

Серия MDO4000B
Осциллографы для смешанного типа сигналов
Руководство по эксплуатации



071-3201-00

Tektronix

Серия MDO4000B
Осциллографы для смешанного типа сигналов
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.

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.
14150 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 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 УВЕДОМЛЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Оглавление

Важная информация по безопасности	v
Общие правила техники безопасности	v
Правила по технике безопасности при сервисном обслуживании.....	viii
Условные обозначения в данном руководстве	ix
Символы и условные обозначения на приборе	ix
Информация о соответствии	x
Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости	x
Соответствие требованиям по технике безопасности	xi
Правила охраны окружающей среды	xiii
Предисловие	xiv
Основные характеристики	xv
Правила оформления, используемые в данном руководстве	xv
Подготовка к работе	1
Перед установкой	1
Условия эксплуатации	7
Рабочие положения	9
Подключение пробников	10
Защита осциллографа	11
Включение электропитания прибора	12
Выключение питания осциллографа	13
Проверка работоспособности	13
Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500 или TPP1000	14
Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500 или TPP1000	16
Бесплатное опробование прикладных модулей	17
Установка модуля прикладных программ	17
Изменение языка клавиатуры или интерфейса пользователя	18
Изменение даты и времени	20
Компенсация сигнального тракта	21
Обновление микропрограммного обеспечения	23
Подключение осциллографа к компьютеру	26
Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры	35
Ознакомление с прибором	36
Меню передней панели и органы управления	36
Разъемы передней панели	54
Разъем боковой панели	54
Разъемы на задней панели	55
Регистрация сигнала	57
Настройка аналоговых каналов	57
Использование настройки по умолчанию	61
Использование автоматической установки	61
Основные понятия регистрации сигнала	63
Как работают аналоговые режимы сбора данных	65

Изменение режима регистрации, длины записи и времени задержки	66
Использование режима прокрутки	68
Настройка последовательной или параллельной шины	69
Настройка цифровых каналов	84
Когда и зачем используется режим MagniVu	87
Использование режима MagniVu	87
Настройка РЧ-входов	88
Настройка синхронизации	94
Основные понятия синхронизации	94
Выбор типа синхронизации	97
Выбор синхронизации	98
Синхронизация по шинам	101
Проверка настроек синхронизации	106
Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой))	106
Запуск и остановка регистрации	109
Синхронизация по РЧ-входу	110
Отображение осциллограмм и зависимостей	113
Добавление и удаление осциллограмм	113
Настройка стиля отображения и послесвечения экрана	113
Настройка яркости осциллограмм	117
Выбор масштаба и положения осциллограммы	118
Настройка параметров входа	119
Расположение и маркировка сигналов шин	124
Расположение, масштабирование и группировка цифровых каналов	125
Просмотр цифровых каналов	127
Комментирование экрана	128
Просмотр частоты синхронизации	129
Отображение меню частотной области	130
Анализ осциллограмм или зависимостей	140
Работа с маркерами частотной области	140
Автоматические измерения в частотной области	144
Автоматические измерения во временной области	145
Выбор автоматических измерений во временной области	146
Пользовательская настройка автоматических измерений во временной области	150
Выполнение ручных измерений с помощью курсоров	154
Настройка гистограммы	159
Использование расчетных осциллограмм	162
Использование БПФ	164
Использование дополнительных математических функций	166
Использование спектральных вычислений	167
Использование опорных осциллограмм и зависимостей	168
Управление осциллограммами при большой длине памяти	171
Автоувеличение	177
Отображение показателей частотной и временной областей с корреляцией по времени	178
Предельные тесты и тесты по маске	183

Анализ систем питания	189
Сохранение и вызов информации	190
Сохранение снимка экрана	192
Сохранение и вызов данных осциллограмм и зависимостей	193
Сохранение и вызов настроек	197
Сохранение одним нажатием кнопки	198
Управление дисками, каталогами и файлами	199
Монтирование сетевого диска	200
Настройка для печати	201
Очистка памяти осциллографа	207
Использование прикладных модулей	209
Приложение А. Технические характеристики прибора MDO4000B	211
Приложение В. Инструкции по эксплуатации пассивных пробников TPP0500 и TPP1000, 500 МГц и 1 ГГц, 10X	212
Сведения по эксплуатации	212
Подсоединение пробника к осциллографу	212
Компенсация пробников на осциллографах серии MDO4000B	212
Стандартные принадлежности	212
Дополнительные принадлежности	214
Замена наконечника пробника	215
Технические характеристики	215
Графики рабочих характеристик	215
Общие положения о безопасности	217
Приложение С. Информация о логическом пробнике P6616 общего назначения	219
Описание прибора	219
Подсоединение пробника к осциллографу	219
Подсоединение пробника к цепи	220
Проверка работоспособности	220
Типичный способ применения	221
Принадлежности	222
Технические характеристики	223
Общие положения о безопасности	224
Условные обозначения и символы, относящиеся к безопасности, используемые в данном руководстве по эксплуатации	224
Предметный указатель	

Важная информация по безопасности

Настоящее руководство содержит информацию и предостережения, которые следует учитывать пользователю, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию прибора и поддерживать его в безопасном состоянии.

Информация по безопасному обслуживанию изделия содержится в конце этого раздела. (См. стр. viii, *Правила по технике безопасности при сервисном обслуживании.*)

Общие правила техники безопасности

Используйте изделие только описанным способом. Во избежание травм, а также повреждений данного прибора и подключаемого к нему оборудования необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности. Внимательно прочтите все инструкции. Сохраните это руководство для использования в будущем.

Соблюдайте все местные и общегосударственные нормы безопасности.

Для правильной и безопасной эксплуатации изделия важно помимо изложенных в этом руководстве указаний выполнять также общепринятые процедуры безопасности.

Изделие предназначено для использования только обученным персоналом.

Снимать крышку для ремонта, технического обслуживания или регулировки разрешается только квалифицированному персоналу.

Для обеспечения правильной работы прибора перед использованием проверяйте его с помощью известного источника.

Этот прибор не предназначен для обнаружения опасных напряжений.

При работе вблизи опасных оголенных проводов под напряжением пользуйтесь средствами индивидуальной защиты для предотвращения поражения электрическим током или дуговым разрядом.

Во время работы с прибором может потребоваться доступ к другим компонентам системы. Прочтите разделы по технике безопасности в руководствах по работе с другими компонентами и ознакомьтесь с мерами предосторожности и предупреждениями, связанными с эксплуатацией системы.

При встраивании этого оборудования в систему, ответственность за безопасность такой системы несет ее сборщик.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

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

Не используйте поставляемый в комплекте шнур питания с другими приборами.

Заземляйте прибор. Прибор заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током провод заземления должен быть подключен к шине заземления. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подсоединение к выходам и входам прибора.

Не отсоединяйте защитное заземление кабеля питания.

Отключение питания. Отсоедините шнур питания прибора от источника питания. Размещение выключателя см. в инструкции. Устанавливайте прибор таким образом, чтобы обеспечить доступ к шнуру для быстрого отсоединения в любое время.

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

Используйте только изолированные пробники напряжения, испытательные выводы и адаптеры, поставляемые с прибором или рекомендованные компанией Tektronix.

Проверяйте допустимые номиналы для всех 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 по эксплуатации прибора. Не превышайте номинальное значение напряжения или тока категории измерений (КАТ.) для компонента изделия (прибора, пробника или принадлежности) с минимальным значением. Будьте осторожны, используя испытательные выводы 1:1, поскольку напряжение на кончике пробника будет напрямую передаваться прибору.

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

Плавающий потенциал общего разъема не должен превышать номинальное напряжение для этого разъема.

Не используйте прибор со снятым кожухом. Эксплуатация прибора с открытым кожухом или снятыми защитными панелями не допускается. Можно попасть под действие опасного напряжения.

Не прикасайтесь к оголенным участкам цепи. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

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

Отключите прибор в случае его повреждения. Не пользуйтесь прибором, если он поврежден или работает неправильно. В случае сомнений относительно безопасности прибора выключите его и отсоедините шнур питания. Четко обозначьте прибор для предотвращения дальнейшей эксплуатации.

Перед использованием осмотрите пробники напряжения, испытательные выводы и принадлежности на наличие механических повреждений, а при наличии таковых замените поврежденные компоненты. Не используйте пробники или испытательные выводы, если они повреждены, имеют оголенные участки или признаки износа.

Перед использованием осмотрите прибор. Проверьте, нет ли на нем трещин и не отсутствуют ли какие-либо детали.

Используйте только рекомендованные запасные части.

Используйте соответствующий плавкий предохранитель. К применению допускаются только предохранители, типы и номиналы которых соответствуют требованиям для данного прибора.

Пользуйтесь средствами для защиты зрения. При наличии интенсивных световых потоков или лазерного излучения используйте средства для защиты зрения.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности. При перемещении прибора из холодного в теплое помещение возможна конденсация.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора. Перед чисткой прибора отключите все входные сигналы.

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

Не закрывайте отверстия и щели, предназначенные для вентиляции. Не вставляйте какие-либо предметы в отверстия.

Обеспечьте безопасные рабочие условия. Устанавливайте прибор таким образом, чтобы было удобно просматривать дисплей и индикаторы.

Избегайте неправильного или продолжительного использования клавиатур, указателей и кнопочных панелей. Неправильное или продолжительное использование клавиатуры или указателя может привести к серьезной травме.

Обеспечьте соответствие рабочей зоны эргономическим стандартам. Для предотвращения туннельного синдрома проконсультируйтесь со специалистом по эргономике.

Соблюдайте осторожность при подъеме и переноске изделия.

Используйте только стоечное крепление Tektronix, предназначенное для этого изделия.

Пробники и испытательные выводы

Перед присоединением пробников или испытательных выводов вставьте вилку шнура питания в заземленную надлежащим образом розетку.

Держите пробники так, чтобы пальцы находились под защитой предохранителя для пальцев на пробнике.

Удалите с рабочего места все неиспользуемые пробники, испытательные выводы и принадлежности.

Для проведения измерений используйте только правильную категорию измерений (КАТ.), напряжение, температуру, высоту над уровнем моря, пробники с соответствующим номиналом по току, испытательные выводы и адаптеры.

Соблюдайте осторожность при работе с высоким напряжением. Ознакомьтесь с номиналами напряжения для используемого пробника и не превышайте их. Необходимо знать и понимать смысл двух предельных значений:

- Максимальное измеряемое напряжение между наконечником пробника и опорным выводом пробника.
- Максимальное плавающее напряжение между опорным проводником пробника и шиной заземления.

Эти два предела напряжения зависят от пробника и приложения. Дополнительную информацию см. в разделе «Технические характеристики» руководства по эксплуатации.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током не превышайте максимально допустимые пределы для измеряемого напряжения или плавающего потенциала на входе разъема BNC осциллографа, наконечнике пробника или опорном выводе пробника.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением пробника к тестируемой схеме подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Подсоедините опорный вывод пробника к проверяемой цепи перед подсоединением входа пробника. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и опорный вывод от тестируемой схемы.

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

Опорный вывод пробника следует подсоединять только к заземлению.

Не подсоединяйте токовый пробник к проводникам, несущим напряжение выше предела, допустимого для токового пробника.

Осматривайте пробник и принадлежности. Перед каждым использованием осматривайте пробник и принадлежности на наличие повреждений (порезов, задиров или дефектов в корпусе пробника, принадлежностях или оболочке кабеля). При наличии повреждений откажитесь от их использования.

Использование осциллографа для измерений относительно «земли». Не допускайте плавления потенциала на опорном выводе этого пробника при использовании осциллографов для измерений относительно «земли». Опорный вывод должен быть соединен с потенциалом «земли» (0 В).

Правила по технике безопасности при сервисном обслуживании

Раздел *Правила по технике безопасности при сервисном обслуживании* содержит дополнительную информацию о безопасном обслуживании изделия. Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом. Прежде чем выполнять какие-либо процедуры по обслуживанию, ознакомьтесь с *Правилами по технике безопасности при сервисном обслуживании* и *Общими правилами по технике безопасности*.

Во избежание поражения электрическим током. не прикасайтесь к оголенным контактам разъемов.

Не выполняйте операции по обслуживанию в одиночку. При обслуживании и настройке прибора рядом должен находиться человек, способный оказать первую помощь и выполнить реанимационные мероприятия.

Отсоедините питание. Во избежание поражения электрическим током перед снятием крышек и кожухов для обслуживания выключайте прибор и отсоединяйте его от сети.

При обслуживании прибора с включенным питанием примите необходимые меры предосторожности. В данном приборе могут быть опасные напряжения и токи. Прежде чем снимать защитные панели, производить пайку или замену компонентов, отключите питание, снимите батарею (при ее наличии) и отсоедините испытательные выводы.

Проверьте безопасность после ремонта. После ремонта всегда проверяйте целостность заземления и диэлектрическую прочность.

Условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве по эксплуатации.



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 на приборе

Ниже приводится список возможных обозначений на приборе.

- 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 прибора и другого имущества.



Если этот символ нанесен на изделие, обратитесь к руководству для выяснения характера потенциальной опасности и мер по ее предотвращению. (Этот символ может также использоваться для указания на номинальные значения в руководстве.)

Ниже приводится список символов на приборе.



CAUTION
Refer to Manual



Protective Ground
(Earth) Terminal



Chassis Ground



Standby

Информация о соответствии

В данном разделе содержатся сведения о соответствии прибора требованиям стандартов по электромагнитной совместимости, охране здоровья и защите окружающей среды.

Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости

Заявление о соответствии стандартам ЕС — электромагнитная совместимость

Отвечает требованиям директивы 2004/108/ЕС по электромагнитной совместимости. Продемонстрировано соответствие следующим нормативным документам (перечислены в официальном бюллетене Европейского сообщества):

EN 61326-1 2006. Требования по электромагнитной совместимости для контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования.^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Защищенность от электростатических разрядов
- IEC 61000-4-3:2002. Устойчивость к воздействию радиочастотных электромагнитных полей.⁴
- IEC 61000-4-4:2004. Устойчивость к перепадам и всплескам напряжения
- IEC 61000-4-5:2001. Защищенность от импульсных помех в цепи питания
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями.⁵
- IEC 61000-4-11:2004. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания.⁶

EN 61000-3-2:2006. Выбросы синусоидального тока в линии питания.

EN 61000-3-3:1995. Изменения, колебания и пульсация напряжения.

Контактная информация (Европа).

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

- ¹ Данное изделие не предназначено для применения в жилых зонах. Его использование в жилой зоне может привести к возникновению электромагнитных помех.
- ² При подключении изделия к объекту испытания помехи могут превышать допустимые значения, указанные в данном стандарте.
- ³ Чтобы обеспечить соответствие требованиям перечисленных стандартов по электромагнитной совместимости, необходимо использовать высококачественные экранированные соединительные кабели.
- ⁴ Осциллограф Смещение осциллограммы не более 4 делений или увеличение размаха шумов не более 8 делений.
РЧ: Остаточные паразитные сигналы в радиочастотной части могут возрастать до -65 дБм в случае воздействия на прибор электромагнитных помех при тестировании по стандарту IEC 61000-4-3 для частот до 1 ГГц и до -55 дБм для частот свыше 1 ГГц.
- ⁵ Осциллограф Смещение осциллограммы не более 1 деления или увеличение размаха шумов не более 2 делений.

РЧ: Остаточные паразитные сигналы в радиочастотной части могут возрастать до -85 дБм в случае воздействия на прибор электромагнитных помех при тестировании по стандарту IEC 61000-4-6.

- ⁶ 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

Удовлетворяет требованиям пункта об электромагнитной совместимости Закона о радиосвязи, в соответствии с требованиями указанного ниже стандарта и Управления по связи и СМИ Австралии (ACMA):

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

Контактный адрес в Австралии/Новой Зеландии.

Baker & McKenzie,
Level 27, AMP Centre,
50 Bridge Street,
Sydney NSW 2000, Australia (Австралия)

Соответствие требованиям по технике безопасности

В этом разделе перечислены стандарты безопасности, которым соответствует изделие, а также другая информация по безопасности.

Заявление о соответствии стандартам ЕС: низковольтное оборудование

Проверено на соответствие следующему стандарту (Official Journal of the European Union).

Директива 2006/95/EC по низковольтному оборудованию.

- EN 61010-1. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 1: Общие требования.
- EN 61010-2-030. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 2-030: Особые требования к тестовым и измерительным цепям.

Перечень испытательной лаборатории, действительный в США

- UL 61010-1. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 1: Общие требования.
- UL 61010-2-030. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 2-030: Особые требования к тестовым и измерительным цепям.

Свидетельство, действительное в Канаде

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 1: Общие требования.
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 2-030: Особые требования к тестовым и измерительным цепям.

Дополнительные стандарты

- IEC 61010-1. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 1: Общие требования.
- IEC 61010-2-030. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 2-030: Особые требования к тестовым и измерительным цепям.

Тип оборудования

Тестовое и измерительное оборудование.

Класс безопасности

Класс 1 — заземленный прибор.

Описание степеней загрязнения

Характеристика загрязнений, которые могут присутствовать как внутри прибора, так и вне его. Обычно условия внутри и вне прибора считают идентичными. Приборы следует использовать лишь в предназначенных для этого условиях.

- Степень загрязнения 1. Загрязнения отсутствуют или являются сухими и непроводящими. Приборы данной категории, как правило, защищены герметичной оболочкой или предназначены для установки в чистых помещениях.
- Степень загрязнения 2. Обычно присутствует только непроводящее загрязнение. Однако, как правило, возникает временная проводимость, вызванная конденсацией. Такие условия типичны для жилых и рабочих помещений. Непродолжительная конденсация имеет место лишь при выключенном устройстве.
- Степень загрязнения 3. Токопроводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое может стать токопроводящим ввиду ожидаемой конденсации. Это характерно для закрытых помещений, в которых отсутствует регулирование температуры и влажности. Место защищено от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
- Степень загрязнения 4. Загрязнения, обладающие постоянной проводимостью (проводящая пыль, вода или снег). Типичное расположение — вне помещений.

Степень загрязнения

Степень загрязнения 2 (согласно IEC 61010-1). Рассчитано на использование исключительно в сухих помещениях.

Описание категорий измерения и перенапряжения

Измерительные клеммы данного прибора могут использоваться для измерения сетевого напряжения одной или нескольких из перечисленных ниже категорий (см. номинальные значения, указанные на изделии и в руководстве).

- Категория II. Цепи, подключаемые непосредственно к проводке зданий в точках подключения (розетки и т. п.).
- Категория III. В проводке и распределительных системах зданий.
- Категория IV. У источников питания зданий.

ПРИМЕЧАНИЕ. Только цепи сетевого питания имеют категорию перенапряжения. Категорию измерения имеют только измерительные цепи. Другие цепи прибора не имеют категорий.

Категория перенапряжения сети

Категория перенапряжения II (согласно IEC 61010-1).

Правила охраны окружающей среды

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

Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов соблюдайте указанные ниже правила.

Утилизация оборудования. Изготовление данного оборудования связано с добычей и использованием природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, опасные для окружающей среды и здоровья людей в случае его неправильной утилизации по окончании срока службы. Во избежание попадания подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование его материалов.



Этот символ означает, что данный прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно директивам 2002/96/ЕС и 2006/66/ЕС об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Более подробно сведения об утилизации изложены в разделе «Сервис и поддержка» веб-сайта компании Tektronix (www.tektronix.com).

Материалы, содержащие перхлорат. Этот продукт содержит один или несколько литиевых аккумуляторов типа CR. В соответствии с законодательством штата Калифорния литиевые аккумуляторы типа CR входят в список материалов, содержащих перхлорат, и требуют особого обращения. Дополнительные сведения содержатся на веб-странице www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate.

Ограничение использования опасных веществ

Данное изделие относится к промышленным контрольно-измерительным приборам и не подпадает под действие Директивы 2011/65/EU по ограничению использования опасных веществ в электрооборудовании и электронном оборудовании вплоть до 22 июля 2017 г.

Предисловие

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

Модель	MDO4104B-6	MDO4104B-3	MDO4054B-6	MDO4054B-3	MDO4034B-3	MDO4014 B-3
Полоса пропускания	1 ГГц	1 ГГц	500 МГц	500 МГц	350 МГц	100 МГц
Аналоговые каналы	4	4	4	4	4	4
Цифровые каналы	16	16	16	16	16	16
РЧ-каналы	1	1	1	1	1	1
Скорость выборки (1 кан.)	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с
Скорость выборки (2 кан.)	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с
Скорость выборки (4 кан.)	2,5 Гвыб/с					
Длина записи (1 кан.)	20 млн					
Длина записи (2 кан.)	20 млн					
Длина записи (4 кан.)	20 млн					
РЧ-частота	6 ГГц	3 ГГц	6 ГГц	3 ГГц	3 ГГц	3 ГГц

Основные характеристики

Комбинированные осциллографы MDO4000B позволяют выполнять регистрацию аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов с корреляцией по времени с помощью одного прибора. Эти приборы позволяют исследовать сигнал и осуществлять измерения в частотной и временной областях одновременно для проверки, отладки и определения характеристик электронных устройств. Ниже перечислены основные функции.

- Выделенный входной канал РЧ-диапазона для измерений в частотной области
- 16 цифровых каналов и 4 аналоговых канала для измерений во временной области
- Регистрация аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов с корреляцией по времени
- Возможность независимой установки параметров регистрации сигнала во входных каналах частотной и временной областей
- Доступны модели с полосой пропускания от 100 МГц до 1 ГГц.
- Скорость выборки по всем аналоговым каналам до 2,5 или 5 Гвыб/с (в зависимости от модели)
- Длина записи по всем каналам 20 млн выборок
- Максимальная скорость регистрации >50 000 осциллограмм в секунду
- Расширенная синхронизация и анализ сигналов для шин: I²C, SPI, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I²S, Left Justified (LJ) (выравнивание по левому полю), Right Justified (RJ) (выравнивание по правому полю), TDM, Ethernet, MIL-STD-1553 (с соответствующим прикладным модулем) и Парал.
- Модуль прикладных программ для анализа систем питания и тестирования предела/по маске (приобретается дополнительно)

Правила оформления, используемые в данном руководстве

В данном руководстве используются следующие обозначения.

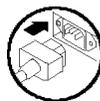
Одно из последовательных действий



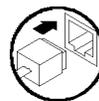
Выключатель питания на передней панели



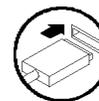
Подключение электропитания



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 серии MDO4000B.</i>	На английском языке (вариант поставки L0)	071-3191-XX
	На французском языке (вариант поставки L1)	071-3192-XX
	На итальянском языке (вариант поставки L2)	071-3193-XX
	На немецком языке (вариант поставки L3)	071-3194-XX
	На испанском языке (вариант поставки L4)	071-3195-XX
	На японском языке (вариант поставки L5)	071-3196-XX
	На португальском языке (вариант поставки L6)	071-3197-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (вариант поставки L7)	071-3198-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (вариант поставки L8)	071-3199-XX
	На корейском языке (вариант поставки L9)	071-3200-XX
	На русском языке (вариант поставки L10)	071-3201-XX
<i>Компакт-диск Documentation Browser с документацией для осциллографов серии MDO4000B</i>	Электронные версии всей документации по MSO/DPO4000B, включая руководство программиста и справочник по техническим характеристикам.	063-4508-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)	335-2376-XX
	На итальянском языке (вариант поставки L2)	335-2377-XX
	На немецком языке (вариант поставки L3)	335-2378-XX
	На испанском языке (вариант поставки L4)	335-2379-XX
	На японском языке (опция L5)	335-2380-XX
	На португальском языке (вариант поставки L6)	335-2381-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (вариант поставки L7)	335-2382-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (вариант поставки L8)	335-2383-XX
	На корейском языке (вариант поставки L9)	335-2384-XX
	На русском языке (вариант поставки L10)	335-2385-XX
Пробники	Для моделей 100, 350 и 500 МГц один пассивный пробник на 500 МГц, 10X на канал	TRP0500
	Для моделей 1 ГГц один пассивный пробник 1 ГГц, 10X на канал	TRP1000
Адаптер	N (штекер) — BNC (розетка)	103-0045-00
Передняя крышка	Жесткая пластиковая защитная крышка прибора	200-5130-00
Шнур питания	Северная Америка (вариант поставки A0)	161-0348-00
	Европа (вариант поставки A1)	161-0343-00
	Великобритания (вариант поставки A2)	161-0344-00
	Австралия (вариант поставки A3)	161-0346-00
	Швейцария (вариант поставки A5)	161-0347-00
	Япония (вариант поставки A6)	161-0342-00
	Китай (вариант поставки A10)	161-0341-00
	Индия (вариант поставки A11)	161-0349-00
	Бразилия (вариант поставки A12)	161-0356-00
	Без шнура питания и адаптера переменного тока (вариант поставки A99)	—
Логический пробник	Один 16-канальный логический пробник с принадлежностями	R6616
Футляр для пробника и принадлежности	Сумка для пробников и принадлежностей	016-2030-XX

Дополнительные принадлежности

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль последовательной синхронизации и анализа для авиакосмических систем	Данный модуль позволяет выполнять синхронизацию последовательных шин MIL-STD-1553. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование шин, средства поиска и таблицы декодирования с метками времени.	DPO4AERO
Модуль последовательной синхронизации и анализа аудиосигналов	Этот модуль обеспечивает синхронизацию звуковых шин I ² S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени	DPO4AUDIO
Модуль последовательной синхронизации и анализа для автомобильных систем	Этот модуль обеспечивает синхронизацию последовательных шин CAN и LIN на уровне пакета. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование пакетов, средства поиска и таблицу декодирования пакетов с метками времени.	DPO4AUTO
Модуль последовательной синхронизации и анализа шин FlexRay, CAN и LIN	Данный модуль делает возможной синхронизацию по информации на уровне пакетов для шин FlexRay, CAN и LIN. Также он обеспечивает цифровое отображение сигнала, представления шин, декодирование пакетов, средства поиска, таблицы декодирования пакетов с метками времени и программное обеспечение для анализа «глазковой» диаграммы.	DPO4AUTOMAX
Модуль синхронизации и анализа для компьютерных систем	Модуль обеспечивает синхронизацию последовательных шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени.	DPO4COMP

Дополнительные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль последовательной синхронизации и анализа для встроенных систем	Этот модуль обеспечивает синхронизацию последовательных шин I ² C и SPI на уровне пакета. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени.	DPO4EMBD
Модуль последовательной синхронизации и анализа систем Ethernet	Этот модуль делает возможной синхронизацию по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX. Также он обеспечивает средства поиска, представления шин и таблицы декодирования с отметками времени. <i>ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин 100BASE-TX рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.</i>	DPO4ENET
Модуль предельного теста и теста по маске	Этот модуль поддерживает выполнение предельных тестов и тестов по стандартным и пользовательским телекоммуникационным маскам. <i>ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин стандарта Телеком >55 Мбит/с рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для высокоскоростных шин (HS) USB рекомендуется использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.</i>	DPO4LMT
Модуль анализа систем питания	Этот модуль поддерживает измерение качества питания, потерь переключения, гармонических искажений, пульсации, модуляции, области устойчивой работы и скорости нарастания (dV/dt и dI/dt).	DPO4PWR
Модуль последовательной синхронизации и анализа шин USB	Этот модуль обеспечивает синхронизацию последовательных шин USB 2.0 на уровне пакета. Помимо этого, он обеспечивает цифровое представление сигнала, представление шин, декодирование шин в шестнадцатеричном, двоичном форматах и формате ASCII, средства поиска и создание таблиц декодирования пакетов с метками времени. <i>ПРИМЕЧАНИЕ. Для высокоскоростных шин (HS) USB необходимо использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.</i>	DPO4USB

Дополнительные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль расширенного анализа видеосигналов	Этот модуль обеспечивает синхронизацию ряда стандартных видеосигналов HDTV, а также пользовательских (нестандартных) двух- и трехуровневых видеосигналов с количеством строк от 3 до 4000.	DPO4VID
Прикладной модуль расширенной РЧ-синхронизации	Данный модуль позволяет выполнять синхронизацию на основе мощности РЧ-сигнала с условиями по длительности импульса, времени ожидания, рант-импульсам и последовательностям	MDO4TRIG
NEX-HD2HEADER	Адаптер, который прокладывает каналы от разъема Micro до 2,5-мм контактов головки	NEX-HD2HEADER
Адаптер TEK-USB-488	Адаптер GPIB-USB	TEK-USB-488
Набор для монтажа в стойку	Дополнительные кронштейны для монтажа в стойку	RMD5000
Мягкий транспортный футляр	Футляр для переноски прибора	ACD4000B
Жесткий транспортный футляр	Транспортный футляр; требуется использование мягкого транспортного футляра (ACD4000B)	HCTEK54
Руководство программиста для осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B	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 .	077-0510-XX
Справочное руководство по техническим характеристикам осциллографов серии MDO4000B	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 .	077-0857-XX
Руководство по сервисному обслуживанию осциллографов серии MDO4000B	Информация по обслуживанию осциллографов серии MDO4000B	077-0859-XX

Дополнительные принадлежности (прод.)

Принадлежности	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Инструкции по установке прикладного модуля для осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B	Описание установки модуля прикладных программ на осциллограф	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	
Инструкции по рассекречиванию и безопасности осциллографов серии MDO4000B	Описывает, как исключать не подлежащую оглашению информацию или демонтировать запоминающие устройства из осциллографов Tektronix серии MDO4000B.	077-0858-00
Пробники TekVPI	Посетите страницу помощника по выбору пробника и принадлежностей к осциллографам по адресу www.tektronix.com . ПРИМЕЧАНИЕ. Часть пробников TekVPI можно также использовать для входных РЧ-сигналов. Для работы данных пробников требуется адаптер TPA-N-VPI, указанный в списке ниже.	
Адаптер TPA-N-VPI	Адаптер от разъема N (входной РЧ-сигнал) к пробнику TekVPI.	TPA-N-VPI
Адаптер TPA-BNC	Адаптер TekVPI-TekProbe II BNC	TPA-BNC

Осциллографы серии MDO4000B работают с несколькими дополнительно приобретаемыми пробниками. (См. стр. 10, *Подключение пробников*.) Посетите страницу помощника по выбору пробника и принадлежностей к осциллографам по адресу www.tektronix.com для получения актуальной информации.

Условия эксплуатации

Осциллографы серии MDO4000B

Рабочие диапазоны частот и напряжения сети

Вольты	Герцы
100-240	50–60
115	400

Диапазон входного напряжения питания:
100–240 В

Максимальное энергопотребление: 250 Вт

Масса:

5,0 кг, автономный прибор без передней крышки

Высота прибора с убранной опорой и сложенной ручкой:
229 мм

Ширина, по втулкам ручки: 439 мм

Глубина, от задней опоры до передней части ручек: 147 мм

Глубина прибора от задней части опоры до передней части передней крышки: 155 мм

Температура:

При эксплуатации: от 0 до +50 °С

При хранении: от –20 до 60 °С

Влажность:

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

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

При хранении: верхнее значение: от 40 до 60 °С, относительная влажность от 5 до 60 %

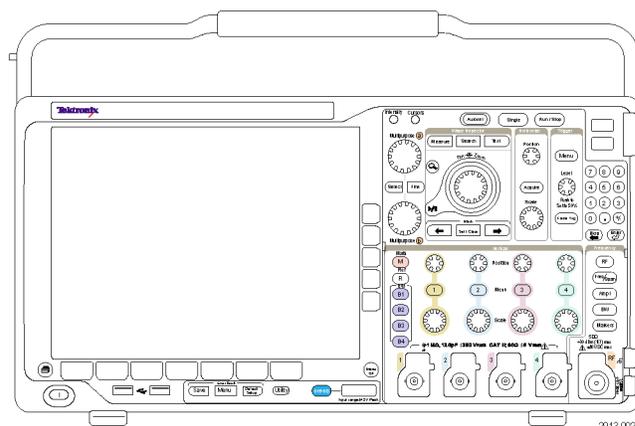
При хранении: нижнее значение: от 0 до 40 °С, относительная влажность от 5 до 90 %

Высота над уровнем моря:

При эксплуатации: 3 000 м

Высота над уровнем моря (при хранении): 12 000 м

Уровень загрязнения: 2, только для использования в помещении



Серия MDO4000B

Система сбора данных: 1 МОм

Максимальное входное напряжение на разъеме BNC: $300 V_{\text{ср. кв.}}$. Категория установки II.

Снижение 20 дБ/декада в диапазоне 4,5–45 МГц.

Снижение 14 дБ/декада в диапазоне 45–450 МГц.

Выше 450 МГц, $5 V_{\text{ср. кв.}}$.

Система сбора данных: 50 Ом

Максимальное входное напряжение на разъеме BNC: $5 V_{\text{ср. кв.}}$, с пиковыми значениями не более $\pm 20 \text{ В}$ (скважность $\leq 6,25 \%$)

R6616: входы цифровых пробников

Максимальное абсолютное напряжение на входе: $\pm 42 V_{\text{пик.}}$

Вход РЧ-сигнала:

Максимальное рабочее напряжение: $\pm 40 V_{\text{постоянного тока}}$



ОСТОРОЖНО. Для обеспечения надлежащего охлаждения не загромождайте нижнюю и боковые панели. Зазор для вентиляции должен составлять как минимум 51 мм с левой стороны, если смотреть на прибор спереди, а также с задней стороны прибора

Дополнительную информацию о характеристиках осциллографа MDO4000B см. в Приложении А. (См. стр. 211, Приложение А. Технические характеристики прибора MDO4000B.)

Информацию о пробниках TRP0500/TRP1000 см. в Приложении В. (См. стр. 212, Приложение В. Инструкции по эксплуатации пассивных пробников TRP0500 и TRP1000, 500 МГц и 1 ГГц, 10X.)

Информацию о пробниках P6616 см. в приложении С. (См. стр. 219, Приложение С. Информация о логическом пробнике P6616 общего назначения.)

Чистка

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

1. Удалите пыль с поверхности осциллографа и пробников с помощью ткани без ворса. Следите, чтобы не поцарапать экран.
2. Для чистки инструмента пользуйтесь мягкой влажной тканью. Для более эффективной очистки подходит 75% водный раствор изопропилового спирта.



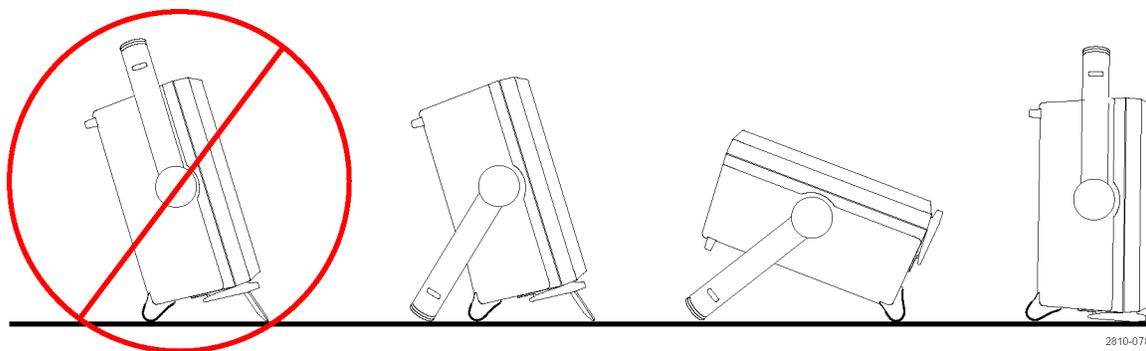
ОСТОРОЖНО. При чистке наружной поверхности не позволяйте влаге проникать внутрь прибора. Чистящего раствора должно быть не больше, чем требуется для смачивания щетки или ткани.



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

Рабочие положения

Ручка и передняя откидная опора позволяют установить осциллограф в удобное для работы положение. При откинутой опоре ручка должна быть опущена.



2810-078

Подключение пробников

Подключение пробников к осциллографу выполняется с помощью следующих средств:

1. Универсальный интерфейс пробника Tektronix (TekVPI)

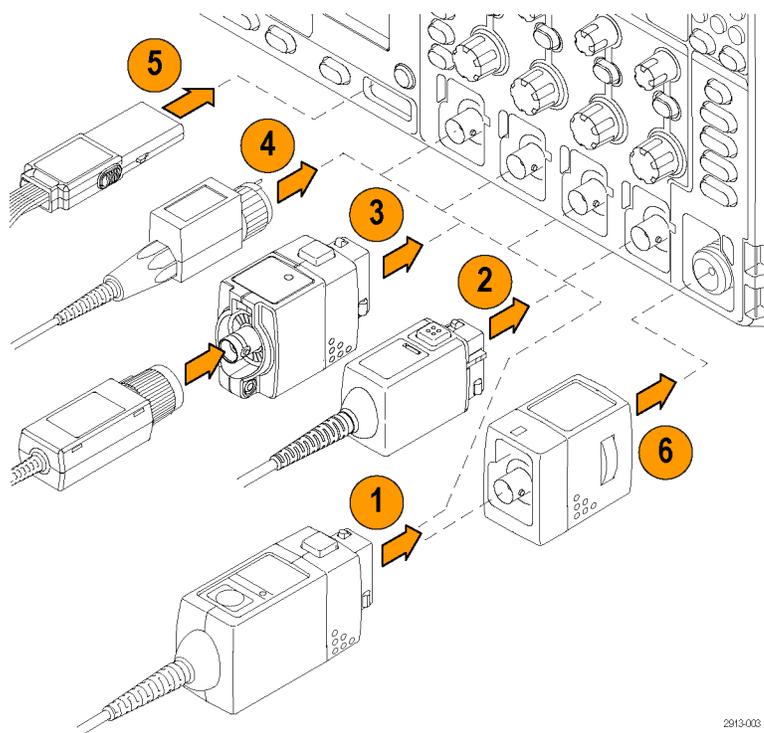
Эти пробники обеспечивают двусторонний обмен информацией с осциллографом через экранное меню и дистанционно через программируемые средства поддержки. Дистанционное управление полезно при работе в средах сбора данных и слежения, когда требуется выполнять предварительную настройку параметров пробника с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

2. Универсальный интерфейс пробников Tektronix (TekVPI) для пассивных пробников

Эти пробники разработаны на базе интерфейса TekVPI. Каждый пробник соответствует определенному каналу осциллографа, благодаря чему осциллограф получает возможность оптимизировать входной сигнальный тракт. Это обеспечивает компенсацию переменного тока по всему частотному диапазону.

3. 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.



2913-003

4. 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.

5. Интерфейс логического пробника

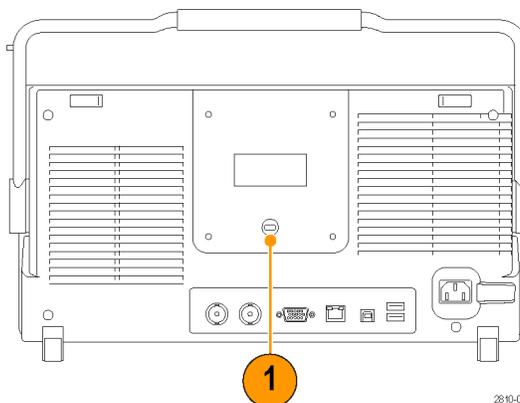
Пробник R6616 предоставляет 16 каналов цифровой информации (во включенном или выключенном состоянии).

6. Адаптер TPA-N-VPI позволяет подключать пробники TekVPI к PC-входу.

Для получения дополнительной информации по ассортименту пробников, совместимых с осциллографами серии MDO4000B, посетите веб-сайт помощника по выбору пробника и принадлежностей к осциллографам по адресу www.tektronix.com.

Защита осциллографа

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



2810-004

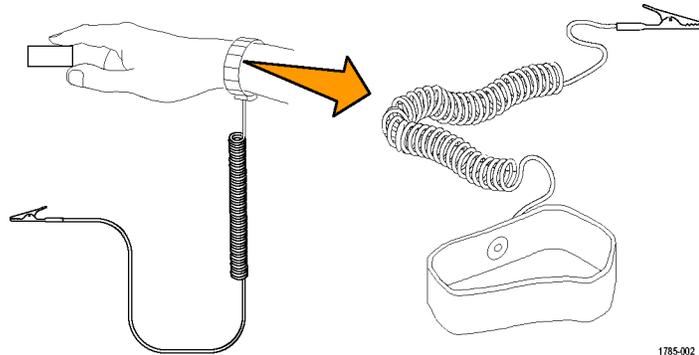
Включение электропитания прибора

Заземлите осциллограф и заземлитесь сами.

Для подачи питания к прибору подсоедините поставляемый с прибором шнур питания к разъему питания на задней панели. Вставьте шнур питания в заземленную надлежащим образом электрическую розетку. Чтобы обесточить прибор, отсоедините от него шнур питания.

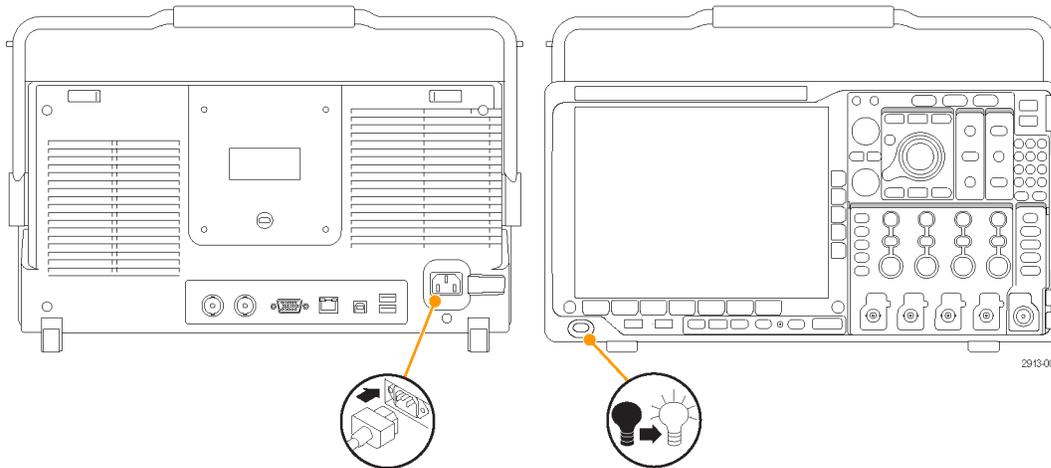
Заземление осциллографа необходимо для обеспечения безопасности и для повышения точности измерений. Осциллограф должен быть подсоединен к тому же проводу заземления, что и исследуемая схема.

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

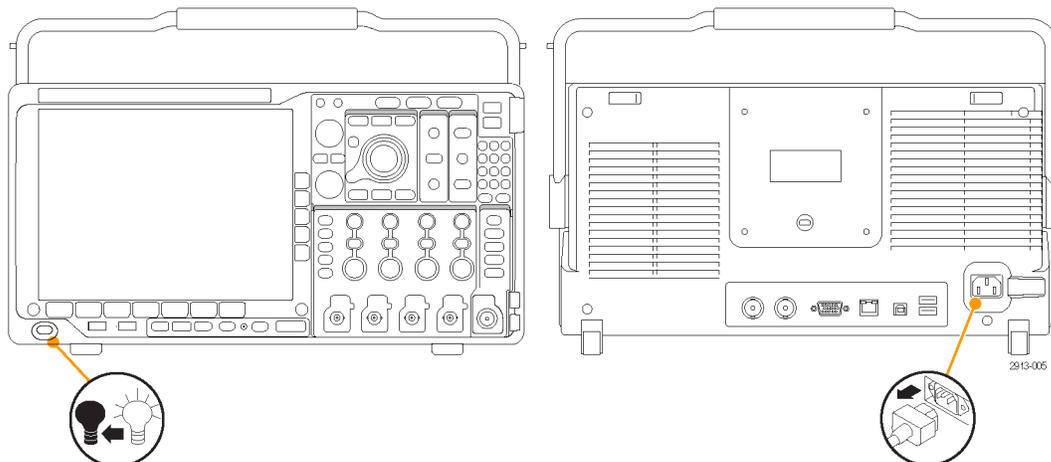
Чтобы подсоединить шнур питания и включить осциллограф, выполните следующие действия.



2913.004

Выключение питания осциллографа

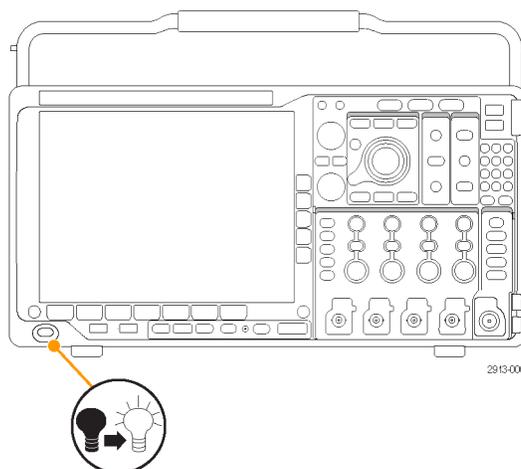
Чтобы выключить питание осциллографа и удалить шнур питания, выполните следующие действия.



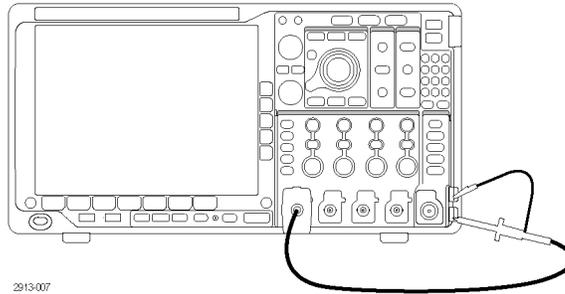
Проверка работоспособности

Быстрая проверка функций позволяет убедиться в правильной работе осциллографа.

