) $t_{sr} = 1 /$ (частота дискретизации) TBA = погрешность измерения времени развертки (относится к спецификации погрешности долговременной частоты дискретизации и времени задержки) t_p = продолжительность измерения промежутка времени (с) RD = (длина записи) / (частота дискретизации) $DTA_{PP} = \pm 5 \times \sqrt{2 \left(\frac{N}{SR_1} \right)^2 + 2 \left(\frac{N}{SR_2} \right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + 2t_{sr} + TBA \times t_p}$ $DTA_{RMS} = \sqrt{2 \left(\frac{N}{SR_1} \right)^2 + 2 \left(\frac{N}{SR_2} \right)^2 + (3ps + 1 E^{-7} \times RD)^2 + \left(\frac{2t_{sr}}{\sqrt{12}} \right)^2 + TBA \times t_p}$ Предполагается, что ошибкой наложения можно пренебречь. Член под знаком квадратного корня характеризует устойчивость измерений, и он связан со значением TIE (погрешностью измерения промежутков времени). Погрешности, обусловленные этим членом, характеризуют измерение коротких одиночных импульсов. Второй член связан с абсолютной погрешностью центральной частоты и устойчивостью центральной частоты временной развертки и различается для измерений коротких одиночных импульсов, выполняемых в течение определенного интервала времени наблюдения (отсчитываемого от первого измерения короткого одиночного импульса до последнего измерения короткого одиночного импульса).
Погрешность установки порога цифрового канала осциллографа серии MSO4000	$\pm [100 \text{ мВ} + 3 \% \text{ от порогового значения после калибровки}]$

Предметный указатель

Символы и цифры

50 Ом, защита, 101

А

Автоматический режим
синхронизации, 73
Автоуст. отключена, 49
Автоустановка, 49, 155
Автоустановка, отключение, 49
Адаптер
TEK-USB-488, 4
TPA-BNC, 4, 9
Адаптер TEK-USB-488, 4, 23, 24, 43
Адаптер TPA-BNC, 4, 9
Адрес GPIB, 24
Активность шины на физическом уровне, 68
Альбомная, 141, 148
Аномалии в работе параллельной шины, 177
Антистатический браслет, 11

Б

Белые фронты, 104
Бесконечное послесвечение, 92
БПФ
Блэкмен-Харрис, 127
Прямоугольное, 126
Хеннинг, 127
Хэмминг, 127
элементы управления, 125

В

Версия микропрограммного обеспечения, 22
Версия, микропрограммное обеспечение, 22
Вибрация, DPO4000 и MSO4000, 6
Видео
поля, 167
порт, 43
синхронизация, 167
строки, 168

видеосигнал
Autoset, кнопка, 50
Виды синхронизации, определение, 77
Влажность
P6516, 9
Внешняя ручка, 34
Внутренний формат файла (ISF), 143
Внутренняя ручка, 34, 124
Воспроизведение, 131
Воспроизведение-пауза, режим, 132
Время задержки, 54
Вспомогательная экранная надпись, 41
Входная емкость, пробник P6516, 8
Входное напряжение
DPO4000 и MSO4000, 6
P6139A, 7
Входное сопротивление, пробник P6516, 8
Выборка в реальном масштабе времени, 51
Выборка, в реальном времени, 51
Выборка, режим регистрации, 52
Вызов
настройки, 144
осциллограмм, 140
Выключатель, питания, 35
Высокое разрешение, режим регистрации, 52
Высота над уровнем моря
DPO4000 и MSO4000, 6
P6139A, 7
P6516, 8
Высота, DPO4000 и MSO4000, 6

Г

Гистограмма (осциллограмма)
настройка, 120
сбросить отсчет, 122
Глубина, DPO4000 и MSO4000, 6
Горизонтальные линии
Зеленые и синие, 104
Группировка каналов, 70
цифровой, 102

Д

Дата и время, изменение, 16
Длина записи, 51
Длина памяти, xi
Добавление осциллограмм, 90
Драйверы, 22, 25

