

# Tektronix®

---

Серия MDO4000C  
Комбинированный осциллограф  
Руководство пользователя







# Серия MDO4000C Комбинированный осциллограф Руководство пользователя

## **Предупреждение**

Инструкции по обслуживанию предназначены только для квалифицированного персонала. Чтобы избежать травм, пользователю не следует выполнять никаких операций по обслуживанию, кроме описанных в данных инструкциях. Перед выполнением любых операций по обслуживанию необходимо ознакомиться со всеми правилами техники безопасности.

Поддерживается микропрограммное обеспечение версии V1.02 и более поздних.

Редакция А

[www.tek.com](http://www.tek.com)

077-1173-02

© 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.

ТЕКТРОНИХ и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

### **Как связаться с компанией Tektronix**

Tektronix, Inc.  
14150 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA (США)

Сведения о приборах, 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.tek.com](http://www.tek.com).

# Оглавление

Важная информация по безопасности .....	ix
Общие правила техники безопасности .....	ix
Правила по технике безопасности при сервисном обслуживании .....	xii
Условные обозначения в данном руководстве .....	xii
Обозначения на изделии .....	xii
Символы, встречающиеся на приборе .....	xiii
Информация о соответствии .....	xv
Соответствие требованиям по ЭМС .....	xv
Соответствие требованиям техники безопасности .....	xvi
Соответствие требованиям по защите окружающей среды .....	xviii
Предисловие .....	xix
Основные функции .....	xix
Условные обозначения, применяемые в данном руководстве .....	xix
Гарантия .....	xix

## Установка

Перед установкой прибора .....	1
Рабочие положения .....	9
Подключение пробников .....	10
Защита осциллографа .....	12
Включение питания .....	12
Выключение питания осциллографа .....	13
Проверка работоспособности .....	14
Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500B или TPP1000 .....	16
Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500B или TPP1000 .....	18
Бесплатное опробование прикладных модулей .....	19
Установка модуля прикладных программ .....	19
Расширение полосы пропускания .....	20
Изменение языка клавиатуры или интерфейса пользователя .....	21
Изменение даты и времени .....	22
Компенсация сигнального тракта для временной и частотной областей .....	23
Обновление микропрограммного обеспечения .....	25
Подключение осциллографа к компьютеру .....	27
Использование VISA .....	27
Использование e*Scope .....	27
Использование веб-страницы LXI и e*Scope .....	28

Использование сервера сокета .....	29
Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры .....	31

## Ознакомление с прибором

Меню, элементы управления и разъемы на передней панели .....	33
Меню передней панели и органы управления .....	34
Использование системы меню .....	34
Использование кнопок меню .....	36
Кнопки под экраном .....	37
Элементы управления для спектрального анализа .....	39
Другие элементы управления .....	39
Элементы на экране временной области .....	42
Элементы на экране частотной области .....	47
Элементы на экране генератора сигналов произвольной формы .....	47
Элементы на экране цифрового вольтметра .....	48
Разъемы на задней панели .....	49

## Регистрация сигнала

Настройка аналоговых каналов .....	51
Использование настройки по умолчанию .....	53
Использование автоустановки .....	54
Основные понятия регистрации сигнала .....	55
Использование режима FastAcq .....	58
Как работают аналоговые режимы сбора данных .....	60
Изменение режима регистрации, длины записи и времени задержки. ....	61
Использование режима прокрутки .....	63
Дейс.по событию .....	63
Настройка прибора для работы с последовательной или параллельной шинами .....	64
Два этапа использования шин .....	65
Установка параметров шин .....	65
Шина ARINC429 .....	69
шина I2C .....	71
шина SPI .....	71
RS232, шина .....	72
Шина CAN, CAN FD .....	73
LIN, шина .....	75
FlexRay, шина .....	76
Ethernet .....	76

Audio, шина .....	77
USB, шина .....	77
MIL STD 1553 .....	78
Активность шины на физическом уровне .....	78
Таблица событий .....	78
Обозначение каналов и шин .....	79
Настройка цифровых каналов .....	80
Когда и зачем используется режим MagniVu .....	82
Использование режима MagniVu .....	83
Настройка радиочастотных входов .....	83
Параметры частоты и диапазона .....	83
Reference Level (Опорный уровень) .....	84
Полоса пропускания разрешения .....	84