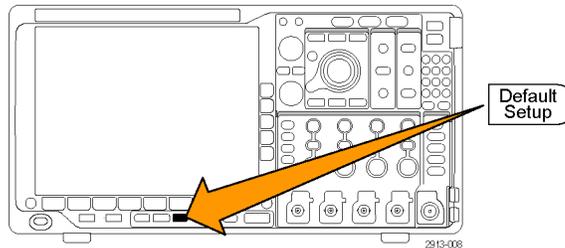
1. Подсоедините шнур питания осциллографа, как описано в разделе *Включение электропитания осциллографа*. (См. стр. 12.)
2. Включите осциллограф.



3. Подключите разъем пробника к каналу 1 осциллографа, а наконечник пробника и вывод опорного сигнала — к клеммам **PROBE COMP** (КОМПЕНСАЦИЯ ПРОБНИКОВ) на передней панели осциллографа.



4. Нажмите кнопку **Default Setup**.

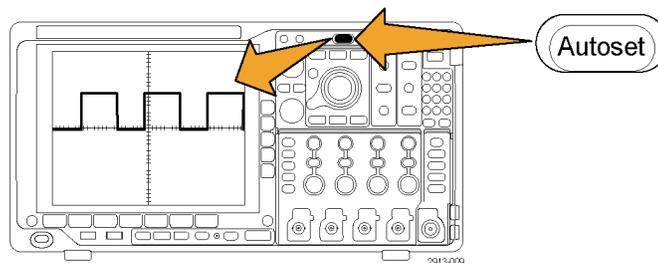


5. Нажмите кнопку **Автоустановка**.

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

Если форма сигнала искажена, выполните компенсацию пробника. (См. стр. 16, *Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500 или TPP1000.*)

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



Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500 или TPP1000

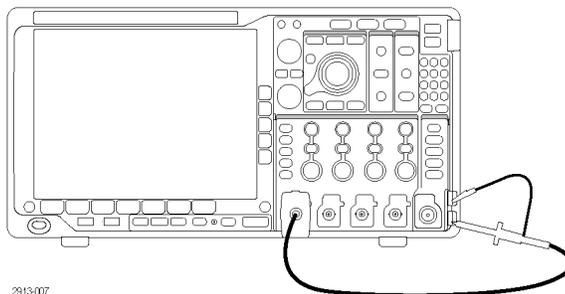
Приборы MDO4000B могут автоматически выполнять компенсацию пробников TPP0500 и TPP1000. Это устраняет необходимость в ручной компенсации, которая требуется при использовании других видов пробников.

При каждой компенсации генерируются значения для определенного сочетания пробника и канала. Если требуется использовать пробник на другом канале и нужно компенсировать новую пару «пробник-канал», заново выполните компенсацию для нового сочетания.

1. Подключите кабель питания осциллографа. (См. стр. 12, *Включение электропитания прибора.*)
2. Включите осциллограф.

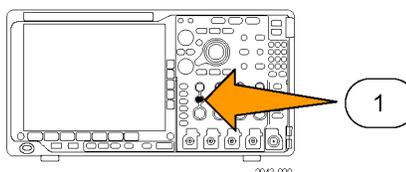
3. Подсоедините разъем пробника к каналу осциллографа, а наконечник пробника и опорный вывод к выводам **PROBE COMP** на передней панели осциллографа.

ПРИМЕЧАНИЕ. К выводам компенсации пробника нельзя подключать одновременно несколько пробников.



2913-007

4. Нажмите кнопку на передней панели для подключения входного канала к пробнику, который необходимо компенсировать. (1, 2, 3 или 4)



5. Информация об автоматической установке значения согласованной нагрузки пробника отобразится в нижнем меню осциллографа.

Тип входа DC AC	Согласов. нагр. задана TRP1000	Инверсия Вкл Выкл	Полоса проп. Полная	Метка		▲ Дополнит.
--------------------	--------------------------------	-------------------	---------------------	-------	--	----------------

5

6

6. Несколько раз нажмите кнопку **Дополнит.**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Нас. пробн.**

7. В начале состояние компенсации будет **По умолчанию**.

8. Нажмите **Компенсация пробника** и следуйте инструкциям, появляющимся на дисплее.

Настройка пробника TRP1000
SN: 000001 Atten: 10X
Состояние компенсации По умолчанию
Компенсация пробника для 1
Измерение тока Да Нет

7

8

При компенсации пробников TPP0500/TPP1000 на осциллографах MDO4000B:

- При каждой компенсации генерируются значения для определенного сочетания пробника и канала. Если пробник требуется использовать на другом канале и нужно компенсировать новую пару «пробник-канал», заново выполните компенсацию.
- Каждый канал может хранить значения компенсации для 10 отдельных пробников. При попытке компенсировать 11-й пробник на том или ином канале осциллограф удалит значения для пробника, которым не пользовались дольше всех, и добавит значения для нового пробника.
- Осциллограф назначит значения компенсации по умолчанию пробнику TPP0500 или TPP1000, подключенному к каналу **Aux In**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Заводская калибровка удаляет все сохраненные значения компенсации

ПРИМЕЧАНИЕ. Сбой компенсации пробника чаще всего происходит при ненадежном подключении наконечника пробника или заземления во время компенсации. В случае сбоя осциллограф использует старые значения компенсации пробника, если таковые были сохранены до сбоя компенсации.

Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500 или TPP1000

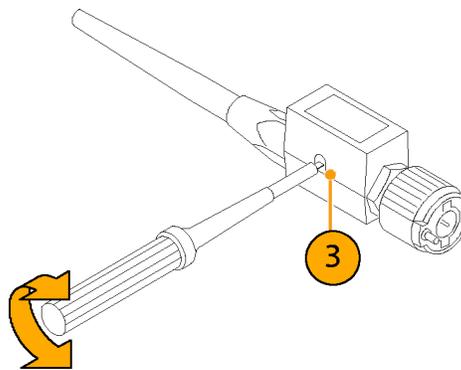
При первом подсоединении пассивного пробника напряжения к любому из входных каналов следует выполнить компенсацию пробника для согласования его с соответствующим входным каналом осциллографа.

Если вы заинтересованы в использовании процедуры автоматической компенсации пробника, описанной выше для пробников серии TPP0500 и TPP1000, (См. стр. 14, *Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500 или TPP1000.*) на любом пассивном пробнике, кроме пробников Tektronix серии TPP0500/TPP1000, проверьте в инструкции по эксплуатации своего пробника, отвечает ли он соответствующим требованиям. В противном случае, чтобы правильно скомпенсировать пассивный пробник, необходимо выполнить следующие действия.

1. Выполнить проверку работоспособности.
(См. стр. 13, *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.



Сигнал с коротким проводом заземления



Сигнал с длинным проводом заземления

Бесплатное опробование прикладных модулей

30-дневное бесплатное опробование доступно для всех лицензий модулей прикладных программ, 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 **O программе**.

Установка модуля прикладных программ



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения осциллографа или прикладного модуля ознакомьтесь с мерами предосторожности, относящимися к ЭСР (электростатическому разряду). (См. стр. 12, Включение электропитания прибора.)

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

(См. стр. 13, Выключение питания осциллографа.)

Дополнительные пакеты модулей прикладных программ позволяют расширить возможности осциллографа.

Одновременно можно физически установить до четырех модулей прикладных программ. Модули прикладных программ 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.

На некоторые модули предоставляются лицензии, которые можно передавать между прикладными модулями и осциллографом. Вы можете хранить каждую лицензию в модуле и перемещать его между инструментами. Вы также можете перемещать лицензию от модуля к осциллографу. Это позволит вам хранить отдельно модуль и осциллограф для обеспечения безопасности ваших данных. Такой способ позволит вам использовать одновременно более 4 приложений на вашем осциллографе. Для передачи лицензии от модуля к осциллографу или от осциллографа к модулю необходимо выполнить следующие действия.

1. Выключите питание на осциллографе. Вставьте модули прикладных программ в осциллограф. Включите питание.
2. Нажмите на передней панели кнопку **Utility**. При необходимости нажмите в нижнем меню кнопку **Стр. сервиса** и поверните многофункциональную ручку в положение **Конфиг**. В нижнем меню нажмите кнопку **Управление модулями и доп. оборуд.**, затем в боковом меню нажимайте кнопку **Тип лицензии** до появления опции «Модули». Содержащиеся в осциллографе лицензии будут показаны в боковом меню. Для переноса лицензии нажмите кнопку рядом с соответствующей лицензией. Возможен одновременный перенос до четырех лицензий.
3. После выключения питания осциллографа можно демонтировать с него физический модуль прикладных программ.

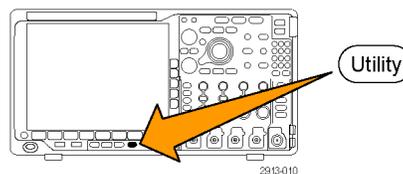
Указания по установке и тестированию прикладного модуля см. в руководстве *Установка прикладных модулей осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B*, входящем в комплект поставки прикладного модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если лицензия передается от модуля осциллографу, этот модуль не будет работать с другим осциллографом, пока она не будет передана обратно от осциллографа модулю. Рассмотрите возможность помещения физического модуля в кожух или используйте другое средство хранения, разместив на нем этикетку с датой, названием модуля, моделью и серийным номером осциллографа, являющегося держателем его лицензии. Это поможет в дальнейшем устранить неполадки, если пользователь, найдя этот модуль, установит его в какой-нибудь осциллограф и обнаружит, что он не работает.

Изменение языка клавиатуры или интерфейса пользователя

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

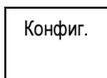
1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



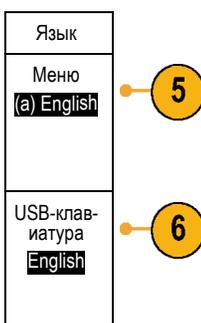
3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**



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



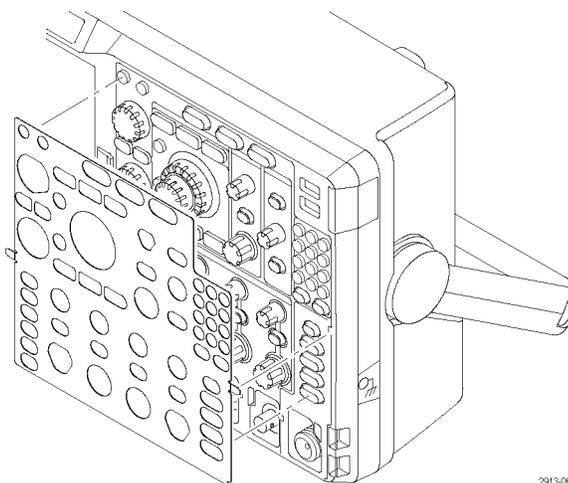
5. В открывшемся боковом меню нажмите кнопку **Меню** и выберите нужный язык пользовательского интерфейса многофункциональным регулятором **a**.



6. В открывшемся боковом меню нажмите кнопку **USB-клавиатура** и выберите нужную версию языка клавиатуры многофункциональным регулятором **a**.

7. Если для пользовательского интерфейса выбран английский язык, необходимо убедиться, что на передней панели нет пластиковой наклейки.

Если выбран другой язык, необходимо установить на переднюю панель пластиковую наклейку для выбранного языка с надписями для кнопок на этом языке.

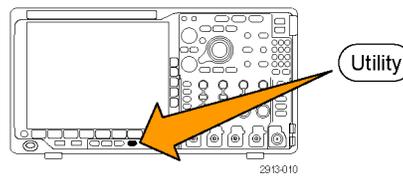


2913-005

Изменение даты и времени

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

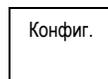
1. Нажмите кнопку **Utility**.



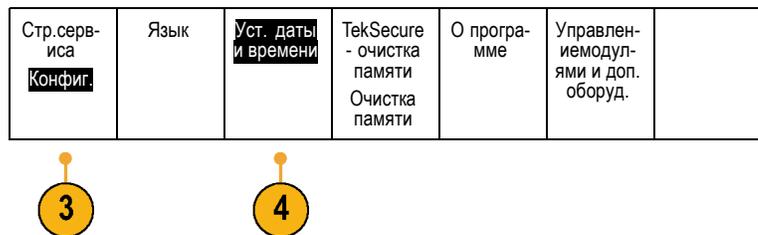
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



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



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



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



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

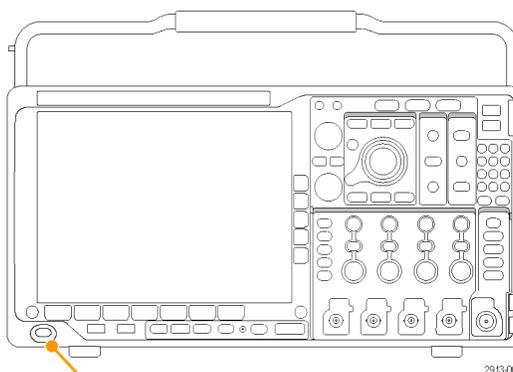
Компенсация сигнального тракта

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.

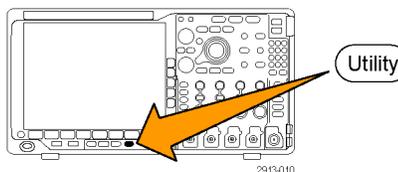
Компенсация сигнального тракта для временной и частотной областей

Чтобы провести компенсацию сигнального тракта, необходимо выполнить следующие действия.

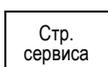
1. Прогрейте осциллограф не менее 20 минут. Отключите от входов каналов все внешние сигналы (пробники и кабели). Входные сигналы, содержащие составляющую переменного тока, могут помешать компенсации.



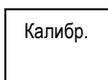
2. Нажмите кнопку **Utility**.



3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



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



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

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



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

Компенсир. сигн. тракт	6
------------------------	----------

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.

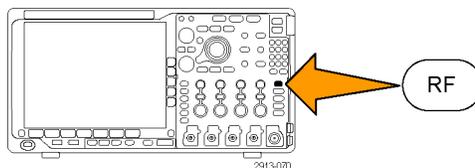
ПРИМЕЧАНИЕ. Компенсация сигнального тракта не включает калибровку наконечника пробника. (См. стр. 16, Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500 или TPP1000.)

Компенсация сигнального тракта только для частотной области

Описанная выше компенсация сигнального тракта (SPC) работает со входами как временной, так и частотной области. Если необходима компенсация только РЧ-входа, то для экономии времени можно запустить SPC только для РЧ-входа и не выполнять ее для временной области. Это можно сделать двумя путями:

1. Как и в случае с калибровкой по времени и частоте, прогревайте осциллограф не менее 20 минут. Отключите от РЧ-входа все внешние сигналы (пробники и кабели).

2. Нажмите кнопку **RF**, чтобы вызвать меню частотной области.



3. Нажмите **Дополнит.**, чтобы выбрать **Компенсировать сигнальный тракт**.

Спектральные зависимости	RF в зависимости от времени	Спектрограмма Вкл.	Spectrum Triggered	Метод обнаружения АВТО	Изменить метки	Дополнит.
--------------------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------	---------------------------	----------------	-----------

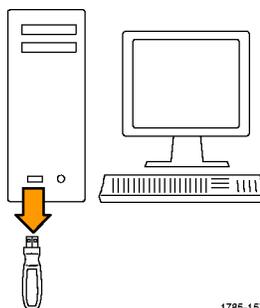
4. В появившемся боковом меню выберите **ОК. Компенсировать тракт RF-сигнала**.



Обновление микропрограммного обеспечения.

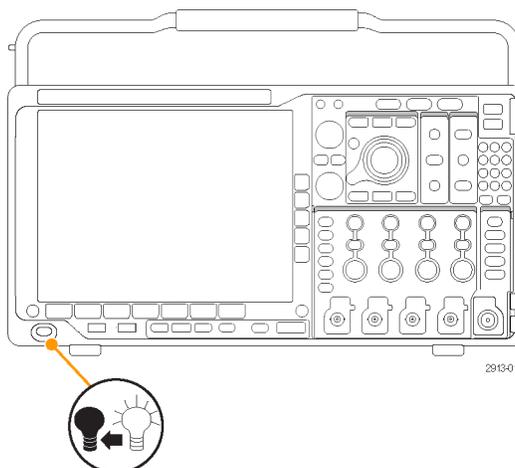
Чтобы обновить микропрограммное обеспечение осциллографа, необходимо выполнить следующие действия.

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.

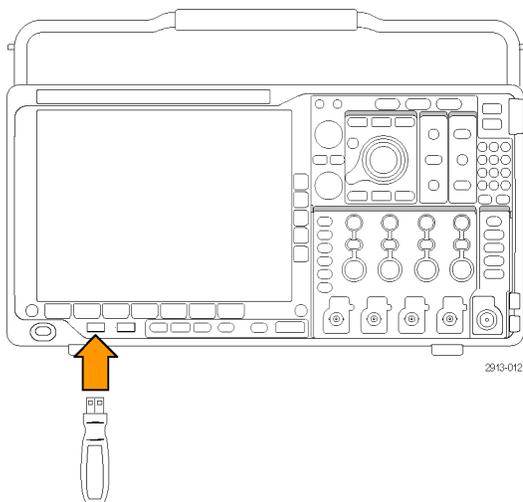


Разархивируйте файлы и скопируйте файл `firmware.img` в корневую папку USB-флэш-памяти или жесткого USB-диска.

2. Выключите питание осциллографа.

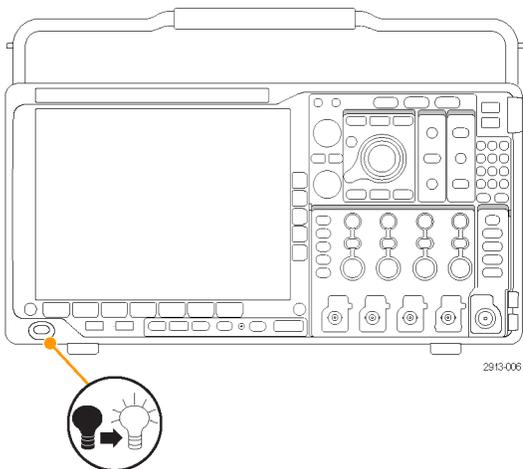


3. Подсоедините USB-накопитель к разъему USB на передней панели осциллографа.



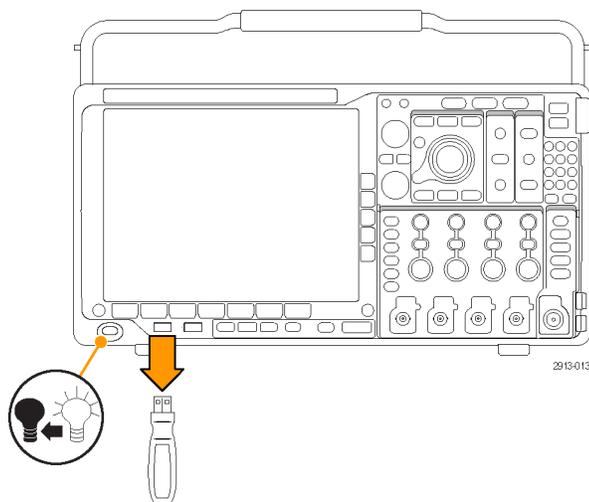
4. Включите осциллограф. Прибор автоматически распознает обновление микропрограммного обеспечения и установит его.

Если прибором не устанавливается микропрограммное обеспечение, повторите процедуру заново. Если неполадка не устраняется, попробуйте использовать другую модель USB-накопителя. И наконец, при необходимости обратитесь к квалифицированному специалисту по техническому обслуживанию.

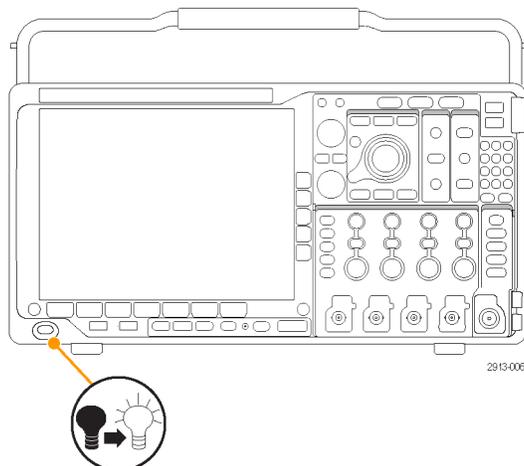


ПРИМЕЧАНИЕ. Не выключайте осциллограф и не удаляйте накопитель из разъема USB до тех пор, пока осциллограф не завершит установку микропрограммного обеспечения.

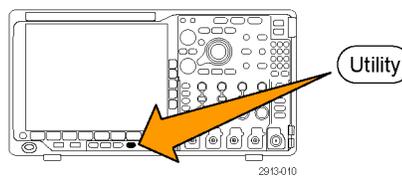
5. Выключите осциллограф и отсоедините USB-накопитель.



6. Включите осциллограф.



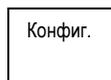
7. Нажмите кнопку **Utility**.



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	Уст. даты и времени	ТекSecure - очистка памяти Очистка памяти	О программе	Управлениемодулями и доп.оборуд.	
--------------------------------	------	---------------------	--	-------------	----------------------------------	--

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



Подключение осциллографа к компьютеру

Подключите осциллограф непосредственно к компьютеру, чтобы использовать компьютер для анализа данных, сбора снимков экрана и управления осциллографом. (См. стр. 192, *Сохранение снимка экрана.*) (См. стр. 193, *Сохранение и вызов данных осциллограмм и зависимостей.*)

Существует три способа подключения осциллографа к компьютеру: драйверы VISA, веб-инструменты e*Score и сервер сокета. Драйверы VISA используются для обмена информацией между компьютером и осциллографом с помощью программного приложения, например Tektronix OpenChoice Desktop®. e*Score применяется для обмена информацией с осциллографом через веб-браузер, например Microsoft Internet Explorer.

Использование VISA

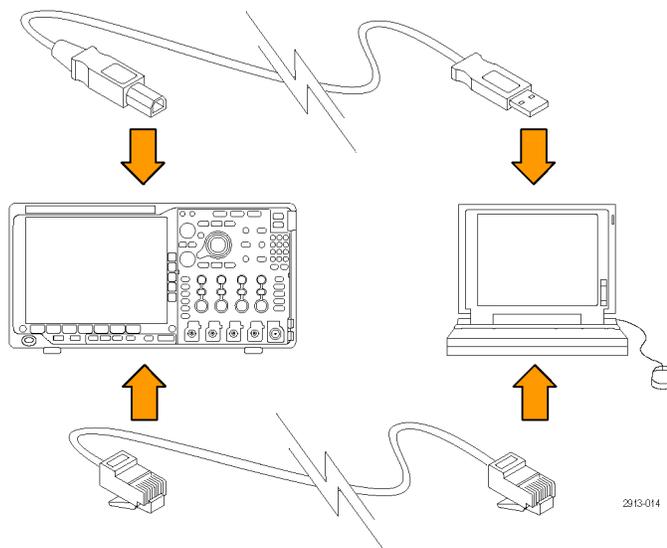
Драйвер VISA позволяет получать доступ к данным осциллографа с помощью компьютера с операционной системой MS Windows. Эти данные используются в пакете программного обеспечения анализа, работающем на ПК, например Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW, Tektronix OpenChoice Desktop или в программе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

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

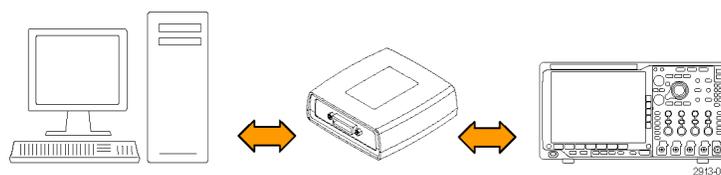
1. Загрузите на компьютер драйверы VISA. Также загрузите приложение для работы с осциллографом, например OpenChoice Desktop.

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

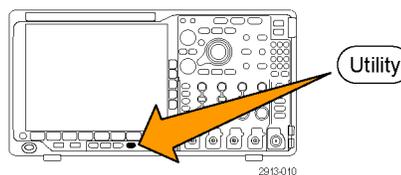
2. Подсоедините осциллограф к вашему компьютеру с помощью соответствующего кабеля USB или Ethernet.



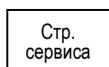
Для установления связи между осциллографом и системой GPIB подсоедините осциллограф к адаптеру TEK-USB-488 GPIB—USB с помощью кабеля USB. Затем подсоедините адаптер к системе GPIB с помощью кабеля GPIB. Включите питание осциллографа.



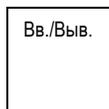
3. Нажмите кнопку **Utility**.



4. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.

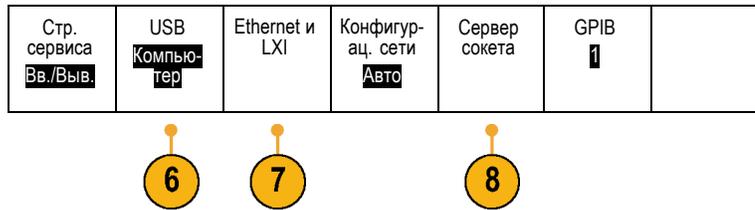


5. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Ввод/Вывод**.



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.



7. Для использования Ethernet нажмите в нижнем меню кнопку **Ethernet и LXI**.

Кнопками нижнего меню установите параметры сети. Дополнительные сведения см. в разделе выше, посвященном настройке e*Score.

8. Для изменения параметров сервера сокета нажмите кнопку **Сервер сокета** и введите новые значения, воспользовавшись открывшимся боковым меню.

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



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

10. 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.
- 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

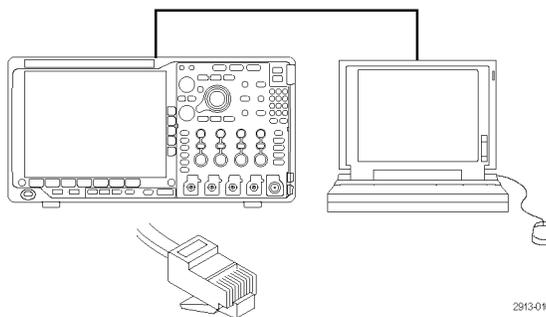


Использование веб-страницы LXI и e*Scope

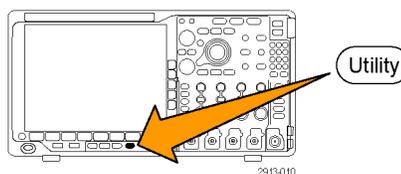
e*Scope позволяет связаться с любым подключенным к Интернету осциллографом серии MDO4000B с помощью веб-браузера компьютера.

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.



2. Нажмите кнопку **Utility**.



3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.

Стр.
сервиса



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

Ввод-
вывод

5. Нажмите кнопку **Ethernet и LXI**.

Стр. сервиса Вв./Выв.	USB Компью- тер	Ethernet и LXI	Конфигу- рация сети Авто	Сервер сокета	GPIB 1	
-----------------------------	-----------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------	-----------	--



6. Просмотрите пункт верхнего бокового меню, чтобы определить состояние локальной сети. Индикатор загорается зеленым при нормальной работе и красным, если прибор обнаруживает неисправность.

Сост-
ояние
локальной
сети Eth-
ernet и LXI



7. Нажмите кнопку **Параметры локальной сети**, чтобы отобразить параметры сети, настроенные на осциллографе.

Пара-
метры
локальной
сети



8. Нажмите кнопку **Сброс локальн.сети** для восстановления на осциллографе параметров локальной сети по умолчанию.

Сброс
локальн-
.сети



9. Нажмите кнопку **Проверка связи**, чтобы проверить, может ли осциллограф найти подключенную сеть.

Проверка
связи



10. Нажмите **Дополнит.**, чтобы открыть другую страницу бокового меню.

-далее- 1
из 2

11. Нажмите **Изменить имена**, чтобы изменить имя осциллографа, домен сети или имя службы.
12. Нажмите **Change Ethernet & LXI Password** (Изменить пароль Ethernet и LXI) для изменения имени пароля.
13. Нажмите **Change e*Scope Password** (Изменить пароль e*Scope), чтобы использовать пароль LXI для защиты осциллографа от внесения изменений в настройки локальной сети с помощью веб-браузера.

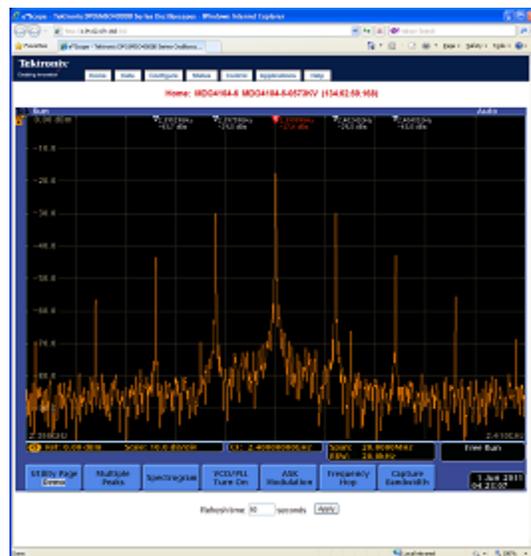
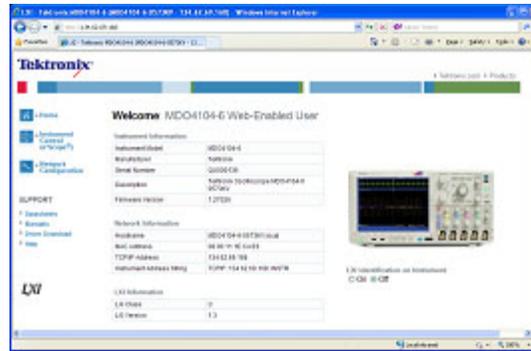
Ethernet и LXI
Изменить имена
Изменить пароль Ethernet и LXI
Изменить пароль e*Scope Включено
-далее- 2 из 2

11

12

14. Запустите браузер на удаленном компьютере. В адресной строке браузера введите последовательно имя хоста, точку и доменное имя. Или же просто введите IP-адрес своего прибора. В обоих случаях на экране вашего компьютера должна появиться приветственная страница LXI веб-браузера.
15. Нажмите «Конфигурац. сети» для просмотра и редактирования настроек конфигурации сети. Если настройки меняются при использовании пароля, необходимо помнить, что имя пользователя по умолчанию — «lxiuser».

- Для e*Score нажмите ссылку «Управление прибором» (e*Score) в левой части приветственной страницы LXI. После этого в браузере должна появиться новая вкладка (или окно) с работающей системой e*Score.

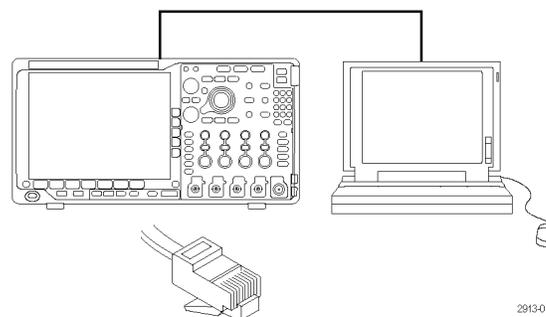


Использование сервера сокета

Сервер сокета предоставляет два способа связи по сетям с протоколом IP. Вы можете использовать имеющуюся в осциллографе функцию сервера сокета для связи с удаленным терминалом или компьютером.

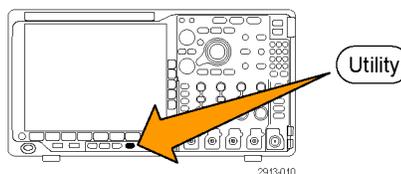
Чтобы настроить и использовать сервер сокета для связи между осциллографом и удаленным терминалом или компьютером, выполните следующие действия.

- Подключите осциллограф к компьютерной сети с помощью соответствующего кабеля Ethernet.

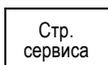


2913-016

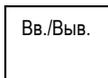
2. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).



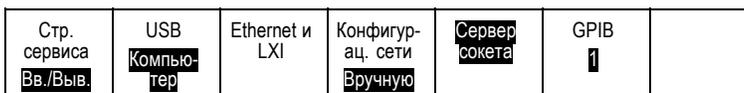
3. Нажмите **Стр. сервиса**.



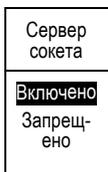
4. Поверните многофункциональную ручку **a** и выберите команду **Вв./Выв.**



5. Нажмите **Сервер сокета**.



6. В появившемся боковом меню «Сервер сокета» нажмите верхний пункт, чтобы выделить строку **Включено**.



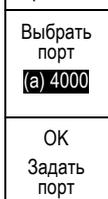
7. Выберите значение для протокола: **Нет** или **Terminal** (Терминал).
Сеанс связи с участием пользователя при использовании клавиатуры, как правило, организуется по терминальному протоколу. Для поддержания автоматического сеанса связи с осциллографом такой протокол не требуется.



8. При необходимости поворотом многофункциональной ручки **a** измените номер порта.



9. Если необходимо, нажмите **OK** для установки нового номера порта.



10. После завершения установки параметров сервера сокета компьютер готов к соединению с осциллографом. Если вы используете компьютер с ОС MS Windows, вы можете запустить обычный клиент Telnet, имеющий интерфейс командной строки. Для этого можно, например, ввести строку «TeInet» в окне «Запуск программы». В результате на компьютере будет открыто окно Telnet.

```
C:\WINDOWS\system32\telnet.exe
Welcome to Microsoft Telnet Client
Escape Character is 'CTRL+'
Microsoft Telnet> _
```

ПРИМЕЧАНИЕ. В MS Windows 7 необходимо предварительно разрешить использование Telnet.

11. Запустите сеанс связи с использованием терминала между компьютером и осциллографом, введя команду open с указанием сетевого адреса и порта осциллографа.

```
C:\WINDOWS\system32\telnet.exe
Welcome to Microsoft Telnet Client
Escape Character is 'CTRL+'
Microsoft Telnet> o 123.45.67.89 4000_
```

Чтобы узнать сетевой адрес устройства, выберите пункт **Ethernet** и **LXI** в нижнем меню и затем **Параметры локальной сети** в боковом меню. В результате отобразится экран «Параметры Ethernet и LXI». Чтобы узнать номер порта устройства, выберите пункт **Сервер сокета** в нижнем меню и прочитайте значение в пункте **Текущий порт** бокового меню.

Например, если IP-адрес осциллографа — 123.45.67.89, а номер порта имеет значение по умолчанию 4000, для запуска сеанса связи в окне MS Windows Telnet необходимо ввести: o 123.45.67.89 4000.

После установки соединения осциллограф отправит на компьютер экран со справочной информацией.

```
Telnet
Tektronix MD04104-6 Instrument Control Terminal Session
Control commands:
  t <timeout> : set the response timeout in milliseconds.
  d : send device clear to the instrument.
  r : read response from instrument.
  h : print this usage info.
Commands containing a ? are treated as queries and responses lly.
Timeout is 10000 milliseconds
> _
```

12. Теперь можно вводить стандартные запросы, например *i dn?.

```
> *i dn?
```

В результате в окне сеанса Telnet появится символьная строка с описанием прибора.

С помощью окна сеанса Telnet вы можете отправлять другие запросы и просматривать результаты. Синтаксис команд, запросов и коды состояний см. в документе «Руководство программиста для осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B».

ПРИМЕЧАНИЕ. Во время сеанса связи с осциллографом с помощью MS Windows Telnet не используйте клавишу Backspace на компьютере.

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 «Канал» и «Шина» в нижнем меню можно вызвать кнопку **Метка**. 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.

Чтобы выбрать клавиатуру с раскладкой для США или с другой раскладкой:

1. Нажмите кнопку **Utility**.

2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.

Стр.сервиса Конфиг.	Язык	Уст. даты и времени	TekSecure - очистка памяти	О программе	Управлен-иемодулями и доп. оборуд.	
------------------------	------	---------------------	----------------------------	-------------	------------------------------------	--

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



4. В появившемся нижнем меню нажмите кнопку **Язык**.
5. В открывшемся боковом меню выберите **USB-клавиатура**.
6. Поворотом многофункционального регулятора **a** выберите нужную раскладку клавиатуры в открывшемся меню.

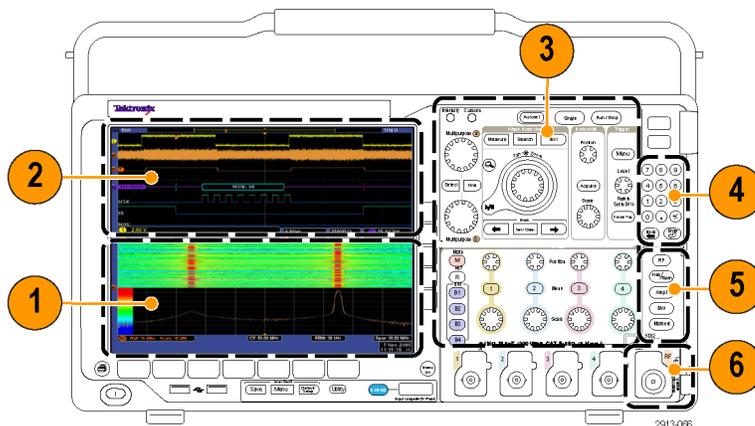
Ознакомление с прибором

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.

Обзор

1. Отображение частотной области
2. Отображение временной области
3. Традиционные элементы управления передней панели осциллографа
4. 10-разрядная цифровая клавиатура
5. Специализированные элементы управления для спектрального анализа
6. Отдельный РЧ-вход с разъемом типа N

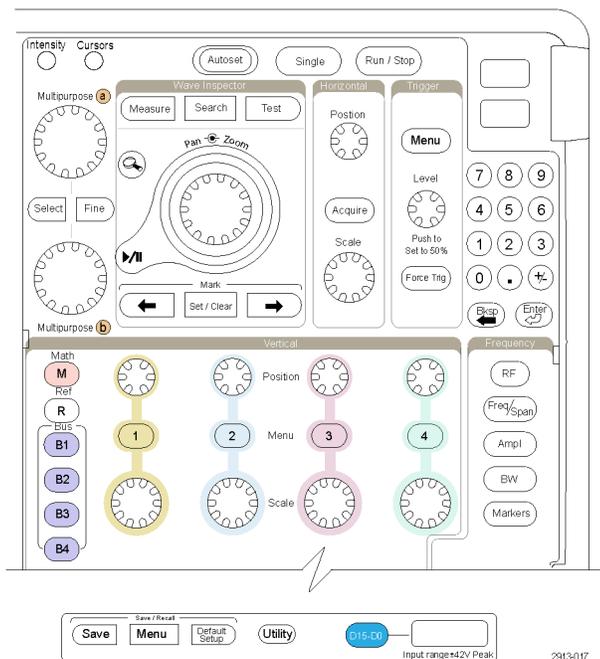


Использование системы меню

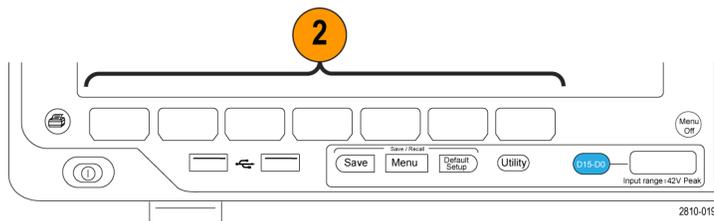
Чтобы использовать систему меню, надо выполнить следующие действия.

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

ПРИМЕЧАНИЕ. Кнопки с **B1** по **B4** поддерживают до четырех разных последовательных или параллельных шин.

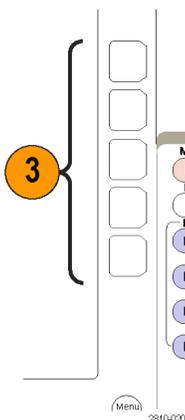


2. Нажмите кнопку нижнего экранного меню, чтобы выбрать соответствующий пункт меню. Если появится всплывающее меню, поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы выбрать нужный вариант. Если появляется контекстное меню, нажимайте кнопку, пока не будет выбран нужный вариант.

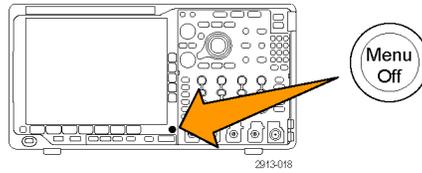


3. Нажмите кнопку экранного меню сбоку экрана, чтобы выбрать соответствующий пункт бокового меню. Если пункт меню может принимать более одного значения, нажимайте соответствующую кнопку сбоку экрана, пока не будет выбрано нужное значение.

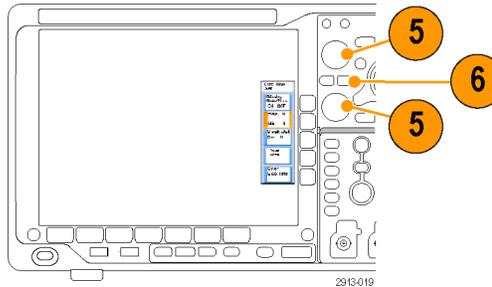
Если появится всплывающее меню, поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужный вариант.



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**.

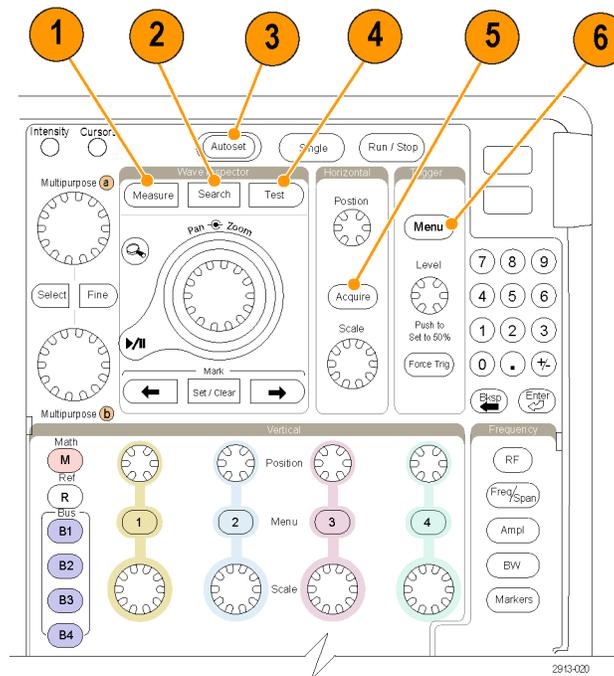


6. Чтобы включить или выключить точную настройку, нажмите кнопку **Точно**.

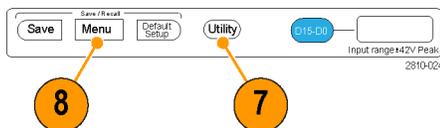
Использование кнопок меню

Кнопки меню могут использоваться для выполнения многих функций осциллографа.

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

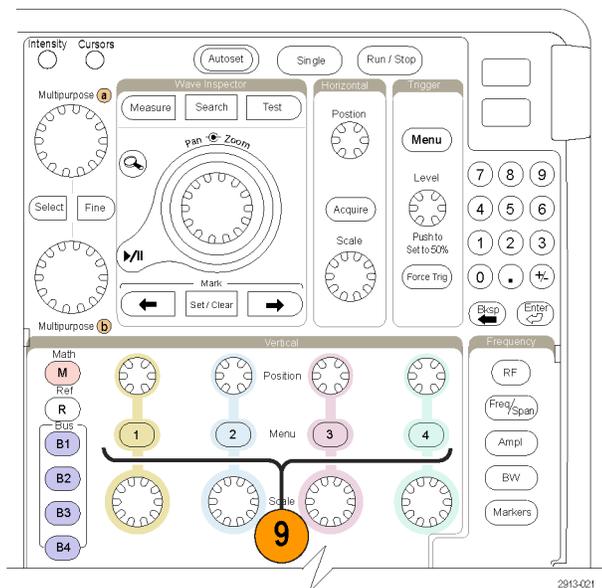


7. **Utility**. Эта кнопка предназначена для управления системными функциями сервиса, например выбором языка или установкой времени и даты.



8. Кнопка «Menu» группы «Save / Recall». Нажмите эту кнопку для сохранения настроек, осциллограмм и снимков экрана во внутреннюю память, на USB-накопитель или на смонтированный сетевой диск и для восстановления этих данных.

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.



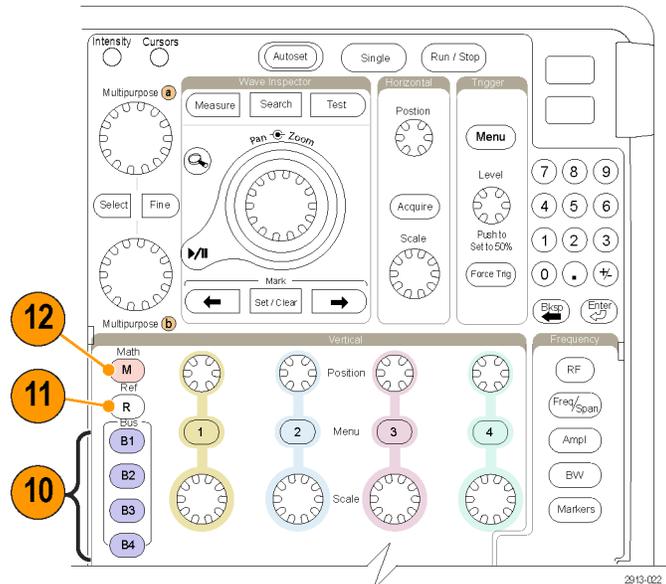
10. B1, B2, B3 или B4. Нажимайте эти кнопки, чтобы выбрать и отобразить шину, если имеются необходимые ключи для модулей прикладных программ.

- DPO4AERO поддерживает шины MIL-STD-1553.
- Модуль DPO4AUTO поддерживает шины CAN и LIN.
- Модуль DPO4AUTOMAX поддерживает шины CAN, LIN и FlexRay.
- Модуль DPO4EMBD поддерживает шины I²C и SPI.
- DPO4ENET поддерживает шины Ethernet.
- 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, B2, B3** или **B4** позволяют вывести на экран или убрать с экрана отображение соответствующей шины.