З

Задержка по горизонтали, 74
Задержка, синхронизации, 74
Заземление, 11
Заземление пользователя
для снятия статического электричества, 11
Замок с тросиком, 10
Записи большой длины, 175
Запись осциллограммы, 51
Запуск
Шина LIN, 84
шина RS-232, 84
Запуск по видеосигналу, определение, 80
Запуск по времени
нарастания/спада, определение, 79
Запуск по времени установки и фиксации, определение, 79
Запуск по логическому сигналу, определение, 78
Запуск по огибающей, определение, 78
Запуск по переходу, определение, 79
Запуск по фронту, определение, 77
Запуск по шине, определение, 80
Запуск регистрации, 89
Защита памяти, 152
Зеленые линии, 104
Значки верх-низ, 41
Значки опорной линии, 41
Значок
Неподвижная точка, 38
Положение точки
синхронизации, 38
Уровень синхронизации, 39
Значок группы, 41

Значок опорной линии
осциллограммы, 41
Значок точки растяжения, 38
Значок, опорная линия
осциллограммы, 41

И

Измерение «Два сигма», 112
Измерение «Одна сигма», 112
Измерение «Счетчик нарастающих
фронтов», 110
Измерение «Счетчик нисходящих
фронтов», 111
Измерение «Счетчик
отрицательных
импульсов», 111
Измерение «Счетчик
положительных
импульсов», 111
Измерение «Три сигма», 112
Измерение амплитуды, 109
Измерение верхнего уровня, 109
Измерение времени
нарастания, 108
Измерение времени спада, 108
Измерение длительности
импульса, 109
Измерение длительности
отрицательного
импульса, 108
Измерение длительности
положительного
импульса, 108
Измерение задержки, 108
Измерение максимального
значения, 110, 111
Измерение минимального
значения, 110, 111
Измерение нижнего уровня, 110
Измерение отрицательного
выброса, 109
Измерение отрицательной
скважности, 108
Измерение периода, 108
Измерение площади, 111
Измерение площади под кривой за
период, 111
Измерение положительного
выброса, 109
Измерение положительной
скважности, 108
Измерение размаха, 109, 111
измерение среднего
значения, 111
Измерение среднего
значения, 110
Измерение среднего значения
выборки, 111
Измерение среднего значения за
период, 110
Измерение среднеквадратичного
значения, 110
Измерение среднеквадратичного
значения за период, 110
Измерение стандартного
отклонения, 112
Измерение фазы, 109
Измерение частоты, 108
Измерение числа
осциллограмм, 111
Измерение числа пиковых
значений, 111
Измерение числа точек в окне
гистограммы, 111
Измерения
автоматические, 107
гистограмма, 111
курсорные, 116
опорные уровни, 115
определение, 108
снимок, 114
статистика, 113
Измерения по гистограммам, 111
Имена файлов, 138
Инверсия, 97
Индикатор
запись осциллограммы, 38
цифровые каналы, 104
Индикатор записи
осциллограммы, 38
Инструкция
включение питания
осциллографа, 11
выбор автоматических
измерений, 108
выбор синхронизации, 77
вызов настроек, 144
Вызов осцил.из обл зап, 140
выключение питания
осциллографа, 12
выполнение автоматических
измерений, 107
выполнение поиска и
добавление меток на
осциллограмме, 133
выполнение проверок
работоспособности, 12
выполнение ручных
измерений с помощью
курсоров, 116
использование
последовательной
синхронизации, 87
использование режима
MagnaVu, 72
использование функции Wave
Inspector, 130
использование e*Scope, 25
компенсация пробника
напряжения, 13
Компенсир. сигн. тракт, 18
настройка аналоговых
каналов, 45
настройка для печати, 147
настройка параметров
входа, 96
настройка параметров
шины, 57
настройка цифровых
каналов, 69
настройки связи с помощью
драйвера VISA, 22
обновление
микропрограммного
обеспечения, 19
обозначение каналов и
шин, 46
очистка памяти, 152
подключение к
компьютеру, 22
подсоединение пробников и
адаптеров, 9
Синхронизация по шинам, 80
сохранение настроек, 144
сохранение снимков
экрана, 140
Сохранить осцилл., 140
управление
осциллограммами
при большой длине
записи, 130
Интервал дискретизации, 51
Интервал до синхронизации, 73,
75
Интервал после
синхронизации, 73, 75
Интерфейс логического
пробника, 10