## Настройка синхронизации

Основные понятия синхронизации .....	89
Событие синхронизации .....	89
Режимы синхронизации .....	90
Задержка запуска .....	90
Тип входа запуска .....	90
Horizontal Position (Положение по горизонтали) .....	91
Наклон и уровень .....	91
Выбор типа синхронизации .....	93
Выбор режимов синхронизации .....	93
Синхронизация по шинам .....	98
Синхронизация по параллельной шине .....	98
Синхронизация по сигналам шины ARINC429 .....	99
Синхронизация по шине I2C .....	99
Синхронизация по шине SPI .....	100
Синхронизация по шине RS-232 .....	100
Запуск по шинам CAN и CAN FD .....	100
Синхронизация по шине LIN .....	101
Синхронизация по шине FlexRay .....	101
Синхронизация по шине Audio .....	101
Синхронизация по шине USB .....	101
Синхронизация по шине Ethernet .....	101
Синхронизация шины MIL-STD-1553 .....	102
Синхронизация по совпадению байтов в последовательной шине .....	102
Согласование значений данных .....	103

Совпадение байтов при синхронизации по параллельной шине .....	103
Проверка настроек синхронизации .....	104
Использование синхронизации последовательности (по событию А (основное) и по событию В (с задержкой)) .....	104
Синхронизация «В» по истечении времени задержки .....	105
Синхронизация по событиям В .....	105
Запуск и остановка регистрации .....	106

## Отображение осциллограмм или данных кривых

Добавление и удаление осциллограмм .....	107
Настройка стиля отображения и послесвечения экрана .....	107
Настройка стиля масштабной сетки .....	109
Настройка яркости подсветки ЖК-дисплея и времени, по истечении которого она уменьшается .....	110
Настройка яркости осциллограмм .....	111
Выбор масштаба и положения осциллограммы .....	112
Настройка параметров входа .....	113
Расположение и маркировка сигналов шин .....	116
Расположение, масштабирование и группировка цифровых каналов .....	117
Просмотр цифровых каналов .....	118
Комментирование экрана .....	119
Просмотр частоты синхронизации .....	120
Отображение меню частотной области .....	121
Типы кривой .....	121
Типы детекторов .....	123
экран Spectrogram (спектрограмма) .....	124

## Анализ осциллограмм или данных кривых

Использование маркеров в частотной области .....	127
Автоматические маркеры пиков .....	127
Ручные маркеры .....	129
Выполнение автоматических измерений в частотной области .....	130
Выбор автоматических измерений в частотной области .....	131
Настройка автоматических измерений в частотной области .....	134
Стробирование .....	134
Статистика .....	135
Снимок .....	135
Опорные уровни .....	137



Выполнение автоматических измерений в частотной области .....	138
Выполнение измерений с помощью цифрового вольтметра .....	138
Выполнение ручных измерений с помощью курсоров .....	140
Использование экранных надписей курсоров .....	143
Настройка гистограммы .....	144
Отображение гистограммы .....	144
Добавление измерений к данным гистограммы .....	145
Сброс измерений гистограммы и статистики .....	145
Использование расчетных осциллограмм .....	147
Использование БПФ .....	149
Использование дополнительных математических функций .....	152
Использование спектральных вычислений .....	153
Использование опорных осциллограмм и кривых .....	154
Использование функции Wave Inspector для работы с записями осциллограмм большой длины ...	157
Увеличение осциллограммы .....	157
Панорамирование осциллограммы .....	158
Воспроизведение осциллограммы и пауза .....	158
Поиск и расстановка меток в осциллограммах .....	159
Автоувеличение .....	163
Контроль предельных значений и тестирование по маске .....	164
Создание или выбор маски .....	164
Настройка теста .....	166
Выполнение теста и просмотр результатов .....	167
Тесты видеосигналов .....	169
Выполнение автоматических измерений мощности .....	171