11. R. Эта кнопка предназначена для управления опорными осциллограммами и зависимостями, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных опорных осциллограмм и зависимостей.

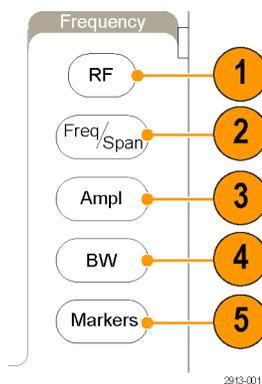
12. M. Эта кнопка предназначена для управления расчетными осциллограммами и зависимостями, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных расчетных осциллограмм и зависимостей.



Элементы управления для спектрального анализа

Следующие кнопки используются для настройки регистрации и отображения сигналов с РЧ-входа.

1. **РЧ.** Нажмите эту кнопку для переключения в режим отображения частотной области и вывода соответствующего меню.
2. **Част./Диап..** Нажмите эту кнопку, чтобы указать фрагмент спектра, отображаемый на экране. Установите центральную частоту и диапазон или укажите начальную и конечную частоту.
3. **Ампл..** Нажмите, чтобы установить опорный уровень.
4. **Полоса проп..** Нажмите эту кнопку, чтобы установить полосу пропускания разрешения.
5. **Маркеры.** Нажмите эту кнопку, чтобы установить автоматические или ручные маркеры.

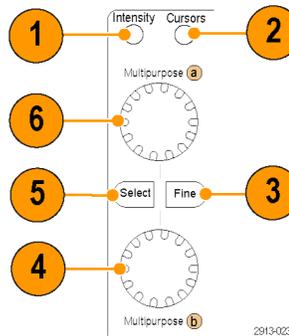


Другие элементы управления

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

1. **Яркость** осциллограммы При нажатии этой кнопки включается регулировка яркости осциллограммы многофункциональной ручкой **A** и регулировка яркости масштабной сетки ручкой **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. **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 **A** и **B**.
4. Когда нижняя многофункциональная ручка **B** включена, поворачивая ее, можно переместить курсор или установить числовое значение параметра для выбранного пункта меню. Для более точной настройки нажмите кнопку **Точно**.



5. **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.

Можно также использовать кнопку **Выбор** для осуществления операций в файловой системе.

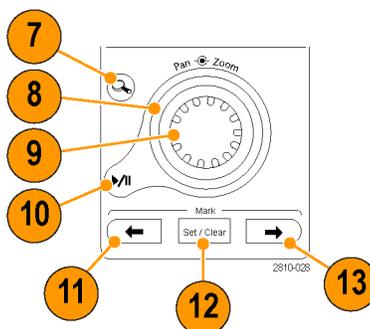
6. Поверните верхний многофункциональный регулятор **A**, когда он активен, чтобы переместить курсор, установить числовое значение параметра для пункта меню или выбрать элемент из всплывающего списка. Нажмите кнопку **Точно** для переключения грубой и точной настройки.

Значки на экране служат индикаторами включения ручек **A** и **B**.

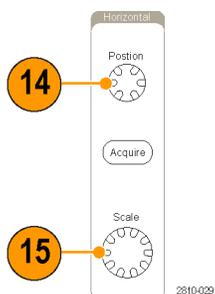
7. Кнопка с изображением **лупы**. Эта кнопка предназначена для включения режима лупы.

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.



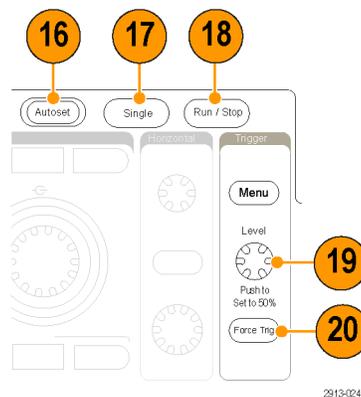
10. Кнопка **воспроизведения-паузы**.
Эта кнопка предназначена для запуска и останова автоматического панорамирования осциллограммы. Управление скоростью и направлением панорамирования осуществляется с помощью регулятора панорамирования.
11. ← **Предыдущий**. Эта кнопка позволяет перейти к предыдущей 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.



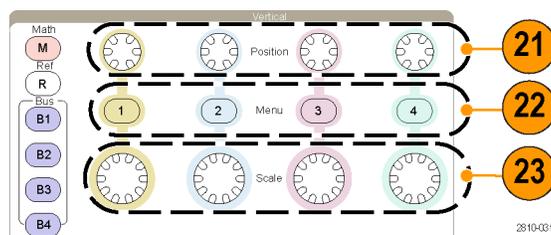
19. Уровень (в группе «Запуск»). Поверните, чтобы установить уровень синхронизации. Нажмите, чтобы установить значение уровня синхронизации равным половине амплитуды сигнала.

20. Принудительно. Принудительная синхронизация по ближайшему событию синхронизации.

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

22. 1, 2, 3, 4. Эти кнопки предназначены для вывода на экран и удаления с экрана соответствующих осциллограмм и доступа к меню параметров по вертикали.

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



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

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

26. Хост-порты USB 2.0.

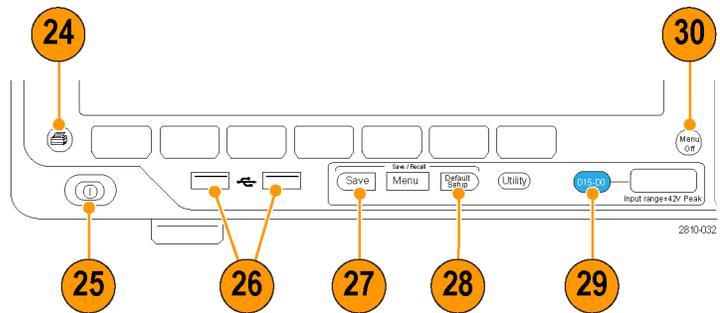
Предназначены для подсоединения USB-кабеля при подключении к осциллографу периферийных устройств, например клавиатуры, принтера или накопителя. На задней панели имеются еще два хост-порта USB 2.0.

27. Save. Эта кнопка предназначена для выполнения немедленного сохранения. При сохранении используются текущие параметры сохранения, заданные в меню Save / Recall.

28. Default Setup. Эта кнопка предназначена для немедленного восстановления настроек осциллографа по умолчанию.

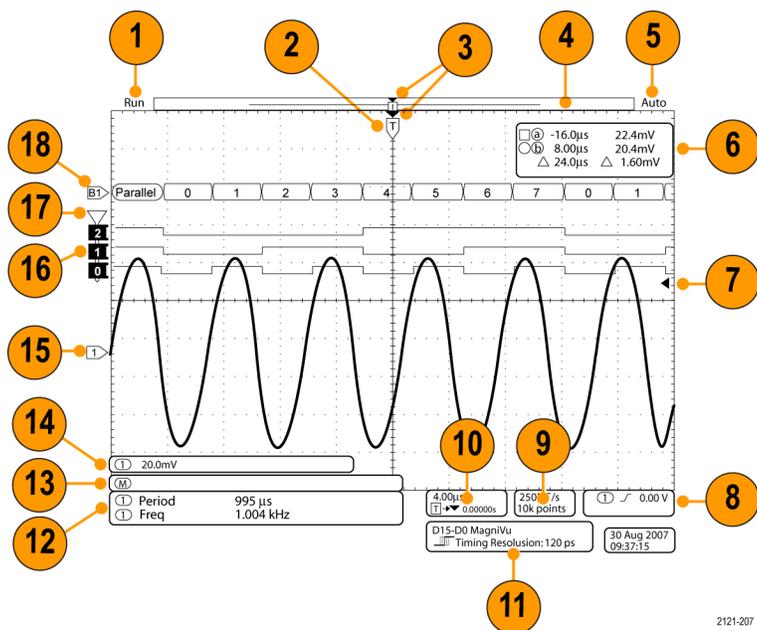
29. D15–D0. Предназначена для отображения на экране или удаления с экрана цифровых каналов и для доступа к меню настройки цифрового канала.

30. Menu Off. При нажатии этой кнопки отображаемое меню убирается с экрана.



Элементы отображения временной области

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.



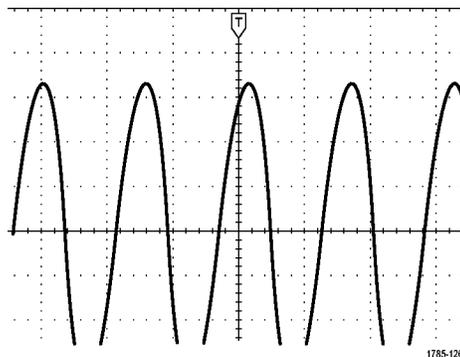
2121-207

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

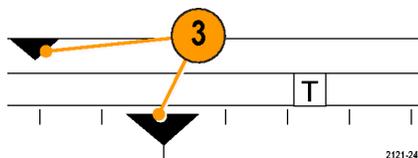
Показание может содержать:

- 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.
- A/B. При регистрации в режиме усреднения величина В означает общее количество значений для усреднения (это можно настроить с помощью бокового меню режима регистрации), а величина А означает текущее состояние относительно этого общего количества значений.

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

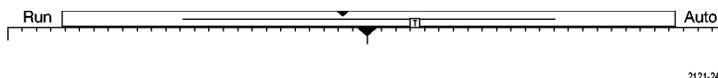


3. Значок неподвижной точки (оранжевый треугольник) указывает точку, которая остается неподвижной при увеличении или уменьшении масштаба по горизонтали.



Чтобы установить точку растяжения такой же, что и точка синхронизации, нажмите **Сбор данных** и установите в пункте **Задер.** нижнего меню значение **Выкл.**

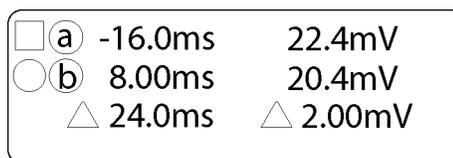
4. На индикаторе записи осциллограммы отображается расположение точки синхронизации относительно записи осциллограммы. Цвет линии соответствует цвету выбранной осциллограммы.



В скобках показана часть записи, которая в данный момент отображается на экране.

5. Экранная надпись состояния синхронизации показывает состояние синхронизации. Возможны следующие состояния.
- Предзапуск. Сбор данных до наступления события синхронизации.
 - Запуск? Ожидание синхронизации.
 - Запуск. Запущено.
 - Авто. Сбор данных без синхронизации

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

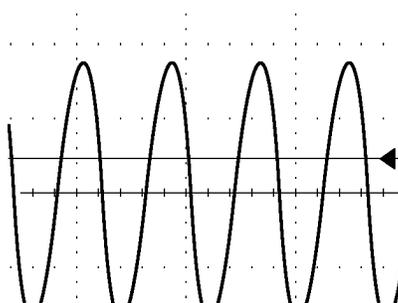


При измерениях с БПФ отображаются частота и амплитуда.

Для последовательных шин экранная надпись показывает декодированные значения.

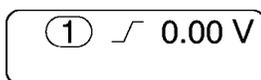
(См. стр. 154, *Выполнение ручных измерений с помощью курсоров.*)

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



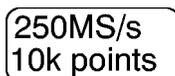
1785-143

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



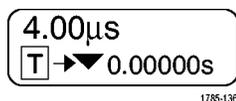
1785-135

9. В верхней строке показаний длины записи и частоты выборки отображается частота выборки. Ее можно отрегулировать ручкой **Масштаб** в группе «По гориз.». В нижней строке отображается длина записи. Чтобы отрегулировать ее, нажмите кнопку **Сбор данных**, и выберите в открывшемся нижнем меню **Длина записи**.



1785-137

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

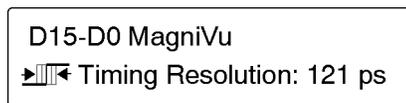


Если включен **Режим задержки**, в нижней строке показывается время от значка T до значка точки разрешения (настраивается регулятором **Положение по горизонтали**).

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.

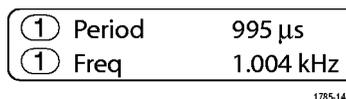
11. Экранная надпись «Timing Resolution» показывает временное разрешение цифровых каналов.



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

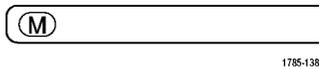
При включении элемента управления MagniVu в экранной надписи появляется «MagniVu».

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

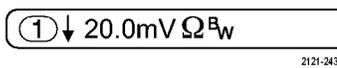


Символ  отображается вместо ожидаемого цифрового значения, если существует условие вертикальной отсечки. Часть кривой располагается выше или ниже области экрана. Чтобы получить требуемое числовое значение измерения, с помощью ручек регулировки по вертикали установите масштаб и положение осциллограммы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

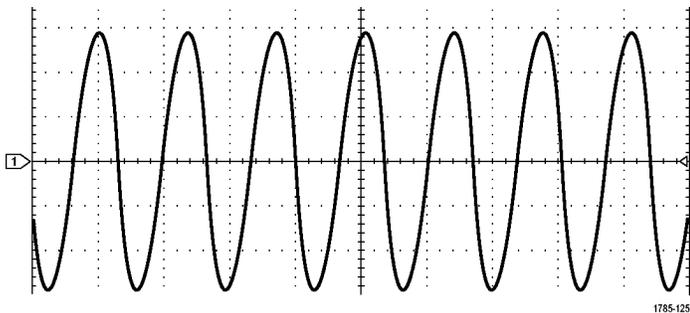
13. На вспомогательных экранных надписях осциллограммы отображаются масштабные коэффициенты по вертикали и по горизонтали для расчетной и опорной осциллограмм.



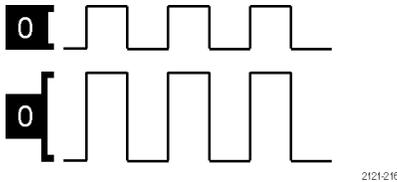
14. Показания канала содержат масштабный коэффициент канала (на деление), тип входа, состояние инвертирования и полосы пропускания. Настройка выполняется с помощью регулятора **Масштаб** в группе «По вертикали» и меню каналов 1, 2, 3 и 4.



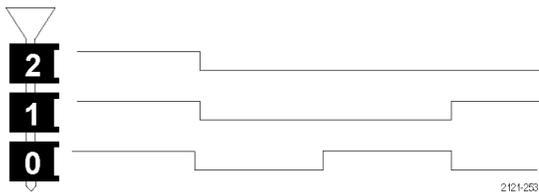
15. Для аналоговых каналов значок опорной линии осциллограммы указывает нулевой уровень напряжения осциллограммы при условии, что смещение не применяется. Цвета значков соответствуют цветам осциллограмм.



16. Для цифровых каналов индикаторы опорной линии указывают на верхний и нижний уровни. Цвет индикатора соответствует цветовой кодировке, используемой на резисторах. Индикатор D0 — черный, индикатор D1 — коричневый, индикатор D2 — красный и т. д.



17. Значок группы показывает, что цифровые каналы сгруппированы.

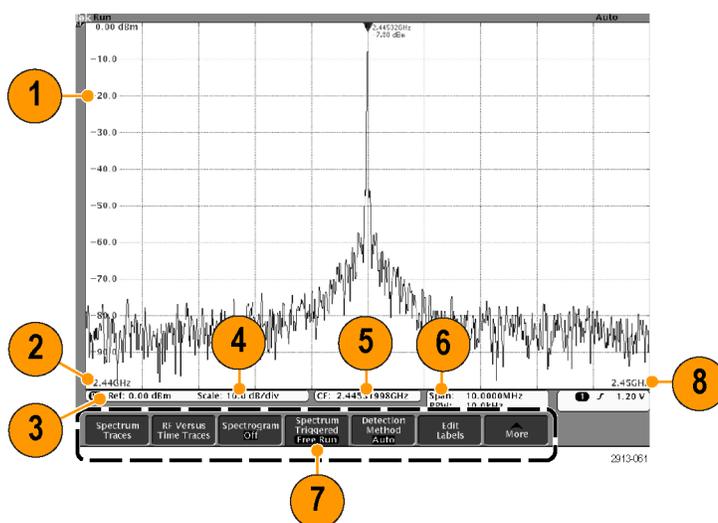


18. На экране шины отображается информация об уровне декодированного пакета для последовательных или параллельных шин. Индикатор шины показывает номер и тип шины.

Элементы отображения частотной области

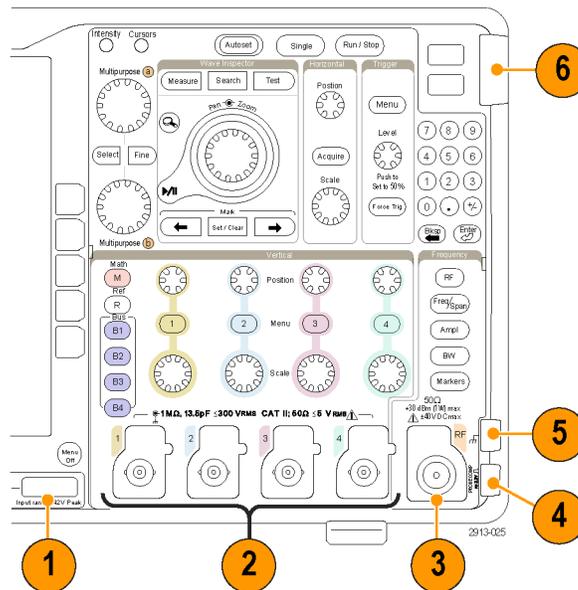
Нажмите на передней панели кнопку РЧ для активации отображения частотной области.

1. Метки вертикальной сетки
2. Начальная частота
3. Опорный уровень
4. Масштаб по вертикали
5. Центральная частота
6. Диапазон и разрешение
7. Меню РЧ
8. Конечная частота



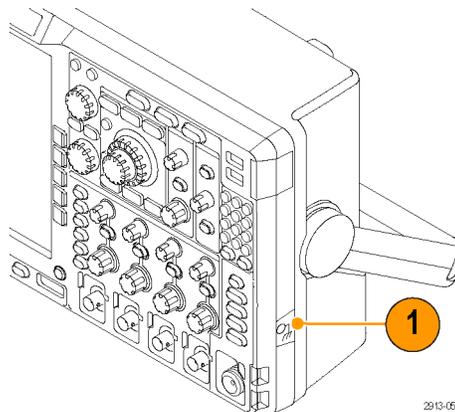
Разъемы передней панели

1. Разъем логического пробника
2. Канал 1, 2, 3, 4. Входные каналы с универсальным интерфейсом пробников TekVPI.
3. Входной РЧ-разъем.
4. **PROBE COMP.** Источник сигнала меандра для компенсации или калибровки пробников. Выходное напряжение: от 0 до 2,5 В, амплитуда $\pm 1\%$ при сопротивлении $1\text{ кОм} \pm 2\%$. 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. Дополнительный выход.

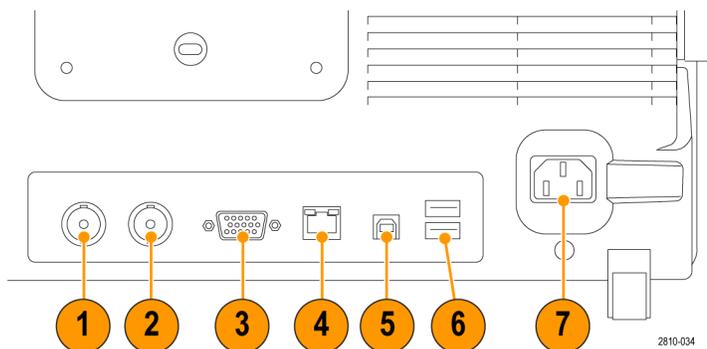
Этот выход предназначен для генерирования сигнала по импульсу основного запуска, как опорного сигнала на 10 МГц, или для вывода сигнала в случае других событий, таких как предельный тест/тест по маске.

Чтобы использовать его для синхронизации другого тестового оборудования с осциллографом, нажмите кнопку **Utility** на передней панели, кнопку **Стр.сервиса** на нижней панели и выберите **External Signals** многофункциональной ручкой **a**. В нижнем меню нажмите **AUX OUT** (Дополнительный выход) и в появившемся боковом меню выберите **Основной запуск**.

Запуск обозначается переходом с НИЗКОГО на ВЫСОКИЙ уровень. Логический уровень напряжения $V_{\text{вых}}$ (ВЫСОКИЙ) составляет 2,5 В без нагрузки и 1,0 В на заземленной нагрузке 50 Ом. Логический уровень напряжения $V_{\text{вых}}$ (НИЗКИЙ) составляет 0,7 В при токе нагрузки до 4 мА; 0,25 В на заземленной нагрузке 50 Ом.

2. **EXT REF IN.** К данному разъему можно подключить внешний тактовый сигнал. Чтобы активировать этот разъем, нажмите кнопку **Utility** на передней панели, кнопку **Стр.сервиса** в нижнем меню и выберите **External Signals** многофункциональной ручкой **a**. В нижнем меню нажмите кнопку **Источник опор.сигнала** и в появившемся боковом меню выберите **EXT REF IN**.

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



- 4. Разъем ЛВС.** Порт ЛВС (Ethernet) с разъемом RJ-45 предназначен для подключения осциллографа к локальной сети 10/100 Base-T. Модели MDO4000B совместимы с LXI класса C версии 1.3.
- 5. Устройство.** Высокоскоростной порт устройств USB 2.0 предназначен для управления осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с помощью адаптера ТЕК-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.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для высокоскоростного обмена данными кабель, соединяющий порт USB 2.0 устройства с портом USB компьютера, должен соответствовать спецификации USB 2.0, обеспечивающей высокоскоростной обмен данными при подключении к быстродействующему хост-контроллеру.

- 6. Хост.** Хост-порты USB 2.0 высокого быстродействия (два на задней панели и два на передней) позволяют подключать USB-устройства флэш-памяти и принтеры.
- 7. Вход питания.** Подсоединяется к сети переменного тока со встроенным защитным заземлением. (См. стр. 7, Условия эксплуатации.)

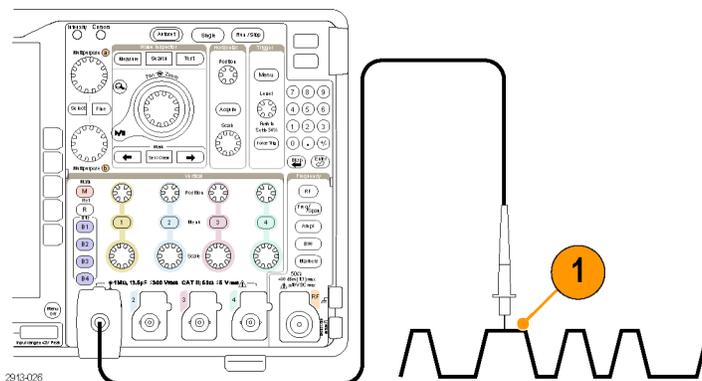
Регистрация сигнала

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

Настройка аналоговых каналов

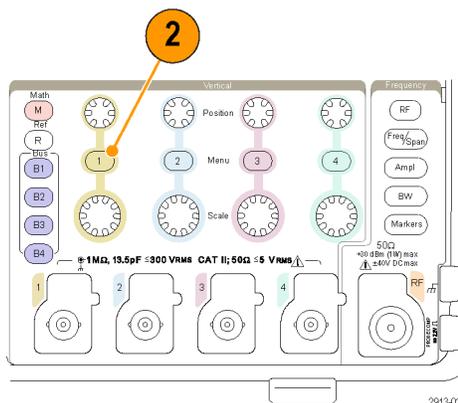
Настройка прибора для регистрации сигналов аналоговых каналов производится с помощью кнопок на передней панели.

1. Подсоедините пробник TRP0500/TRP1000 или VPI к источнику входного сигнала.

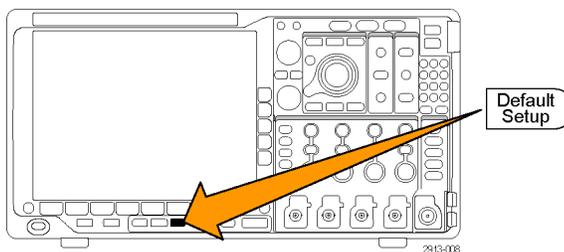


2. С помощью кнопок на передней панели выберите входной канал.

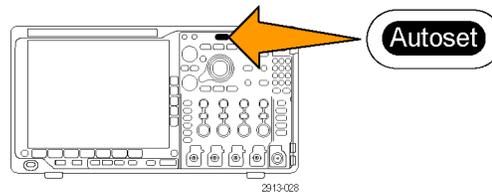
ПРИМЕЧАНИЕ. Если используется пробник, который не поддерживает кодирование пробников, в меню осциллографа «По вертикали» установите ослабление канала (коэффициент пробника), соответствующее пробнику.



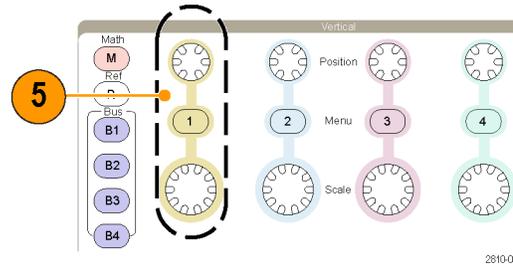
3. Нажмите кнопку **Default Setup**.



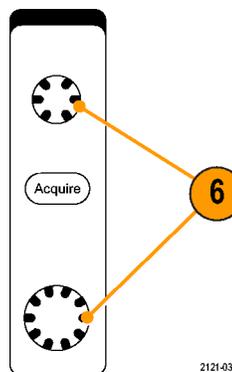
4. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



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



6. 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.



Совет

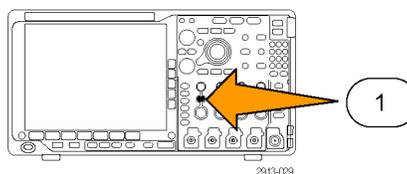
- Для просмотра нескольких периодов зарегистрированного сигнала в верхней части экрана и одного периода в нижней части используйте функцию масштабирования. (См. стр. 171, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)

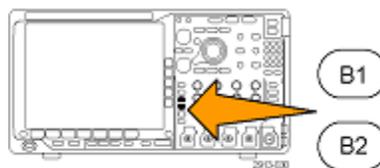
Обозначения каналов и шин

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.

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





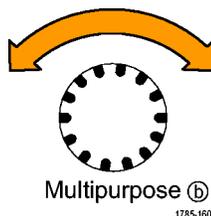
2. Чтобы создать метку, например для канала 1 или шины B1, нажмите кнопку нижнего экранного меню.



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



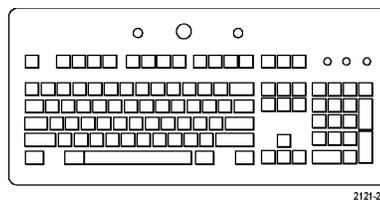
4. Поверните многофункциональный регулятор **Б**, чтобы прокрутить список и найти подходящую метку. После ввода метки, при необходимости, ее можно изменить.



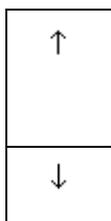
5. Чтобы добавить метку, нажмите кнопку **Вставить предуст. метку**.

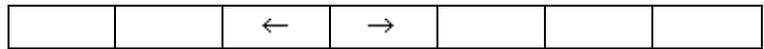


Если используется USB-клавиатура, для размещения точки ввода и изменения вставленной метки воспользуйтесь клавишами со стрелками или введите новую метку. (См. стр. 35, *Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры*.)

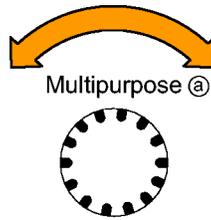


6. Если USB-клавиатура не подсоединена, для расположения точки ввода нажмите кнопки со стрелками в боковом и нижнем экранном меню.





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



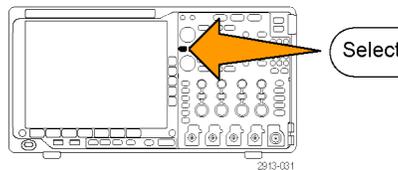
1785-039

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

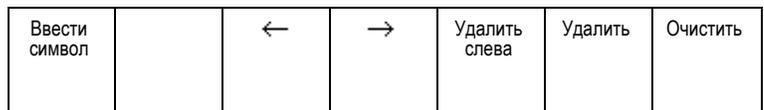
0123456789_+!@#\$%^&*(){}<>/~\|:;.,?

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



2913-031

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



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.

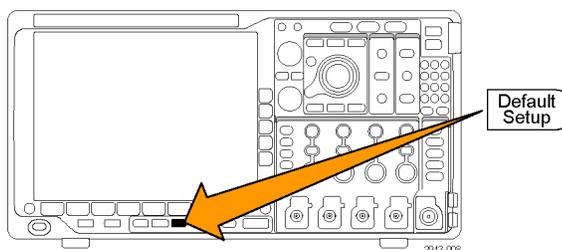
10. Нажмите кнопку **Отобразить метки** и выберите значение **Вкл**, чтобы увидеть метку.



Использование настройки по умолчанию

Для восстановления настроек осциллографа по умолчанию необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Default Setup**.



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

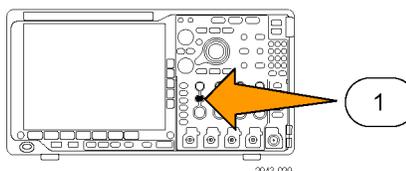


Использование автоматической установки

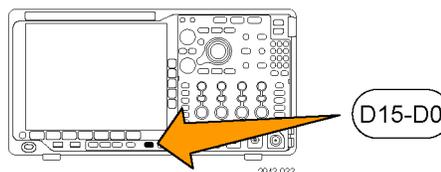
Функция автоустановки предназначена для настройки прибора (выборка, синхронизация, параметры по горизонтали и вертикали) таким образом, чтобы в нем отображались четыре или пять периодов осциллограммы для аналоговых каналов с запуском вблизи среднего уровня и десять периодов для цифровых каналов.

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

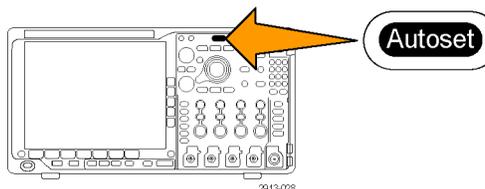
1. Чтобы выполнить автоустановку аналогового канала, подключите аналоговый пробник, затем выберите входной канал. (См. стр. 57, *Настройка аналоговых каналов*.)



Чтобы выполнить автоустановку цифрового канала, подключите логический пробник, затем выберите входной канал. (См. стр. 84, *Настройка цифровых каналов*.)



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

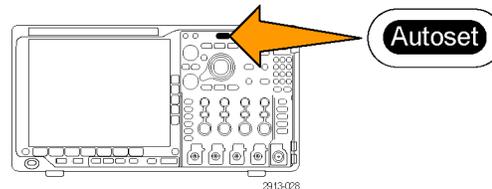


3. Чтобы отменить последнюю автоустановку, нажмите, при необходимости, кнопку **Отмена автоустановки**.

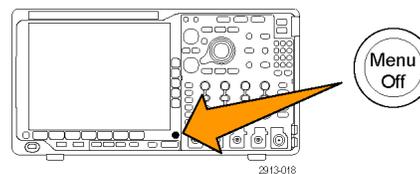


Можно также отключить функцию автоустановка. Чтобы отключить или включить функцию автоустановки, выполните следующие действия:

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



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



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

4. Выберите необходимый вариант в боковом экранном меню.



Советы

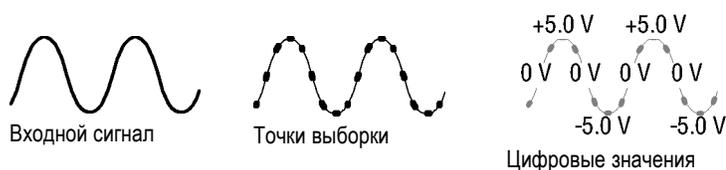
- Для наилучшего отображения сигнала при автоустановке может быть изменено его положение по вертикали. Вертикальное смещение при автоустановке всегда устанавливается равным 0 В.
- Если при автоматической установке каналы не отображаются, прибор включает первый канал (1) и устанавливает для него масштаб.
- 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.

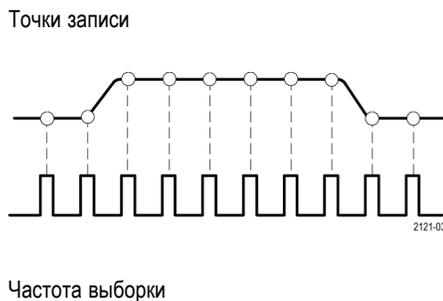
Процесс выборки

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



Выборка в реальном масштабе времени

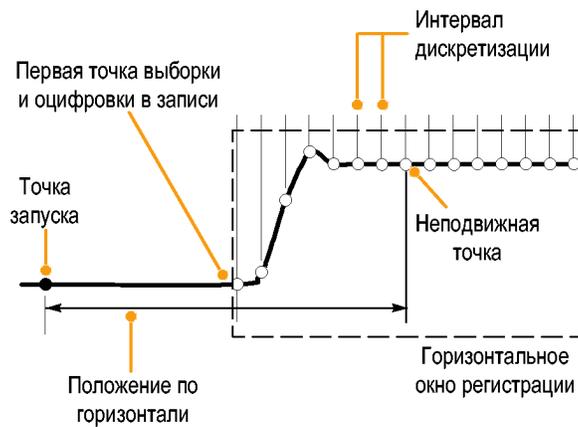
В осциллографах серии MDO4000B используется выборка в реальном времени. При выборке в реальном масштабе времени прибор выполняет оцифровку всех точек, зарегистрированных после одного события синхронизации.



Запись осциллограммы

Прибор формирует запись осциллограммы с использованием следующих параметров:

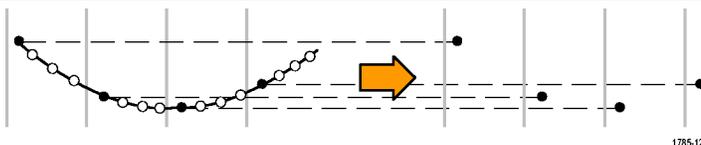
- **Интервал дискретизации:** время между записанными точками выборки. Настройка выполняется поворотом регулятора **Масштаб** в группе «По гориз.» или нажатием кнопки **Сбор данных** и изменением длины записи в меню «Сбор данных».
- **Длина записи:** количество точек выборки, образующих полную запись осциллограммы. Настройка этого параметра выполняется нажатием кнопки **Сбор данных** и с помощью нижнего и бокового экранных 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.



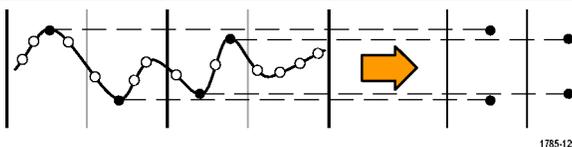
1785-109

Как работают аналоговые режимы сбора данных

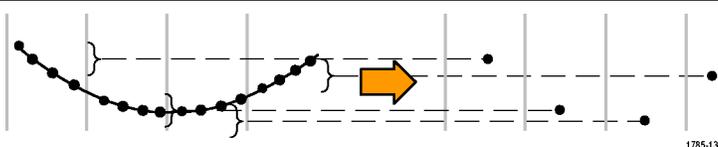
В режиме **Выборка** сохраняются первые точки выборки из каждого интервала оцифровки. Режим «Выборка» является режимом по умолчанию.



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.



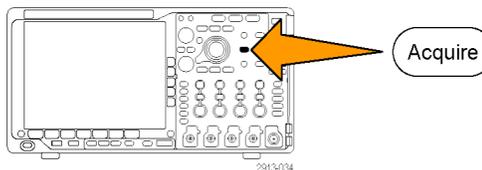
В режиме **Усреднение** рассчитывается среднее значение для каждой точки записи сигнала по заданному числу циклов регистрации. При усреднении для каждого цикла регистрации используется режим выборки. Режим усреднения следует использовать для снижения уровня случайного шума.



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 10к	Delay (Задержка) Вкл. Выкл.	Уст. положение по горизонтали в 10%	Waveform Display (Отображение осциллограммы)	XY Display (Вывод XY) Выкл.	
-------------------------	----------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------------------	--

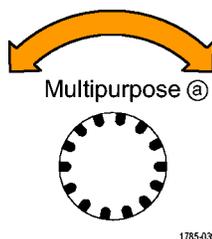


3. Затем выберите в боковом экранном меню режим регистрации. Имеются следующие режимы: выборка, пиковое детектирование, высокое разрешение, огибающая и усреднение.

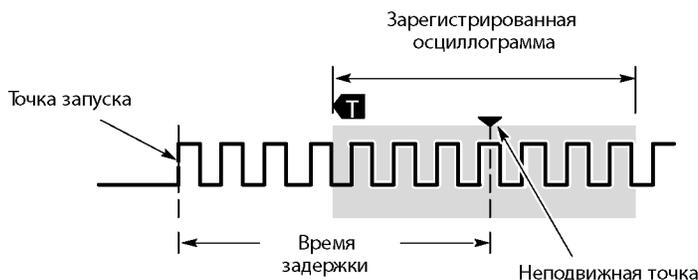
Режим записи осцилл.	
Выборка	3
Обнаружение пиков	3
Высокое разрешение	
Огибающая	3
Среднее 16	3

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 записи.

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



5. Нажмите кнопку **Длина записи**.
6. Прокрутите список доступных вариантов. Выберите 1000, 10 тыс., 100 тыс., 1 млн, 10 млн или 20 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.

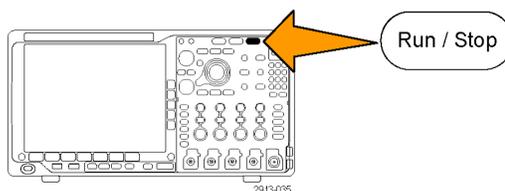
Использование режима прокрутки

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:

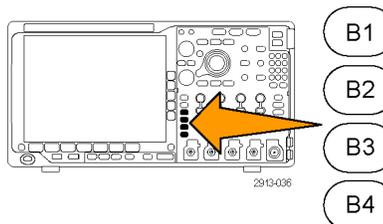
Тип шины	Оборудование
Audio (I ² S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM)	Модуль прикладных программ DPO4AUDIO
CAN и LIN	Модуль прикладных программ DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX
Ethernet	Модуль прикладных программ DPO4ENET <i>ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин 100BASE-TX рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.</i>
FlexRay	Модуль прикладных программ DPO4AUTOMAX
I ² C и SPI	Модуль прикладных программ DPO4EMBD
MIL-STD-1553	Модуль прикладных программ DPO4AERO
Parallel	Осциллограф серии MDO4000B
RS-232, RS-422, RS-485 и UART	Модуль прикладных программ DPO4COMP
USB 2.0	Модуль прикладных программ DPO4USB <i>ПРИМЕЧАНИЕ. Для высокоскоростных шин (HS) USB необходимо использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.</i>

(См. стр. 17, Бесплатное опробование прикладных модулей.)

Два этапа использования шин

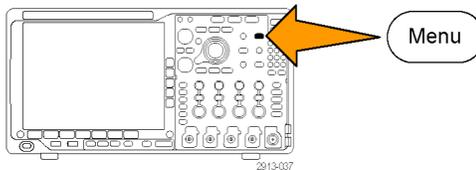
Для быстрого включения синхронизации по последовательной шине надо выполнить следующие действия:

1. Нажмите кнопку **V1**, **V2**, **V3** или **V4** и введите параметры шины, по которой требуется синхронизация.
Можно по отдельности назначить разные шины каждой из кнопок **V1**, **V2**, **V3** и **V4**.



- В группе «Запуск» нажмите кнопку **Меню** и введите параметры синхронизации. (См. стр. 97, *Выбор типа синхронизации.*)

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



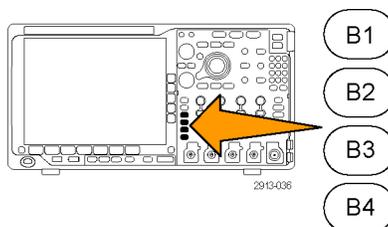
Настройка параметров шин

ПРИМЕЧАНИЕ. Для большинства входных шин можно использовать любое сочетание каналов от 1 до 4 и от D15 до D0. Для некоторых шин в качестве источников для декодирования протокола можно также использовать «Ref 1»–«Ref 4» и «Матем.».

О том, как выполнить синхронизацию по последовательной или параллельной шине, см. раздел «Синхронизация по шинам». (См. стр. 101, *Синхронизация по шинам.*)

Для настройки параметров последовательной шины необходимо выполнить следующие действия:

- Нажмите кнопку **B1**, **B2**, **B3** или **B4**, чтобы открыть нижнее меню шины.



- Нажмите кнопку **Шина**. Поверните многофункциональную ручку **a** для прокрутки списка типов шин и выбора нужной шины: Парал., I²C, SPI, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, аудио, USB, Ethernet или MIL-STD-1553.

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.	Отображение 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.**

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 значения для сигналов параллельной или последовательной шины конкретную величину. Для этого нажмите кнопку **Выбрать** бокового экранного меню и поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы выбрать бит или номер канала (имя сигнала).

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



2319-016

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.

- При желании нажмите кнопку **В1 метка**, чтобы изменить метку шины. (См. стр. 58, Обозначения каналов и шин.)

Шина В1 Парал.	Определ. входов	Порог. напр.		В1 Метка Парал.	Отобра- жение шины	Таблица событий
				5	6	7

- 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.

Шина
Шина и осцилло- гр.
Шестна- дц.
Бинарный
ASCII

- 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.

«Таблица событий» содержит байты, слова или пакеты в зависимости от типа шины.

- 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		

2319-085

- Чтобы переместить данные о шине вверх или вниз на экране, нажмите кнопку **V1**, **V2**, **V3** или **V4** и поверните многофункциональный регулятор **a**.

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 B1 I2C	Определ. входов	Порог. напр.	Включить R/W в адрес Нет	B1 Метка I2C	Отображение 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 B1 SPI	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	B1 Метка SPI	Отображение шины	Таблица событий
-----------------------	-----------------	--------------	-----------	--------------	------------------	-----------------

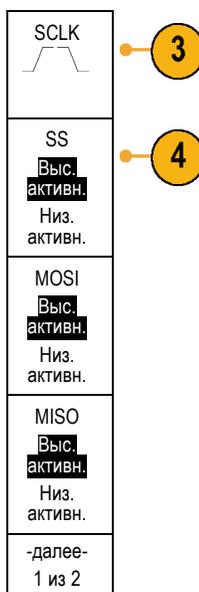


- Нажмите кнопку **Настройка** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.

- 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.



5. С помощью многофункционального регулятора **A** задайте число битов в соответствии с размером слова шины SPI.
6. 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 RS-232

Для сбора 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 меню.

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

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

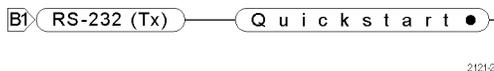
1

2. Для выбора необходимой скорости передачи нажмите кнопку **Скор. перед.** и поверните многофункциональную ручку **a**.
3. Нажмите кнопку **Биты данных** и выберите число в зависимости от шины.
4. Нажмите кнопку **Четность** и поверните многофункциональную ручку **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 многофункциональную ручку **a**.

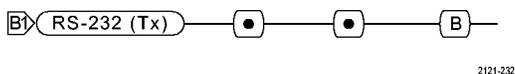


При декодировании RS-232 отображается поток байтов данных. Можно организовать поток в пакеты с символом конца пакета.

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



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



Шина CAN

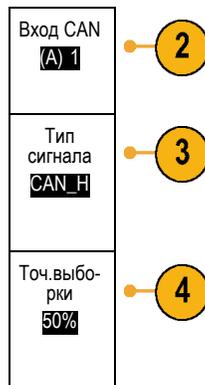
Для регистрации данных с шины CAN необходимо также настроить следующие элементы:

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	Отображение шины	Таблица событий
-----------------------	-----------------	--------------	--	--------------	------------------	-----------------



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



- 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 многофункциональную ручку **b** для установки скорости передачи в диапазоне от 10 000 до 1 000 000.

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



Шина LIN

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

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

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



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.

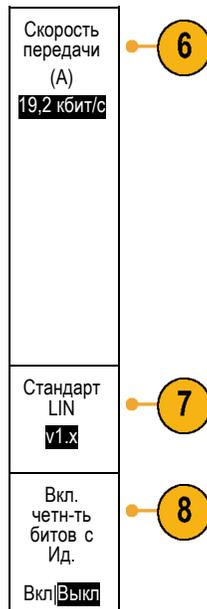
Вход LIN (A) 1	2
Точ.выборки 50%	3
Нормальная полярность (высок. = 1)	4
Инвертир. полярность (высок. = 0)	

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

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

5

6. 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 многофункциональную ручку **b**, 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 **A**.
8. Нажмите кнопку **Вкл. четн-ть битов с Ид.**, чтобы выбрать, включать или не включать биты четности.



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 меню.

Шина В1 Audio	Определ. входов	Порог. напр.	Настройка	В1 Метка RS-232	Ообра- жение шины	Таблица событий
------------------	--------------------	-----------------	-----------	--------------------	-------------------------	--------------------



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

Шина типа Audio
I2S
Left Justified (LJ)
Right Justified (RJ)
TDM

Шина USB

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

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

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



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

Ethernet

Для регистрации данных с шины Ethernet необходимо настроить следующие элементы:

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

Шина (B1) Ethernet	Определ. входов 100В-ASE-TX	Порог.напр-я	IPv4 Да Нет	(B1) Метка Ethernet	Отображение шины	Таблица событий
	1		3			

2. Меню «Порог.напр-я», «Отображение шины» и «Таблица событий» работают аналогично другим последовательным шинам.
3. Нажмите **IPv4**, чтобы определить, будут ли декодироваться и синхронизироваться сигналы интернет-протокола версии 4.