Интерфейс BNC, 10
Интерфейс VPI, 9

К

кадр, стиль масштабной сетки, 93
Как
настройка гистограммы, 120
Калибровка, 18, 19
Калибровка в заводских
условиях, 19
клавиатура, USB, 27
Книжная, 141, 148

Кнопка
Автоустановка, 13, 30, 35, 45,
49, 155
Воспроизведение-пауза, 34,
132
Выбор, 33
значок принтера, 35
Измерения, 30, 107, 113, 114,
156, 158, 159, 161
Канал, 31
Курсоры, 32, 116
Масштабирование, 34
Математический
функции, 32, 123, 125
меню синхронизации, 76
Меню синхронизации, 167
Однократный, 35, 89, 160,
170
Опорный, 32, 128, 143
печатная копия, 35, 152
по вертикали, 31
Поиск, 30, 134
Предыдущий, 34
принтер, 152
Принудительно, 35, 73
Пуск/стоп, 35, 55, 89
Сбор данных, 30, 53, 90, 162,
164
Синхронизация, 30
Следующий, 34
Тест, 30
Точно, 30, 32, 33, 34, 35
Уровень синхронизации, 35
Установить/сбросить
метку, 34, 133
Установка на 50%, 35, 76
шина, 56, 57
Шина, 80
Яркость, 94
B1 / B2, 31, 56, 80
B1 / B2, шина, 57
D15 - D0, 36, 72
Default Setup, 36, 45, 48
M, 32, 123, 125
Menu Off, 36, 156
Save/Recall, 31, 36, 140
Utility, 15, 16, 18, 31, 92, 93,
105, 106, 147
Кнопка «Автоустановка», 13, 30,
35, 45, 49, 155
Кнопка «Выбор», 33
Кнопка «Измерения», 30, 107,
113, 114, 156, 158, 159, 161

Кнопка «Однократный», 35, 89,
160, 170
Кнопка «Опорн.», 143
Кнопка «Опорный», 32, 128
Кнопка «Поиск», 30, 134
Кнопка «Предыдущий», 34
Кнопка «Пуск/Стоп», 35, 55, 89
Кнопка «Сбор данных», 30, 53, 90,
162, 164
Кнопка «Следующий», 34
Кнопка «Установить на 50%», 76
Кнопка «Установка на 50%», 35
Кнопка «M», 32, 123, 125
Кнопка воспроизведения-
паузы, 34, 132
Кнопка меню синхронизации
кнопка, 76, 167
Кнопка теста, 30
Кнопка точной настройки, 30, 32,
33, 34, 35
Кнопка установки и сброса
меток, 34, 133
Кнопка яркости, 94
Кнопка B1 / B2 / B3 / B4, 32
Кнопка D15 - D0, 36, 72
Кнопка Menu Off, 36, 156
Кнопка Save / Recall, 36, 140
Кнопка Save / Recall Menu, 31
Кнопка Utility, 15, 16, 18, 31, 92,
93, 105, 106, 147
Кнопки каналов, 31
Кнопки меню
кнопки, 30
Кнопки B1 / B2 / B3 / B4 (Ш1 / Ш2
/ Ш3 / Ш4), 80
Комментарии к экрану, 105
Комментирование экрана, 105
Компенсация пробника, 13
Компенсация пробника,
разъем, 13
Компенсация сигнального
тракта, 18
Компенсация сигнального тракта
(SPC), 18
Компенсир. сигн. тракт, 18
Конфиденциальные данные, 152
Крышка, передняя, 2
курсоры
XY, 120