## Сохранение и вызов информации

Структура внешнего файла .....	173
Имена файлов .....	173
Изменение названий файлов, каталогов, опорных осциллограмм и настроек прибора .....	175
Сохранение снимков экрана .....	177
Сохранение и вызов осциллограмм и кривых .....	178
Сохранение осциллограммы в файле .....	179
Сохранение осциллограммы или зависимости в долговременной памяти .....	179
Отображение опорной осциллограммы .....	179
Удаление опорной осциллограммы с экрана .....	180
Сохранение и восстановление настроек .....	181
Сохранение одним нажатием кнопки .....	183
Управление дисками, каталогами и файлами .....	184

Монтирование сетевого диска .....	184
Настройка для печати .....	185
Подсоединение принтера к осциллографу .....	185
Настройка параметров печати .....	186
Печать на принтере PictBridge .....	186
Печать через Ethernet .....	187
Печать через электронную почту .....	188
Печать одним нажатием кнопки .....	189
Использование функций обеспечения безопасности осциллографа .....	189
Очистка памяти осциллографа .....	189
Использование функции TekSecure без установленной опции MDO4SEC .....	189
Использование функции TekSecure с установленной опцией MDO4SEC .....	190

## Генератор сигналов произвольной формы/функций

Доступ к генератору сигналов произвольной формы .....	193
---	-----

## Использование прикладных модулей

Использование модулей прикладных программ .....	195
---	-----

## Приложение А. Технические характеристики осциллографов серии MDO4000C

.....	197
-------	-----

## Приложение В. Инструкции по эксплуатации пассивных пробников TRP0500B и TRP1000, 500 МГц и 1 ГГц, 10X

Сведения по эксплуатации .....	199
Подсоединение пробника к осциллографу .....	199
Компенсация пробников на осциллографах серии MDO4000C .....	199
Стандартные принадлежности .....	200
Дополнительные принадлежности .....	201
Замена наконечника пробника .....	202
Технические характеристики .....	202
Графики рабочих характеристик .....	202
Общие правила безопасности .....	204

## Приложение С. Инструкции к логическому пробнику Р6616

### общего назначения

Описание прибора .....	205
Подсоединение пробника к осциллографу .....	205
Подсоединение пробника к цепи .....	206
Проверка работоспособности .....	206
Типичный способ применения .....	206
Принадлежности .....	207
Технические характеристики .....	208
Общие правила безопасности .....	209
Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения .....	209
Соблюдайте допустимые номиналы для всех разъемов .....	209
Не используйте прибор со снятым кожухом .....	209
Не прикасайтесь к оголенным участкам цепи .....	209
Не пользуйтесь неисправным прибором .....	209
Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности .....	209
Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора .....	209
Символы и условные обозначения в данном руководстве .....	209
Символы, встречающиеся на приборе .....	210



# 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.

Для безопасного выполнения обслуживания прибора изучите *Правила техники безопасности при обслуживании*, которые следуют за разделом *Общие правила техники безопасности*.

## 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.

При использовании этого прибора может потребоваться доступ к другим частям 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 следует выполнять только с помощью кабеля, разрешенного к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет осуществляться 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.** Шнур питания отсоединяет прибор 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 провода, 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.

**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 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. Прибор снабжен ручками для подъема и переноски.

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 присоединением пробников тока отключайте питание проверяемой цепи.

Подсоедините опорный вывод пробника только к заземлению.

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

**Осматривайте пробник и принадлежности.** Перед каждым использованием осматривайте пробник и принадлежности на наличие повреждений (порезов, задигов 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 прибора. К обслуживанию устройства должен допускаться только квалифицированный персонал. Прежде чем выполнять какие-либо процедуры по обслуживанию, ознакомьтесь с *Правилами по технике безопасности при сервисном обслуживании* и *Общими правилами техники безопасности*.

**Во избежание поражения электрическим током.** Не прикасайтесь к оголенным контактам разъемов.

**Не выполняйте операции по обслуживанию в одиночку.** При обслуживании или настройке внутренних частей 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 приборе могут присутствовать опасные напряжения и токи. Прежде чем снимать защитные панели, производить пайку или замену компонентов, отключите питание, извлеките 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

Условные обозначения в данном руководстве:



---

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

---



---

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

---

## Обозначения на изделии

Ниже приводится список символов на изделии.

- Обозначение DANGER (ОПАСНО!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение WARNING (ВНИМАНИЕ!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение CAUTION (ОСТОРОЖНО!) указывает на возможность повреждения данного прибора и другого имущества.