MIL-STD 1553

Для сбора данных с шины MIL-STD 1553 необходимо также настроить следующие элементы:

Шина B1 MIL - 1553	Определ. входов	Порог.напр-я 800 мВ 0,00 В	ВО 12,0 мкс 4,00 мкс	B1 Метка 1553	Отображение шины	Таблица событий
	1	2	3	2	2	2

1. Нажмите кнопку **Определ. входов** и с помощью многофункциональной ручки **a** выберите требуемые варианты в боковом меню. Выберите требуемую полярность для обеспечения согласованности при сборе данных с шины MIL-STD-1553.
2. Пункты меню **Порог. напр-я**, **Метка**, **Отображение шины** и **Таблица событий** работают аналогично тому, как они работают в меню других последовательных шин.
3. Нажмите кнопку **ВО**, если хотите изменить максимальное и минимальное значения по умолчанию «Времени отклика» (ВО).

Активность шины на физическом уровне

Осциллограммы из аналоговых каналов 1–4, цифровых каналов D15–D0, расчетные осциллограммы 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.

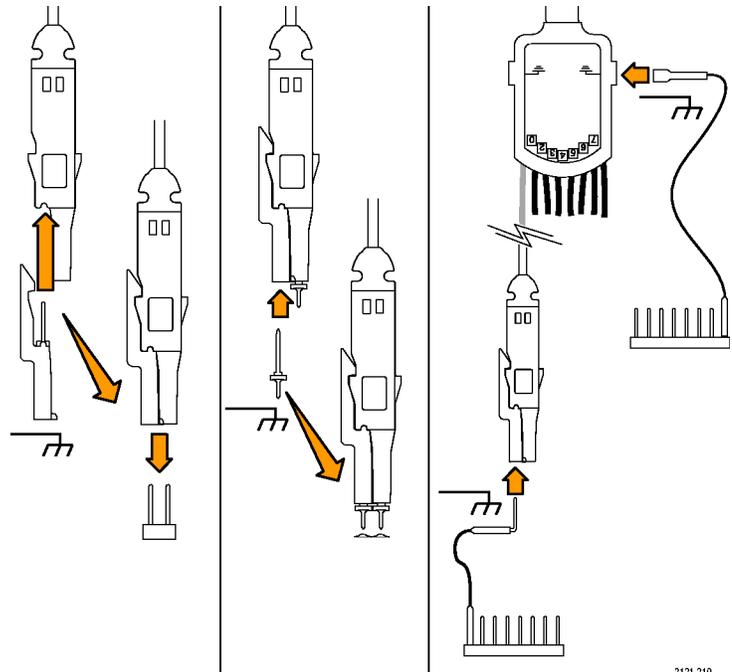
Пусть, например, сигнал шины RS-232 (после стартового разряда) имеет следующий вид: верхний, верхний, верхний, нижний, верхний, нижний, нижний и верхний. Поскольку в протоколе RS-232 нулю соответствует верхний уровень, а единице – нижний, этим значением будет 0001 0110.

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.

Настройка цифровых каналов

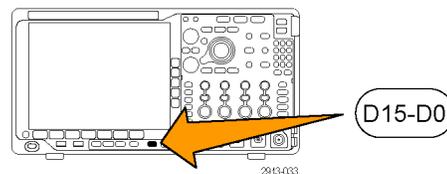
Настройка прибора для регистрации сигналов из цифровых каналов производится с помощью кнопок и регуляторов на передней панели.

1. Подсоедините 16-канальный логический пробник R6616 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**.



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



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. 58, *Обозначения каналов и шин.*)
10. Чтобы улучшить временное разрешение, нажмите кнопку **MagniVu** в нижнем экранном меню. (См. стр. 87, *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. 171, *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 испытуемому 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

Технология регистрации данных Tektronix MagniVu увеличивает временное разрешение, что дает возможность более точно определять положение фронтов сигнала и выполнять более точные замеры временных характеристик срезов цифровых сигналов. Используя MagniVu, можно увидеть намного больше (до 32 раз) деталей фронта по сравнению с обычной выборкой цифрового канала.

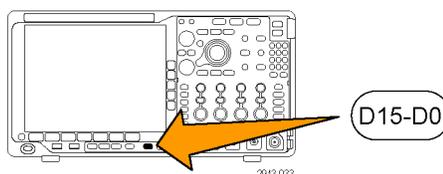
Запись в режиме MagniVu выполняется параллельно с основной цифровой регистрацией и доступна в любое время независимо от того, воспроизводится ли она или остановлена. Режим MagniVu обеспечивает просмотр зарегистрированных данных со сверхвысоким разрешением. Максимальное разрешение составляет 60,6 пс для 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. 127, 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
----------------------	-----------------	-------	--	--	----------------------------	---------------------

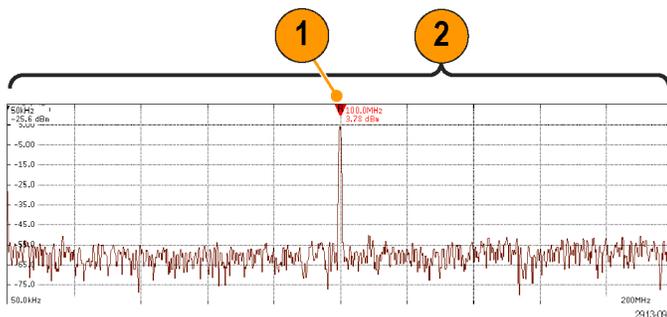
Советы

- Если необходимо увеличить временное разрешение, включите режим MagniVu.
- Режим MagniVu доступен в любой момент. Если осциллограф находится в остановленном состоянии, можно включить режим MagniVu и получить нужное разрешение, не осуществляя другую регистрацию данных.
- Функции последовательной шины не используют данные, полученные в режиме MagniVu.

Настройка РЧ-входов

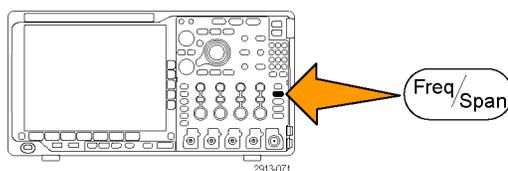
Параметры для настройки частоты и диапазона

1. Центральная частота точно соответствует середине отображаемой части спектра. Во многих приложениях эта частота является несущей.
2. Диапазон представляет собой интервал частот, которые можно наблюдать вокруг центральной частоты.



Чтобы задать центральную частоту и диапазон:

1. Нажмите кнопку **Част./Диап.** на передней панели.

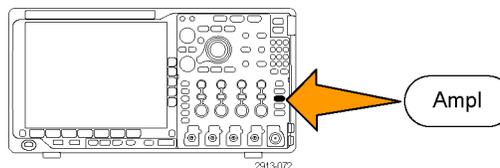


2. В боковом меню выберите пункт **Центральная частота** и используйте многофункциональную ручку **a** или цифровую клавиатуру осциллографа для ввода требуемой центральной частоты. При вводе с цифровой клавиатуры можно также использовать пункты результирующего бокового меню для выбора единиц измерения.
3. Нажмите кнопку **Диапазон** и введите значение диапазона с помощью многофункциональной ручки **b** или цифровой клавиатуры. При вводе с цифровой клавиатуры можно также использовать пункты результирующего бокового меню для выбора единиц измерения.
4. Выберите **Старт** для установки нижней частоты регистрации.
5. Нажмите **Стоп** для установки верхней частоты регистрации.
6. Нажмите  **К центру** для перемещения частоты, на которую указывает опорный маркер, к центральной частоте.

Частота и диапазон
Центральная частота (a) 2,24 ГГц
Диапазон (a) 3,00 ГГц
Старт 7,36 МГц
Стоп 3,74 ГГц
 К центру

Опорный уровень

1. Нажмите кнопку **Ампл.**, чтобы вызвать боковое меню для настройки параметров амплитуды РЧ-сигнала.

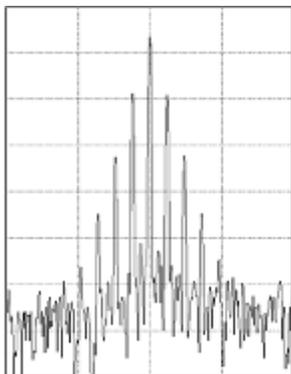


<p>2. Нажмите Опор. уровень и установите с помощью многофункциональной ручки a приблизительный максимальный уровень мощности, на который указывает индикатор опорной линии в верхней части частотной решетки.</p>	<p>Амплитуда</p> <p>Опор. уровень (a) -25,0 дБм</p>
<p>3. Нажмите По вертикали и настройте положение по вертикали многофункциональной ручкой a. Индикатор опорной линии будет перемещаться вверх и вниз. Этим приемом можно пользоваться для перемещения сигналов в видимую область.</p> <p>Поворотом многофункциональной ручки b отрегулируйте масштаб по вертикали.</p>	<p>По вертикали 420 мдел 20,0 дБ/дел.</p>
<p>4. Нажмите Единицы по вертикали и выберите единицы измерения по вертикали для частотной области многофункциональной ручкой a. Возможны следующие варианты: дБм, дБмкВт, дБмВ, дБмкВ, дБмА и дБмкА. Этим приемом следует пользоваться, когда для решаемой задачи требуются единицы измерения, отличающиеся от отображаемых в текущий момент.</p>	<p>Единицы по вертикали дБм</p>
<p>5. Чтобы включить автоматический расчет и установку опорного уровня, нажмите Автоустановка уровня.</p>	<p>Автоустановка уровня</p>

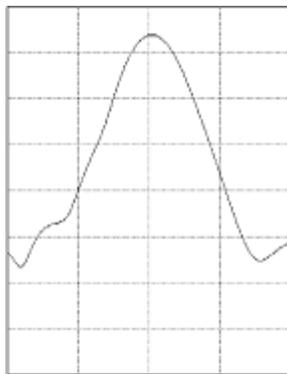
Полоса пропускания разрешения

Полоса пропускания разрешения (RBW) определяет уровень различения отдельных частот осциллографом в частотной области. Например, если в тестовом сигнале содержится две несущие частоты, отличающиеся на 1 кГц, то для различения этих частот необходимо значение RBW менее 1 кГц.

На рисунках ниже показан один и тот же сигнал. Различие заключается в использованном значении RBW.

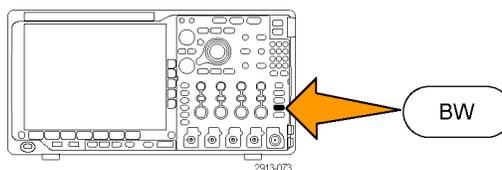


Меньшие значения RBW (узкая полоса) требуют большего времени обработки, однако дают более высокое разрешение и меньший уровень шума.



Более высокие значения RBW (широкая полоса) требуют меньше времени обработки, но обеспечивают более низкое разрешение и более высокий уровень шума.

1. Нажатие кнопки **BW** (Полоса пропускания) открывает боковое меню полосы пропускания разрешения. Таким образом можно установить минимальную разницу частот, которую инструмент будет способен различить на оси частот.



2. Нажмите кнопку **Режим RBW**, чтобы выбрать режим **Авто** или **Вручную**.
В режиме **Авто** полоса пропускания разрешения устанавливается автоматически вслед за изменением диапазона. По умолчанию значение RBW устанавливается равным одной тысячной ширины диапазона.
Режим **Вручную** позволяет задавать пользовательские значения полосы пропускания разрешения.
3. Для ручной настройки параметра RBW нажмите **RBW** (Полоса пропускания разрешения) и введите значение поворотом многофункциональной ручки **a**.
4. Нажмите **Span : RBW** (Диапазон:RBW) и введите отношение ширины диапазона к полосе пропускания разрешения поворотом многофункциональной ручки **a**.
Это значение используется в том случае, если параметр **Режим RBW** имеет значение **Авто**. Значение по умолчанию составляет 1000:1. Пользователю предоставляется возможность выбрать значения в последовательности 1-2-5 (например, 1000, 20 000, 50 000).
5. Нажмите кнопку **Окно** и выберите тип окна БПФ поворотом многофункциональной ручки **a**.
Возможны следующие варианты: Кайзера, прямоуг., Хэмминга, Хеннинга, Блэкмана-Харриса и Плосковершинное.

Полоса пропускания
Режим RBW Авто Вручную
RBW (Полоса пропускания разрешения) (a) 600 кГц (Авто)
Span : RBW (Диапазон:RBW) 1000 : 1
Окно Кайзера

С функцией БПФ РЧ-полосы пропускания используются шесть окон. Каждое из них обеспечивает некоторый компромисс между разрешением по частоте и точностью отображения амплитуды. Выбор используемого окна определяется необходимостью измерения конкретных величин и характеристиками исходного сигнала. При выборе окна рекомендуется руководствоваться следующими указаниями:

Описание**Окно****Кайзер**

При использовании окна Кайзера достигается среднее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот и точность измерения амплитуды — хорошие.

Окно Кайзера используется при частотах, близких по значению, но отличающихся по амплитуде (уровень бокового лепестка и форм-фактор сравнимы с традиционной шириной полосы пропускания разрешения Гаусса (RBW)). Его также используют для случайных сигналов.

**Прямоугольное**

При использовании прямоугольного окна (также известного как окно типа «грузовик-фургон») достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом высокое, а точность измерения амплитуды — низкая.

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. Рекомендуется применять его для получения частотного спектра неповторяющихся сигналов и измерения частотных составляющих вблизи нулевой частоты.

**Хэмминг**

При использовании окна Хемминга достигается хорошее разрешение по частоте (немного лучше, чем с окном Хеннинга), просачивание спектральных частот при этом умеренное, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.

Окно Хемминга 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 сильно отличается.

**Хеннинг**

При использовании окна Хеннинга достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом низкое, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.

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 сильно отличается.

**Блэкман-Харрис**

При использовании окна Блэкмана-Харриса достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом очень низкое, а точность измерения амплитуды — хорошая.

Окно Блэкмана-Харриса применяется для исследования осциллограмм, в которых преобладает одна частотная составляющая, на предмет наличия высших гармоник, или несколько значительно или незначительно разделенных синусоидальных сигналов.

**Плосковершинное**

При использовании плосковершинного окна достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом очень низкое, а точность измерения амплитуды — очень хорошая.

Плосковершинное окно используется для проведения точных измерений амплитуды синусоидальных сигналов, значительно или умеренно разделенных между собой.



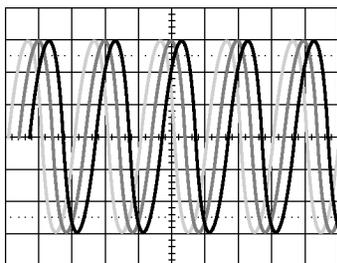
Настройка синхронизации

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

Основные понятия синхронизации

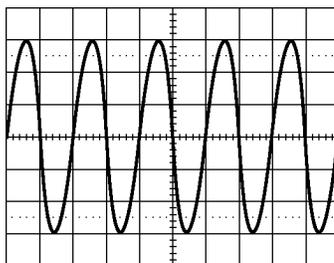
Событие синхронизации

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.



1785-087a

Без синхронизации



1785-087b

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.

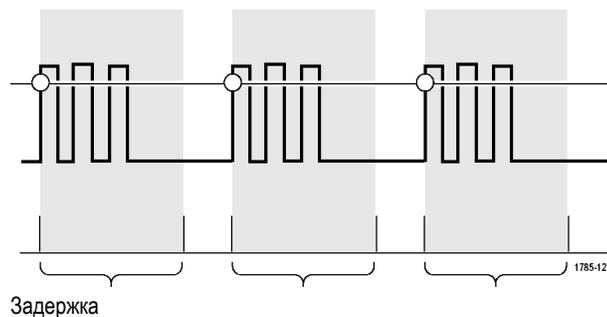
Если в автоматическом режиме принудительный запуск выполнен при отсутствии действительных событий синхронизации, сигнал на экране не синхронизируется. Осциллограмма перемещается по экрану. Когда происходит действительный запуск, изображение на экране становится устойчивым.

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.

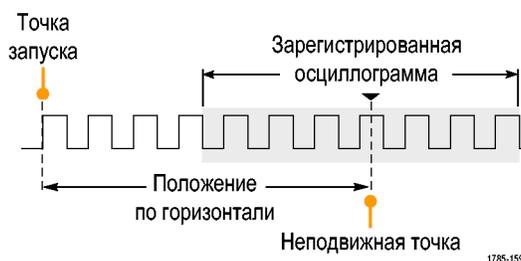


Тип входа синхронизации

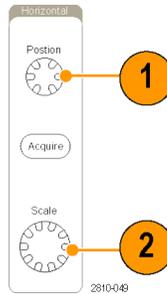
Тип входа синхронизации определяет составляющую сигнала, передаваемую в цепь синхронизации. При синхронизации по фронту и последовательной синхронизации могут использоваться все допустимые типы входа: по постоянному току, по переменному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума. Во всех остальных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

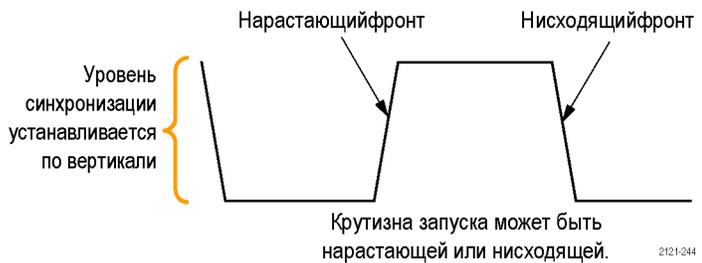


Часть записи до момента синхронизации соответствует интервалу до синхронизации. Часть записи после момента синхронизации соответствует интервалу после синхронизации. Данные на интервале до синхронизации могут помочь в отладке устройства. Например, чтобы найти причину нежелательного выброса в проверяемой 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.

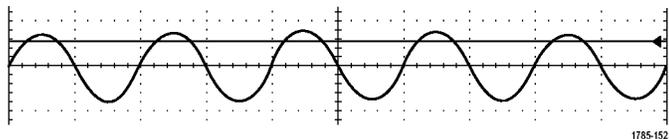
Наклон и уровень

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

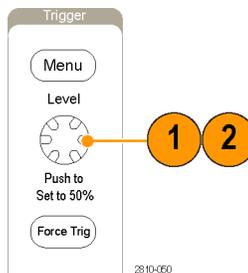
Ручка уровня определяет место на фронте, соответствующее точке синхронизации.



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



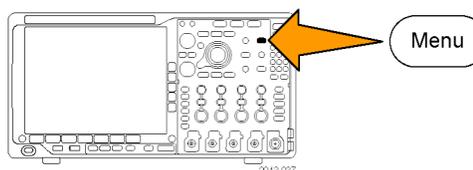
1. Настройка уровня синхронизации без перехода в меню осуществляется ручкой **Уровень** в группе «Запуск» на передней панели.
2. Для быстрой установки уровня синхронизации в средней точке размаха осциллограммы нажмите ручку **Уровень** в группе «Запуск» на передней панели.



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 MDO4000B на параллельных шинах выполняется даже без использования прикладного модуля. При синхронизации по шине на осциллографах с другими типами шин необходимо использовать прикладной модуль DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET или DPO4USB.

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

3. Для выбора нужного типа синхронизации поверните многофункциональный регулятор **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.

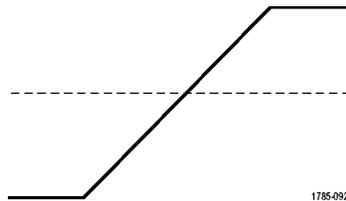
Тип Фронт	Источник 1	Тип входа пост. ток	Фронт 	Уровень 100 мВ		Режим Авто & задержка
---------------------	----------------------	-------------------------------	-----------	--------------------------	--	-------------------------------------



Выбор синхронизации

Вид синхронизации

Фронт

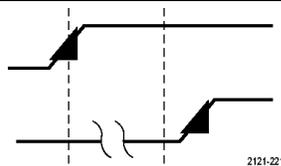


Условия синхронизации

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.

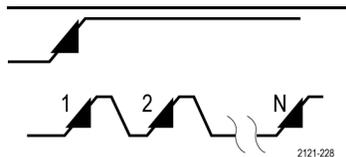
Запуск по фронту является самым простым и наиболее часто используемым типом синхронизации и позволяет работать как с аналоговыми, так и с цифровыми сигналами. Событие синхронизации по фронту происходит, когда сигнал источника синхронизации пересекает заданный уровень напряжения в заданном направлении.

Последоват.
(запуск В)



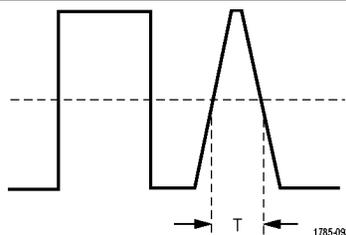
Сочетание синхронизации по фронту события А (основной запуск) и события В (задержанный запуск) позволяет синхронизироваться со сложными сигналами. (См. стр. 106, *Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой))*.)

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



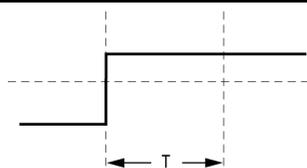
События. После события А система синхронизации, до выполнения синхронизации и отображения осциллограммы, выполняет поиск заданного числа событий В.

По
длительности
импульса



Синхронизация производится по импульсам, длительность которых меньше, больше, равна или не равна заданному значению времени. Кроме этого, возможна синхронизация при попадании длительности импульса в заранее заданный диапазон или в область вне этого диапазона. Синхронизация может осуществляться как по положительным, так и по отрицательным импульсам. Синхронизация по длительности импульса в основном применяется для цифровых сигналов.

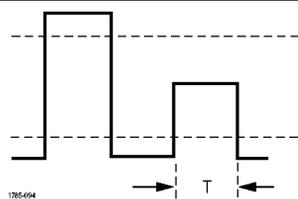
Тайм-аут



Запуск осуществляется, если за указанный период времени не обнаружено никаких импульсов. Уровень сигнала остается выше или ниже (или только выше/только ниже) заданного значения в течение установленного интервала времени.

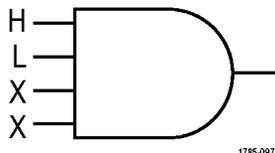
Вид синхронизации**Условия синхронизации**

Рант



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.

По логическому сигналу



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.

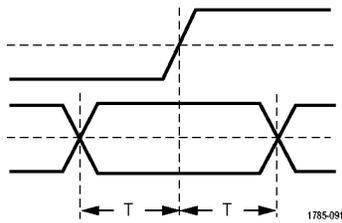
Для запуска по логическому состоянию можно использовать до 21 канала (4 аналоговых, 16 цифровых и 1 РЧ-канал).

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы использовать РЧ-вход в логическом условии запуска, необходимо предварительно установить прикладной модуль MDO4TRIG.

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.

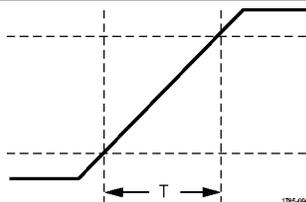
Временем установки называется промежуток времени до фронта тактового импульса, в течение которого данные должны оставаться неизменными. Временем фиксации называется промежуток времени после фронта тактового импульса, в течение которого данные должны оставаться неизменными.

Осциллограф серии MDO4000B имеет возможность выполнять синхронизацию типа «Установка и удержание» в нескольких каналах и выполнять мониторинг состояния всей шины в части нарушений установки и удержания. Для синхронизации типа «Установка и удержание» 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.*

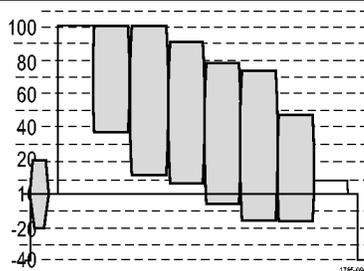
Время нарастания /спада



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

Вид синхронизации

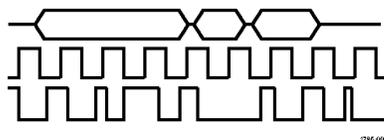
Видео



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



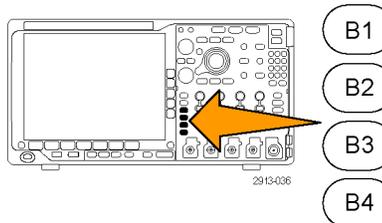
Синхронизация по состояниям различных шин. Для шины I²C необходим модуль DPO4EMBD. Для шины SPI необходим модуль DPO4EMBD. Для шины CAN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX. Для шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART необходим модуль DPO4COMP. Для шины LIN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX. Для шины FlexRay необходим модуль DPO4AUTOMAX. Для шины Audio необходим модуль DPO4AUDIO. Для шины USB необходим модуль DPO4USB. Для Ethernet требуется модуль DPO4ENET. Для MIL-STD-1553 требуется модуль DPO4AERO. (См. стр. 17, *Бесплатное опробование прикладных модулей.*)

Синхронизация по шинам

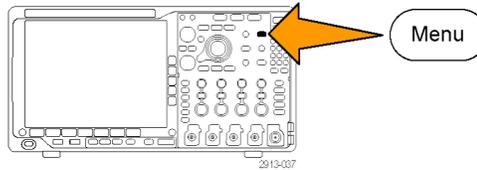
Если установлен соответствующий прикладной модуль, возможна синхронизация осциллографа по нескольким шинам. Осциллограф серии MDO4000B может выполнять синхронизацию по параллельным шинам без прикладного модуля. На экране осциллографа может отображаться как физический уровень шины (в виде аналоговых осциллограмм), так и информация на уровне протокола (в виде цифровых осциллограмм и символов).

Для настройки синхронизации по шине необходимо выполнить следующие действия.

1. Если еще не выбрана шина, выберите ее с помощью расположенных на передней панели кнопок **B1**, **B2**, **B3** или **B4**. (См. стр. 69, *Настройка последовательной или параллельной шины.*)



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



- Нажмите кнопку **Тип**.

Тип Шина	Входная шина V1 (I2C)	Запуск по Адрес	Адрес 07F		Напра- вление Запись	Режим Авто и задержка
--------------------	------------------------------------	---------------------------	---------------------	--	-----------------------------------	---------------------------------------

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



- Нажмите **Входн. шина** и используйте боковое меню «Входн. шина» для выбора шины, по которой нужно синхронизироваться.
- Нажмите кнопку **Запуск по** и выберите нужную синхронизацию в боковом меню.

Синхронизация по шине Parallel

Синхронизацию можно выполнять по двоичным или по шестнадцатеричным значениям данных. Нажмите кнопку **Данные** в нижнем меню и введите нужные параметры с помощью многофункциональных регуляторов **a** и **b**.

Синхронизация по шине I2C

Синхронизацию можно выполнять по параметрам **Старт**, **Повт. старт**, **Стоп**, **Нет подтв**, **Адрес**, **Данные** или **Адр. / данные**.

При настройке синхронизации по шине I2C и выборе для параметра **Запуск по** значения **Адрес** или **Адр. / данные** для доступа к боковому меню «Адрес I2C» следует нажать в нижнем меню кнопку **Адрес**.

В боковом меню нажмите кнопку **Режим адресации** и выберите **7 бит** или **10 бит**. В боковом меню нажмите кнопку **Адрес**. Введите нужные параметры адреса с помощью многофункциональных регуляторов **a** и **b**.

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

Если для параметра **Запуск по** выбран вариант **Данные** или **Адр./Данные**, в нижнем меню нажмите кнопку **Данные**, чтобы получить доступ к боковому меню «Данные I2C».

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

В боковом меню нажмите кнопку **Режим адресации** и выберите **7 бит** или **10 бит**. В боковом меню нажмите кнопку **Данные**. С помощью многофункциональных регуляторов **a** и **b** введите нужные параметры данных.

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

Синхронизация по шине SPI

Можно выполнить синхронизацию по параметрам **SS-активный**, **MOSI**, **MISO** или **MOSI & MISO**.

При настройке синхронизации по шине SPI и выборе для параметра **Запуск по** значения **MOSI** или **MISO** в нижнем меню нажмите кнопку **Данные**, в боковом меню нажмите кнопку **MOSI** или **MISO** и введите нужные 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 меню кнопку **Данные** и в боковых меню введите нужные параметры.

Синхронизация по шине RS-232

Можно выполнять синхронизацию следующих типов: **начал. бит Tx**, **начал. бит Rx**, **Конец пакета Tx**, **Конец пакета Rx**, **Данные Tx** и **Данные Rx**.

При настройке синхронизации по шине RS-232 и выборе для параметра **Запуск по** варианта **Данные Tx** или **Данные Rx** в нижнем меню нажмите кнопку **Данные**.

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

В боковом меню нажмите кнопку **Данные** и введите нужные параметры с помощью многофункциональных регуляторов **a** и **b**.

Синхронизация по шине CAN

Синхронизацию можно выполнить по параметру **Старт кадра**, **Тип из кадров**, **Идентифик.**, **Данные**, **Ид. и данные**, **Конец кадра** и **Нет подтв.**

При настройке синхронизации по шине CAN и выборе для параметра **Запуск по** варианта **Тип из кадров** в нижнем меню нажмите кнопку **Тип кадра** и выберите **Кадр данных**, **Дистанцион. кадр**, **Кадр погрешности** или **Кадр перегрузки**.

При выборе для параметра **Запуск по** варианта **Идентифик.** в нижнем меню нажмите кнопку **Идентифик.** и выберите пункт **Формат**. Затем в боковом меню нажмите кнопку **Идентифик.** и многофункциональными регуляторами **a** и **b** введите двоичное или шестнадцатеричное значение.

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

При выборе для параметра **Запуск по** варианта **Данные** в нижнем меню нажмите кнопку **Данные** и введите нужные параметры.

Синхронизация по шине LIN

Синхронизацию можно выполнить по параметрам **Синхрониз.**, **Идентифик.**, **Данные**, **Ид. и данные**, **Актив. кадра**, **Неакт. кадр** или **Ошибка**.

При настройке синхронизации по шине LIN и выборе кнопкой **Запуск по** пункта **Идентифик.**, **Данные** или **Ид. и данные** в нижнем меню нажмите кнопку **Идентифик.** или **Данные** и введите нужные параметры в появившемся боковом меню.

Если для параметра **Запуск по** выбран вариант **Ошибка**, нажмите в нижнем меню кнопку **Тип ошибки** и в появившемся боковом меню введите нужные параметры.

Синхронизация по шине FlexRay

Можно выполнить синхронизацию по параметрам **Старт кадра**, **Тип из кадров**, **Идентифик.**, **Счет циклов**, **Поля загол.**, **Данные**, **Ид.** и **данные**, **Конец кадра** и **Ошибка**.

Синхронизация по шине Audio

При использовании аудиошины **I2C**, **Left Justified (LJ)** или **Right Justified (RJ)** можно выполнить синхронизацию по параметрам **Выбор слова** или **Данные**.

Если используется звуковая шина **TDM**, можно выполнять синхронизацию по параметрам **Кадр.синхр.** или **Данные**.

Синхронизация по шине USB

Можно выполнить синхронизацию по параметрам **Синхрониз.**, **Сброс**, **Suspend** (Приостановить), **Resume** (Возобновить), **Конец пакета**, **Token (Address) Packet** (Пакет маркера (адреса)), **Data Packet** (Пакет данных), **Handshake Packet** (Пакет установления связи), **Special Packet** (Специальный пакет) или **Ошибка**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для синхронизации по высокоскоростной шине USB (480 Мбит/с) необходимо использовать осциллограф с полосой пропускания не менее 350 МГц.

Синхронизация по шине Ethernet

Можно выполнить синхронизацию по параметрам **Start Frame Delimiter** (Ограничитель начального кадра), **MAC-адреса**, **MAC длина/тип**, **Клиент.данные TCP/IPv4**, **Конец пакета**, **Бездействие** или **Ошибка FCS (CRC)**. Если включить функцию **Q-(VLAN) Tagging**, также можно выполнить синхронизацию по параметру **MAC Q-Tag Control Information** (Управляющая информация MAC Q-Tag).

Синхронизация шины MIL-STD-1553

Синхронизацию можно осуществлять по пунктам **Синхрониз.**, **Command** (Команда), **Status** (Состояние), **Данные**, **Time (RT/IMG)** (Время (RT/IMG)) или **Ошибка**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 выбрано значение **Запуск вкл.** для пункта **Command** (Команда), нажмите кнопку **RT Address** (Адрес RT) нижнего экранного меню, чтобы ввести конкретные значения **RT Address** (Адрес RT) для синхронизации. Нажимайте кнопку нижнего экранного меню **Command Word Details** (Подробное описание командного слова), чтобы ввести значения **T/R bit** (Бит T/R), **Subaddress/Mode** (Субадрес/Режим), **Word Count/Mode Code** (Подсчет слов/Код режима) и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 выбрано значение **Запуск вкл.** для пункта **Status** (Состояние), нажмите кнопку **RT-Address** (Адрес RT) нижнего экранного меню, чтобы ввести конкретные значения параметра **RT Address** (Адрес RT) для синхронизации. Нажимайте кнопку **Status Word Bits** (Биты слова состояния) нижнего экранного меню, чтобы ввести значения параметров **Message Error (bit 9)** (Ошибочное сообщение (бит 9)), **Instr. (bit 10)** (Приб. (бит 10)), **Service Req. (bit 11)** (Треб. сервиса (бит 11)), **BCR (bit 15)** (BCR (бит 15)), **Busy (bit 16)** (Занято (бит 16)), **Subsystem Flag (bit 17)** (Флаг подсистемы (бит 17)), **DBCA (bit 18)** (DBCA (бит 18)), **Terminal Flag (bit 19)** (Флаг терминала (бит 19)) и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 выбрано значение **Запуск вкл.** для пункта **Данные**, нажмите кнопку **Данные** нижнего экранного меню, чтобы ввести конкретные значения параметров **Данные** и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 выбрано значение **Запуск вкл.** для пункта **Time (RT/IMG)** (Время (RT/IMG)), нажмите кнопку **Усл. запуска** нижнего экранного меню, чтобы задать условие запуска. Нажмите кнопку **Время** нижнего экранного меню, чтобы задать **Maximum** (Максимум) и **Minimum** (Минимум) по времени.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 выбрано значение **Запуск вкл.** для пункта **Ошибка**, нажмите кнопку **Тип ошибки** нижнего экранного меню, чтобы выбрать тип ошибки для синхронизации.

Проверка на совпадение данных при синхронизации по шинам I²C, SPI, USB, Ethernet, 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, USB или Ethernet 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 синхронизации для шин FlexRay и Ethernet 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 <=. Синхронизация по идентификатору и данным всегда происходит при совпадении с идентификатором и данными, выбранными пользователем, причем данные отсчитываются с первого байта. Скользящее окно не используется.

Согласование значений данных

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».

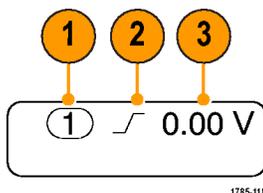
Для других шин также имеется возможность синхронизации по конкретному значению данных.

Совпадение байтов при синхронизации по параллельной шине

Оптимальные характеристики синхронизации по параллельной шине достигаются при использовании только аналоговых каналов или только цифровых каналов.

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.

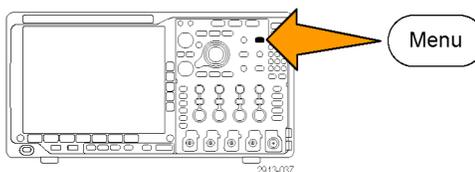
Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой))

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».



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

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

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



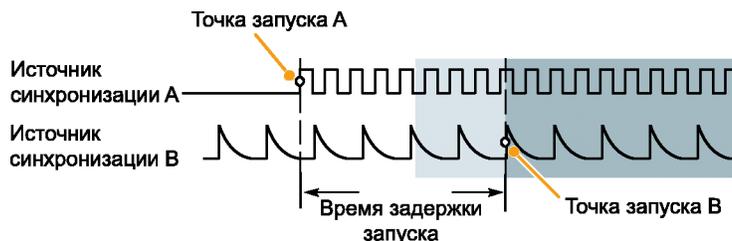
Выберите способ, чтобы выбрать составление последовательности из синхронизации события «В» после события «А», с помощью кнопки бокового меню.

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

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

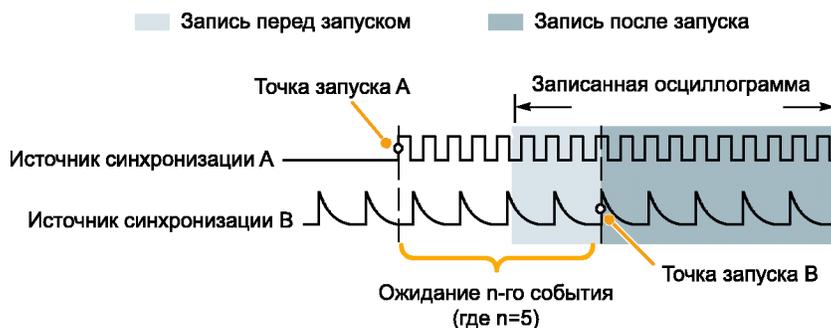
Синхронизация по событию «В» после задержки

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.

- Если имеется активная кривая РЧ-параметров либо аналоговая (цифровая) осциллограмма, то нажатие кнопки **Пуск/стоп** для прекращения регистрации данных переведет осциллограф в режим ожидания еще одного события синхронизации, после чего произойдет остановка. В ходе ожидания события синхронизации кнопка **Пуск/стоп** изменит цвет на желтый, а кнопка «Однокр.» — на зеленый. По завершении регистрации кнопка **Пуск/стоп** изменит цвет на красный, а кнопка **Однокр.** погаснет.

Если для параметра «Режим синхронизации» выбрано значение «Авто» и в течение таймаута автоматической синхронизации не наступит иное событие синхронизации, то произойдет регистрация данных и прибор будет остановлен.

Если для параметра «Режим синхронизации» выбрано значение «Обычный», осциллограф продолжит ожидать событие синхронизации столько времени, сколько потребуется

Синхронизация по РЧ-входу

Обзор

В осциллографе MDO4000B одиночное событие может инициировать регистрацию аналоговых, цифровых и РЧ-данных независимо от типа входного канала, на котором зарегистрировано событие.

Функции осциллографа MDO4000B позволяют выполнять запуск в точный момент наступления события в частотной области. Это возможно потому, что синхронизируемая система регистрации данных полностью интегрирована с каналами РЧ-сигнала и сигналов временной области. Единичное событие синхронизации управляет регистрацией данных как во временной, так и в частотной областях.

Кроме того, в приборе MDO4000B предусмотрена возможность синхронизации по изменению огибающей мощности РЧ-сигнала. Мощность РЧ-сигнала, используемая в качестве параметра синхронизации, рассчитывается по всей полосе частот, а не только по текущему диапазону.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для регистрации РЧ-данных в осциллографе MDO4000B используется одна из трех полос частот в зависимости от установленных значений центральной частоты и диапазона. Допустимые полосы частот: от 9 кГц до 3,75 ГГц, от 2,75 до 4,5 ГГц и от 3,5 до 6,0 ГГц. При синхронизации по уровню мощности мощность рассчитывается по всей полосе частот, а не только по текущему диапазону. Если в качестве источника синхронизации используется мощность РЧ-сигнала, на экране отображается полоса пропускания, распознаваемая детектором.

В осциллографе серии MDO4000B предусмотрена возможность синхронизации по фронту на основании мощности РЧ-сигнала. Это позволяет запускать сбор данных в момент, когда огибающая мощности РЧ-сигнала пересекает определенный уровень мощности. Чтобы добиться этого эффекта, настройте осциллограф на синхронизацию по переднему фронту. Чтобы производить запуск в моменты отключения РЧ-сигнала, настройте осциллограф соответственно на синхронизацию по заднему фронту.

После установки в осциллограф MDO4000B прикладного модуля MDO4TRIG появляется возможность выполнять синхронизацию на основе мощности РЧ-сигнала с условиями по длительности импульса, времени ожидания, рант-импульсам, логическому сигналу и последовательностям.

Ограничения

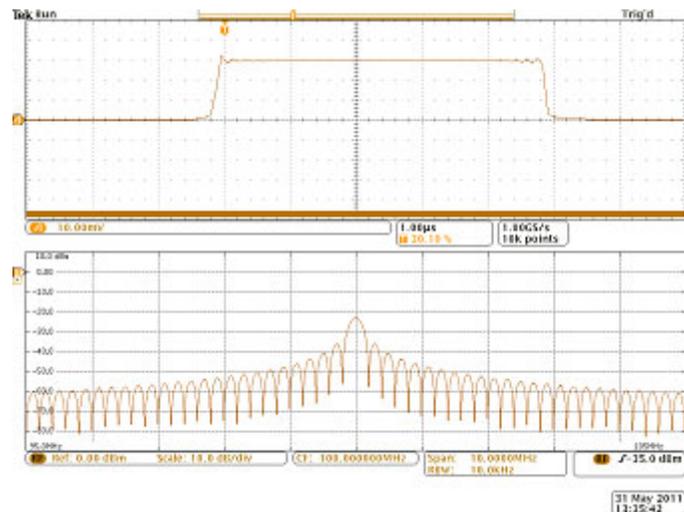
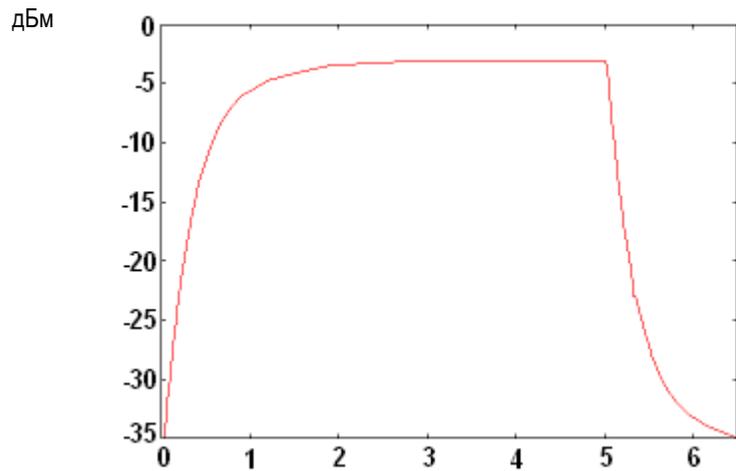
Для правильного использования синхронизации по мощности РЧ-сигнала необходимо понимать ее принципы и ограничения.

В цепи синхронизации по мощности РЧ-сигнала логарифмический детектор мощности РЧ подключен к одному из входов компаратора. На второй вход компаратора подается опорная величина мощности, рассчитываемая в дБм. Поскольку ни выходное значение детектора мощности, ни выходное значение компаратора не поддаются непосредственному наблюдению, важно понимать принцип синхронизации, который используется в этом случае. Например, непрерывный или модулированный синусоидальный сигнал вызывает на выходе детектора мощности постоянное напряжение, пропорциональное мощности синусоидального сигнала. Если изменений уровня мощности не наблюдается, синхронизация по мощности РЧ-сигнала не производится. Чтобы произошел запуск, должно быть зарегистрировано изменение уровня мощности сигнала. Если сигнал поступает в виде пакета или представляет собой модулированную по амплитуде синусоиду, то на выходе детектора мощности появится переменное напряжение, в котором может быть зарегистрирован фронт.

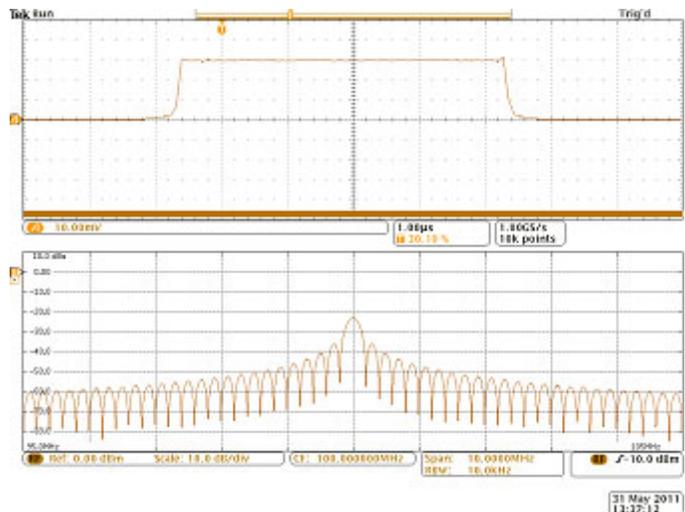
Детектор мощности РЧ-сигнала работает достаточно медленно по сравнению с синхронизацией по аналоговому каналу. Скорость реакции на изменение уровня мощности РЧ-сигнала может составлять до 2 мкс. На графике справа на РЧ-канал подан синусоидальный сигнал частотой 100 МГц с 500 пакетами длительностью 5 мкс. Пороговый уровень мощности РЧ-сигнала влияет на величину задержки синхронизации и кажущуюся продолжительность импульса. Например, при уровне синхронизации -10 дБм величина задержки составляет около 500 нс. Видимая длительность импульса составит 4,5 мкс несмотря на то, что его истинная ширина — 5 мкс.

На рисунке справа при уровне синхронизации -35 дБм существует минимальная задержка между началом пакета и запуском осциллографа. На зависимости амплитуды РЧ-сигнала от времени представлена форма пакета.

Отклик детектора мощности РЧ-сигнала на 500 синусоидальных пакетов частотой 100 МГц



На рисунке справа уровень синхронизации по фронту мощности увеличен до -10 дБм. Индикация при синхронизации теперь смещена относительно начала пакета приблизительно на 500 нс. Это является следствием задержки в детекторе мощности, о которой упоминалось выше.



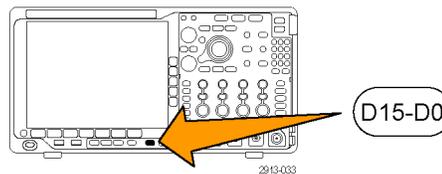
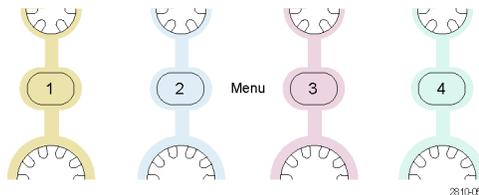
Отображение осциллограмм и зависимостей

В данном разделе содержатся понятия и процедуры, используемые для отображения зарегистрированного сигнала или зависимостей.