Курсоры, 116
 измерения, 116
 кнопка, 32, 116
 меню, 116
 отслеживание, 117

Л

Линии связи, 22, 25

М

Максимальный размах сигнала,
 пробник P6516, 8
 Максимальный сигнал
 неразрушающего входа,
 P6516, 8
 Маркировка шин, 101
 Масса
 DPO4000 и MSO4000, 6
 Масштаб
 по вертикали, 95, 169
 по горизонтали, 34, 95, 126,
 168, 169, 172
 цифровые каналы, 102
 Масштаб по горизонтали, 34, 95,
 126, 168, 169, 172
 и расчетные
 осциллограммы, 124
 определение, 46
 экранная надпись, 40
 Масштабирование, 130
 кнопка, 34
 по горизонтали, 171
 размер сетки, 131
 ручка, 34, 130
 масштабная сетка
 мВ, 93
 IRE, 93
 Масштабная сетка
 Кадр, 93
 Перекрестие, 93
 Полная, 93
 Сетка, 93
 стили, 92
 яркость, 94
 Матем. рас-ширенный, 127
 Математические операции с двумя
 осциллограммами, 123

Математический функции
 БПФ, 125
 Две осциллограммы, 123
 дополнительные, 127
 кнопка, 32, 123, 125
 меню, 32
 осциллограмм, 123
 мВ, масштабная сетка, 93
 Меню, 28
 Измерение, 30
 Курсоры, 116
 Математический функции, 32
 настройка по умолчанию, 36
 опорных осциллограмм, 32,
 129
 по вертикали, 31, 96
 Сервис, 15, 16, 31, 35, 92,
 105, 148
 Синхронизация, 30, 76, 87,
 167
 Шина, 31, 57
 Save/Recall, 31, 36, 140
 Utility, 106
 Меню измерения, 30
 Меню настройки по вертикали для
 каналов, 96
 Меню опорных осциллограмм, 32,
 129
 Меню синхронизации, 30, 76, 87,
 167
 Метки, 133
 Метки для поиска, 176
 минимальный размах сигнала,
 пробник P6516, 8
 Многофункциональная ручка, 30,
 33, 53, 143, 166
 Модули прикладных
 программ, 154
 DPO4, 4
 DPO4AUDIO, 3, 56
 DPO4AUTO, 56
 DPO4AUTOMAX, 56
 DPO4COMP, 56
 DPO4EMBD, 56
 DPO4PWR, 4, 56
 DPO4USB, 56
 Модуль прикладных программ, 15
 Монтаж в стойке, 4

Н

Накладка, 16

Накладка на переднюю панель, 16
 Напряжение, выходное,
 P6139A, 7
 Настройка
 по умолчанию, 36, 45, 48, 146

О

О программе, 22
 Обнаружение нескольких
 переходов, 104
 Обновление микропрограммного
 обеспечения, 19
 Обновление микропрограммного
 обеспечения., 19
 Общие положения о
 безопасности, v
 Обычный режим
 синхронизации, 73
 Огибающая, режим
 регистрации, 52
 Одиночный запуск, 55, 89
 Окно Блэкмена-Харриса для
 БПФ, 127
 Окно Хеннинга для БПФ, 127
 Окно Хэмминга для БПФ, 127
 Опорные осциллограммы, 128
 отображение, 143
 сохранение, 143
 сохранение 10 млн
 осциллограмм, 129
 удаление, 129, 144
 Опорные уровни, 115
 Ориентация изображения, 141,
 148
 Основная синхронизация, 87
 Остановка регистрации, 89
 Осциллограмма
 воспроизведение, 131
 воспроизведение-пауза, 132
 добавление, 90
 запись, определение, 51
 измерения по
 гистограммам, 111
 лупа, 130
 панорамирование, 130, 131
 пауза, 131
 поиск и метки, 133
 пользовательские метки, 133
 стиль отображения, 90
 удаление, 90
 яркость, 94