## Символы, встречающиеся на приборе



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 изделии.



ОСТОРОЖНО  
См. руководство



Контактный  
вывод  
защитного  
заземления



Заземление  
шасси



Режим  
ожидания



# Информация о соответствии

В данном разделе приводится список стандартов по электромагнитной совместимости (ЭМС), безопасности и охране окружающей среды, которым соответствует настоящий прибор.

## Соответствие требованиям по ЭМС

### Директива ЕС по ЭМС

Соответствует требованиям директивы 2014/30/ЕС по электромагнитной совместимости. Проведены испытания на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в Official Journal of the European Communities):

**EN 61326-1, EN 61326-2-1.** Требования по электромагнитной совместимости для контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования. <sup>1 2 3 4</sup>

- CISPR 11. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А.
- IEC 61000-4-2. Защищенность от электростатических разрядов
- IEC 61000-4-3. Защищенность от высокочастотных полей <sup>5</sup>
- IEC 61000-4-4. Защищенность от перепадов и всплесков напряжения
- IEC 61000-4-5. Защищенность от скачков напряжения в сети питания
- IEC 61000-4-6. Защищенность от наведенных радиочастотных помех <sup>6</sup>
- IEC 61000-4-8. Испытание на устойчивость магнитного поля частоты питания
- IEC 61000-4-11. Защищенность от понижения и пропадания напряжения в сети питания

**EN 61000-3-2.** Гармонические излучения сети переменного тока

**EN 61000-3-3.** Изменения напряжения, флуктуации и фликер-шум

**Код Контактная информация по нормативам произв..**

Tektronix, Inc. PO Box 500, MS 19-045

Beaverton, OR 97077, USA

[ru.tek.com](http://ru.tek.com)

<sup>1</sup> Прибор предназначен для использования только в нежилых помещениях. При использовании в жилых помещениях прибор может создавать электромагнитные помехи.

<sup>2</sup> При подключении оборудования к испытываемому объекту может возникать излучение, превышающее установленный этим стандартом уровень.

<sup>3</sup> Оборудование может не соответствовать требованиям помехоустойчивости перечисленных применимых стандартов из-за электромагнитных наводок на подключенные измерительные провода и (или) пробники. Для минимизации влияния электромагнитных помех следует уменьшать площадь контура, образуемого неэкранированными участками сигнальных проводников и соответствующими обратными проводниками, и размещать проводники по возможности дальше от источников электромагнитного излучения. Скручивание неэкранированных измерительных проводов является эффективным способом уменьшения площади контура. Длину обратного проводника заземления пробника следует выбирать минимальной и размещать его по возможности ближе к корпусу пробника. На некоторых пробниках для этого имеются специальные переходники для наконечников пробника. В любом случае, следует соблюдать все инструкции по технике безопасности для используемых пробников или проводов.

<sup>4</sup> Для обеспечения соответствия требованиям перечисленных стандартов по электромагнитной совместимости следует использовать высококачественные экранированные интерфейсные кабели.

<sup>5</sup> При смещении осциллограммы не более чем на 4,0 деления или размахе шумов не более 8,0 делений.

Остаточные паразитные сигналы в радиочастотной части могут обычно возрастать до -65 дБм в случае воздействия на прибор электромагнитных помех при проведении испытаний до ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006) на частотах до 1 ГГц и до -45 дБм на частотах свыше 1 ГГц.

<sup>6</sup> При смещении осциллограммы не более чем на 4,0 деления или размахе шумов не более 8,0 делений.

Остаточные паразитные сигналы в радиочастотной части могут возрастать до -80 дБм в случае воздействия на прибор электромагнитных помех при проведении испытаний согласно ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96).

## Декларация о соответствии стандартам Австралии и Новой Зеландии — ЭМС

Соответствует следующему стандарту электромагнитной совместимости для радиосвязи в соответствии с АСМА:

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

## Российская Федерация

Российское правительство подтвердило соответствие этого прибора российским стандартам ГОСТ.