Добавление и удаление осциллограмм

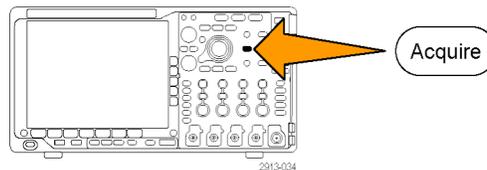
1. Чтобы добавить или удалить осциллограмму с экрана, нажмите кнопку соответствующего канала на передней панели или кнопку «D15-D0».

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. <input type="checkbox"/> Выкл. <input checked="" type="checkbox"/>	Уст. положение по горизонтали в 10%	Waveform Display (Отображение осциллограммы)	XY Display (Вывод XY) <input checked="" type="checkbox"/>	
------------------	---------------------	---	-------------------------------------	--	--	--



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
Вкл. Выкл.

3

4. Для отключения послесвечения переключите параметр **Послесвеч.** в значение **Выкл.**

Послесв-
ечение
 Вкл. Выкл.

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

Время
послесв-
еч.
 (a) Авто

4

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

Установка
на "Авто"

5

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

Выключ-
ить после-
свеч.

6

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

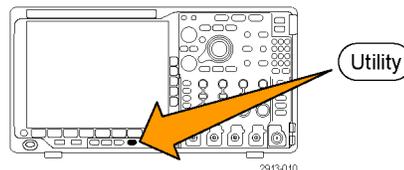
Точка данных из первой осциллограммы указывает положение по горизонтали, а соответствующая точка данных из второй осциллограммы указывает положение по вертикали для каждой отображаемой точки.

Советы

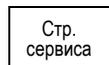
- Переменное послесвечение означает накопление точек записи в течение указанного интервала времени. Каждая точка гаснет в соответствии с установленным значением времени независимо от остальных. Переменное послесвечение применяется для отображения редко появляющихся аномалий сигнала, например выбросов.
- 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 «Вывод XY» на графике отображаются данные фиксированных пар осциллограмм друг относительно друга.
- 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	Показание частоты синхрониз.		
--------------------------------	-------------------------------------	------------------------	----------------------	------------------------------	--	--

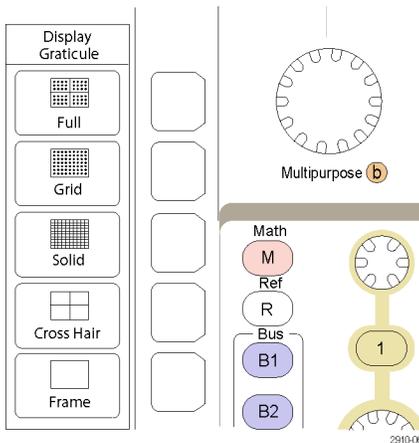


5. В появившемся боковом экранном меню выберите стиль.

Сетка **Кадр** обеспечивает четкое и наглядное представление результатов автоматического измерения и другого текста на экране.

Полная сетка помогает выполнить курсорные измерения на печатных копиях.

Стили масштабной сетки **Сетка**, **Сплошная** и **Перекрестие** являются промежуточными вариантами между стилями **Кадр** и **Полная**.

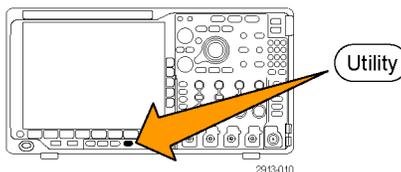


Советы

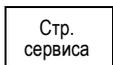
- Предоставляется возможность отображать масштабные сетки с единицами IRE и мВ. Для этого установите тип синхронизации по видеосигналу и задайте для масштаба по вертикали значение 114 мВ/дел. (Вариант 114 мВ/дел. доступен в точных настройках масштаба по вертикали для канала, когда задан тип синхронизации по видеосигналу.) На осциллографе автоматически отображается масштабная сетка IRE для сигналов NTSC и масштабная сетка для других видеосигналов (PAL, SECAM, HDTV и пользовательские).

Настройка подсветки ЖК-дисплея

1. Нажмите кнопку **Utility**.



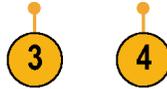
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



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



4. Нажмите кнопку **Яркость подсветки**.

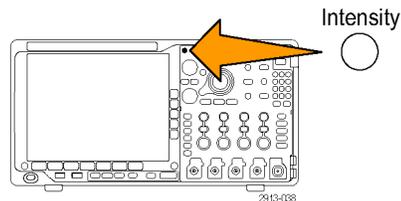


5. В появившемся боковом экранном меню выберите уровень яркости. Возможны следующие варианты: **Высокая**, **Средняя** и **Низкая**.



Настройка яркости осциллограмм

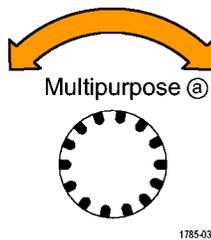
1. Нажмите на передней панели кнопку **Яркость**.



На экране появится экранная надпись яркости.

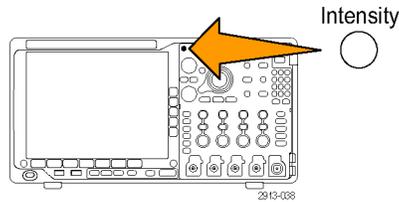
- a) Waveform Intensity: 35%
b) Graticule Intensity: 75%

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



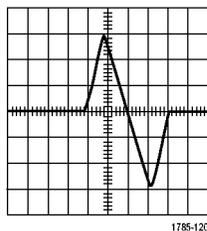
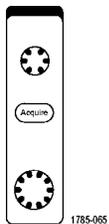
3. С помощью многофункционального регулятора **B** установите нужную яркость масштабной сетки.

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

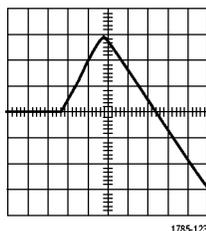


Выбор масштаба и положения осциллограммы

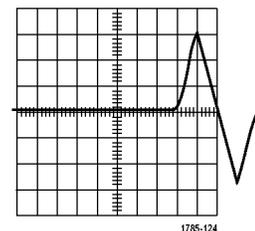
Элементы управления отображением по горизонтали служат для настройки временной развертки, точки синхронизации, а также для более подробного просмотра осциллограммы. Для настройки отображения осциллограмм также можно использовать элементы управления увеличением и панорамированием с помощью функции Wave Inspector. (См. стр. 171, *Управление осциллограммами при большой длине памяти.*)



Исходная осциллограмма

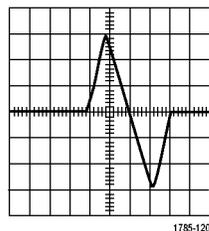
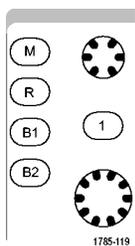


Масштабирование по горизонтали

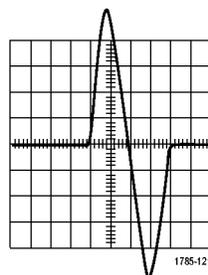


Позиционирование по горизонтали

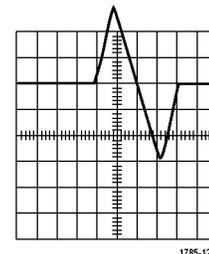
Элементы управления отображением по вертикали используются для выбора осциллограмм, корректировки положения по вертикали и масштаба осциллограммы и установки параметров входа. Нажмите необходимое количество раз кнопку меню канала (1, 2, 3 или 4) и кнопки соответствующих пунктов меню, чтобы выбрать, добавить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

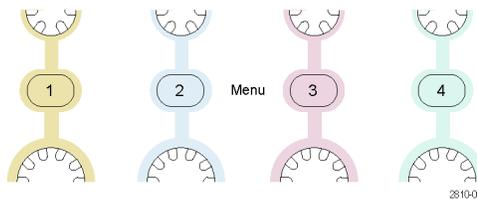
Если изображение выходит за рамки экрана, осциллограмма отображается в усеченном виде.

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.



3. Для выбора входного импеданса требуемое число раз нажмите кнопку **Согл. нагр.**

При использовании связи по постоянному току установите входной импеданс (согласующую нагрузку) 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. 124, *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**.

ПРИМЕЧАНИЕ. В моделях осциллографов 100 МГц опция меню 250 МГц отсутствует.

6. Нажмите кнопку **Метка**, чтобы создать метку для канала. (См. стр. 58, *Обозначения каналов и шин*.)

7. При использовании некоторых типов пробников можно нажать эту кнопку, чтобы отправить осциллографу команду на выполнение калибровки всего сигнального тракта от наконечника пробника до соответствующего канала осциллографа. Это может обеспечить более равномерную частотную характеристику по всему частотному диапазону.
8. Нажмите кнопку **Дополнит.**, чтобы получить доступ к дополнительным боковым экранным меню.

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



10. 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. 124, *Советы*.)

11. 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 Tek, когда для параметра **Тип** задано значение **Напряжение**, используйте многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить **Ослабление**, соответствующее пробнику.
- Для пробников, не оснащенных интерфейсом Tek, 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 **Ток измерения** значение **Да**. Нажмите в боковом экранном меню кнопку отношения **A/B** и поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы установить отношение ток/напряжение или напряжение/ток для своей системы. Например, если измеряется падение напряжения на резисторе сопротивлением 2 Ом, установите отношение B/A равным 2.

12. 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.

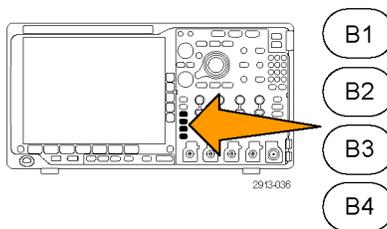
Когда для перемещения кривой используется элемент управления «Канал» <x> > **Дополнит. >Смещение > Вертик. смещение**, индикатор опорной линии уже не соответствует нулевому значению. Вместо этого он показывает уровень смещения. При регулировке масштаба по вертикали осциллограмма растягивается относительно 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. руководство *Технические характеристики осциллографов серии MDO4000B.*

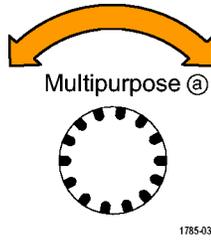
Расположение и маркировка сигналов шин

Расположение сигналов шины. Нажмите на передней панели кнопку соответствующей шины и поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы настроить вертикальное положение выбранной шины. (См. стр. 69, *Настройка последовательной или параллельной шины.*)

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

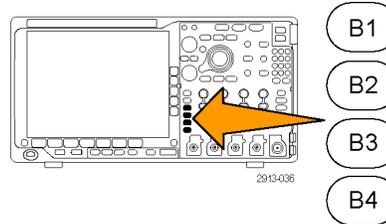


2. Поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы настроить вертикальное положение выбранной шины.



Маркировка сигналов шины. Для маркировки шины выполните следующие действия:

1. Нажмите на передней панели соответствующую кнопку шины.



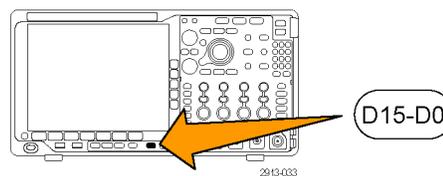
2. Нажмите кнопку **Метка**.
(См. стр. 58, *Обозначения каналов и шин.*)

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



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**.

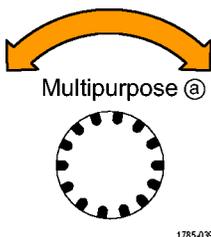
D15 – D0 Вкл/Выкл	Порог. напр.	Изменить метки			MagniVu Вкл Выкл	Высота S M L
----------------------	-----------------	-------------------	--	--	----------------------------	-------------------



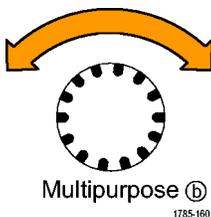
3. Нажмите в боковом меню кнопку **Выбрать**.



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



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



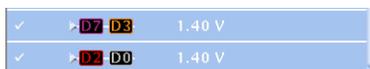
ПРИМЕЧАНИЕ. Экран канала (или группы) перемещается только после прекращения вращения рукоятки.

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. 58, 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 многофункциональную ручку **а**.

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

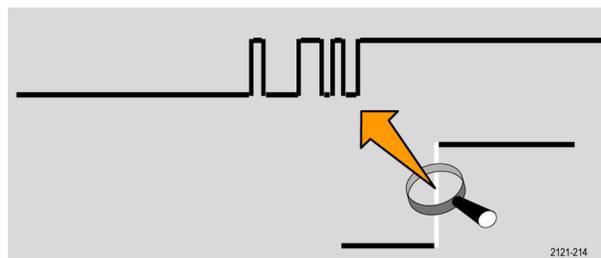
Просмотр цифровых каналов

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.

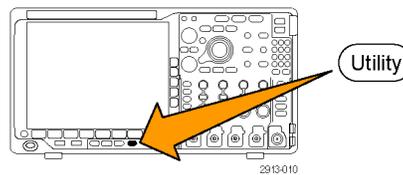


ПРИМЕЧАНИЕ. Когда на экране видне светло-серая тень, используйте режим *MagniVu*.

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**.



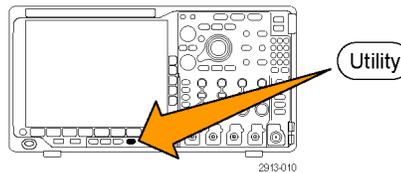
5. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Показать комментарий**, чтобы выбрать **Вкл** в боковом меню.
Появится окно комментариев. Измените его положение на экране с помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B**.
6. Нажмите кнопку **Изменить комментарий** в боковом меню.
7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужные символы.
Либо воспользуйтесь для ввода символов USB-клавиатурой. (См. стр. 35, *Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры*.)

Чтобы изменить положение текста аннотации, нажмите кнопку **Положение** бокового экранного меню и поверните нужным образом многофункциональные ручки **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 многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Отобразить**.

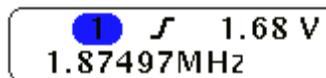


4. В появившемся в нижней части экрана меню нажмите кнопку **Показания частоты синхрониз.**



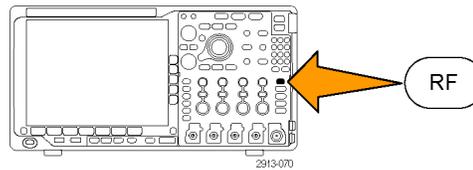
5. Нажмите кнопку **Вкл** бокового экранного меню.

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

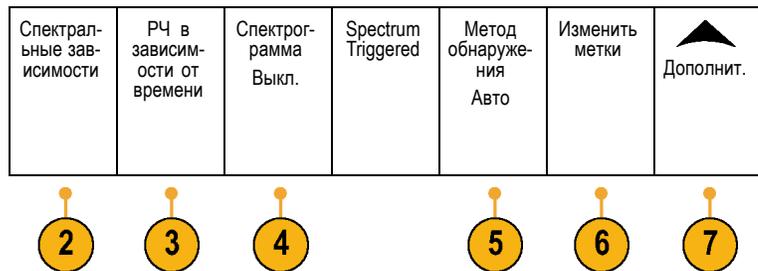


Отображение меню частотной области

1. Нажмите кнопку **РЧ**, чтобы вызвать нижнее меню частотной области.



2. Нажмите **Спектральные зависимости**, чтобы вызвать боковое меню четырех типов спектральных зависимостей, которые может отображать осциллограф MDO4000B.



3. Нажмите **РЧ в зависимости от времени**, чтобы вызвать боковое меню трех типов зависимостей РЧ от времени, которые может отображать осциллограф MDO4000B.
4. Нажмите **Spectrogram**, чтобы отобразить в боковом меню настройки включения и отображения спектрограммы.
5. Нажмите **Метод обнаружения** для вызова бокового меню с перечислением методов сжатия результатов БПФ для отображения на экране шириной 1000 пикселей.
6. Нажмите **Изменить метки** для нанесения меток на зависимости РЧ и РЧ в зависимости от времени.
7. Нажмите **Дополнит.**, чтобы выбрать боковое меню для компенсации тракта РЧ-сигнала или настройки пробника РЧ-входа.

Типы зависимостей

В окне частотной области возможно отображение четырех типов спектральных зависимостей. Эти зависимости можно включать и выключать для каждого канала независимо. Возможно одновременное отображение всех перечисленных зависимостей или только некоторых из них.

1. Нажмите кнопку **Спектральные зависимости** в меню РЧ-сигнала, чтобы вызвать связанное боковое меню.

2. Установите для параметра **Обычный** значение **Вкл.**, чтобы отобразить нормальную зависимость.

3. Установите для параметра **Среднее** значение **Вкл.**, чтобы отобразить усредненную зависимость. Поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы задать количество осциллограмм для усреднения.

4. Установите для параметра **Фиксация максимума** значение **Вкл.**, чтобы отобразить кривую фиксации максимума.

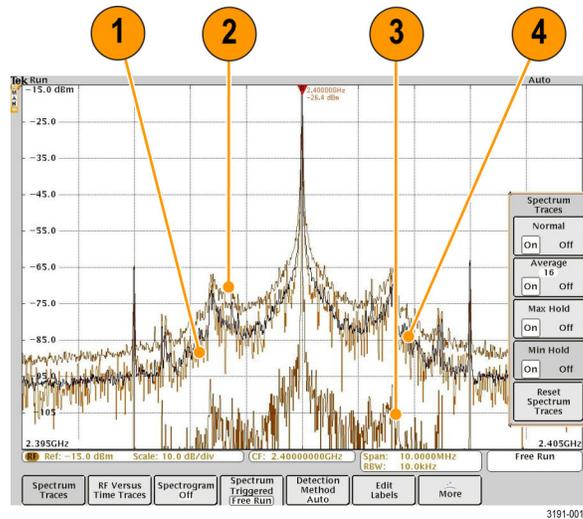
5. Установите для параметра **Фиксация минимума** значение **Вкл.**, чтобы отобразить кривую фиксации минимума.

6. Нажмите **Сбросить кривые спектра**, чтобы очистить историю кривых.

Спектральные зависимости	
Обычный Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> Выкл. <input type="checkbox"/>	2
Среднее 16 Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3
Фиксация максимума Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4
Фиксация минимума Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5
Сбросить кривые спектра	6

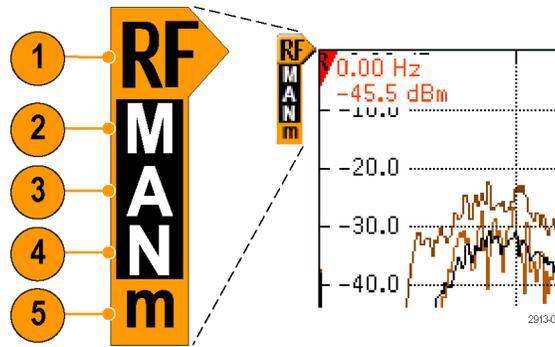
На рисунке справа показаны различные типы зависимостей.

1. Нормальная зависимость: каждый элемент регистрации данных вытесняется следующим элементом данных.
2. Кривая фиксации максимума: максимальные значения накапливаются на основе нескольких экземпляров регистрации нормальной зависимости.
3. Кривая фиксации минимума: минимальные значения накапливаются на основе нескольких экземпляров регистрации нормальной зависимости.
4. Усредненная зависимость: данные усредняются на основе нескольких регистраций нормальных зависимостей. Выполняется усреднение реальной мощности перед логарифмическим преобразованием. Усреднение по каждой из степеней двойки снижает отображаемый шум на 3 дБ.



На рисунке справа показан индикатор вида зависимости частотной области.

1. Индикатор **RF** размещается по опорному уровню.
2. Заглавная буква **M** указывает на то, что включена кривая фиксации максимума.
3. Заглавная буква **A** указывает на то, что включена усредненная зависимость.
4. Заглавная буква **N** указывает на то, что включена нормальная зависимость.
5. Строчная буква **m** указывает на то, что включена кривая фиксации минимума.

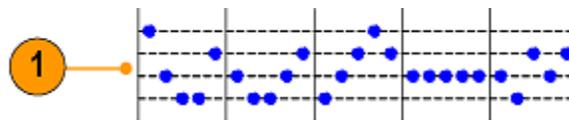


Оранжевым цветом выделен текущий выбранный тип зависимости. На рисунке справа оранжевым цветом выделена строчная буква **m**, соответствующая кривой фиксации минимума. Это указывает на то, что текущей выбранной кривой является кривая фиксации минимума.

Способы детектирования

Осциллограф MDO4000B вычисляет БПФ с числом выходных точек от 1000 до примерно 2 000 000, в зависимости от настроенных параметров регистрации данных. Затем полученные результаты БПФ сжимаются для отображения на экране шириной 1000 пикселей. Это означает что в каждом столбце пиксельной сетки будет размещаться от 1 до 2000 точек БПФ. В осциллографе MDO4000B предусмотрены настройки для выбора способа «сжатия» данных БПФ. Возможны следующие варианты: +reak (положительный пик), выборка, среднее и -reak (отрицательный пик). На рисунке ниже показано, как перечисленные методы детектирования работают при уплотнении данных БПФ в пропорции 5:1 (пять точек на один пиксель).

1. Точки БПФ



2. Прореживание



3. +Peak (Положительный пик): используется точка с наибольшей амплитудой на каждом интервале.



4. Выборка: используется первая точка каждого интервала.



5. Среднее: используется среднее по всем точкам каждого интервала.



6. -Peak (Отрицательный пик): используется точка с наименьшей амплитудой на каждом интервале.



29-078

Кривые временной области РЧ

В окне временной области помимо обычных аналоговых и цифровых осциллограмм могут отображаться три кривых временной области РЧ. Эти кривые можно включать и выключать независимо, выбирая отображение всех кривых сразу или только некоторых из них. Чтобы использовать эти кривые:

1. Нажмите кнопку **РЧ в зависимости от времени** в меню РЧ-сигнала, чтобы вызвать связанное боковое меню.

2. Установите для параметра **Амплитуда** значение **Вкл.**, чтобы отобразить зависимость амплитуды от времени.
3. Установите для параметра **Частота** значение **Вкл.**, чтобы отобразить зависимость частоты от времени.
4. Установите для параметра **Фаза** значение **Вкл.**, чтобы отобразить зависимость фазы от времени.

РЧ в зависимости от времени	
Амплитуда Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> Выкл. <input type="checkbox"/>	2
Частота Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> Выкл. <input type="checkbox"/>	3
Фаза Вкл. <input checked="" type="checkbox"/> Выкл. <input type="checkbox"/>	4
-далее- 1 из 2	

На второй странице представлены дополнительные варианты.

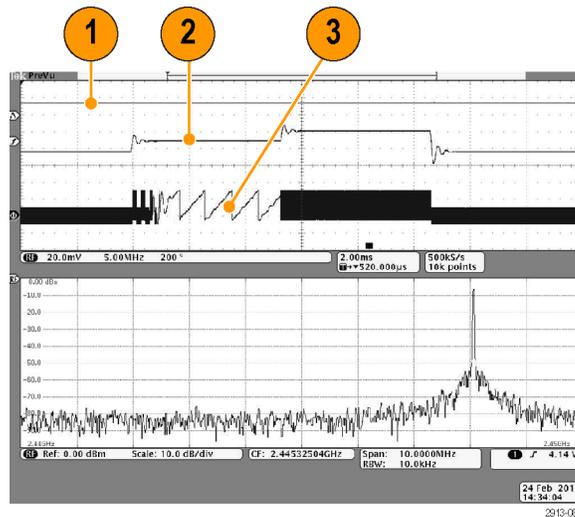
1. Для использования функции подавления помех установите для параметра **Част./Фаза шумопод.** значение **Вкл.**
2. Для задания порога функции подавления помех нажмите кнопку **Порог шумопод** и вращайте универсальную ручку **a**.
3. Задайте значение фазы в точке запуска в поле **Опорная фаза**. Будет выполнен перерасчет кривой зависимости фазы от времени по вновь заданной фазе в точке запуска.
4. Задайте **Наложение фаз** для контроля наложения фаз в зависимости от времени. По умолчанию наложение фаз включено и происходит приблизительно при $\pm 180^\circ$. Точку наложения можно изменять приращениями по 180° до $54\,000^\circ$ или отключить.

РЧ в зависимости от времени	
Част./Фаза шумопод. <input checked="" type="checkbox"/> Вкл. <input type="checkbox"/> Выкл.	1
Порог шумопод. 22,3 мкВ	2
Опорная фаза (Т) 13 °	3
Наложение фаз (а) 180° <input checked="" type="checkbox"/> Вкл. <input type="checkbox"/> Выкл.	4
-далее- 2 из 2	

Возможны следующие варианты зависимостей:

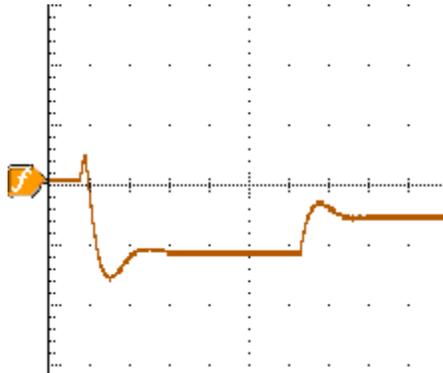
Возможны следующие варианты зависимостей:

1. Зависимость амплитуды от времени: мгновенная амплитуда входного сигнала после применения полосового фильтра относительно текущего диапазона частот, определяемого параметрами «Центральная частота» и «Диапазон».
2. Зависимость частоты от времени: мгновенная частота входного сигнала относительно центральной частоты. Вертикальная ось соответствует отношению частоты сигнала к центральной частоте.
3. Зависимость фазы от времени: мгновенная фаза входного сигнала относительно центральной частоты. Вертикальная ось соответствует фазе с замыканием в области $\pm 180^\circ$.

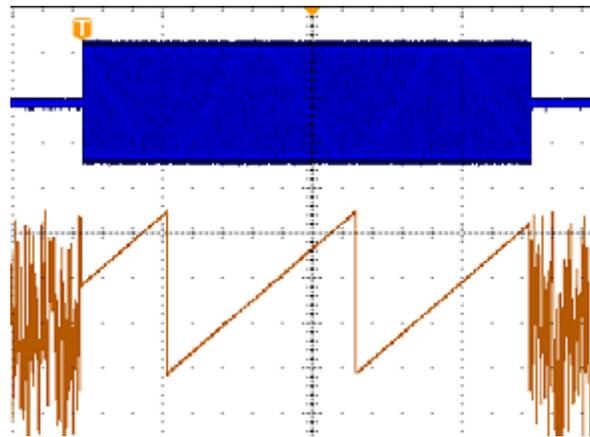


Все перечисленные виды зависимостей строятся на основе данных IQ временной области, полученных из входного РЧ-канала. Для данных зависимостей проводится корреляция по времени с другими аналоговыми и цифровыми каналами для формирования непрерывного потока данных временной области.

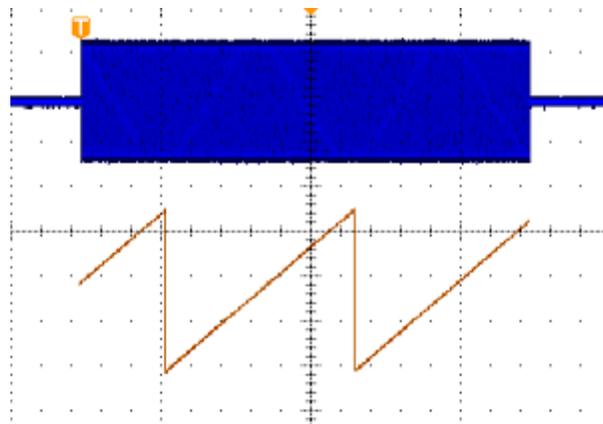
Курсор осциллограммы (индикатор опорной линии) для зависимости частоты от времени указывает на центральную частоту. Когда кривая расположена выше курсора осциллограммы, частота превышает центральную. Когда кривая расположена ниже курсора осциллограммы, частота меньше центральной.



Используйте шумоподавление для устранения (отключения отображения) информации о частоте и фазе, когда амплитуда РЧ-сигнала ниже заданного пользователем значения. Таким образом можно избежать отображения широкополосного шума на зависимостях частоты и фазы от времени в случае отсутствия сигнала на РЧ-входе.



Шумоподавление отключено



Шумоподавление включено

Отображение спектрограммы

Отображение спектрограммы наиболее полезно для отслеживания медленных изменений РЧ-сигнала. Частота откладывается по оси X, как и в случае типичного отображения спектра. По оси Y откладывается время. Значения амплитуды кодируются цветом.

Срезы спектрограммы создаются путем поворота каждого спектра таким образом, чтобы его высота на экране составляла один пиксел, при этом цвет пиксела указывает на амплитуду соответствующей частоты сигнала. Малым значениям амплитуд соответствуют синий и зеленый цвета, большим значениям — желтый и красный цвета. Каждая новая регистрация данных приводит к добавлению очередного среза в нижней части спектрограммы. Временная последовательность измерений при этом сдвигается на одну строку вверх.

По завершении регистрации данных можно просматривать историю спектрограммы путем нажатия элемента управления срезами в боковом меню и поворота многофункциональной ручки **a**. После остановки регистрации данных и отображения спектрограммы, кривая срезов спектрограммы отображается в виде нормальной спектральной зависимости.

Чтобы использовать функцию отображения спектрограммы, выберите **Спектрограмма** в меню РЧ-сигнала, чтобы вызвать связанное боковое меню.

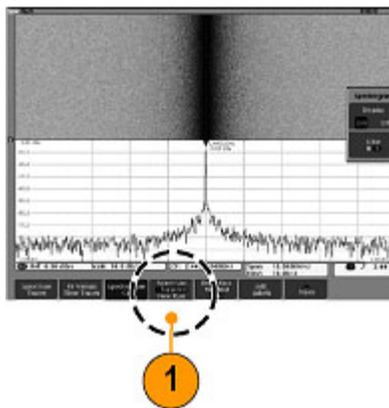
	Спектрограмма	
1. Установите для параметра Отообразить значение Вкл. , чтобы начать сбор данных.	Отообразить <input checked="" type="checkbox"/> Вкл. <input type="checkbox"/> Выкл.	1
2. Чтобы просмотреть каждый спектр, зарегистрированный в спектрограмме, нажмите кнопку Пуск / стоп для прекращения регистрации РЧ-данных. Поверните многофункциональную ручку a .	Слой (Обычный) (a) -45	2
3. Показания отметки времени появляются после остановки регистрации. Они показывают время до последней (наиболее поздней) регистрации от просматриваемого отдельного среза спектрограммы.	Отметка времени 0,000000 с	3

Синхронизированные и несинхронизированные спектрограммы

Когда на экране осциллографа MDO4000B отображается только частотная область (не отображается временная область), можно выбрать режим синхронизации для получения спектрограммы с использованием условия из меню «Запуск» или получение спектрограммы без синхронизации. При выборе варианта без синхронизации, осциллограф MDO4000B захватывает спектр настолько быстро, насколько возможно.

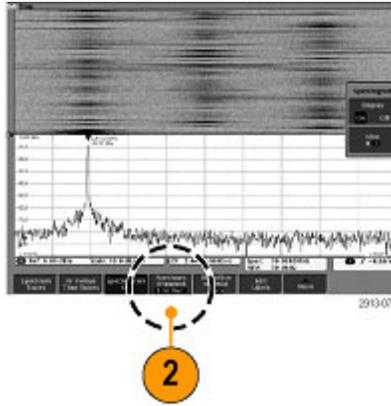
Для переключения между режимами синхронизированной или несинхронизированной спектрограммы, выберите **Спектр** в меню РЧ-сигнала и установите значение **Синхронизированный** или **Свободный пуск**. Помните, что этот выбор доступен только в том случае, если дисплей осциллографа MDO4000B отображает только частотную область (не отображает временную область).

1. Когда на дисплее осциллографа присутствуют и временная, и частотная области, то доступны только синхронизированные спектрограммы.



2. Когда отображается только частотная область, можно выбрать между отображением синхронизированных и несинхронизированных спектрограмм (режим «свободного пуска»). При выборе варианта без синхронизации осциллограф захватывает спектр настолько быстро, насколько возможно.

Чтобы отобразить только частотную область, отключите все осциллограммы временной области, включая каналы 2–4, цифровые каналы 0–15, вычисляемые осциллограммы временной области, опорные осциллограммы временной области и все зависимости РЧ от времени.

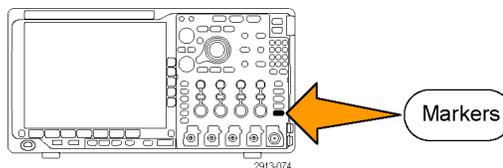


Анализ осциллограмм или зависимостей

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

Работа с маркерами частотной области

1. Нажмите кнопку **Маркеры**. Появится боковое меню **Маркеры**.



2. Нажмите **Маркеры пиков** и выберите количество отображаемых пиков с помощью многофункциональной ручки **a**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Выбранное значение соответствует максимальному числу пиков с маркерами. В случае если число пиков, соответствующее пороговому условию, будет превосходить установленное число маркеров пиков, то отмечено будет лишь указанное количество пиков с наибольшей амплитудой.

Маркеры
Маркеры пиков (a) 5
Вкл. <input type="checkbox"/> Выкл. <input type="checkbox"/>

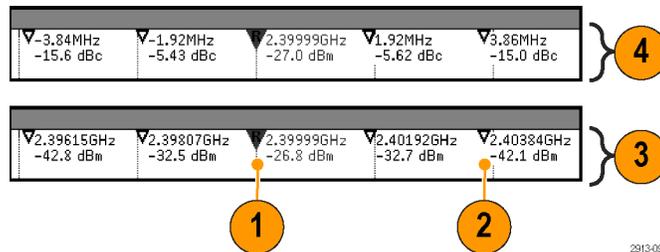
К центру
Порог -50,0 дБм Относительный порог 30,0 дБ
Ручные маркеры Вкл. <input type="checkbox"/> Выкл. <input checked="" type="checkbox"/>
Показания Абсолютные Дельта

3. Нажмите кнопку  К центру чтобы установить центральную частоту равной частоте, отмеченной опорным маркером. Опорный маркер автоматически помещается в точку, которой соответствует наивысший пик амплитуды.
4. Нажмите кнопку **Порог** и поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы установить пороговый уровень маркеров пиков. Для задания относительного порога пиков поверните многофункциональную ручку **b**.
5. Нажмите кнопку **Ручные маркеры** для активации ручных маркеров. Ручные маркеры можно использовать для измерений на участках спектра, отличных от пиков.
6. Нажмите **Показания** для выбора типа показаний: «Абсолютный» или «Дельта». Показания типа «Дельта» являются относительными к опорному маркеру.

Автоматические маркеры пиков

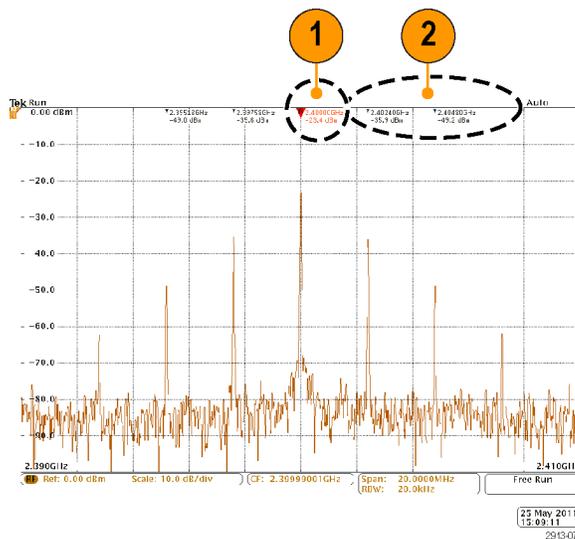
Автоматические маркеры пиков включены по умолчанию и предназначены для быстрого определения частот и амплитуд спектральных пиков.

1. Опорный маркер помещается в точку, которой соответствует наивысший пик амплитуды. Эта точка обозначается буквой R в красном треугольнике.
2. Автоматические маркеры указывают частоту и амплитуду.
3. Абсолютные показания соответствуют фактической частоте и амплитуде в точках, отмеченных автоматическими маркерами.
4. Показания «дельта» соответствуют значениям частот и амплитуд в точках, отмеченных автоматическими маркерами, по отношению к опорному маркеру.



На снимке экрана ниже изображены маркеры, помещенные в области явных пиков. Опорным маркером отмечен наибольший пик. Этот маркер имеет вид буквы R в красном треугольнике. Числовые показания для данного маркера также выделены красным цветом.

1. Опорный маркер
2. Автоматические маркеры



Используйте параметры **Порог** и **Размах** для определения того, какие пики необходимо отметить маркерами.

Порог определяет минимальную амплитуду, которую должен иметь сигнал, чтобы считаться пиком. Чем ниже порог, тем больше пиков будет отмечено маркерами. Чем выше порог, тем меньше пиков будет отмечено маркерами.

Размах (относительный порог) представляет собой уровень амплитуды между двумя пиками, при котором значение также считается пиком. Чем ниже размах, тем больше пиков будет отмечено маркерами. Чем выше размах, тем меньше пиков будет отмечено маркерами.

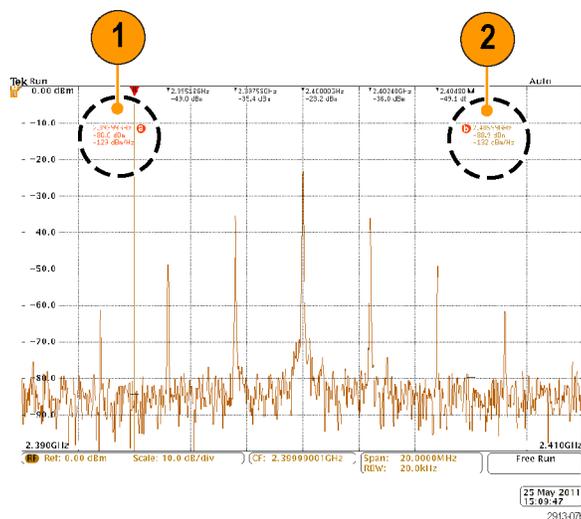
Каждый автоматический маркер снабжен числовыми показаниями. Эти показания могут представлять абсолютные и относительные значения. Абсолютные показания соответствуют фактической частоте и амплитуде в точке, отмеченной маркером. Показания типа «дельта» соответствуют частоте и амплитуде, рассчитанным относительно опорного маркера. Показания опорного маркера всегда являются абсолютными.

Ручные маркеры

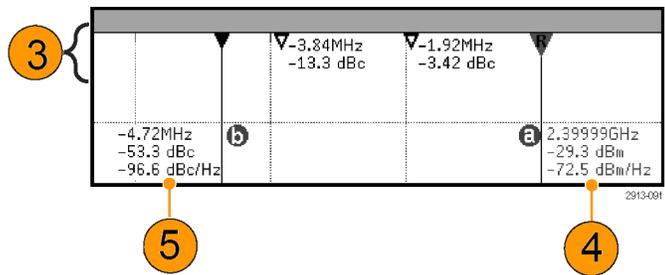
Для измерения параметров областей, отличных от пиков, а также измерения плотности шума и фазового шума предусмотрено два ручных маркера. Когда ручные маркеры включены, опорный маркер больше не прикрепляется автоматически к наивысшему пику амплитуды. Он может перемещаться свободно с помощью многофункциональной ручки **a**. Таким образом можно проводить измерения параметров любой части спектра, в том числе с использованием относительных величин. Таким образом можно проводить измерения в областях спектра, отличных от пиков. Так же, как и в случае с показаниями автоматических маркеров, числовые показания ручных маркеров отображают частоту и амплитуду.

Показания ручных маркеров, так же как и показания автоматических маркеров, могут быть абсолютными или относительными («дельта»).

1. Для управления первым ручным маркером используется многофункциональная ручка **a**.
2. Для управления вторым ручным маркером используется многофункциональная ручка **b**.



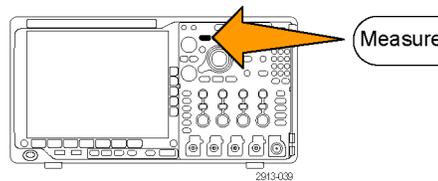
3. Показания типа «дельта» для частот и амплитуд размещаются в верхней части экрана.
4. В третьей строке показаний ручного маркера **a** всегда указывается плотность шума (дБм/Гц).
5. В третьей строке показаний ручного маркера **b** плотность шума (дБм/Гц) указывается в том случае, если используются абсолютные маркеры. Если используются маркеры типа «дельта», то вместо этого указывается фазовый шум (дБн/Гц).



Автоматические измерения в частотной области

Чтобы произвести автоматические измерения в частотной области, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.



2. Нажмите **Домен**, чтобы выбрать значение **Частота**.

Домен	Выбор измерения					
Время	Нет					
Частота						

3. Нажмите **Выбор измерения**.



4. Выберите в боковом меню нужный тип измерения.

Мощность канала: общая мощность в пределах полосы частот, определяемой шириной канала.

Коэффициент мощности соседнего канала: мощность основного канала и отношение мощности канала к основной мощности для верхней и нижней половин каждого смежного канала.

Занимаемая полоса частот: полоса частот, содержащая указанный % мощности в пределах анализируемой полосы частот.

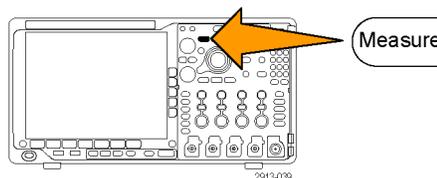
Выбор измерения
Нет
Мощность канала
Коэффициент мощности соседнего канала
Занимаемая полоса частот

При выборе измерения каждой частоты на экране будет появляться подсказки, поясняющие цель каждого измерения. В нижнем меню появится опция **Настройка**. После нажатия кнопки **Настройка** и установки параметров измерения в появившемся боковом меню осциллограф автоматически установит диапазон. При РЧ-измерениях все частотные области перейдут с автоматического детектирования на значение **Среднее**. Этим достигается оптимальная точность измерения.

Автоматические измерения во временной области

Чтобы произвести автоматические измерения во временной области, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.

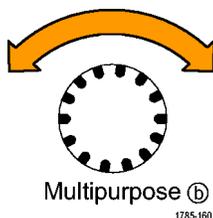


2. Нажмите **Домен**, чтобы выбрать значение **Время**.

Домен Время Частота	Добавить измерение	Удаление измерения	Индикаторы	Гистограммы	Дополнит.	Зафиксировать курсоры на экране
2	3	5				

3. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.

4. Поверните многофункциональную ручку **b**, чтобы выбрать конкретный вид измерения. При необходимости поверните многофункциональную ручку **a**, чтобы выбрать канал для выполнения измерения.



5. 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.
- Если на экране осциллографа появляется сообщение **Низкое разрешение**, необходимо увеличить длину записи регистрации, чтобы осциллограф мог обрабатывать большее количество точек.

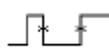
Выбор автоматических измерений во временной области

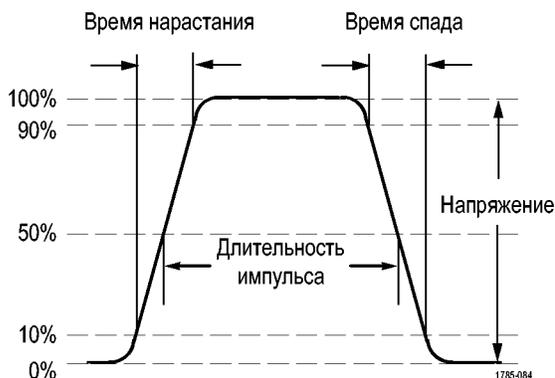
В приведенных ниже таблицах содержится список автоматических измерений по категориям: по времени или амплитуде. (См. стр. 145, *Автоматические измерения во временной области*.)

Измерения времени

Измерение	Описание
Частота	 <p>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.</p>
Период	 <p>Время, необходимое для завершения первого периода осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне. Значение периода измеряется в секундах и является величиной, обратной значению частоты.</p>
Время нарастания	 <p>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.</p>
Время спада	 <p>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.</p>

Измерения времени (прод.)

Измерение	Описание
Задержка	 Продолжительность времени между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) двух различных осциллограмм. См. также Фаза.
Фаза	 Количество времени, характеризующее опережение или отставание одной осциллограммы по отношению к другой. Выражается в градусах, при этом 360° соответствуют одному периоду осциллограммы. См. также Задержка.
Длительность положительного импульса	 Временной отрезок между точками среднего опорного уровня амплитуды (по умолчанию — 50 %) положительного импульса. Измерение производится по первому импульсу в осциллограмме или стробированной зоне.
Длительность отрицательного импульса	 Временной отрезок между точками среднего опорного уровня амплитуды (по умолчанию — 50 %) отрицательного импульса. Измерение производится по первому импульсу в осциллограмме или стробированной зоне.
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 вспышки	 Продолжительность вспышки (последовательности событий перехода); измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.

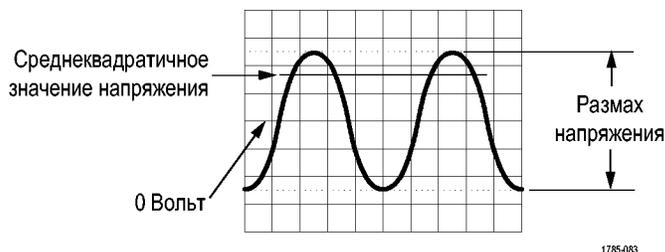


Измерения амплитуды

Измерение	Описание
Размах	 Абсолютная величина разности между максимальным и минимальным значениями амплитуды по всей осциллограмме или стробированной зоне.
Амплитуда	 Разность между максимальным и минимальным значениями уровня сигнала по всей осциллограмме или стробированной зоне.