- Отмена
 Автоустановка, 49
 Default Setup, 49
Отмена автоустановки, 49
Относительная влажность
 DPO4000 и MSO4000, 6
 P6139A, 7
отображение
 XY, 92
Отображение, опорных
 осциллограмм, 143
Отобразить
 информация, 37
 послесвечение, 90
 стиль, 90
- П**
Память, очистка, 152
Панорама, 130, 131
 ручка, 34, 131, 133
Параллельная шина, xii, 56, 80
Пауза, 131
Перед установкой, 1
Передняя крышка, 2
Передняя панель, 28
Перекрестие, стиль масштабной
 сетки, 93
Переменное послесвечение, 92
Печатная копия, 35, 147
Печать, 35, 148
 печатная копия, 147
 Ethernet, 149
Пиковое детектирование, режим
 регистрации, 52
по вертикали
 кнопка, 31
 Масштаб, 95, 169
 меню, 31, 96
 Положение, 95
 положение и
 автоустановка, 50
 положение и смещение, 101
 ручка масштаба, 35, 46
 ручка положения, 35, 46
По вертикали
 регулятор Menu, 35
 смещение, 101
 Смещение, 98
Погрешность установки порога,
 пробник P6516, 8
Подключение, 1, 22, 25
Подключение к ПК, 22
Подключение осциллографа, 22
Подсоединение USB-
 клавиатуры, 27
Поиск, 133
Полный экран, стиль масштабной
 сетки, 93
Положение
 по вертикали, 95
 по горизонтали, 74, 75, 95,
 126, 171
 цифровые каналы, 102
 шина, 101
Положение и смещение, 101
Положение по горизонтали, 34,
 51, 74, 75, 95, 126, 171
 и расчетные
 осциллограммы, 124
 определение, 46
 экранная надпись, 40
Полоса проп., xi, 97
Пользовательские метки, 133
Порт локальной сети, 43
Последоват.(запуск.В),
 заданная, 77
Последовательная
 синхронизация, 87
последовательная шина, 56
Последовательная шина, 175
Последовательный
 интерфейс, 80
Послесвечение
 бесконечное, 92
 переменное, 92
 экран, 90
Потребляемая мощность,
 DPO4000 и MSO4000, 6
Предварительно определенные
 математические
 выражения, 123
Прикладные модули
 30-дневное бесплатное
 опробование, 14
 DPO4AUTO, 3
 DPO4AUTOMAX, 3
 DPO4COMP, 3
 DPO4EMBD, 4
 DPO4VID, 4, 80
Принадлежности, 1
Принудительная синхронизация,
 кнопка, 35
Принудительный запуск,
 кнопка, 73
Пробник P6139A, 2
Пробник P6516, 2, 71
Пробник, компенсация, 13
Пробники
 Адаптер TEK-USB-488, 4
 Адаптер TPA-BNC, 4, 9
 логика, 10
 подключение, 9
 провод заземления, 14
 BNC, 10
 P6139A, 2
 P6516, 2
 TekVPI, 9
Проверка на совпадение данных в
 скользящем окне, 85
Проверка работоспособности, 12
проверка совпадения байтов, 85
Провод заземления, 14
Провод заземления пробника
 P6516, 69
Программное обеспечение NI
 SignalExpress Tektronix
 Edition, xi
Программное обеспечение,
 дополнительное, 154
Программные драйверы, 22, 25
Просвет, DPO4000 и MSO4000, 6
Процесс выборки,
 определение, 50
Прямоугольное окно БПФ, 126
- Р**
Рабочие характеристики, 6
Размытые фронты, 104
Разъем антистатического
 браслета, 42
Разъем боковой панели, 42
Разъем выхода
 синхронизации, 43
Разъем дополнительного
 входа, 42
Разъем компенсации
 пробников, 42
Разъем пробника
 аналоговый, 42
 логика, 42
Разъем устройства USB
 порт устройства, 43
Разъемы
 боковая панель, 42
 задняя панель, 43
 передняя панель, 42
Разъемы на задней панели, 43