Измерения амплитуды (прод.)

Измерение		Описание
Максимум		Пиковое напряжение с максимальным положительным значением. Максимум измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
Минимум		Пиковое напряжение с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением. Минимум измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
Высокий		Это значение используется в качестве 100 %, когда требуются значения верхнего, среднего или нижнего опорного уровня (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 стробированной зоне.
Нижний		Это значение используется в качестве 0 %, когда требуются значения верхнего, среднего или нижнего опорного уровня (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 стробированной зоне.
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%.
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.



Дополнительные измерения

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

Измерения по гистограммам (прод.)

Измерение	Описание
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.
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.

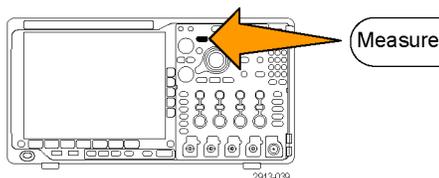
Пользовательская настройка автоматических измерений во временной области

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**.



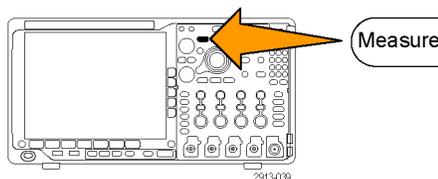
3. В боковом экранном меню выберите положение строба.



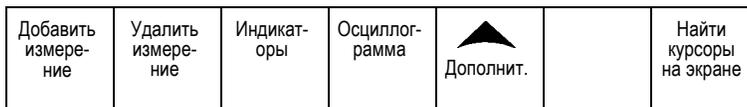
Статистика

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**.



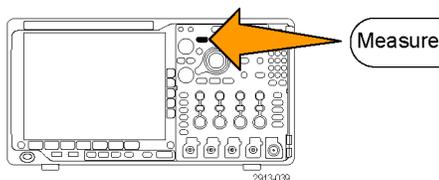
3. Выберите нужный вариант в боковом экранном меню. Можно включить или выключить вычисление статистики и выбрать, сколько отсчетов используется при вычислении среднего значения и стандартного отклонения.



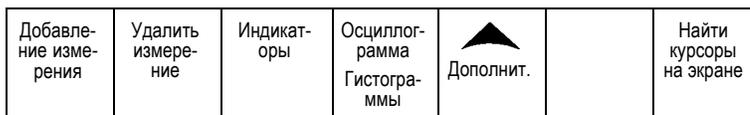
Снимок

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

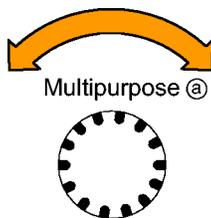
1. Нажмите кнопку **Измерения**.



2. Нажмите кнопку **Добавление измерения**.

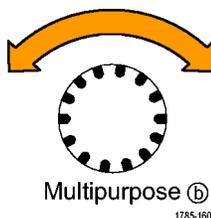


3. Для выбора требуемого канала **Источник** поверните многофункциональный регулятор **a**.



1785-039

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



Multipurpose [®]
1785-160

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



6. Просмотрите результаты.

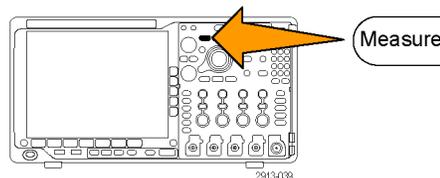
Моментальный снимок на 1

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**.



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.

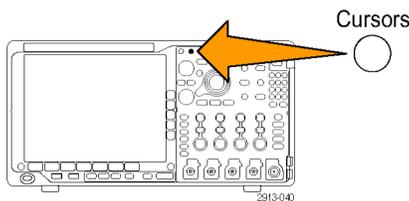


Выполнение ручных измерений с помощью курсоров

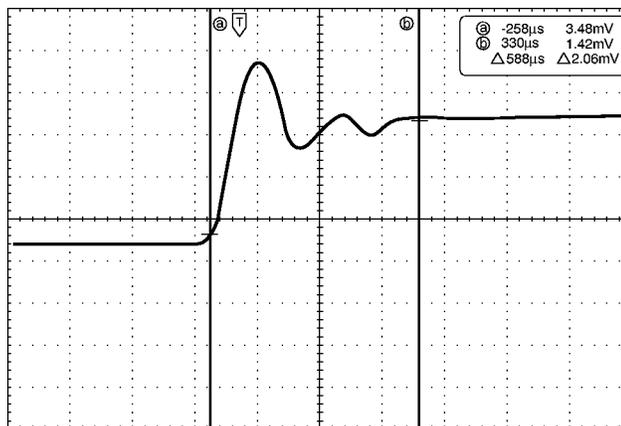
Курсорами называются экранные маркеры, которые можно разместить на осциллограмме для ручного измерения собранных данных. Курсоры отображаются в виде горизонтальных и вертикальных линий. Чтобы воспользоваться курсорами в аналоговых или цифровых каналах:

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

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



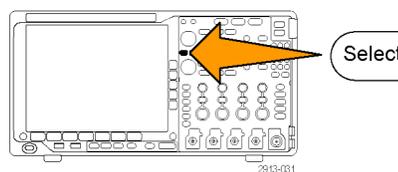
В нашем примере на выбранной осциллограмме появятся два вертикальных курсора. При повороте многофункционального регулятора **a** один из курсоров перемещается влево или вправо. При повороте регулятора **b** перемещается другой курсор.



1785-146

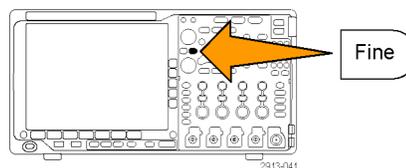
2. При включенных курсорах нажмите кнопку **Выбор**.

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**.



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.



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

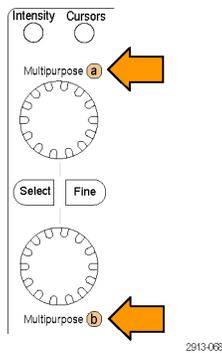
5. Нажмите кнопку нижнего экранного меню **Курсоры**, чтобы установить курсорам значение **Экран**.

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

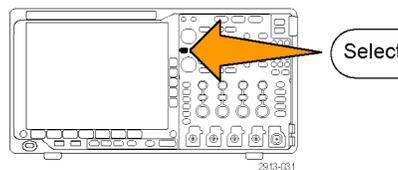
Курсоры Осцилло- гр. Экран	Источник Выбран- ная осцил- лограмма	Линии по горизон- тали по вертикали	Синхрон- ный Вкл Выкл	Уст. курсоры на экран	Единицы курсоров	
--	--	---	------------------------------------	-----------------------------	---------------------	--



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

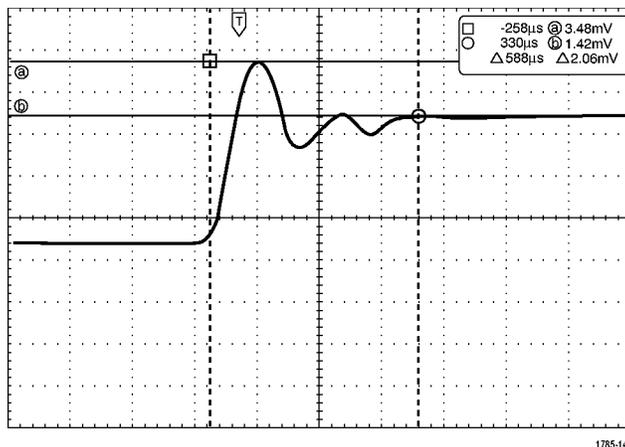


7. Нажмите кнопку **Выбор**.
 При этом вертикальные курсоры становятся активными, а горизонтальные — неактивными. Теперь при повороте многофункциональных ручек перемещаются вертикальные курсоры.
 Чтобы снова сделать активными горизонтальные курсоры, нажмите кнопку **Выбор** еще раз.



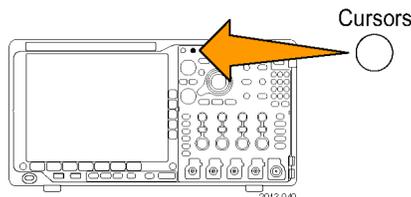
8. Просмотрите курсор и экранную надпись курсора.

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

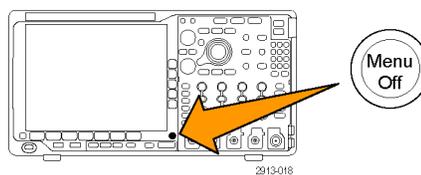


9. Чтобы отобразить несколько осциллограмм на экране, нажмите одну или несколько кнопок каналов с 1 по 4 или кнопку **D15–D0**.

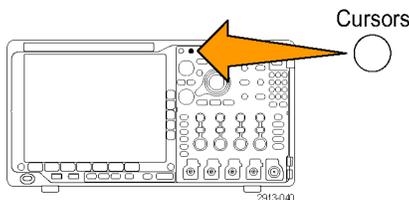
10. Для повторного отображения меню курсоров нажмите и удерживайте кнопку **Курсоры**.



11. В нижнем меню нажмите кнопку **Источник**.
На экране появится контекстное меню. Выбор пункта меню по умолчанию **Selected Waveform** (Выбранная осциллограмма) обусловит проведение измерений с помощью курсоров на выбранной (последней использовавшейся) осциллограмме.
12. Поворотом многофункциональной ручки **a** выберите канал для измерения, отличный от отмеченного в пункте **Selected Waveform** (Выбранная осциллограмма).
13. Нажмите кнопку **Menu Off**, чтобы убрать боковое меню.
14. Поверните многофункциональную ручку **a** и проведите курсорные измерения на альтернативной осциллограмме.



15. 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, показания включают декодированные данные шины в формате, выбранном в меню шины. При выборе цифрового канала курсоры показывают значения всех отображаемых на экране цифровых каналов.

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе последовательных или параллельных шин значение данных в соответствующей точке отображается в значении курсора.

Δ Экранная надпись «дельта».

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

<input type="checkbox"/> a	-16.0μs	22.4mV
<input type="radio"/> b	8.00μs	20.4mV
<input type="checkbox"/> Δ	24.0μs	Δ 1.60mV

1785-134

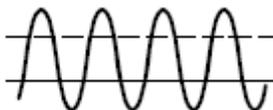
Экранная надпись «a».

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 многофункциональных регуляторов появляются значки в форме квадрата и окружности.

Использование курсоров XY

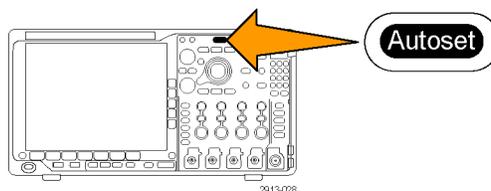
При включенном режиме отображения XY экранные надписи курсора будут появляться справа от нижней масштабной шкалы (XY). Они будут включать экранные надписи для прямоугольных и полярных координат, название продукта и значения коэффициентов. В верхней масштабной сетке осциллографа (YT) будут отображаться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

Настройка гистограммы

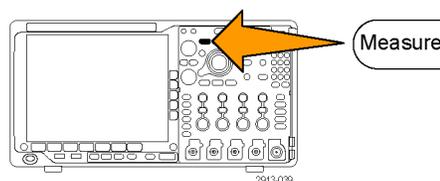
Можно отображать как вертикальные (для напряжения), так и горизонтальные (временные) гистограммы. Измерения с помощью гистограмм позволяют получить статистические данные для фрагмента сигнала по одной из осей. Источником для гистограммы может быть сигнал любого из четырех аналоговых каналов, расчетный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



2. Нажмите кнопку **Измерения**.



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

Добавить измерения	Удалить измерение	Индикаторы	Осциллограмма Гистограммы	▲ Дополнит.		Уст. курсоры на экран
--------------------	-------------------	------------	------------------------------	----------------	--	-----------------------



4. Чтобы выбрать ось осциллограммы, для которой нужно показать значения гистограммы, нажмите верхнюю кнопку нижнего экранного меню. **По верт.** или **По гориз.**
5. Нажмите кнопку **Источник** бокового меню и при помощи многофункционального регулятора **a** выберите канал, для которого будут отображаться измерения гистограммы.
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.
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.
8. Нажмите - далее - 1 из 2.

Выкл По верт. По гориз.
Источник (a) 1
пределы по горизонтали L (a) -584 нс R (b) 760 нс
пределы по вертикали T (a) -584 нс B (b) 760 нс
-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
----------------------	--------------------	------------	-------------	--	-----------------------



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 **OK Добавить измерение** бокового меню, чтобы добавить измерение в перечень измеренных данных.



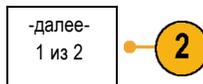
Сброс измерений гистограммы и статистики

Чтобы сбросить измерения гистограммы и статистику, выполните следующие действия:

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



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



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



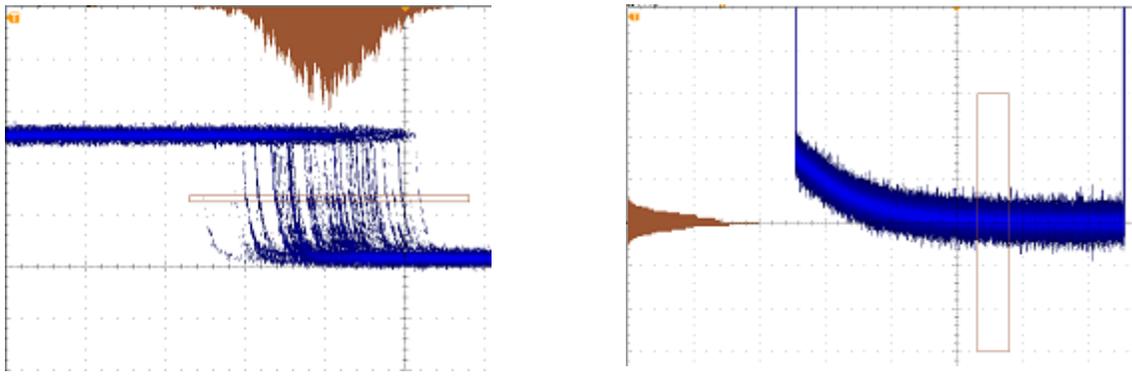
4. Нажмите нижнюю экранную кнопку **Дополнит.**



- 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.

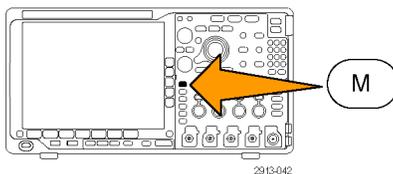
Использование расчетных осциллограмм

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.

- Нажмите кнопку **Расчетные**.

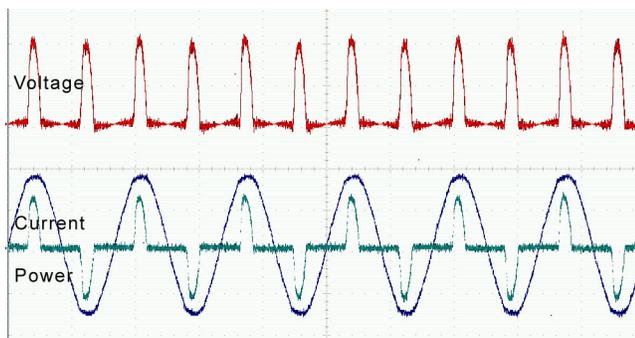


2. Нажмите кнопку **Две осцил.**

Две осцил.	БПФ	Матем. расширенный	Спектральные вычисления	(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.



2121-234

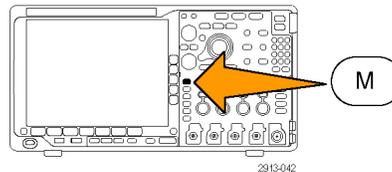
Советы

- 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 каналных 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. 171, *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	Спектральные вычисления	(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**.



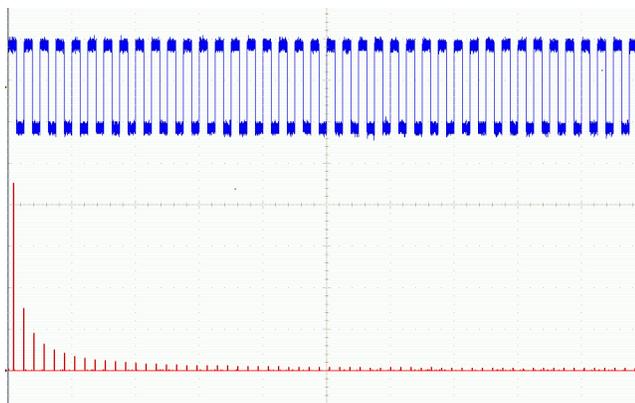
5. чтобы выбрать окно БПФ, несколько раз нажмите в боковом экранном меню кнопку **Окно**.
Возможные варианты окна: прямоугольное, окно Хэмминга, окно Хеннинга, и окно Блэкмена-Харриса.



6. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **По горизонтали**, чтобы с помощью многофункциональных ручек **A** и **B** выполнить масштабирование и панорамирование экрана БПФ.



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 математической функцией БПФ используется четыре окна. Каждое из них обеспечивает некоторый компромисс между разрешением по частоте и точностью отображения амплитуды. Выбор используемого окна определяется необходимостью измерения конкретных величин и характеристиками исходного сигнала. При выборе окна рекомендуется руководствоваться следующими указаниями:

Описание

Прямоугольное

При использовании прямоугольного окна (также известного как окно типа «грузовик-фургон») достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом высокое, а точность измерения амплитуды — низкая.

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. Рекомендуется применять его для получения частотного спектра неповторяющихся сигналов и измерения частотных составляющих вблизи нулевой частоты.

Окно



Описание

Окно

Хемминга

При использовании окна Хемминга достигается хорошее разрешение по частоте (немного лучше, чем с окном Хеннинга), просачивание спектральных частот при этом умеренное, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.

Окно Хемминга 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 сильно отличается.



Хеннинга

При использовании окна Хеннинга достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом низкое, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.

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 сильно отличается.



Блэкмен-Харрис:

При использовании окна Блэкмана-Харриса достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом очень низкое, а точность измерения амплитуды — хорошая.

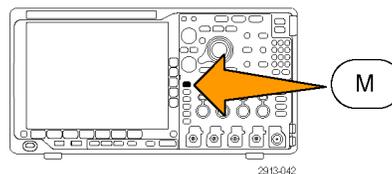
Окно Блэкмана-Харриса применяется для исследования осциллограмм, в которых преобладает одна частотная составляющая, на предмет наличия высших гармоник, или несколько значительно или незначительно разделенных синусоидальных сигналов.



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**.

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

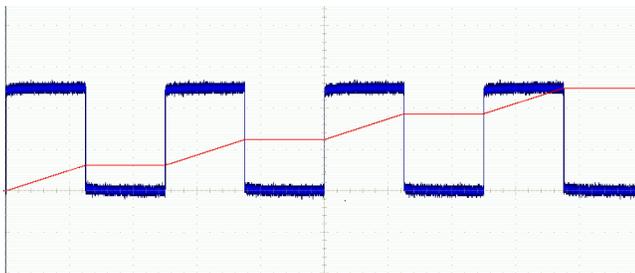


3. С помощью бокового экранного меню создайте выражение.

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.

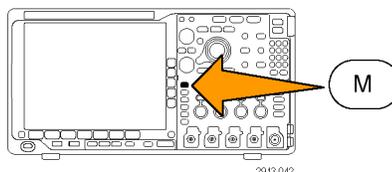
1. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Очистить**.
2. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Интегр.(**
3. Нажмите кнопку **Ввод выбранного**.
4. Поверните многофункциональный регулятор **a** и выберите канал **1**.
5. Нажмите кнопку **Ввод выбранного**.
6. Поверните многофункциональный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



Использование спектральных вычислений

Спектральные вычисления позволяют создать расчетную осциллограмму путем применения операций сложения или вычитания к зависимостям частоты.

1. Нажмите кнопку **Расч.**



- Нажмите кнопку **Спектральные вычисления**.

Мат. операц. с 2 сигн.	БПФ	Матем. расширенный	Спектральные вычисления		(M) Метка	
------------------------	-----	--------------------	--------------------------------	--	-----------	--

Используя кнопки бокового меню, подготовьте нужную вычисляемую кривую.



- Нажмите кнопку **1-й источник** и выберите нормальную зависимость РЧ (**RF:N**), усредненную зависимость РЧ (**RF:A**), кривую фиксации максимума РЧ (**RF:M**), кривую фиксации минимумов (**RF:m**) или любое содержимое памяти опорного сигнала с данными частотной области.

- Выберите оператор + или –.

- Выберите второй источник из предоставленных вариантов.

Расчетная осциллограмма будет отображена красным цветом.

- Нажмите **Метка** в нижнем меню и используйте пункты появившегося бокового меню для задания метки вычисляемой кривой.

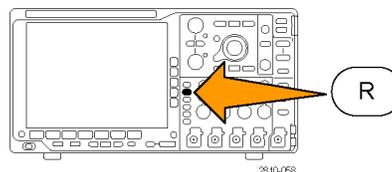
ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф завершит вычисления только в том случае, если единицы измерения исходных осциллограмм сочетаются друг с другом.

Использование опорных осциллограмм и зависимостей

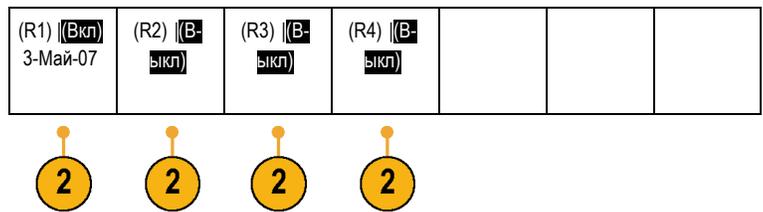
Создайте и сохраните опорную осциллограмму или зависимость. Это можно сделать, например, для создания образца, с которым будут сравниваться другие осциллограммы. Чтобы использовать опорную осциллограмму или зависимость, необходимо выполнить следующие действия.

ПРИМЕЧАНИЕ. Опорные осциллограммы объемом 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

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



2. Используйте нижнее меню для выбора или отображения опорной осциллограммы или зависимости.



3. В боковом меню нажмите **По верт.**, затем с помощью многофункциональных ручек установите настройки опорной осциллограммы или зависимости по вертикали.
4. В боковом меню нажмите **По гориз.**, затем с помощью многофункциональных ручек установите настройки опорной осциллограммы или зависимости по горизонтали.
5. Нажмите кнопку **Изменить метки** и определите метки с помощью появившегося меню для отображения на опорных осциллограммах и зависимостях.
6. Нажмите **Подробн. опор. сигнала** для просмотра информации о выбранном опорном сигнале. Используйте этот пункт меню, чтобы определить, является ли опорная кривая аналоговой осциллограммой или зависимостью РЧ.
7. Нажмите **Сохранить в файл** для записи опорной информации на внешний носитель.

R1	
По вертикали 0,00 делений 100 мВ/дел	3
По горизонтали 0,00 с 4,00 мкс/дел	4
Изменить метки	
Подробн. опор. сигнала	
Сохранить в файл	

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.

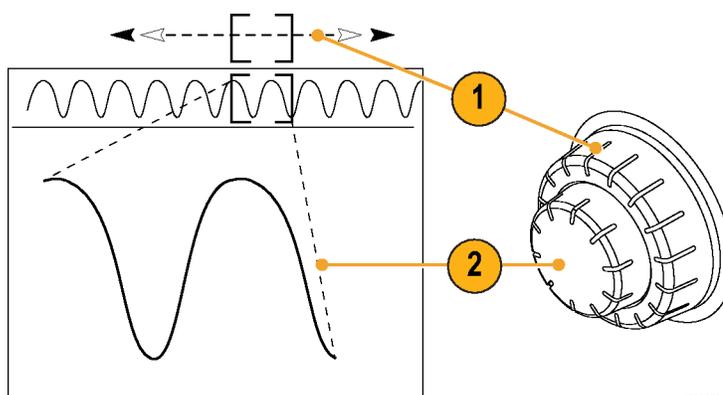
- **Сохранение опорных осциллограмм объемом 10 млн и 20 млн.** Опорные осциллограммы объемом 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

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.

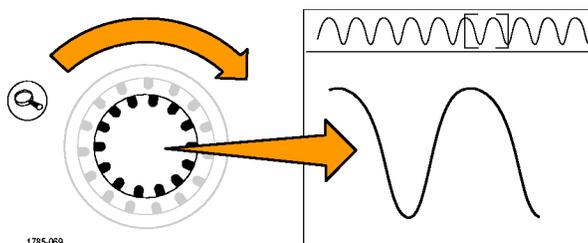


1785-053

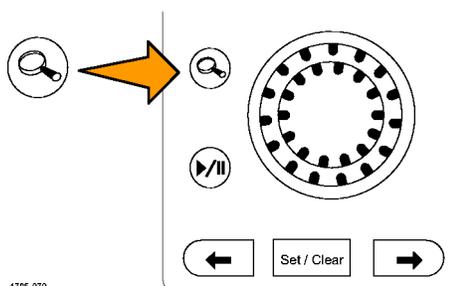
Увеличение осциллограммы

Чтобы использовать лупу, надо выполнить следующие действия.

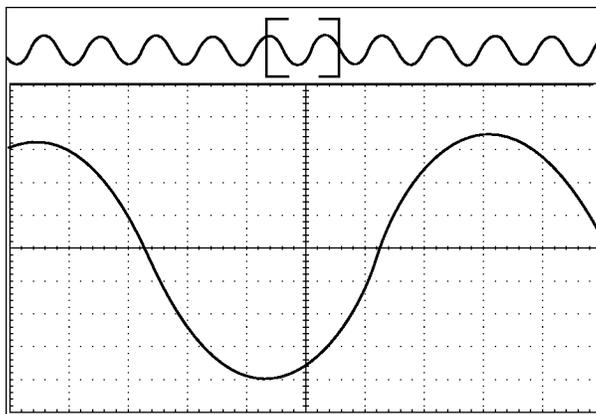
1. При повороте внутренней ручки «Панорама-Лупа» по часовой стрелке изображение выбранной части осциллограммы увеличивается. При повороте этой ручки против часовой стрелки изображение уменьшается.



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



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.



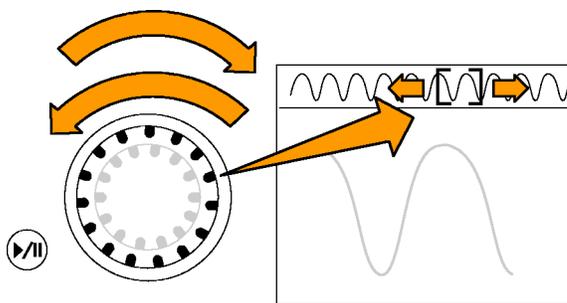
1785-154

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.

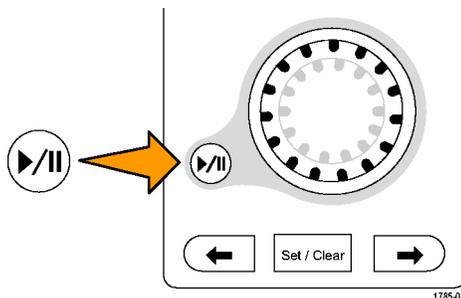


1785-073

Воспроизведение осциллограммы и пауза

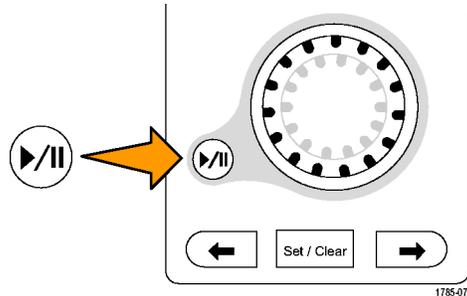
Функция воспроизведения-паузы обеспечивает автоматическое панорамирование осциллограммы. Чтобы использовать эту функцию, выполните следующие действия.

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.

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



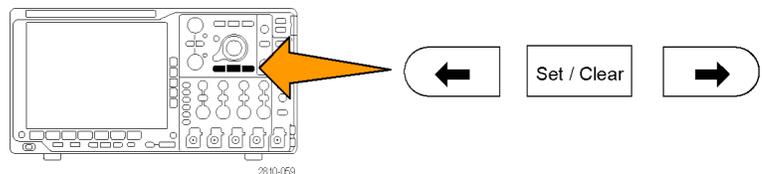
Поиск и метки в осциллограммах

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.

- 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 (←).

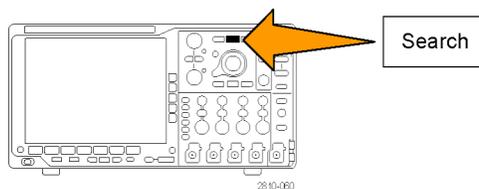
- Нажмите кнопку **Установить/сбросить**.

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**.



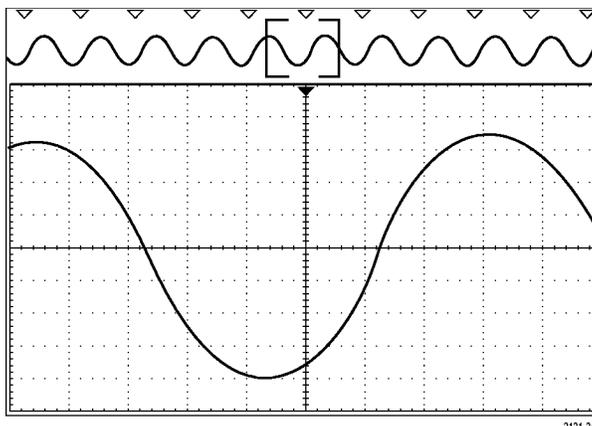
2. В нижнем экранном меню выберите нужный тип поиска.

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, длительность которых $>$, $<$, $=$ или \neq заданному значению или находится внутри или вне указанного диапазона.
Тайм-аут	Поиск пауз в сигнале. Уровень сигнала остается выше или ниже (или только выше/только ниже) заданного значения в течение установленного интервала времени.
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 синхроимпульсов 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	<p>Парал.: поиск двоичного или шестнадцатеричного значения.</p> <p>I²C: «Старт», «Повторный старт», «Стоп», «Нет подтверждения», «Адрес», «Данные» и «Адрес и данные».</p> <p>SPI: SS Active, MOSI, MISO, или MOSI и MISO</p> <p>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».</p> <p>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».</p> <p>LIN: поиск следующих типов «Синхроимпульс», «Идентификатор», «Данные», «Идентификатор и данные», «Кадр активации», «Кадр перехода в режим ожидания», «Ошибка»</p> <p>FlexRay: поиск следующих типов «Начало кадра», «Тип кадра», «Идентификатор», «Счетчик циклов», «Поля заголовка», «Данные», «Идентификатор и данные», «Конец кадра», «Ошибка»</p> <p>Аудиосигнал: поиск «Выбор слова», «Данные».</p> <p>Разъем USB. Поиск «Синхронизация», «Сброс», Suspend «Приостановить», Resume «Возобновить», «Конец пакета», Token (Address) Packet «Пакет маркера (адреса)», Data Packet «Пакет данных», Handshake Packet «Пакет установления связи», Special Packet «Специальный пакет» или «Ошибка»</p> <p>Ethernet: поиск по параметрам «Старт кадра», «MAC-адреса», «MAC длина/тип», «Клиентские данные MAC», «Конец пакета», «Бездействие», «Ошибка FCS (CRC)». Если функция «Q-(VLAN) Tagging» включена, можно также выполнить поиск для «Q-Tag Control Information».</p> <p>MIL-STD-1553: поиск для «Синхрониз.» , Command (Команда), Status (Состояние), «Данные», Time (RT/IMG) (Время (RT/IMG)), «Ошибка»</p>

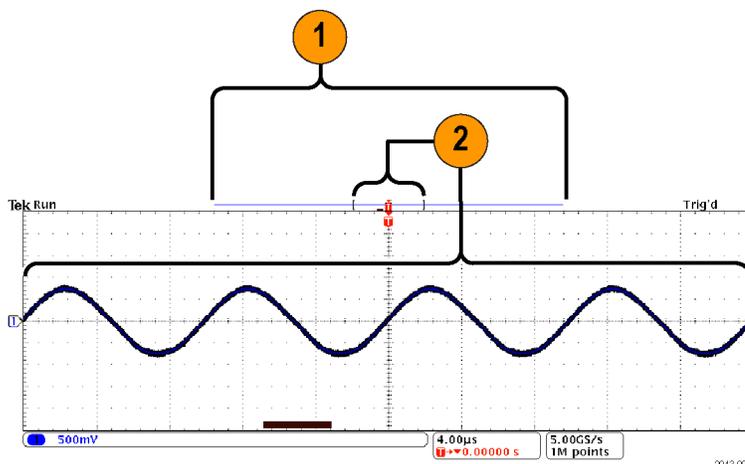
Автоувеличение

По мере регулировки масштаба по горизонтали в сторону большего разрешения по времени осциллограф серии MDO4000B автоматически увеличивает частоту выборки с целью формирования записи такой же длины за меньшие промежутки времени. Однако рано или поздно будет достигнут предел частоты выборки осциллографа серии MDO4000B. Когда прибор работает на максимальной частоте выборки, дальнейшее повышение временного разрешения приведет к включению режима автоувеличения, при котором соотношение время/дел. продолжает уменьшаться, а длина записи сохраняется прежней. В результате на экране осциллографа будут отображаться не все точки выборки при заданном соотношении время/дел.

Вместо этого на временной сетке будет отображаться только часть записанных данных. Данная функция служит для увеличения участка записи без обращения к меньшему масштабу экрана. Благодаря этому удается достичь наибольшего полезного эффекта при различных соотношениях частоты выборки и длины записи. Функция автоувеличения позволяет получить доступ к полной длине записи при максимальной частоте выборки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Автоувеличение работает только в том случае, если функция масштабирования отключена.

1. Полная регистрация обозначена горизонтальной полосой в верхней части дисплея.
2. Фрагмент регистрации, отображаемый на сетке временной области, выделен в верхней части дисплея квадратными скобками.

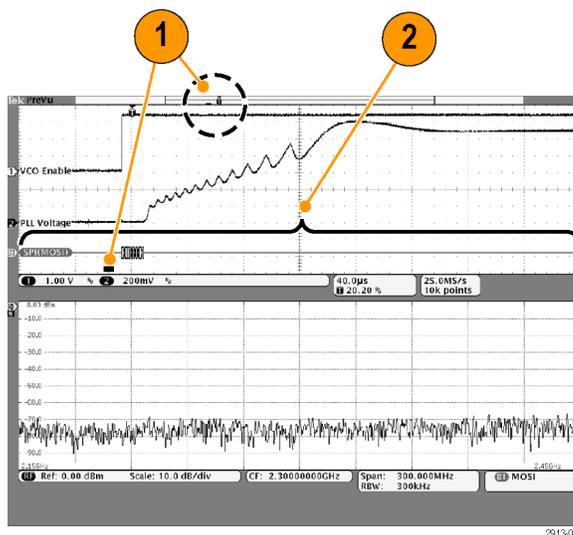


ПРИМЕЧАНИЕ. Если при работе с частотной областью с включенной функцией автоувеличения переместить участок спектра за пределы видимого фрагмента регистрации временной сетки, то во временной области исчезнет оранжевая полоса, указывающая на временную метку спектра, а также исчезнут динамические показатели в частотной области.

Отображение показателей частотной и временной областей с корреляцией по времени

Единовременное событие синхронизации управляет регистрацией данных с аналоговых, цифровых и РЧ-каналов. Благодаря этому в одном приборе формируется представление сигналов временной и частотной областей с корреляцией по времени.

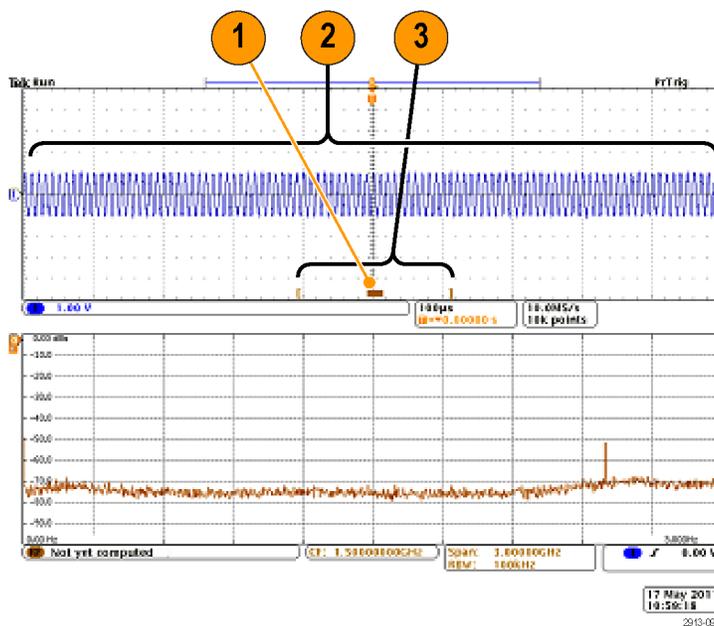
1. Временное положение спектра: положение спектра во времени, используемое для вычисления спектра, отображаемого на частотной сетке. Временное положение спектра обозначается оранжевой полосой в нижней части временной области. Оранжевая полоса также отображается в обзорном представлении регистрируемых данных в верхней части дисплея.
2. Временной интервал аналогового сигнала: отрезок времени, в течение которого производилась регистрация данных во временной области. Настраивается поворотом регулятора «Масштаб по горизонтали».



3. Интервал регистрации РЧ-сигнала: отрезок времени, в течение которого производилась регистрация данных РЧ-канала.

При длительности временной развертки от средней до короткой, значение этого параметра совпадает с временным интервалом аналогового сигнала. При более продолжительной временной развертке, значение этого параметра может быть меньше временного интервала аналогового сигнала.

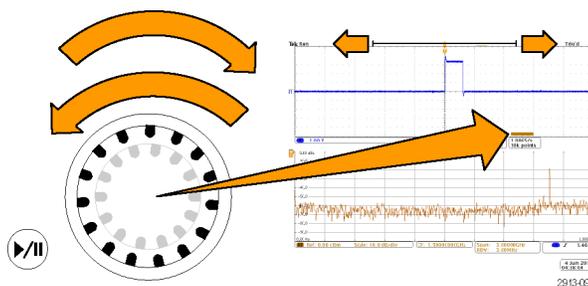
На рисунке справа этот временной интервал обозначен квадратными скобками, охватывающими временное положение спектра.



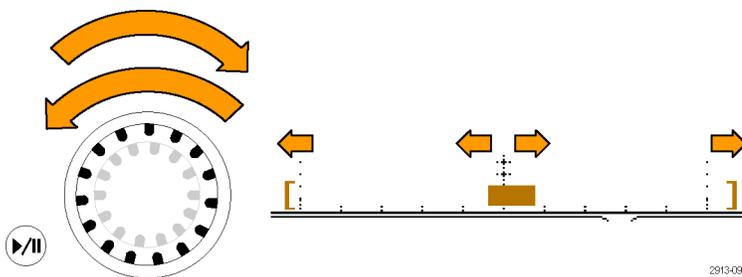
Перемещение положения спектра в пределах временного интервала аналогового сигнала

Одной из наиболее мощных функций осциллографов серии MDO4000В является возможность перемещения положения спектра в пределах временного интервала аналогового сигнала. Эта функция дает возможность исследовать изменения спектра во времени и связи этих изменений с другими аналоговыми и цифровыми сигналами и командами параллельных и последовательных шин.

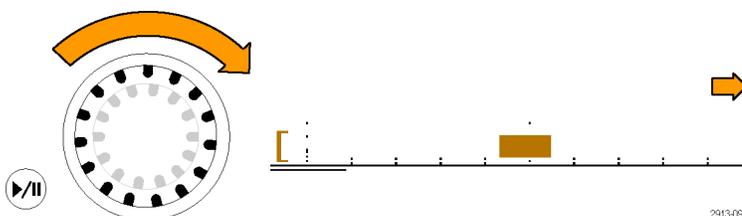
Для перемещения положения спектра вдоль оси времени аналогового сигнала используйте (внешнюю) ручку Wave Inspector (Обозреватель сигнала).



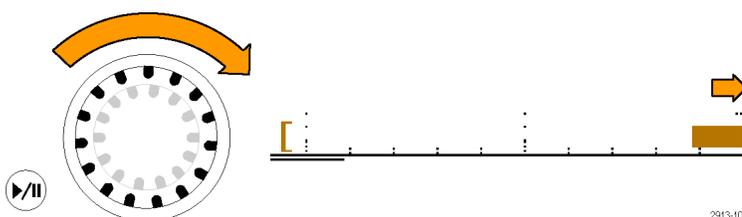
Поворот регулятора панорамирования во время регистрации данных осциллографом приводит к перемещению положения спектра и интервала регистрации РЧ-сигнала одновременно. Данная операция работает так, как если бы вы перемещали интервал регистрации РЧ-сигнала вдоль оси времени параллельно с положением спектра.



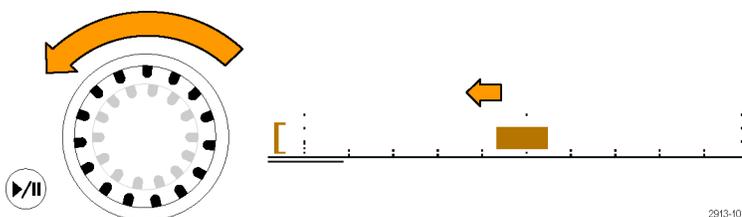
При повороте ручки панорамирования по часовой стрелке интервал регистрации РЧ-сигнала и временное положение спектра смещаются вправо. Когда правая граница интервала регистрации РЧ-сигнала достигает правого края экрана, сдвигать этот интервал дальше невозможно.



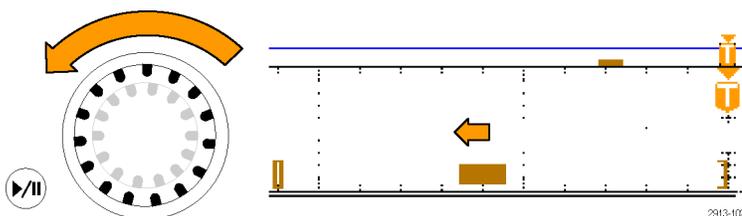
Тем не менее можно перемещать временное положение спектра дальше вправо, пока не будет достигнут правый конец интервала регистрации РЧ-сигнала или аналогового сигнала.



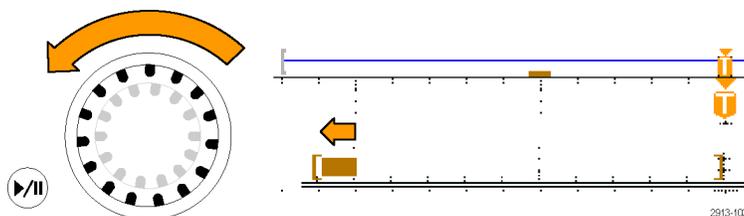
Если после этого повернуть ручку против часовой стрелки, временное положение спектра сместится обратно к центру интервала регистрации РЧ-сигнала.



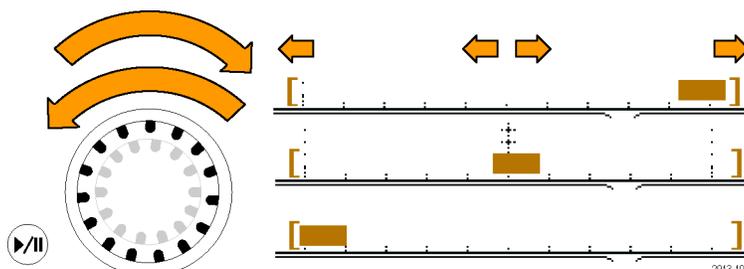
При дальнейшем повороте ручки панорамирования влево интервал регистрации РЧ-сигнала и временное положение спектра будут перемещаться синхронно вплоть до левого края экрана. Когда правая граница интервала регистрации РЧ-сигнала достигает индикатора синхронизации, размещенного вверху экрана, сдвигать этот интервал дальше влево невозможно. Интервал регистрации РЧ-сигнала должен сохранять привязку к моменту запуска.



Если продолжить поворачивать ручку панорамирования против часовой стрелки, временное положение спектра будет перемещаться влево вплоть до касания левого края интервала регистрации РЧ-сигнала.

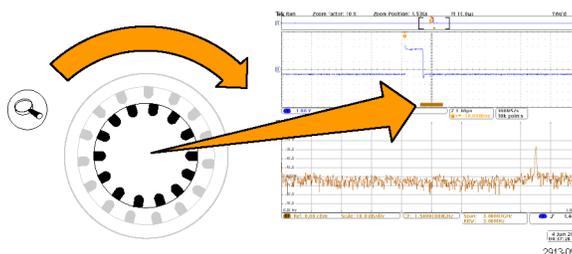


Когда осциллограф не выполняет сбор данных (остановлен), интервал регистрации РЧ-сигнала фиксируется на дисплее. Поворот ручки панорамирования по часовой стрелке или против часовой стрелки не приведет к изменению положения интервала регистрации РЧ-сигнала. Вместе с тем поворот ручки панорамирования будет влиять на положение спектра в пределах интервала регистрации РЧ-сигнала.



Увеличение масштаба положения спектра и временного интервала аналогового сигнала

1. Поворотом (внутренней) ручки масштабирования элемента управления панорамированием и масштабом или нажатием кнопки масштабирования на передней панели включите управление масштабом
2. Поверните элемент управления масштабом для увеличения или уменьшения масштаба отображаемых данных временной области.



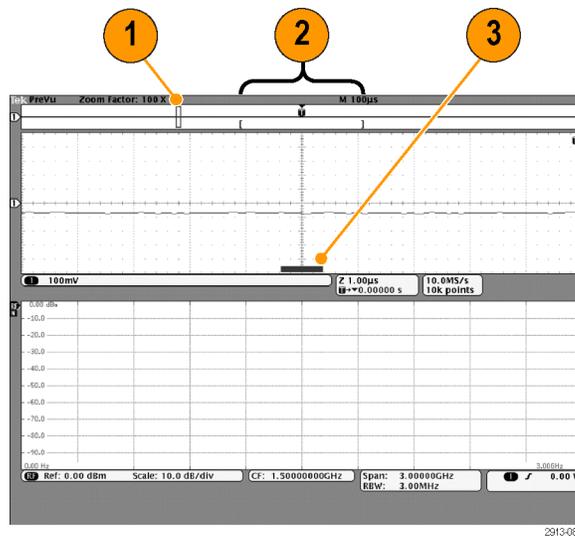
С помощью элементов управления масштабом можно более пристально рассмотреть интервал регистрации аналогового сигнала и представление сигнала в частотной и временной области с корреляцией по времени.

При включенной функции масштабирования осциллограф центрирует временное положение спектра в середине увеличенного представления окна временной области. Оранжевая полоса, обозначающая временное положение спектра, остается прикрепленной к середине масштабированного представления окна временной области.

Особый случай: временное положение спектра за пределами интервала регистрации РЧ-сигнала

При повороте ручки панорамирования при включенном режиме масштабирования вплоть до выхода прямоугольника масштабирования за пределы интервала регистрации РЧ-сигнала полоса, обозначающая положение спектра, меняет цвет на серый, а спектральная зависимость в частотной области исчезает. Если затем поворотом регулятора панорамирования вернуть прямоугольник масштабирования в пределы интервала регистрации РЧ-сигнала, полоса, отмечающая положение спектра, снова станет оранжевой.

1. Увеличенный фрагмент временного интервала аналогового сигнала отмечается квадратными скобками. На рисунке справа этот интервал находится за пределами интервала регистрации РЧ-сигнала.
2. Интервал регистрации РЧ-сигнала обозначен парой вертикальных скобок.
3. Индикатор временного положения спектра меняет цвет на серый в случае отсутствия РЧ-данных для отображения, как показано на рисунке справа. Оранжевый цвет индикатора восстанавливается при перемещении положения спектра внутрь интервала регистрации РЧ-сигнала.



Предельные тесты и тесты по маске

Отслеживание соответствия активного входного сигнала маске, а также прохождения или непрохождения теста в зависимости от нахождения входного сигнала в пределах или за пределами маски. Для настройки и запуска предельного теста или теста по маске выполните следующие действия:

1. Выберите или создайте маску.
2. Настройте тест.
3. Выполните тест и просмотрите результаты.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин стандарта Телеком >55 Мбит/с рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.

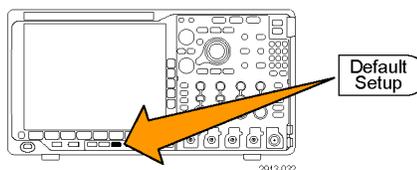
Для высокоскоростных шин (HS) USB рекомендуется использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.

Создание или выбор маски

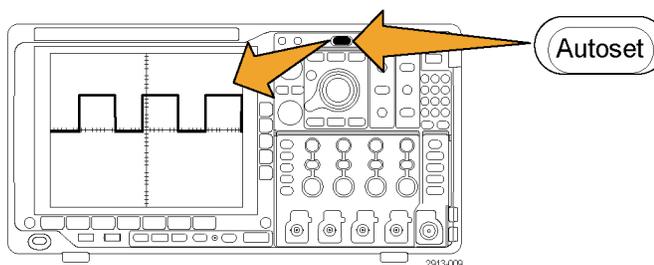
Можно создать или выбрать маски трех типов: предельного теста, стандартные и пользовательские.

Создание маски предельного теста.

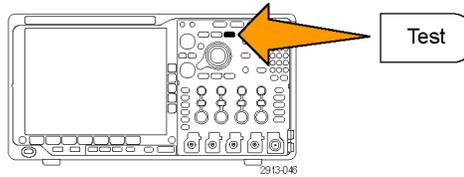
1. Нажмите на передней панели кнопку **Default Setup**.



2. Подключите пробник осциллографа к источнику маски.
3. Нажмите на передней панели кнопку **Автоустановка**.



- Нажмите на передней панели кнопку **Тест**.



- В нижнем меню нажмите кнопку **Приложение**. Поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать в меню **Пред. тест/Тест по маске**.
- В нижнем меню нажмите кнопку **Выбрать маску** и в открывшемся боковом меню выберите **Предельный тест**.
- В нижнем меню нажмите кнопку **Создать пред. маску**.

- В открывшемся боковом меню выберите пункт **Канал источника** и многофункциональным регулятором **a** выберите осциллограмму, которая будет использоваться в качестве шаблона для предельного теста.
- Нажмите кнопку **По горизонт. ±предел**, чтобы задать пределы маски по горизонтали. Единицы измерения соотносятся с делениями масштабной сетки, где одно базовое деление содержит 1000 миллиделений (мдл).
- Нажмите кнопку **По вертикали ±предел**, чтобы задать пределы маски по вертикали. Единицы измерения соотносятся с делениями масштабной сетки, где одно базовое деление содержит 1000 миллиделений (мдл).
- Нажмите кнопку **ОК Создать пред. маску**, чтобы создать соответствующую маску в осциллографе.



Выбор стандартной маски.

1. Нажмите на передней панели кнопку **Тест**.
2. Нажмите в нижнем меню кнопку **Приложение**. Поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать в меню **Пред. тест/Тест по маске**.
3. В нижнем меню нажмите кнопку **Выбрать маску** и в открывшемся боковом меню выберите **Стандарт**.
4. В нижнем меню нажмите кнопку **Выбрать стандарт**.
5. В открывшемся боковом меню выберите нужный стандарт.
6. Нажмите кнопку **ОК Применить стандарт** в боковом меню.

Создание пользовательской маски. Существует три способа создания пользовательской маски. Можно изменить стандартную маску, загрузить маску из текстового файла или создать маску через удаленный интерфейс.

Создание пользовательской маски путем изменения стандартной маски.

1. Нажмите на передней панели кнопку **Тест**.
2. Нажмите в нижнем меню кнопку **Приложение**. Поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать в меню **Пред. тест/Тест по маске**.
3. В нижнем меню нажмите кнопку **Выбрать маску** и в открывшемся боковом меню выберите **Стандарт**.
4. В нижнем меню нажмите кнопку **Выбрать стандарт**.
5. В открывшемся боковом меню выберите нужный стандарт.
6. Нажмите кнопку **ОК Применить стандарт** в боковом меню.
7. В нижнем меню нажмите кнопку **Настроить маску**.
8. В боковом меню выберите команду **Копировать активную маску в польз.**

9. В нижнем меню нажмите кнопку **Изменить польз. маску.**
10. Поворотом многофункционального регулятора **a** отрегулируйте значение параметра **Граница по вертикали** пользовательской маски в соответствии с открывшимся боковым меню. Положительное значение расширит верхний и нижний сегменты маски. Отрицательное значение сузит эти сегменты.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Дополнительные сведения по редактированию см. в разделе «Создание пользовательской маски из текстового файла» или в разделе «Создание пользовательской маски через удаленный интерфейс».*

Создание пользовательской маски из текстового файла.

1. Нажмите на передней панели кнопку **Тест.**
2. Нажмите в нижнем меню кнопку **Приложение.** Поверните многофункциональный регулятор **a**, чтобы выбрать в меню **Пред. тест/Тест по маске.**
3. В нижнем меню нажмите кнопку **Настроить маску.**
4. В открывшемся боковом меню выберите **Загрузить маску из файла.**

У текстового файла маски должно быть расширение MSK и следующий формат:

```
:REM «Инициализировать пользовательскую маску»  
:MASK:CUSTOM INIT  
:REM «Информация по установке маски»  
:MASK:USER:LABEL «Пользовательская маска STS-1»  
:MASK:USER:AMPLITUDE 1.0000  
:MASK:USER:VSCALE 200.0000E-3  
:MASK:USER:VPOS -2.5000  
:MASK:USER:VOFFSET 0.0E+0  
:MASK:USER:HSCALE 4.0000E-9  
:MASK:USER:HTRIGPOS 318.1000E-3  
:MASK:USER:WIDTH 29.5500E-9  
:MASK:USER:RECORDLENGTH 1000  
:MASK:USER:TRIGTOSAMP 7.2750E-9  
:REM «Точки маски заданы в вольтах и секундах»
```

```

:REM «Точки сегмента должны быть заданы против часовой стрелки»
:REM «Одна точка с координатами 0,0 обозначает пустой сегмент»
:MASK:USER:SEG1:POINTS -7.5000E-9,1.5000,-7.5000E-9,100.0000E-3,-5.1656E-
9,100.0000E-3,-1.3536E-9,500.0000E-3,-1.3536E-9,1.2000,7.2750E-9,1.1000,15.9036E-
9,1.2000,15.9036E-9,500.0000E-3,19.7156E-9,100.0000E-3,22.0500E-9,100.0000E-
3,22.0500E-9,1.5000
:MASK:USER:SEG2:POINTS -7.5000E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-
100.0000E-3,13.4214E-9,-200.0000E-3,13.4214E-9,500.0000E-3,11.6780E-9,800.0000E-
3,7.2750E-9,900.0000E-3,2.8720E-9,800.0000E-3,1.1286E-9,500.0000E-3,1.1286E-9,-
200.0000E-3,-7.5000E-9,-100.0000E-3
:MASK:USER:SEG3:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG4:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG5:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG6:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG7:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG8:POINTS 0.0E+0,0.0E+0

```

Создание пользовательской маски через удаленный интерфейс. Информацию о создании и изменении маски с помощью команд удаленного интерфейса см. в руководстве программиста для осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B.

Настройка теста

Для настройки предельного теста или теста по маске подключите источник теста к осциллографу. Если планируется предельный тест, задайте для горизонтальных и вертикальных параметров источника теста те же значения, которые были использованы при создании маски предельного теста. Нажмите в нижнем меню кнопку **Настроить тест** и задайте следующие параметры:

Параметр	Описание
Канал источника	Выбор канала для теста
Порог нарушения	Выберите количество нарушений пороговых значений, после превышения которого тест будет считаться непройденным.
Остан. после осциллогр.	Остановить тест после заданного количества осциллограмм.
Остановить после Время	Указание остановить тест после истечения заданного количества времени.
Выбрать действие при сбое	Выбор варианта реакции осциллографа на непрохождение теста. Можно выбрать несколько действий. Доступные варианты: Остановить регистрацию Сохранить осциллограмму в файл Сохранить снимок экрана в файл Печать снимка экрана Импульс на дополнительный выход Задать запрос на обслуживание удаленного интерфейса (SRQ)
Выбрать действие по завершении теста	Выбор варианта реакции осциллографа на завершение теста. Можно выбрать несколько действий. Доступные варианты: Импульс на дополнительный выход Задать запрос на обслуживание удаленного интерфейса (SRQ)
Задержка зап. теста	Выбор задержки запуска теста.

Параметр	Описание
Повторить тест	Выберите вариант Вкл , чтобы тест повторялся после прохождения минимального количества осциллограмм или по прошествии минимального времени. Выберите Выкл , чтобы тест выполнялся один раз без повторов.
Полярность маски	Выбор полярности маски, используемой во время теста. Если выбрать вариант Обе , тест будет выполнен с полярностью Нормальная примерно для половины предполагаемого числа осциллограмм или в течение примерно половины затраченного времени, а оставшаяся часть теста будет выполнена с полярностью Инвертированная .

Выполнение теста и просмотр результатов

1. Чтобы начать или остановить тест, нажмите кнопку **Выполн. тест** в нижнем меню.
2. Нажмите кнопку **Результаты** в нижнем меню, а затем в открывшемся меню выберите отображение базовых или подробных данных по результатам. Также можно сбросить результаты.



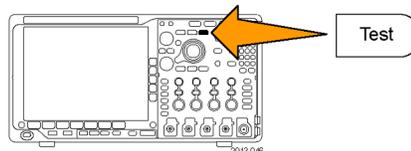
Советы

- Для создания более плавной и чистой маски предельного теста используйте функцию сбора данных в режиме усреднения.
- Если маску в дальнейшем необходимо будет использовать еще раз, сохраните ее в файле, выбрав в нижнем меню пункт **Настроить маску**, а затем выбрав в открывшемся боковом меню пункт **Сохр. маску в файле**.
- Для упрощения процесса настройки источника теста сохраните настройки осциллографа, чтобы впоследствии можно было быстро загрузить их для корректного отображения источника теста, который понадобится для предельного теста.
- Масштабирование маски можно автоматически изменить, изменив настройки канала источника. Для этого выберите в нижнем меню пункт **Настроить маску** и в открывшемся боковом меню задайте для параметра **Привяз.маску к источник** значение **Вкл**.
- Для теста по маске расчетная осциллограмма недоступна.

Анализ систем питания

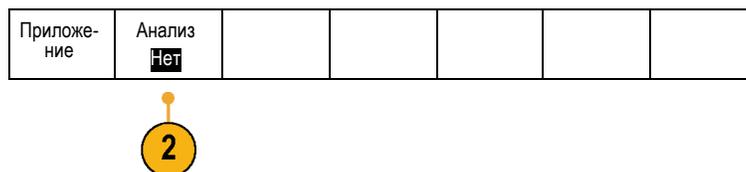
Регистрация, изменение и анализ сигналов систем питания с помощью модуля анализа систем питания DPO4PWR. Чтобы воспользоваться этим приложением, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Тест**.



2. Поворотом многофункционального регулятора **a** выберите **Анализ питания**.

3. Нажмите кнопку **Анализ**.



4. 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.

Для сохранения настроек, осциллограмм и снимков экрана используются внешние накопители, например запоминающие устройства USB или сетевые диски. Внешние запоминающие устройства используются для переноса данных на удаленный 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.

- «E:» — это устройство памяти USB, подключенное к первому (левому) разъему USB на передней панели осциллографа
- «F:» — это устройство памяти USB, подключенное ко второму (правому) разъему USB на передней панели осциллографа
- «G:» и «H:» — это устройства памяти USB, подключенные к разъемам USB на задней панели осциллографа
- От I до Z — сетевые ячейки памяти

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 изображений
- 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)

Для зависимостей PC XXXX — это целое число от 0000 до 9999. Код YYY определяет тип зависимости и может принимать одно из следующих значений:

- NRM — нормальная зависимость
- AVG — усредненная зависимость
- MAX — кривая фиксации максимума

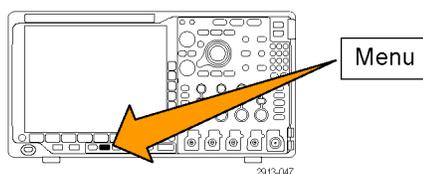
- MIN — кривая фиксации минимума
- AVT — зависимость амплитуды от времени
- FVT — зависимость частоты от времени
- PVT — зависимость фазы от времени
- TIQ — файл I & Q модулирующего сигнала

ПРИМЕЧАНИЕ. В файле ISF можно сохранять только аналоговые, цифровые и PC-осциллограммы и зависимости PC, а также производные от них осциллограммы и зависимости (например, расчетные и опорные). При сохранении всех каналов в формате ISF будет сохранена группа файлов. Каждый из них будет иметь одинаковое значение XXXX, но значения YYY будут различаться и соответствовать номерам каналов, которые были включены при выполнении команды Save All Waveforms (Сохранить все осциллограммы).

Значение XXXX автоматически инкрементируется при сохранении очередного файла каждого типа. 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**.



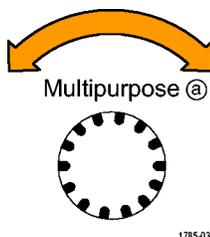
2. Нажмите кнопку **Сохранить снимок экрана, Сохранить осциллограмму** или **Сохранить текущие настройки**.



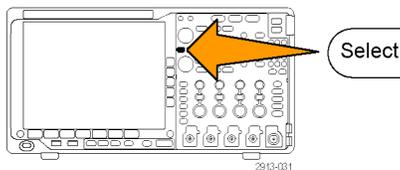
3. Для файлов осциллограмм или настройки перейдите в диспетчер файлов, выбрав соответствующий пункт в боковом меню.



4. Для перемещения по файловой структуре используйте многофункциональный регулятор **A**. (См. стр. 190, Структура внешнего файла.)

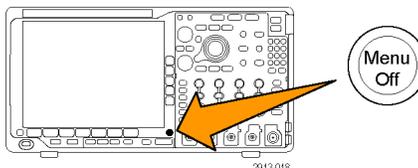


5. Чтобы открыть или закрыть папку, нажмите кнопку **Выбор**.



6. Нажмите кнопку **Изменить имя файла**.
Измените имя файла точно так же, как изменяли метки для каналов. (См. стр. 58, *Обозначения каналов и шин*.)

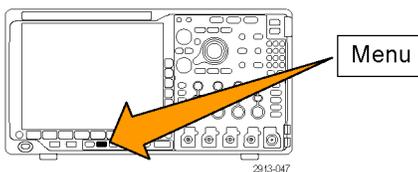
7. Чтобы отменить сохранение, нажмите кнопку **Menu Off** или для завершения сохранения выберите в боковом экранном меню пункт **OK Сохранить**.



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.	Сохранить текущие настройки	Вызов осцилл.	Вызвать настройки	Назначить Save для настроек	Управление файлами
-----------------------	-------------------	-----------------------------	---------------	-------------------	------------------------------------	--------------------



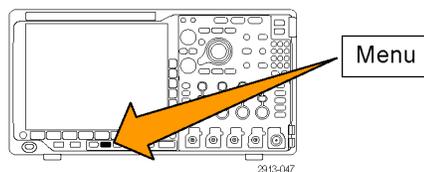
- | | | |
|--|-------------------------|---|
| | Сохранить снимок экр. | |
| 3. В боковом экранном меню повторными нажатиями кнопки Формат файла выберите один из следующих форматов: .tif, .bmp или .png. | Формат файла
png | 3 |
| 4. Нажмите кнопку Ориентация и выберите альбомную (горизонтальную) или 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. 201, *Настройка для печати*.)

Сохранение и вызов данных осциллограмм и зависимостей

Данные осциллограммы или зависимости содержат числовые значения всех точек на осциллограмме или зависимости. При этом копируются данные, а не графическое изображение на экране. Чтобы сохранить данные текущей осциллограммы или зависимости либо вызвать ранее сохраненные данные осциллограммы или зависимости, 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.	Сохранить текущие 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.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограф может сохранять, но не вызывать повторно регистрации РЧ-данных в виде файлов .TIQ. Файлы .TIQ могут быть использованы в ПО векторного анализа сигналов Tektronix SignalVu.

3. Поверните многофункциональную ручку **a** и выберите в боковом меню одну из отображаемых осциллограмм или зависимостей. Также можно выбрать **Все отображ. осциллограм.**

При сохранении данных зависимости РЧ можно выбрать один из вариантов: сохранение в виде стандартных отображаемых данных или в виде данных I and Q модулирующего сигнала (файлы .TIQ). Данные I and Q могут быть использованы в ПО векторного анализа сигналов Tektronix SignalVu.

4. Чтобы выбрать место сохранения или место, откуда необходимо выполнить повторный вызов осциллограммы или зависимости, поверните многофункциональную ручку **b**.

Сохраните информацию во внешний файл на смонтированном сетевом диске или в флэш-памяти USB. Или сохраните данные в одном из четырех файлов опорной памяти осциллографа.



5. Для сохранения на запоминающем USB-устройстве или сетевом диске нажмите кнопку **Сведения о файле**.



Появится экран диспетчера файлов. Используйте его для перехода к требуемому диску или папке, а также, при желании, для указания имени файла. Если используется имя и местоположение файла по умолчанию, пропустите этот шаг.

Сохранение осциллограммы в файле. При выборе **канала** в качестве источника, а **файла** в качестве места назначения, в боковом меню появится опция **Сведения о файле**. При нажатии кнопки бокового меню **Сведения о файле** осциллограф изменяет содержание этого меню. В следующей таблице описаны пункты бокового меню, предназначенные для сохранения данных в файл на внешнем запоминающем устройстве большой емкости.

Кнопка бокового экранного меню	Описание
Собственный формат файлов прибора (.ISF)	Предписывает осциллографу сохранять данные осциллограмм из аналоговых каналов (а также расчетные и опорные осциллограммы, там где это возможно, из соответствующих каналов) в собственном формате файлов прибора (.isf). Файлы этого формата сохраняются наиболее быстро. Кроме того, файлы собственного формата прибора имеют наименьший размер. Этот формат файлов следует использовать, если впоследствии предполагается загрузка аналоговой осциллограммы или зависимости РЧ в опорную память для просмотра и проведения измерений.
Формат файла электронной таблицы (.csv)	Сохранение данных в файле с разделением запятыми, совместимом с большинством редакторов электронных таблиц. Аналоговые и РЧ-данные, сохраненные в файлах такого формата, также могут быть вызваны в опорную память.

Сохранение данных I/Q группового РЧ-спектра в файл. При выборе **RF I & Q группового спектра** в качестве **Источника**, осциллограф автоматически задает **файл** в качестве места назначения. При нажатии кнопки бокового меню **Сведения о файле** осциллограф изменяет содержание этого меню. В следующей таблице описаны пункты бокового меню, предназначенные для сохранения данных в файл на внешнем запоминающем устройстве большой емкости.

Кнопка бокового меню	Описание
Формат файла MATLAB (.mat)	Задаёт сохранение данных I/Q в файл, совместимый с программным обеспечением MATLAB. Используйте этот формат для сохранения данных I/Q группового спектра.
Формат файла SignalVu (.tiq)	Задаёт сохранение данных I/Q в файл, совместимый с программным обеспечением для векторного анализа сигнала Tektronix SignalVu.

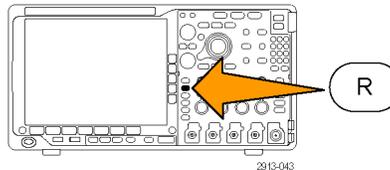
Сохранение осциллограммы или зависимости в опорной памяти. Чтобы сохранить осциллограмму или зависимость во внутренней оперативной памяти осциллографа, нажмите кнопку экранного меню **Сохранить осцилл.**, выберите осциллограмму, которую требуется сохранить, после чего выберите одно из четырех мест размещения опорной осциллограммы.

Сохраненные осциллограммы содержат только последние собранные данные. Данные шкалы серого, если они присутствуют, не сохраняются.

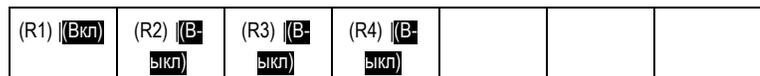
ПРИМЕЧАНИЕ. Опорные осциллограммы объемом 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

Отображение опорной осциллограммы. Чтобы вывести на экран осциллограмму, сохраненную в энергонезависимой памяти, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Опорный**.



2. Нажмите кнопку **R1, R2, R3** или **R4**.

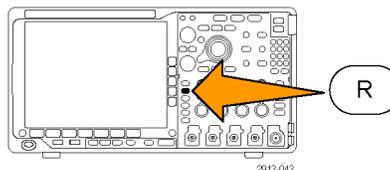


Если нажать кнопку бокового меню **Подробн. опор. сигнала**, можно узнать, являются ли сохраненные данные опорной аналоговой осциллограммой или зависимостью РЧ.

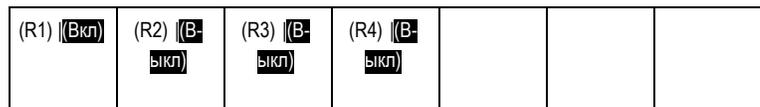


Удаление опорной осциллограммы с экрана. Чтобы удалить с экрана опорную осциллограмму, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Опорный**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **R1, R2, R3** или **R4**, чтобы удалить опорную осциллограмму с экрана.



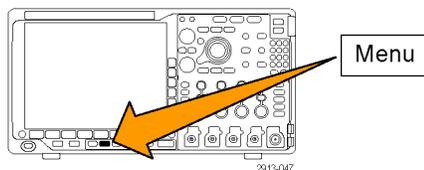
Опорная осциллограмма по-прежнему находится в оперативной памяти и может быть вызвана повторно еще одним нажатием кнопки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Опорные осциллограммы объемом 10 и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, надо записать их во внешнее запоминающее устройство.

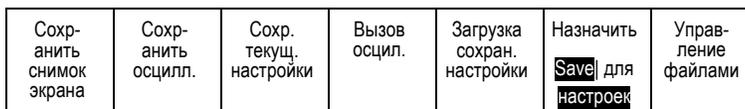
Сохранение и вызов настроек

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**.



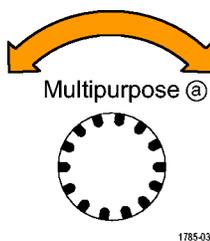
2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить текущ. настройки или Загрузка сохран. настройки**.



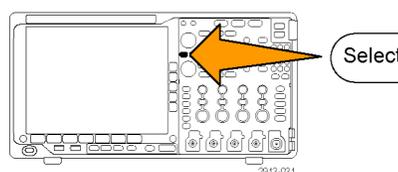
3. В появившемся боковом экранном меню выберите место для сохранения настроек или место, откуда их требуется вызвать. Чтобы сохранить сведения о настройке в одной из десяти областей памяти настроек осциллографа, нажмите соответствующую кнопку в боковом экранном меню. Чтобы сохранить сведения о настройке в файл на USB-накопителе или сетевом диске, нажмите кнопку **В файл**.



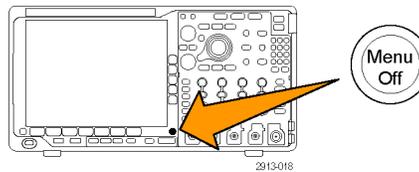
4. При сохранении информации на USB-накопителе или сетевом диске для перемещения по файловой структуре используется многофункциональный регулятор **a**. (См. стр. 190, Структура внешнего файла.)



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

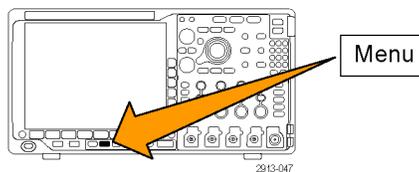
Советы

- **Загрузка стандартных настроек.** Для возврата к заданным настройкам осциллографа по умолчанию служит кнопка **Настройка по умолчанию**. (См. стр. 61, *Использование настройки по умолчанию*.)

Сохранение одним нажатием кнопки

После выбора параметров сохранения и восстановления с помощью кнопки «Menu» в группе «Save/Recall» сохранение в файлы можно выполнять одним нажатием кнопки **Save**. Например, если задано сохранение данных осциллограммы в USB-накопителе, при каждом нажатии кнопки **Save** данные текущей осциллограммы сохраняются в заданном USB-накопителе.

1. Чтобы задать действие кнопки «Save», нажмите кнопку **Save/Recall Menu**.



2. Нажмите кнопку **Назначить Save для...**

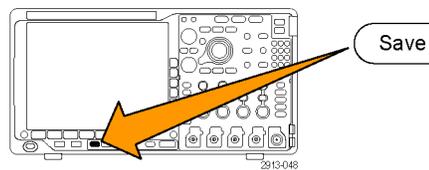
Сохранить снимок экрана	Сохранить осцилл.	Сохранить текущую настройку	Вызов осцилл.	Вызвать настройки	Назначить Save для настроек	Управление файлами
-------------------------	-------------------	-----------------------------	---------------	-------------------	------------------------------------	--------------------



3. Нажмите кнопку бокового меню, соответствующую элементу, который необходимо сохранять при нажатии кнопки **Save**.

Назначить Save для
снимка экрана
осциллогр.
настройки
Изобраз. Осциллогр. и настройка

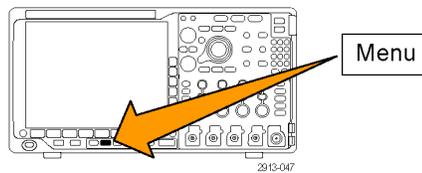
4. Теперь при каждом нажатии кнопки **Save** осциллограф будет выполнять заданное действие без перехода по меню.



Управление дисками, каталогами и файлами

Из пользовательского интерфейса осциллографа можно осуществлять управление дисками, каталогами и файлами.

1. Нажмите кнопку **Menu** в группе «Save/Recall».



2. Нажмите кнопку **Управление файлами**.

Сохран. снимок	Сохранить осцилл.	Сохран. текущ. настройки	Вызов осцилл.	Загрузка настройки	Назначить Save для настройки	Управление файлами
----------------	-------------------	--------------------------	---------------	--------------------	--------------------------------	--------------------

Выберите в боковых меню нужное действие над файлом. Можно сделать следующее:

- Создать папку
- Удалить выделенный каталог или файл
- Скопировать выделенный диск, каталог или файл
- Вставить ранее скопированный диск, каталог или файл
- Смонтировать или размонтировать сетевой диск
- Переименовать выделенный диск, каталог или файл
- Отформатировать выделенный диск



Монтирование сетевого диска

Смонтируйте сетевой накопитель, например ПК или файловый сервер, для сохранения настроек, осциллограмм и снимков экрана непосредственно на диск, а также для загрузки осциллограмм или настроек диска.

Чтобы сохранить файлы на сетевой диск или загрузить их с него, необходимо сначала подключить осциллограф к сети. (См. стр. 26, *Подключение осциллографа к компьютеру.*)

ПРИМЕЧАНИЕ. За информацией о сети обращайтесь к сетевому администратору.

После установки соединения с сетью сделайте следующее:

1. Нажмите на передней панели кнопку **Save/Recall Menu**.
2. Нажмите кнопку **Управление файлами** в нижней панели и в открывшемся боковом меню выберите **–далее– 1 из 2**. Затем выберите **Смонтировать**.

3. В открывшемся боковом меню выберите следующее:

Параметр	Описание
Буква диска	Выберите букву от I: до Z:
Имя сервера или IP-адрес	С USB-клавиатуры или из экранного интерфейса введите имя или IP-адрес сервера.
Путь	С USB-клавиатуры или из экранного интерфейса введите путь к файлу. Например, чтобы смонтировать каталог ПК MS Windows с именем «C:\Example», введите «C\$\Example». Знак доллара делает возможным совместное использование. Никакого двоеточия ставить не нужно.
Имя польз.	При необходимости с USB-клавиатуры или из экранного интерфейса введите имя пользователя.
Пароль	Для ввода пользовательского пароля при необходимости используйте клавиатуру USB или экранный интерфейс. При вводе пароля осциллограф отображает только звездочки «*». После нажатия кнопки ОК Принять они стираются с экрана.

ПРИМЕЧАНИЕ. Убедитесь, что в сетевом местоположении включен общий доступ к файлам.

4. Нажмите кнопку **ОК Принять**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для размонтирования сетевого диска на передней панели в группе «Save/Recall» нажмите кнопку **Меню**, затем выберите **Управление файлами** в нижнем меню и в боковом меню выберите пункты **-далее- 1 из 2** и **Размонтировать**.

ПРИМЕЧАНИЕ. Любые сетевые местоположения, смонтированные при выключенном осциллографе, будут автоматически смонтированы повторно при включении осциллографа. Любое сетевое местоположение, которое не следует автоматически монтировать повторно при включении, необходимо размонтировать.

Настройка для печати

Чтобы распечатать изображение, выведенное на экран осциллографа, выполните следующие действия.

Подсоединение принтера к осциллографу

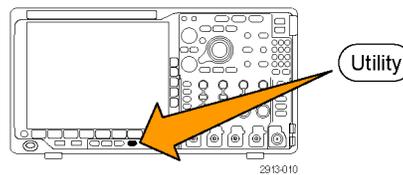
Подключите принтер, не являющийся принтером PictBridge, к USB-порту на задней или передней панели осциллографа. Можно также подключить принтер PictBridge к порту USB-устройств, расположенному на задней панели, или подключить сетевой принтер через порт Ethernet.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перечень совместимых принтеров см. на веб-странице www.tektronix.com/printer_setup.

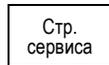
Настройка параметров печати

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**.

Стр. сервиса Настр. печати	Выбор принтера PictBridge	Ориентация Альбомная	Эк. черн. Вкл.	Настройки принтера PictBridge		
-------------------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------	----------------------------------	--	--



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.

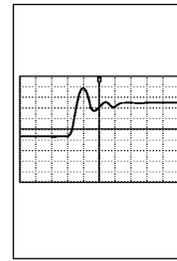
О том, как установить USB-принтер PictBridge, см. в следующем разделе.

О том, как добавить в список принтер Ethernet, см. в данном разделе. (См. стр. 204, *Печать через Ethernet*.)

5. Выберите ориентацию изображения (книжную или альбомную).

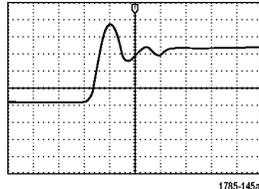


Альбомная

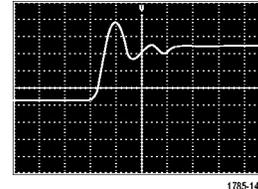


Книжная

6. Для параметра **Экономичный режим** выберите **Вкл** или **Выкл**.
Если выбрано **Вкл**, печать производится на белом фоне.



Эк. черн. включен

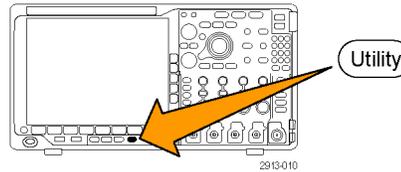


Эк. черн. выключен

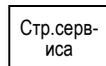
Печать на принтере PictBridge

Чтобы настроить осциллограф для печати на принтере PictBridge, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Utility**.



2. Нажмите кнопку **Стр.сервиса**.



3

3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Вв./Выв.**.



4. Нажмите кнопку **USB**.



4

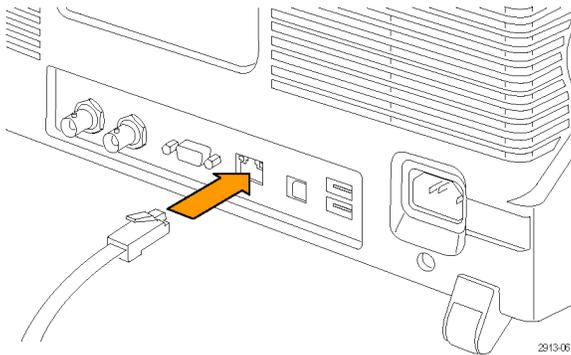
- Нажмите кнопку **Подсоедин. к принтеру PictBridge**.



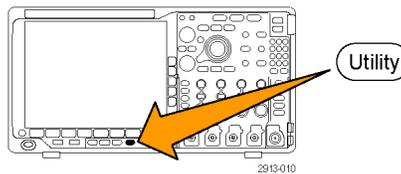
Печать через Ethernet

Чтобы настроить осциллограф для печати через Ethernet, выполните следующие действия.

- Подсоедините кабель Ethernet к разъему Ethernet на задней панели.



- Нажмите кнопку **Utility**.



- Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



- Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Принтер**.



5. Нажмите кнопку **Выбор принтера**.

Стр. сервиса Настр. печати	Выбор принтера ???	Ориентация Альбомная	Эк. черн. Выкл			
-------------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------	--	--	--



6. Нажмите кнопку **Добавить сетевой принтер**.

Добавить сетевой принтер	6
Переимен. принтер	
Удалить 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. 35, Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры.)



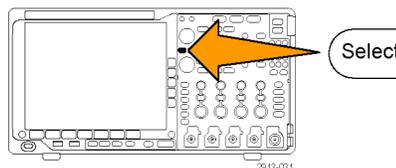
Multipurpose a



1785-039

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

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

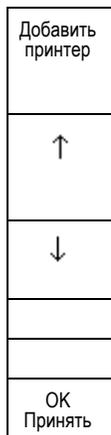


При необходимости имя можно изменить с помощью кнопок нижнего экранного меню.

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**:
-
13. Поворотом многофункциональной ручки **A** и нажатием кнопки **Выбор** или **Ввод символа** введите имя.
 14. Выполнив эти действия, нажмите кнопку **ОК Принять**.

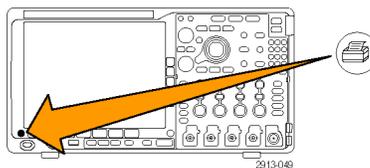


ПРИМЕЧАНИЕ. Если к осциллографу одновременно подключено несколько принтеров, печать производится на принтере, указанном в пункте меню «Utility > Стр. сервиса > Настройка печати > Выбор принтера».

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.



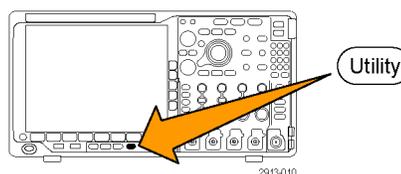
Очистка памяти осциллографа

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.

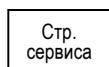
- Замена всех зарегистрированных сигналов нулевыми значениями во всех типах памяти.
- Удаление текущих настроек параметров и замена их значениями по умолчанию.
- Отображение на экране подтверждения или предупреждения, в зависимости от успешного или неудачного окончания проверки.

Чтобы использовать TekSecure, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility**.

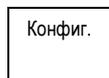


2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



2

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



4. Нажмите кнопку **TekSecure**.

Стр. сервиса Конфиг.	Язык	Уст. даты и времени	TekSecure - очистка памяти	О программе	Управлен-иемодуль-ями и доп. оборуд.	
-------------------------	------	---------------------	----------------------------	-------------	--------------------------------------	--

3

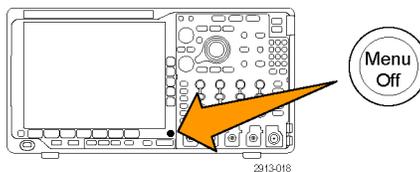
4

5. В боковом экранном меню нажмите кнопку **ОК** **Очистить настройку и оперативную память**.

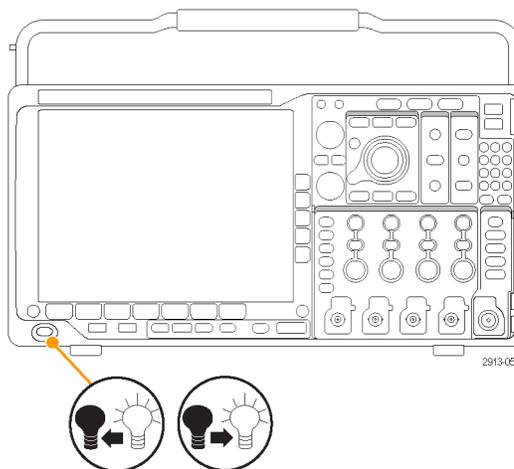


5

Для отмены процедуры нажмите кнопку **Menu Off**.



6. Чтобы завершить процедуру, выключите осциллограф и снова включите его.



Использование прикладных модулей

Дополнительные пакеты модулей прикладных программ позволяют расширить возможности осциллографа. (См. стр. 17, *Бесплатное опробование прикладных модулей.*) (См. стр. 17, *Установка модуля прикладных программ.*)

Указания по установке и тестированию прикладного модуля см. в руководстве *Установка прикладных модулей осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B и MDO4000B*, входящем в комплект поставки 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 для авиакосмических систем DPO4AERO** обеспечивает дополнительные функции синхронизации и анализа шин MIL-STD-1553.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа аудиосистем DPO4AUDIO** позволяет выполнять синхронизацию и анализ на шинах I²S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и TDM.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа для автомобильных систем DPO4AUTO** содержит средства синхронизации и анализа 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.
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа DPO4COMP для компьютерных систем** содержит средства синхронизации и анализа 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 последовательной синхронизации и анализа встроенных систем DPO4EMBD** содержит средства синхронизации и анализа 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 DPO4ENET** добавляет возможность синхронизации и анализа по сигналам шин 10BASE-T и 100BASE-TX.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин 100BASE-TX рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.

- **Модуль предельного теста и теста по маске DPO4LMT** содержит средства тестирования собранных осциллограмм по осциллограмме сравнения с заданными пользователем горизонтальными и вертикальными пределами или по стандартным либо пользовательским телекоммуникационным маскам.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для шин стандарта Телеком >55 Мбит/с рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.

Для высокоскоростных шин (HS) USB рекомендуется использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.

- **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).
- **Модуль последовательной синхронизации и анализа шин USB 2.0 DPO4USB** содержит средства синхронизации и анализа низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для высокоскоростных шин (HS) USB необходимо использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.

- **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.
- **Модуль расширенной РЧ-синхронизации MDO4TRIG** позволяет выполнять синхронизацию на основе мощности РЧ-сигнала с условиями по длительности импульса, времени ожидания, рант-импульсам и последовательностям

Приложение А. Технические характеристики прибора MDO4000B

Более подробный перечень технических характеристик прибора MDO4000B см. в документе *Технические характеристики осциллографов серии MDO4000B*. может быть загружено с веб-сайта www.tektronix.com/manuals.

Приложение В. Инструкции по эксплуатации пассивных пробников TPP0500 и TPP1000, 500 МГц и 1 ГГц, 10X

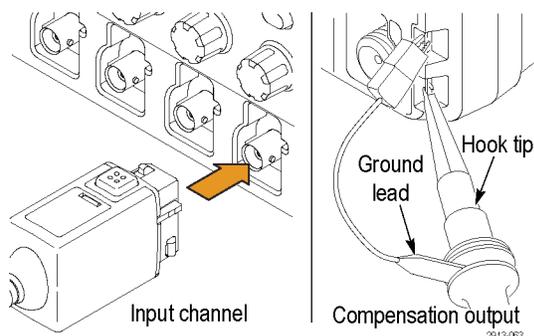
Сведения по эксплуатации

Пробники TPP0500 и TPP1000 10X — это компактные пассивные пробники с 10-кратным ослаблением, предназначенные для использования с осциллографами Tektronix серии MDO4000B.

Эти пробники не содержат обслуживаемых пользователем или компанией Tektronix деталей.

Подсоединение пробника к осциллографу

Подсоедините пробник, как показано на рисунке внизу.



Компенсация пробников на осциллографах серии MDO4000B

Информацию о компенсации пробника см. выше в соответствующем разделе руководства.

(См. стр. 14, *Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500 или TPP1000.*)

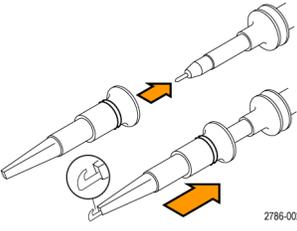
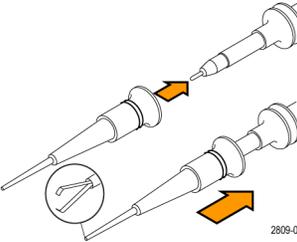
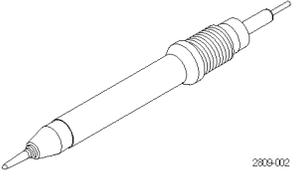
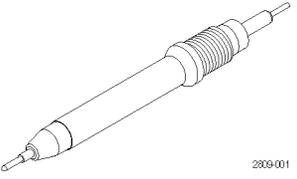
Стандартные принадлежности

Ниже представлены стандартные принадлежности, входящие в комплект пробника.

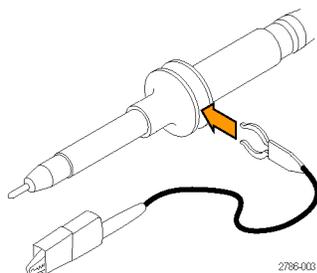


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника или его принадлежностей прикасайтесь к корпусу пробника или его принадлежности только выше предохранительного кольца.

Чтобы снизить опасность поражения электрическим током при использовании пробника для измерений без заземления, перед подключением пробника к исследуемой цепи убедитесь, что арматура опорного вывода полностью подсоединена.

Компонент	Описание
	<p>Наконечник с захватом</p> <p>Наденьте наконечник с захватом на наконечник пробника и зафиксируйте захват на цепи.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 013-0362-XX</p>
	<p>Миниатюрный наконечник с захватом</p> <p>Этот наконечник используется для доступа к контрольным точкам в условиях дефицита пространства. Наденьте наконечник с захватом на наконечник пробника и зафиксируйте захват на цепи.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 013-0363-XX</p>
	<p>Жесткий штифт</p> <p>Этот тип наконечника установлен на пробнике заранее.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 206-0610-XX</p>
	<p>Штифт «рого»</p> <p>Этот тип подпружиненного наконечника позволяет производить удовлетворяющее определенным требованиям тестирование монтажных плат. При нажатии наконечник пробника слегка выдвигается, а затем возвращается в исходное положение.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 206-0611-XX</p>

Компонент

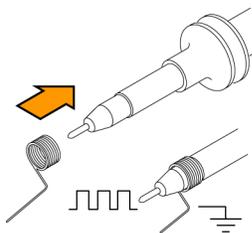


Описание

Провод заземления с зажимом типа «крокодил»

Присоедините этот провод к «земле» головки пробника, а затем — к «земле» исследуемой цепи.

Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 196-3521-XX



Заземляющие пружины

Прикрепите пружину к кольцу заземления наконечника пробника для проведения измерений в контрольных точках, которые поблизости имеют заземляющие соединения (<0,75 дюйма, стандарт; 0,375 дюйма, короткая).

Номера по каталогу Tektronix для повторного заказа:

016-2028-XX (длинная, 2 шт.)

016-2034-XX (короткая, 2 шт.)