Разъемы передней панели, 42
 Регистрация данных
 входные каналы и цифровые преобразователи, 50
 выборка, 50
 режимы, определение, 52
 экранная надпись, 37
 Регулятор
 Меню «По вертикали», 35
 Режим прокрутки, 55
 Режим, прокрутки, 55
 Режимы синхронизации
 Авто, 73
 Обычная, 73
 Ручка
 внешний, 34
 внутренняя, 34, 124
 лупа, 34, 124, 130
 масштаб по вертикали, 35, 46
 многофункциональная, 17, 30, 33, 53, 143, 166
 панорамирование, 34, 131, 133
 положение по вертикали, 35, 46
 Уровень синхронизации, 76

С

Сервис, меню, 15, 16, 31, 35, 92, 105
 Сертификат калибровки, 1
 Сетевая печать, 149
 Сетка, стиль масштабной сетки, 93
 Синие линии, 104
 синхронизация
 Шина USB, 83
 Синхронизация
 Видео, заданное, 80
 Время нарастания/спада, заданное, 79
 вывод частоты на экран, 106
 задержанная, 87
 Задержка, 74
 значок местоположения, 38
 интервал до синхронизации, 73, 75
 интервал после синхронизации, 73, 75

основные понятия, 73
 параллельные шины, 56, 81
 По длительности импульса, заданная, 77
 По логическому сигналу, заданная, 78
 По огибающей, заданная, 78
 Последоват.(запуск.В), заданная, 77
 последовательная, 87
 последовательные шины, 56, 81, 175
 принудительная, 73
 проверка на совпадение данных в скользящем окне, 85
 проверка на совпадение данных параллельной шины, 86
 проверка совпадения байтов, 85
 режимы, 73, 76
 Синхронизация «В» по истечении времени задержки, 88
 Синхронизация по событиям В, 88
 событие, определение, 73
 Совпадение байтов при синхронизации по шине RS-232, 86
 строки видеосигнала, 168
 тип входа, 74
 уровень, 75
 Установка и фиксация, заданные, 79
 Фронт, 75
 Фронт, заданный, 77
 шина CAN, 84
 шина I2C, 82, 85
 шина Left Justified, 85
 шина Right Justified, 85
 шина SPI, 83
 шина TDM, 85
 Шина, заданная, 80
 шины, 80
 экранная надпись, 39, 86
 экранная надпись о состоянии, 38
 Синхронизация по длительности импульса, заданная, 77
 Синхронизация по параллельной шине, 80, 81

Синхронизация по событию В, 88
 Синхронизация по шинам, 80
 Синхронизация по шине CAN, 84
 Синхронизация по шине I2C синхронизация, 82
 Синхронизация по шине SPI, 83
 Синхронизация с задержкой, 87
 Синхронный сдвиг, 117
 скорость нарастания выходного напряжения, 4
 Смещение и положение, 101
 Смещение по вертикали, 98
 Снимок, 114
 Событий таблица, 60
 Согласование, 97
 Сопротивл., 97
 Сохранение
 настроек, 144
 опорных осциллограмм, 143
 осциллограмм, 140
 снимки экрана, 140
 Сохранение и вызов информации, 138
 Стандартный замок, для переносных компьютеров, 10
 Статистика, 113
 Стирание настроек и опорной памяти, 152
 Стробир., 112

Т

Таблица событий, 60
 Температура
 DPO4000 и MSO4000, 6
 P6139A, 7
 P6516, 8
 Технические характеристики
 источник питания, 11
 при работе, 6
 Тип входа, 97
 Тип входа, синхронизация, 74
 Точка
 синхронизации, 51
 Точка растяжения, 52
 Точно, 33
 Транспортный футляр, 4

У

Удаление опорных осциллограмм, 129, 144
 Удаление осциллограмм, 90

Управление записями большой
длина
управление, 130
Уровень загрязнения
DPO4000 и MSO4000, 6
P6139A, 7
P6516, 8
Уровень синхронизации
Значок, 39
кнопка уровня, 35
ручка, 76
Уровень, синхронизация, 75
Усреднение, режим
регистрации, 52

Ф

файл firmware.img, 19
Файловая система, 138, 143
Флэш-память, 5, 25
Формат файла, 141
Внутренний формат файла
(ISF), 143
Формат ISF, 143
Фронт, синхронизация, 75
Фронты
Белый, 104
Размытые, 104

Х

Хост-порты USB
хост-порты, 43

Ц

Цифровые каналы, 104
Значки опорной линии, 41
Значок группы, 41
масштабирование,
расположение,
группировка и
маркировка, 102
настройка, 69

Ч

Частота выборки, xi
Частота питания
DPO4000 и MSO4000, 6
Чистка, 9

Ш

Шина
кнопка, 56, 57, 80
меню, 31, 57
настройка, 57
отображение, 59
расположение и
маркировка, 101
экран, 41
Шина и осциллогр., отображение
отображение активности
шины на физическом
уровне, 68
Шины, 56, 80
значение курсора, 119
Ширина
DPO4000 и MSO4000, 6

Э

Эк. черн., 141, 148
Экранная надпись
Вспомогательная, 41
Длина записи и частота
выборки, 39
Канал, 41
курсор, 38, 119
Положение и масштаб по
горизонтали, 40
Регистрация данных, 37
Синхронизация, 39, 86
Состояние
синхронизации, 38
частота синхронизации, 106
MagneVu, 40
Timing Resolution, 40
Экранная надпись «Timing
Resolution» (Временное
разрешение), 40
Экранная надпись длины записи и
частоты выборки, 39
Экранная надпись канала, 41
Экранная надпись курсоров, 38,
119
Экранная надпись MagneVu, 40
Электропитание
вход, 44
выключатель, 35
выключение, 12
питание, 11
удаление, 12
шнур, 2
Элементы управления, 28

Я

Язык
изменение, 15
накладка, 16
Яркость подсветки, 94

А

Autoset, кнопка
видеосигнал, 50

В

B1 / B2, кнопка, 56, 57

С

Согл. каналов, 99
CAN, 31, 56, 80
CompactFlash, xi, 31, 36, 138

Д

Default Setup, 48, 146
кнопка, 36, 45, 48
меню, 36
Отмена, 49
dl/dt, 4
DPO4, 4
DPO4AUDIO, 3, 56, 154
DPO4AUTO, 3, 56, 154
DPO4AUTOMAX, 3, 56, 154
DPO4COMP, 3, 56, 154
DPO4EMBD, 4, 56, 154
DPO4PWR, 4, 56, 154
DPO4USB, 56, 154
DPO4VID, 4, 80, 154
dV/dt, 4

Е

e*Scope, 25
Ethernet, xi, 24, 25, 26
печать, 149
порт, 43
Excel, 22

Ф

FlexRay, 31, 56, 80

Г

GPIO, 23, 43

- I**
I2C, 31, 56, 80
 синхронизация, 85
I2S, 31, 56, 80
IRE, масштабная сетка, 93
- L**
LabView, 22
Left Justified, 80
 синхронизация, 85
Left Justified (LJ), 31, 56
LIN, 31, 56, 80
 запуск, 84
- M**
MagniVu, xii, 72
- N**
NEX-HD2HEADER, 4
NI LabVIEW SignalExpress, 1
- O**
OpenChoice, xi, 1
- P**
PictBridge, 25, 43, 147
- R**
Ref R, 143
Right Justified, 80
 синхронизация, 85
Right Justified (RJ), 31, 56
RS-232, 31, 56
 декодирование, 68
 запуск, 84
 значение курсора, 119
 пример шины, 180
 проверка совпадения
 байтов, 86
RS-422, 31, 56
RS-485, 31, 56
- S**
Save / Recall, меню, 31, 36, 140
SPI, 31, 56, 80
- T**
TDM, 31, 56, 80
 синхронизация, 85
- TekSecure, 152
TekVPI, 9
- U**
UART, 31, 56
USB, xi, 4, 56, 80, 138, 147
 синхронизации, 83
 хост-порты, 36
USB флэш-память, 5, 25
USBTMC, 43
Utility, меню, 106
- V**
VISA, 22
- W**
Wave Inspector, xi
Wave Inspector, функция, 130
- X**
XY
 курсоры, 120
 отображение, 92