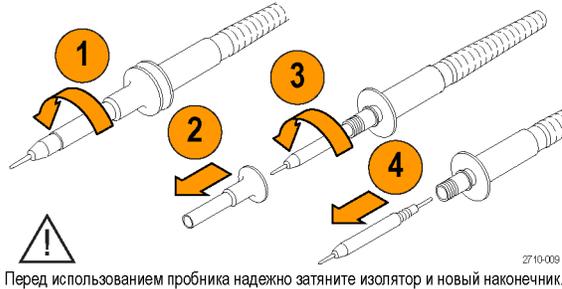
Дополнительные принадлежности

Для пробника можно заказать следующие принадлежности.

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Провод заземления с зажимом, 15,2 см	196-3198-xx
Провод заземления с зажимом «крокодил», 30,5 см	196-3512-xx
Наконечник пробника MicroSCT	206-0569-xx
Измерительный наконечник печатной платы/адаптер печатной платы	016-2016-xx
Измерительный наконечник печатной платы для компактного наконечника пробника	131-4210-xx
Проводник, катушка, 32 AWG	020-3045-xx

Замена наконечника пробника

Закажите по каталогу Tektronix деталь с номером 206-0610-xx для замены жесткого штифта или деталь с номером 206-0611-xx для замены штифта «рого».

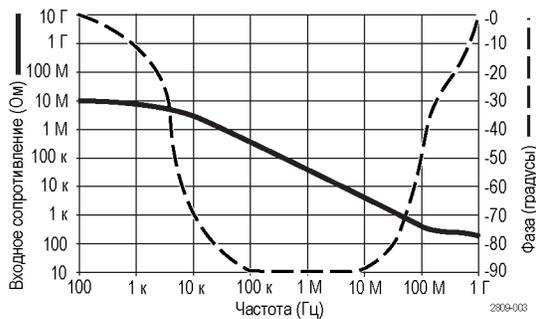


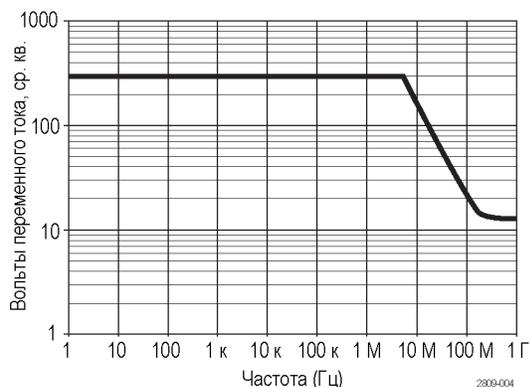
Технические характеристики

Таблица 1: Электрические и механические характеристики

Характеристика	TRP0500	TRP1000
Полоса пропускания (-3 дБ)	500 МГц	1 ГГц
Время нарастания системы (типичное значение)	< 350 пс	< 700 пс
Входная емкость системы	Жесткий штифт: 3,9 пФ ± 0,3 пФ Штифт «рого»: 5,1 пФ ± 0,5 пФ	
Погрешность ослабления системы	10:1 ± 2,2 %	
Добавочное сопротивление пробника при постоянном токе	9,75 МОм ± 0,5 %	
Входное сопротивление системы при постоянном токе	10 МОм ± 2 %	
Задержка распространения	~5,67 нс	
Максимальное входное напряжение	300 В _{ср. кв.} КАТ. II	
Длина кабеля	1,3 м ± 3 см	

Графики рабочих характеристик





При проведении измерений в режиме изоляции от цепей заземления пользуйтесь приведенной выше кривой снижения параметров опорного вывода.

Таблица 2: Условия эксплуатации

Характеристики	Описание
Температура	
При эксплуатации	От -15 до +65 °C
При хранении	От -62 до +85 °C
Влажность	
При эксплуатации	Относительная влажность от 5 до 95 % при температуре до 30 °C
При хранении	Относительная влажность от 5 до 45 % при температуре от 30 до 50 °C
Высота над уровнем моря	
При эксплуатации	4,6 км, максимальная
При хранении	12,2 км, максимальная

Таблица 3: Сертификация и соответствие стандартам

Характеристики	Описание	
Соответствие стандартам по электромагнитной совместимости для Евросоюза	Проверено на соответствие перечисленным ниже спецификациям (как указано в Official Journal of the European Communities): Директива 2006/95/EC по низковольтному оборудованию: EN61010-031: 2002	
Описание категорий измерений	<i>Категория</i> <i>Примеры продуктов, относящихся к категории.</i>	
	Категория III	Линии электропередач, фиксированная установка
	Категория II	Линии питания в помещениях, бытовые электроприборы, портативное оборудование
	Категория I	Цепи, подключенные к линиям питания не напрямую

Таблица 3: Сертификация и соответствие стандартам (прод.)

Характеристики	Описание
Уровень загрязнения 2	Не допускайте эксплуатации прибора в присутствии проводящих загрязняющих веществ (как определяет стандарт IEC 61010-1). Прибор предназначен только для использования в помещении.
Дополнительные стандарты безопасности	Первое издание UL61010B-1 и первое издание UL61010B-2-031. CAN/CSA-C22.2 No. 1010.1-92, и CAN/CSA-C22.2 No. 1010.2.031-94 IEC61010-031:2002



Утилизация оборудования. Этот прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно Директиве 2002/96/ЕС об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE). Более полные сведения об условиях утилизации см. в разделе технической поддержки на веб-сайте Tektronix (www.tektronix.com).

Общие положения о 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. Использование пробника или его принадлежностей не по назначению может привести к удару электрическим током или возгоранию.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

Использование осциллографа для измерений относительно «земли». Не допускайте плавления потенциала на опорном выводе этого пробника при использовании осциллографов для измерений относительно «земли» (например, осциллографов серий DPO, MSO и TDS). Опорный вывод должен быть соединен с потенциалом «земли» (0 В)

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением пробника к тестируемой системе подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и опорный вывод от тестируемой системы.

Избегайте удара электрическим током. Во избежание травм, в том числе со смертельным исходом, не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

Проверяйте допустимые номиналы для всех 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 по эксплуатации прибора.

Избегайте удара электрическим током. При использовании принадлежностей пробника никогда не нарушайте самый низкий номинал пробника или его принадлежности, независимо от того, какой из них ниже, включая категорию измерений и номинальное напряжение.

Избегайте перегрузок электросети. Во избежание получения травм или опасности возгорания не прикладывайте потенциал к какому-либо из входов, включая входы опорных сигналов, отличающихся от «земли» более, чем на максимальный номинал данного входа.

Избегайте открытых электрических схем и не работайте с прибором при снятом кожухе. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Осматривайте пробник и принадлежности. Перед каждым использованием осматривайте пробник и принадлежности на наличие повреждений (порезов, задиров, дефектов в корпусе пробника, принадлежностях, рубашке кабеля и т. д.). Откажитесь от их использования при наличии повреждений.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.

Условные обозначения и символы, относящиеся к безопасности, используемые в данном руководстве по эксплуатации

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве по эксплуатации.



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, встречающиеся на изделии. Ниже приводится список символов на изделии.



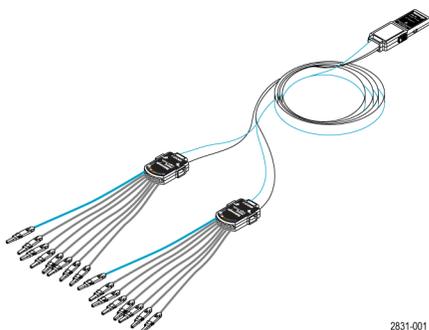
CAUTION
Refer to Manual

Приложение С. Информация о логическом пробнике R6616 общего назначения

Описание прибора

Логический пробник R6616 общего назначения соединяет осциллографы смешанных сигналов Tektronix серии MDO4000B с шинами передачи данных и сигналов исследуемой системы. Пробник имеет 16 каналов передачи данных, распределенных между двумя наборами проводов (ГРУППА 1 и ГРУППА 2).

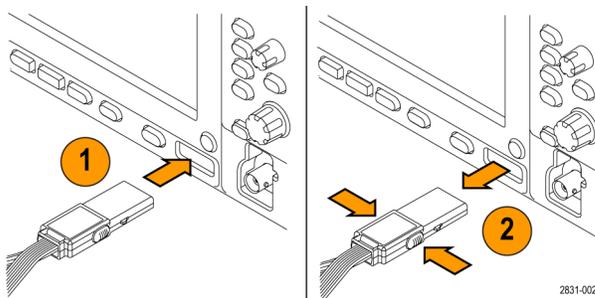
Первый провод каждого набора имеет изоляцию синего цвета, а остальные семь проводов — изоляцию серого цвета. Все провода на конце оборудованы заземлением. Концы пробника можно подсоединять к исследуемой системе по отдельности, а можно группировать их при помощи держателей наконечников пробника.



Подсоединение пробника к осциллографу

Подсоедините пробник, как показано на рисунке ниже.

1. Вставьте пробник этикеткой вверх в разъем осциллографа.
2. Чтобы извлечь пробник, нажмите кнопку на его боковой поверхности и потяните его на себя.



Подсоединение пробника к цепи

Подсоедините пробник к цепи при помощи соответствующих разъемов и адаптеров. Выберите наиболее подходящий метод, после чего перейдите к разделу «Настройка пробника».

Для установки и просмотра параметров цифрового канала, выполните следующие действия.

Нажмите кнопку **D15–D0**.

Для каждого цифрового канала могут быть установлены приведенные ниже параметры.

- Пороговое напряжение и вертикальное положение (настройка порога по умолчанию равна 1,4 В)
- Высота и положение сигнала (устанавливается один раз для всех 16 каналов)
- Метка канала

Для настройки и просмотра характеристик шины выполните следующие действия.

Нажмите кнопки **B1 — B4**.

Экраны настройки позволяют устанавливать и просматривать различные характеристики шины.

Для шин типа SPI и I²C необходим соответствующий прикладной модуль. (См. стр. 69, *Настройка последовательной или параллельной шины*.)

Проверка работоспособности

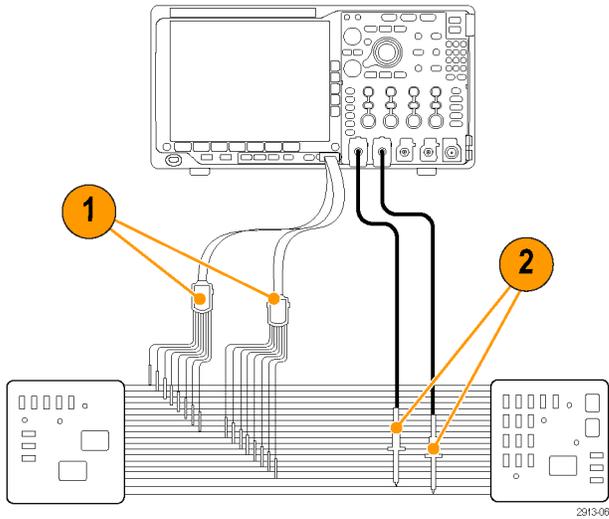
Активность логики сразу же отображается на всех подсоединенных активных каналах. Если активного сигнала не видно:

1. Нажмите кнопку **Синхронизация**.
2. В качестве типа синхронизации выберите «Фронт».
3. Выберите канал, который будет являться источником.
4. Нажмите кнопку **Автоуст**.

Если активного сигнала не видно, попробуйте использовать другой канал пробника (или аналоговый пробник), чтобы проверить активность контура в контрольной точке.

Типичный способ применения

1. Используйте пробник R6616 для просмотра цифровых сигналов на системной шине.
2. Используйте аналоговый пробник, например пассивный пробник TPP0500 или TPP1000, для просмотра информации в виде аналоговой осциллограммы.



Принадлежности

Следующие стандартные принадлежности поставляются вместе с пробником и показаны на рисунке, расположенном на следующей странице.

Комп-онент	Описание	Количество	Номер по каталогу
—	Набор принадлежностей логического пробника	Компоненты 1—6	020-2662-XX
1	Удлинительный наконечник для заземления	1 комплект из 20	020-2711-XX
2	Наконечник пробника	1 комплект из 10	131-5638-11
3	Захват для ИС	1 комплект из 20	020-2733-XX
4	Держатель наконечника пробника	2 шт.	352-1115-XX
5	Провод заземления 8 дюймов	1 комплект из 2	020-2713-XX
6	Провод заземления 3 дюйма	1 комплект из 8	020-2712-XX
	Руководство по эксплуатации ¹	1 шт.	071-2831-XX

¹ Руководство по эксплуатации входит в комплект пробника, но не входит в комплект принадлежностей. Руководство по эксплуатации можно также загрузить на веб-сайте www.tektronix.com/manuals.

Для пробника можно заказать следующие дополнительные принадлежности:

Описание	Номер по каталогу
Опорная площадка D-MAX пробника P6960 для адаптера с квадратными контактами	NEX-P6960PIN

Технические характеристики

Таблица 4: Электрические и механические характеристики

Характеристика	Описание
Входные каналы	16, цифровые
Входное сопротивление	100 кОм \pm 1,0 %
Входная емкость	3,0 пФ
Размах входного сигнала	
Минимум	400 мВ размах
Максимальная	30 В размах, \leq 200 МГц (с центром около порогового напряжения постоянного тока) на наконечнике пробника 10 В размах, \geq 200 МГц (с центром около порогового напряжения постоянного тока) на наконечнике пробника
Максимальный неразрушающий входной сигнал	\pm 42 В
Пользовательский диапазон пороговых значений	\pm 40 В
Минимальная определяемая длительность импульса	1 нс
Сдвиг между цифровыми каналами	200 пс
Длина пробника	1,3 м
Максимальная частота переключения на входе	500 МГц

Таблица 5: Условия эксплуатации

Характеристика	Описание
Температура	
При эксплуатации	от 0 до +50 °С
При хранении	От -55 до +75 °С
Влажность	
При эксплуатации	относительная влажность от 5 до 95 %
При хранении	относительная влажность от 10 до 95 %
Высота над уровнем моря	
При эксплуатации	4,6 км, максимальная
При хранении	15 км, максимальная



Утилизация оборудования. Этот прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно Директиве 2002/96/ЕС об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE). Более полные сведения об условиях утилизации см. в разделе технической поддержки на веб-сайте Tektronix (www.tektronix.com).

Общие положения о безопасности

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

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением пробника к тестируемой системе подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и провод заземления от тестируемой системы.

Проверяйте допустимые номиналы для всех 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 по эксплуатации прибора.

Не используйте прибор с открытым корпусом. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

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

Не пользуйтесь неисправным прибором. Если у вас возникло предположение о возможной неисправности прибора, попросите квалифицированного специалиста сервисного центра проверить его.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности. Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.

Условные обозначения и символы, относящиеся к безопасности, используемые в данном руководстве по эксплуатации

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве по эксплуатации.



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, встречающиеся на изделии. Ниже приводится символ, встречающийся на изделии:



ОСТОРОЖНО
См. руководство

Предметный указатель

Символы и цифры

50 Ом, защита, 124

А

Автоматический режим синхронизации, 94
 Автоуст. отключена, 62
 Автоустановка, 61
 Автоустановка уровня, 90
 Автоустановка, отключение, 62
 Адаптер
 ТЕК-USB-488, 5
 TPA-BNC, 6, 10
 TPA-N-VPI, 6, 11
 Адаптер ТЕК-USB-488, 5, 27, 28, 56
 Адаптер TPA-BNC, 6, 10
 Адаптер TPA-N-VPI, 6, 11
 Адрес GPIB, 28
 Активность шины на физическом уровне, 83
 Альбомная, 193, 203
 Амплитуда от времени зависимость, 134
 Антистатический браслет, 12

Б

Белые фронты, 127
 Бесконечное послесвечение, 115
 БПФ
 Блэкман-Харрис, 93
 Блэкмен-Харрис, 166
 Кайзер, 93
 Плосковершинное, 93
 Прямоугольное, 93, 165
 Хеннинг, 93, 166
 Хэмминг, 93, 166
 элементы управления, 164

В

V1 / V2 / V3 / V4, 69, 70, 101
 Вентиляция, 8
 Версия, микропрограммное обеспечение, 26

Видео
 порт, 55
 видеосигнал
 Autoset, кнопка, 62
 Виды синхронизации, определение, 98
 Внешняя ручка, 43
 Внутренняя ручка, 43, 163
 Воспроизведение, 172
 Воспроизведение-пауза
 кнопка, 44, 173
 режим, 173
 Временное положение спектра, 178
 временной интервал аналогового сигнала, 179
 за пределами интервала регистрации РЧ-сигнала, 181
 Временной интервал аналогового сигнала, 178
 временное положение спектра, 179
 Время задержки, 67
 Вспомогательная экранная надпись, 52
 Входной РЧ-разъем, 36, 54
 Входной РЧ-разъем типа N, 36
 Выбор раскладки клавиатуры, 35
 Выборка в реальном масштабе времени, 63
 Выборка, в реальном времени, 63
 Выборка, режим регистрации, 65
 Вызов
 настройки, 197
 осциллограмм, 192
 Выключатель, питания, 46
 Высокое разрешение, режим регистрации, 65
 Высота, 7
 Высота над уровнем моря, 7
 Вычисления
 спектральные, 167

Г

Гистограмма (осциллограмма)
 настройка, 159
 сбросить отсчет, 161
 Глубина, 7
 Горизонтальные линии
 Зеленые и синие, 127
 Группировка каналов, 85
 цифровой, 125

Д

Дата и время, изменение, 20
 Длина записи, 64
 Длина памяти, xv
 Добавление осциллограмм, 113
 Дополнительный выход (AUX OUT), 55
 Драйверы, 26, 29

Ж

Жесткий футляр для транспортировки HSTEK54, 5

З

Зависимость
 амплитуда от времени, 134
 индикатор, 133
 нормальная, 132
 РЧ от времени, 134
 усредненная, 132
 фаза от времени, 134
 частота от времени, 134
 Зависимость частоты от времени, 134
 индикатор опорной линии, 136
 Задержка по горизонтали, 95
 Задержка, синхронизации, 95
 Заземление, 12
 Заземление пользователя для снятия статического электричества, 12
 Зазор, 8
 Замок с тросиком, 11
 Запись осциллограммы, 64

- Запуск
 - Согласование значений данных MIL-STD-1553, 106
 - Шина MIL-STD-1553, 104
 - Запуск по видеосигналу, определение, 101
 - Запуск по времени нарастания/спада, определение, 100
 - Запуск по времени установки и фиксации, определение, 100
 - Запуск по логическому сигналу, определение, 99
 - Запуск по огибающей, определение, 99
 - Запуск по переходу, определение, 100
 - Запуск по тайм-ауту, определение, 98
 - Запуск по фронту, определение, 98
 - Запуск по шине, определение, 101
 - Запуск регистрации, 109
 - Защита памяти, 207
 - Зеленые линии, 127
 - Значки верх-низ, 52
 - Значки опорной линии, 52
 - Значок
 - Неподвижная точка, 49
 - Положение точки синхронизации, 48
 - Уровень синхронизации, 50
 - Значок группы, 52
 - Значок опорной линии осциллограммы, 52
 - Значок точки растяжения, 49
 - Значок, опорная линия осциллограммы, 52
- И**
- Измерение
 - занимаемая полоса частот, 145
 - коэффициент мощности соседнего канала, 145
 - мощность канала, 145
 - Измерение «Два сигма», 150
 - Измерение «Одна сигма», 150
 - Измерение «Счетчик нарастающих фронтов», 149
 - Измерение «Счетчик нисходящих фронтов», 149
 - Измерение «Три сигма», 150
 - Измерение амплитуды, 147
 - Измерение верхнего уровня, 148
 - Измерение времени нарастания, 146
 - Измерение времени спада, 146
 - Измерение длительности импульса, 147
 - Измерение длительности отрицательного импульса, 147
 - Измерение длительности положительного импульса, 147
 - Измерение задержки, 147
 - Измерение занимаемой полосы частот, 145
 - Измерение коэффициента мощности соседнего канала, 145
 - Измерение максимального значения, 148, 150
 - Измерение минимального значения, 148, 150
 - Измерение мощности канала, 145
 - Измерение нижнего уровня, 148
 - Измерение отрицательного выброса, 148
 - Измерение отрицательной скважности, 147
 - Измерение периода, 146
 - Измерение площади, 149
 - Измерение площади под кривой за период, 149
 - Измерение положительного выброса, 148
 - Измерение положительной скважности, 147
 - Измерение размаха, 147, 150
 - измерение среднего значения, 150
 - Измерение среднего значения, 148
 - Измерение среднего значения выборки, 149
 - Измерение среднего значения за период, 148
 - Измерение среднеквадратичного значения, 148
 - Измерение среднеквадратичного значения за период, 148
 - Измерение стандартного отклонения, 150
 - Измерение фазы, 147
 - Измерение частоты, 146
 - Измерение числа осциллограмм, 149
 - Измерение числа отрицательных импульсов, 149
 - Измерение числа пиковых значений, 149
 - Измерение числа положительных импульсов, 149
 - Измерение числа точек в окне гистограммы, 149
 - Измерения
 - автоматические, 145
 - гистограмма, 149
 - курсорные, 154
 - опорные уровни, 153
 - определение, 146
 - снимок, 152
 - статистика, 151
 - частотная область, 144
 - Измерения по гистограммам, 149
 - Имена файлов, 190
 - Инверсия, 120
 - Индикатор
 - зависимость, 133
 - запись осциллограммы, 49
 - опорная линия, 90
 - цифровые каналы, 127
 - Индикатор записи осциллограммы, 49
 - Индикатор опорной линии, 90
 - Зависимость частоты от времени, 136
 - Инструкция
 - Автоматические измерения в частотной области, 144
 - автоматические измерения во временной области, 145
 - включение питания осциллографа, 12
 - выбор автоматических измерений, 146
 - выбор синхронизации, 98
 - вызов настроек, 197
 - Вызов осцил.из обл зап, 192
 - выключение питания осциллографа, 13
 - выполнение поиска и добавление меток на осциллограмме, 174

- выполнение проверок работоспособности, 13
 - выполнение ручных измерений с помощью курсоров, 154
 - использование последовательной синхронизации, 106
 - использование режима MagniVu, 87
 - Использование сервера сокета, 32
 - использование функции Wave Inspector, 171
 - использование e*Scope, 29
 - компенсация пробника напряжения, отличного от TRP0500 или TRP1000, 16
 - Компенсир. сигн. тракт, 21
 - настройка аналоговых каналов, 57
 - настройка для печати, 201
 - настройка параметров входа, 119
 - настройка параметров шины, 70
 - настройка цифровых каналов, 84
 - настройки связи с помощью драйвера VISA, 26
 - обновление микропрограммного обеспечения, 23
 - обозначение каналов и шин, 58
 - очистка памяти, 207
 - подключение к компьютеру, 26
 - подсоединение пробников и адаптеров, 10
 - Синхронизация по шинам, 101
 - сохранение настроек, 197
 - сохранение снимков экрана, 192
 - Сохранить осцилл., 192
 - управление осциллограммами при большой длине записи, 171
 - Интервал дискретизации, 64
 - Интервал до синхронизации, 94, 96
 - Интервал после синхронизации, 94, 96
 - Интервал регистрации РЧ-сигнала, 179
 - Интерфейс логического пробника, 11
 - Интерфейс BNC, 11
 - Интерфейс VPI, 10
- К**
- кадр, стиль масштабной сетки, 116
 - Как
 - выполнить калибровку пробника напряжения TRP0500 или TRP1000, 14
 - настройка гистограммы, 159
 - Калибровка, 21, 22
 - Калибровка в заводских условиях, 22
 - Канал
 - кнопка, 39
 - По вертикали, меню, 119
 - показания, 52
 - Клавиатура, 36
 - Раскладка клавиатуры, 35
 - язык, 18
 - клавиатура, USB
 - Подключение, 35
 - Книжная, 193, 203
- Кнопка**
- Автоустановка, 14, 38, 45, 58, 61
 - Ампл., 41, 89
 - V1 / V2 / V3 / V4, 69, 70
 - Воспроизведение-пауза, 44, 173
 - Выбор, 43
 - Диапазон, 89
 - значок принтера, 46
 - Измерения, 38, 145, 151, 152
 - Канал, 39
 - Курсоры, 42, 154
 - Маркеры, 41
 - Масштабирование, 43
 - Математический
 - функции, 40, 162, 164
 - меню синхронизации, 97
 - Однократный, 45, 109
 - Опорный, 40, 168, 196
 - печатная копия, 46, 206
 - по вертикали, 39
 - Поиск, 38, 175
 - Полоса проп., 41
 - Предыдущий, 44
 - принтер, 206
 - Принудительно, 45, 94
 - Пуск/стоп, 45, 68, 109
 - РЧ, 23, 41, 53, 130
 - Сбор данных, 38, 66, 113
 - Синхронизация, 38
 - Следующий, 44
 - Тест, 38
 - Точно, 38, 42, 44, 45
 - Уровень синхронизации, 45
 - Установить/сбросить метку, 44, 174
 - Установка на 50%, 45, 96
 - Част./Диап., 41, 88
 - шина, 69, 70
 - Шина, 101
 - Яркость, 42, 117
 - V1 / V2, 101
 - V1 / V2 / V3 / V4, 40
 - BW (Полоса пропускания), 91
 - D15 - D0, 46, 87
 - Default Setup, 46, 57, 61
 - M, 40, 162, 164
 - Menu Off, 46
 - Save/Recall, 39, 46, 192
 - Utility, 18, 20, 21, 39, 115, 116, 128, 129, 202

- Кнопка «Автоустановка», 14, 38, 45, 58, 61
- Кнопка «Ампл.», 41, 89
- Кнопка «Выбор», 43
- Кнопка «Диапазон», 89
- Кнопка «Измерения», 38, 145, 151, 152
- Кнопка «Маркеры», 41
- Кнопка «Однократный», 45, 109
- Кнопка «Опорн.», 196
- Кнопка «Опорный», 40, 168
- Кнопка «Поиск», 38, 175
- Кнопка «Полоса проп.», 41
- Кнопка «Предыдущий», 44
- Кнопка «Пуск/Стоп», 45, 68, 109
- Кнопка «Сбор данных», 38, 66, 113
- Кнопка «Следующий», 44
- Кнопка «Установить на 50%», 96
- Кнопка «Установка на 50%», 45
- Кнопка «Част./Диап.», 41, 88
- Кнопка «М», 40, 162, 164
- Кнопка меню синхронизации
кнопка, 97
- Кнопка РЧ, 23, 41, 53, 130
- Кнопка теста, 38
- Кнопка точной настройки, 38, 42, 44, 45
- Кнопка установки и сброса
меток, 44, 174
- Кнопка яркости, 117
- Кнопка BW (Полоса
пропускания), 91
- Кнопка D15 - D0, 46, 87
- Кнопка Menu Off, 46
- Кнопка Save / Recall, 46, 192
- Кнопка Save / Recall Menu, 39
- Кнопка Utility, 18, 20, 21, 39, 115, 116, 128, 129, 202
- Кнопки меню
кнопки, 38
- Комментарии к экрану, 128
- Комментирование экрана, 128
- Компенсация
пробника TRP500 или
TRP1000, 14
пробника, отличного
от TRP0500 или
TRP1000, 16
сигнального тракта, 21
- Компенсация пробника,
разъем, 14
- Компенсация сигнального
тракта, 21
- Временная и частотная
области, 21
- Частотная область, 22
- Компенсация сигнального тракта
(SPC), 21
- компенсация TRP0500 или
TRP1000, 14
- Конфиденциальные данные, 207
- Копирование диска, каталога или
файла, 200
- Кривая
Временная область РЧ, 134
фиксация максимума, 132
фиксация минимума, 132
- Кривая фиксации максимума, 132
- Кривая фиксации минимума, 132
- Кривые временной области
РЧ, 134
- Крышка, передняя, 2
- курсоры
XY, 159
- Курсоры, 154
измерения, 154
кнопка, 42, 154
меню, 154
отслеживание, 155
- Л**
- Линии связи, 26, 29, 32
- Логический пробник, 2
- Логический пробник P6616, 2
- М**
- Маркеры, 140, 142
порог и относительный порог
пика, 142
- Маркеры частотной области, 140
автоматические, 142
вручную, 143
- Маркировка шин, 124
- Масса, 7
- Масштаб
по вертикали, 118
по горизонтали, 44, 118, 165
цифровые каналы, 125
- Масштаб по горизонтали, 44, 118, 165
и расчетные
осциллограммы, 163
определение, 58
экранная надпись, 51
- Масштабирование, 171
кнопка, 43
размер сетки, 172
ручка, 43, 171
- масштабная сетка
mV, 116
IRE, 116
- Масштабная сетка
Кадр, 116
Перекрестие, 116
Полная, 116
Сетка, 116
Сплошная, 116
стили, 115
яркость, 117
- Матем. рас-ширенный, 166
- Математические операции с двумя
осциллограммами, 162
- Математический функции
БПФ, 164
Две осциллограммы, 162
дополнительные, 166
кнопка, 40, 162, 164
меню, 40
осциллограмм, 162
- mV, масштабная сетка, 116
- Меню, 36
Измерение, 38
Курсоры, 154
Математический функции, 40
настройка по умолчанию, 46
опорных осциллограмм, 40, 169, 170
по вертикали, 39, 119
Сервис, 18, 20, 39, 46, 115, 128, 202
Синхронизация, 38, 97, 107
Частотная область, 23, 41, 130
Шина, 40, 70
Save/Recall, 39, 46, 192
Utility, 129
- Меню измерения, 38
- Меню опорных осциллограмм, 40, 169, 170
- Меню синхронизации, 38, 97, 107
- Меню частотной области, 23, 130

Метки, 174
 Микропрограммное обеспечение
 версия, 26
 Многофункциональная ручка, 38,
 42, 43, 66, 195
 Модули прикладных
 программ, 209
 передача лицензий, 17
 DPO4AERO, 3, 69
 DPO4AUDIO, 3, 69
 DPO4AUTO, 69
 DPO4AUTOMAX, 69
 DPO4COMP, 69
 DPO4EMBD, 69
 DPO4ENET, 4, 69
 DPO4LMT, 4
 DPO4PWR, 4, 69
 DPO4USB, 4, 69
 Модуль прикладных программ, 17
 Монтаж в стойке, 5
 Монтирование и размонтирование
 сетевого диска, 200
 Монтирование или
 размонтирование сетевого
 диска, 200

Н

Накладка, 19
 Накладка на переднюю панель, 19
 Настройка
 по умолчанию, 46, 57, 61, 198
 Несинхронизированная
 спектрограмма, 138
 Нормальная зависимость, 132

О

О программе, 26
 Обнаружение нескольких
 переходов, 127
 Обновление
 микропрограммного
 обеспечения, 23
 Обновление микропрограммного
 обеспечения., 23
 Обычный режим
 синхронизации, 94
 Огибающая, режим
 регистрации, 65
 Одиночный запуск, 68, 109
 Окно Блэкмана-Харриса для
 БПФ, 93

Окно Блэкмана-Харриса для
 БПФ, 166
 Окно Кайзера для БПФ, 93
 Окно Хеннинга для БПФ, 93, 166
 Окно Хэмминга для БПФ, 93, 166
 Опорные осциллограммы, 168
 отображение, 196
 сохранение, 195
 сохранение осциллограмм 10
 млн и 20 млн, 170
 удаление, 170, 196
 Опорные уровни, 153
 Опорный уровень, 133
 Ориентация изображения, 193,
 203
 Основная синхронизация, 106
 Остановка регистрации, 109
 Осциллограмма
 воспроизведение, 172
 воспроизведение-пауза, 173
 добавление, 113
 запись, определение, 64
 измерения по
 гистограммам, 149
 лупа, 171
 панорамирование, 171, 172
 пауза, 172
 поиск и метки, 174
 пользовательские метки, 174
 стиль отображения, 113
 удаление, 113
 яркость, 117
 Отмена
 Автоустановка, 62
 Default Setup, 61
 Отмена автоустановки, 62
 Относительная влажность, 7
 Относительный порог, 142
 отображение
 XY, 115
 Отображение
 временная область, 36
 показатели частотной и
 временной областей
 с корреляцией по
 времени, 178
 частотная область, 36, 53
 Отображение временной
 области, 36
 Отображение показателей
 частотной и временной
 областей с корреляцией по
 времени, 178

Отображение частотной
 области, 36, 53
 Отображение, опорных
 осциллограмм, 196
 Отобразить
 информация, 47
 послесвечение, 113
 стиль, 113

П

Память, очистка, 207
 Панорама, 171, 172
 ручка, 43, 172, 174
 Параллельная шина, 69, 101
 Пауза, 172
 Перед установкой, 1
 Передача лицензий для модулей
 прикладных программ, 17
 Передняя крышка, 2
 Передняя панель, 36
 Переименование диска, каталога
 или файла, 200
 Перекрестие, стиль масштабной
 сетки, 116
 Переменное послесвечение, 115
 Перемещение
 положения спектра в
 пределах временного
 интервала аналогового
 сигнала, 179
 Печатная копия, 46, 201
 Печать, 46, 202
 печатная копия, 201
 Ethernet, 204
 Пиковое детектирование, режим
 регистрации, 65
 Плосковершинное окно для
 БПФ, 93
 по вертикали
 кнопка, 39
 Масштаб, 118
 меню, 39, 119
 Положение, 118
 положение и
 автоустановка, 62
 положение и смещение, 124
 ручка масштаба, 45, 58
 ручка положения, 45, 58
 По вертикали
 регулятор Menu, 45
 смещение, 124
 Смещение, 121

- Подавление помех, 135
 Подключение, 26, 29, 32
 к ПК, 26
 клавиатуры USB, 35
 осциллографа, 26
 Поиск, 174
 Полный экран, стиль масштабной сетки, 116
 Положение
 по вертикали, 118
 по горизонтали, 95, 96, 118, 165
 цифровые каналы, 125
 шина, 124
 Положение и смещение, 124
 Положение по горизонтали, 44, 64, 95, 96, 118, 165
 и расчетные
 осциллограммы, 163
 определение, 58
 экранная надпись, 51
 Полоса проп., xv, 120
 Полоса пропускания
 разрешение, 90
 Полоса пропускания разрешения, 90
 Пользовательские метки, 174
 Порог, 142
 Порт локальной сети, 56
 Последоват.(запуск.В), заданная, 98
 Последовательная синхронизация, 106
 последовательная шина, 69
 Последовательный интерфейс синхронизация, 101
 Послесвечение
 бесконечное, 115
 переменное, 115
 экран, 113
 Потребляемая мощность, 7
 Предварительно определенные математические выражения, 162
 Предельные тесты, 183
 Прикладные модули
 30-дневное бесплатное опробование, 17
 DPO4AUTO, 3
 DPO4AUTOMAX, 3
 DPO4COMP, 3
 DPO4EMBD, 4
 DPO4VID, 5, 101
 MDO4TRIG, 5, 110
 Принадлежности, 1
 Принудительная синхронизация, кнопка, 45
 Принудительный запуск, кнопка, 94
 Пробник
 логический, 2
 принадлежность, 2
 Пробник TPP0500, 2
 Пробник TPP1000, 2
 Пробник, компенсация пробника, отличного от TPP0500 или TPP1000, 16
 TPP0500 или TPP1000, 14
 Пробники
 Адаптер ТЕК-USB-488, 5
 Адаптер ТРА-BNC, 6, 10
 логика, 11
 подключение, 10
 провод заземления, 17
 BNC, 11
 P6616, 219
 TekVPI, 6, 10
 TPP0500, 2, 212
 TPP1000, 2, 212
 Пробники TekVPI, 6
 Проверка на совпадение данных в скользящем окне, 105
 Проверка работоспособности, 13
 проверка совпадения байтов, 105
 Провод заземления, 17
 Программное обеспечение, дополнительное, 209
 Программные драйверы, 26, 29
 Процесс выборки, определение, 63
 Прямоугольное окно БПФ, 93, 165
 Разъем
 для антистатического браслета, 54
 Разъем боковой панели, 54
 Разъем компенсации пробников, 54
 Разъем пробника аналоговый, 54
 логика, 54
 Разъем устройства USB порт устройства, 56
 Разъемы
 боковая панель, 54
 задняя панель, 55
 передняя панель, 54
 Разъемы на задней панели, 55
 Разъемы передней панели, 54
 Регистрация данных входные каналы и цифровые преобразователи, 63
 выборка, 63
 режимы, определение, 65
 экранная надпись, 48
 Регулятор Меню «По вертикали», 45
 Режим автоувеличения, 177
 Режим прокрутки, 68
 Режим, прокрутки, 68
 Режимы синхронизации
 Авто, 94
 Обычная, 94
 Ручка
 внешний, 43
 внутренняя, 43, 163
 лупа, 43, 163, 171
 масштаб по вертикали, 45, 58
 многофункциональная, 20, 38, 42, 43, 66, 195
 панорамирование, 43, 172, 174
 положение по вертикали, 45, 58
 Уровень синхронизации, 96
 РЧ в зависимости от времени, 130, 134, 135
С
 Сервер сокета, 28, 32
 Сервис, меню, 18, 20, 39, 46, 115, 128
 Сертификат калибровки, 1

- Сетевая печать, 204
 Сетевые диски, монтирование и размонтирование, 200
 Сетка, стиль масштабной сетки, 116
 Синие линии, 127
 Синхронизация
 Видео, заданное, 101
 Время нарастания/спада, заданное, 100
 вывод частоты на экран, 129
 задержанная, 106
 Задержка, 95
 значок местоположения, 48
 интервал до синхронизации, 94, 96
 интервал после синхронизации, 94, 96
 Мощность РЧ-сигнала, 110
 основные понятия, 94
 параллельные шины, 69
 По длительности импульса, заданная, 98
 По логическому сигналу, заданная, 99
 По огибающей, заданная, 99
 Последоват.(запуск.В), заданная, 98
 последовательная, 106
 последовательные шины, 69
 принудительная, 94
 проверка на совпадение данных в скользящем окне, 105
 проверка на совпадение данных параллельной шины, 106
 проверка совпадения байтов, 105
 режимы, 94, 97
 Синхронизация «В» по истечении времени задержки, 107
 Синхронизация по событиям В, 108
 событие, определение, 94
 согласование значений данных для шины RS-232, 106
 Тайм-аут, определение, 98
 тип входа, 95
 уровень, 96
 Установка и фиксация, заданные, 100
 Фронт, 96
 Фронт, заданный, 98
 шина SPI, 102
 Шина, заданная, 101
 шины, 101
 экранная надпись, 50, 106
 экранная надпись о состоянии, 49
 Audio, шина, 104
 CAN, шина, 103
 Ethernet, шина, 104
 FlexRay, шина, 103
 LIN, шина, 103
 Parallel, шина, 102
 RS-232, шина, 103
 USB, шина, 104
 Синхронизация по длительности импульса, заданная, 98
 Синхронизация по мощности РЧ-сигнала, 110
 Синхронизация по событию В, 108
 Синхронизация по уровню мощности, 110
 Синхронизация по шинам, 101
 Синхронизация по шине CAN синхронизация шины, 103
 Синхронизация по шине SPI, 102
 Синхронизация с задержкой, 106
 Синхронизированная спектрограмма, 138
 Синхронный сдвиг, 155
 скорость нарастания выходного напряжения, 4
 Смещение и положение, 124
 Смещение по вертикали, 121
 Снимок, 152
 Собственный формат файлов прибора (.ISF), 195
 Событий таблица, 73
 Согласование, 120
 Создание папки, 200
 Сообщение о низком разрешении, 146
 Сопротивл., 120
 Сохранение настроек, 197
 опорных осциллограмм, 195
 осциллограмм, 192
 снимки экрана, 192
 Сохранение и вызов информации, 190
 Спектральные вычисления, 167
 Спектральные зависимости, 131
 Спектрограмма
 отображение, 137
 синхронизированный и несинхронизированный режим, 138
 Сплошная, стиль масштабной сетки, 116
 Способ детектирования «+reak», 134
 Способ детектирования «-reak», 134
 Способ детектирования «выборка», 134
 Способ детектирования «среднее», 134
 Способы детектирования, 133
 Стандартный замок, для переносных компьютеров, 11
 Статистика, 151
 Стирание настроек и опорной памяти, 207
 Стробир., 150
- ## Т
- Таблица событий, 73
 Температура, 7
 Тесты по маске, 183
 Технические характеристики источник питания, 12 при работе, 7
 Тип входа, 119
 Тип входа, синхронизация, 95
 Точка синхронизации, 64
 Точка растяжения, 64
 Точно, 42
 Транспортный футляр жесткий, 5
 мягкий, 5
- ## У
- Удаление каталога или файла, 200
 Удаление опорных осциллограмм, 170, 196
 Удаление осциллограмм, 113

Управление записями большой длины
управление, 171
Уровень загрязнения, 7
Уровень синхронизации
Значок, 50
кнопка уровня, 45
ручка, 96
Уровень, синхронизация, 96
Усреднение, режим регистрации, 65
Усредненная зависимость, 132

Ф

Фаза от времени
зависимость, 134
файл firmware.img, 23
Файловая система, 190, 195
Файлы TIQ, 194
Флэш-память, 29
Формат файла, 193
Собственный формат файлов прибора (ISF), 195
Электронная таблица, 195
MATLAB, 195
SignalVu, 195
TIQ, 194
Формат файла MATLAB, 195
Формат файла SignalVu, 195
Формат электронной таблицы, 195
Формат ISF, 195
Форматирование диска, 200
Фронт, синхронизация, 96
Фронты
Белый, 127
Размытые, 127
Футляр
жесткий транспортный, 5
мягкий транспортный, 5
Футляр, пробник и принадлежности, 2

Х

Хост-порты USB
хост-порты, 56

Ц

Центральная частота, 89

Цифровые каналы, 127
Значки опорной линии, 52
Значок группы, 52
масштабирование,
расположение,
группировка и
маркировка, 125
настройка, 84

Ч

Частота выборки, $h\nu$
Частота, центральная, 89
Частотная область
меню, 41
Чистка, 9

Ш

Шина
кнопка, 69, 70, 101
меню, 40, 70
настройка, 70
отображение, 72
расположение и
маркировка, 124
экран, 53
Шина и осциллогр., отображение
отображение активности
шины на физическом
уровне, 83
Шины, 69, 101
значение курсора, 158
Ширина, 7
Шумоподавление, 137

Э

Эк. черн., 193, 203
Экранная надпись
Вспомогательная, 52
Длина записи и частота
выборки, 50
Канал, 52
курсор, 49, 158
Положение и масштаб по
горизонтали, 51
Регистрация данных, 48
Синхронизация, 50, 106
Состояние
синхронизации, 49
частота синхронизации, 129
MagniVu, 51
Timing Resolution, 51

Экранная надпись «Timing Resolution» (Временное разрешение), 51
Экранная надпись длины записи и частоты выборки, 50
Экранная надпись курсоров, 49, 158
Экранная надпись MagniVu, 51
Электропитание
вход, 56
выключатель, 46
выключение, 13
питание, 12
удаление, 13
шнур, 2
Элементы управления, 36

Я

Язык
изменение, 18
накладка, 19
Язык интерфейса
пользователя, 18
Яркость
кнопка, 42
Яркость подсветки, 117

А

ACD4000B, 5
Audio, синхронизация по шине
синхронизация шины, 104
Autoset, кнопка
видеосигнал, 62

С

Согл. каналов, 122
CAN, 40, 69, 101

D

Default Setup, 61, 198
кнопка, 46, 57, 61
меню, 46
Отмена, 61
dl/dt, 4
DPO4AERO, 3, 69, 209
DPO4AUDIO, 3, 69, 209
DPO4AUTO, 3, 69, 209
DPO4AUTOMAX, 3, 69, 209
DPO4COMP, 3, 69, 209
DPO4EMBD, 4, 69, 209

DPO4ENET, 4, 69, 210
 DPO4LMT, 4, 183, 210
 DPO4PWR, 4, 69, 210
 DPO4USB, 4, 69, 210
 DPO4VID, 5, 101, 210
 dV/dt, 4

E

e*Scope, 29
 Ethernet, 28, 29, 30, 40, 69, 101
 печать, 204
 порт, 56
 Ethernet, синхронизация по шине
 синхронизация шины, 104
 Excel, 26, 29
 EXT REF IN, 55

F

FlexRay, 40, 69, 101
 FlexRay, синхронизация по шине
 синхронизация шины, 103

G

GPIB, 27, 56

I

I2C, 40, 69, 101
 I2S, 40, 69, 101
 IRE, масштабная сетка, 116

L

Left Justified (LJ), 40, 69, 101
 LIN, 40, 69, 101
 LIN, синхронизация по шине
 синхронизация шины, 103
 LXI, 30
 LXI класса C, 56

M

MagniVu, 87

MDO4TRIG, 5, 110, 210
 Microsoft
 Excel, 29
 Word, 29
 MIL-STD-1553, 40, 69, 101
 синхронизация шины, 104
 согласование значений
 данных, 106

N

NEX-HD2HEADER, 5

O

OpenChoice Desktop, 26, 29

P

P6616, 9, 86
 провода заземления
 пробника, 84
 Parallel, шина
 синхронизация, 101, 102
 PictBridge, 29, 56, 201
 Probe Comp, 15

R

RBW (Полоса пропускания
 разрешения), 90
 Ref R, 196
 Right Justified (RJ), 40, 69, 101
 RS-232, 40, 69
 декодирование, 77
 значение курсора, 158
 согласование значений
 данных, 106
 RS-232, синхронизация по шине
 синхронизация шины, 103
 RS-422, 40, 69
 RS-485, 40, 69

S

Save / Recall, меню, 39, 46, 192
 SPI, 40, 69, 101

T

TDM, 40, 69, 101
 TekSecure, 207
 TekVPI, 10
 Telnet, 34
 TPP0500, TPP1000, 9
 Trace (Кривая)
 PC в зависимости от
 времени, 135
 Trigger (Синхронизация)
 Уровень мощности, 110

U

UART, 40, 69
 USB, 69, 101, 190, 201
 накопитель, 29
 синхронизация по шине, 104
 хост-порты, 46
 USBTMC, 56
 Utility, меню, 129

V

VISA, 26

W

Wave Inspector, функция, 171
 Word, 29

X

XY
 курсоры, 159
 отображение, 115