## Соответствие требованиям техники безопасности

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

### Декларация о соответствии стандартам ЕС — низковольтное оборудование

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

Директива ЕС по низковольтному оборудованию и системам Low Voltage Directive 2014/35/EU

- EN 61010-1. Требования по безопасности контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования, часть 1: Общие требования.
- EN 61010-2-030. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

### Перечень аккредитованных национальных испытательных лабораторий США

- UL 61010-1. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 1: Общие требования.
- UL 61010-2-030. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

### Действующие в Канаде сертификаты:

- 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. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

### Дополнительные стандарты

- IEC 61010-1. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 1: Общие требования.
- IEC 61010-2-030. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения, часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

## Тип оборудования

Тестовое и измерительное оборудование.

## Класс безопасности

Класс 1 — заземленный прибор.

## Описания степени загрязнения

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

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

## Степень загрязнения

Уровень загрязнения 2 (по ГОСТ IEC 61010-1-2014). Примечание: прибор рассчитан на использование исключительно в сухих помещениях.

## Степень защиты IP

IP20 по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013), стандарт вводится в действие с 01.03.2017.

## 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 приборе и в руководстве).

- Категория измерения II. Для измерений, выполняемых в цепях, непосредственно подключенных к низковольтному оборудованию.
- Категория измерения III. Для измерений в установках, расположенных внутри здания.
- Категория измерения IV. Для измерений низковольтных установок.

---

**NOTE.** 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 (по ГОСТ IEC 61010-1-2014)

## Соответствие требованиям по защите окружающей среды

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

### Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать приведенные ниже правила.

**Утилизация оборудования.** При изготовлении этого прибора использовались природные ресурсы. 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, приведенным в директивах 2012/19/EU и 2006/66/EC об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Информация о возможных способах утилизации приведена на веб-сайте компании Tektronix ([www.tek.com/productrecycling](http://www.tek.com/productrecycling)).

**Материалы, содержащие перхлорат.** Этот прибор 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 см. на странице [www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate](http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate).

# Предисловие

В данном руководстве содержится информация об эксплуатации следующих осциллографов.

MDO4024C

MDO4034C

MDO4054C

MDO4104C

## Основные функции

Комбинированный осциллограф MDO4000C включает в себя до шести встроенных приборов, каждый из которых обладает исключительными характеристиками и предназначен для решения сложных задач. Каждый осциллограф обладает мощными возможностями синхронизации, поиска и анализа данных. Это — единственные осциллографы, позволяющие выполнять анализ синхронных аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов. Конфигурацию прибора MDO4000C можно полностью изменять по требованию заказчика, конструкция прибора предполагает возможность выполнения полной модернизации.

- Имеются модели с полосой пропускания от 200 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 точек
- Максимальная скорость регистрации > 340 000 осциллограмм в секунду
- Специальный входной канал радиочастотных сигналов для измерений в частотной области (при заказе)
- Синхронизированная во времени регистрация аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов с помощью одного прибора
- Генератор сигналов произвольной формы с частотой 50 МГц (при заказе)
- 16 цифровых каналов и четыре аналоговых канала для измерений во временной области (выбираются при заказе)
- Расширенные возможности синхронизации и анализа: для шин ARINC429, I<sup>2</sup>C, SPI, USB 2.0, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I<sup>2</sup>S, Left Justified (LJ — выравнивание по левому полю), Right Justified (RJ — выравнивание по правому полю), с временным уплотнением (TDM), Ethernet, MIL-STD-1553 (с соответствующими модулями прикладных программ) и Parallel (выбирается при заказе)
- Дополнительный модуль прикладных программ для анализа работы систем электропитания и контроля предельных значений по маске (выбирается при заказе)

## Условные обозначения, применяемые в данном руководстве

В данном руководстве используются следующие обозначения.

Одно из последовательных действий	Выключатель питания на передней панели	Подключение электропитания	Сеть	USB
1				

## Гарантия

Гарантия 3 года на все детали и работу, за исключением пробников.





# Установка

## Перед установкой прибора

Распакуйте осциллограф и убедитесь в наличии всех комплектующих по списку стандартных принадлежностей. На следующих страницах приводится список рекомендуемых принадлежностей и пробников, вариантов комплектов поставки прибора и обновлений. Актуальные сведения можно найти на веб-сайте корпорации Tektronix ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).

Все поставляемые изделия укомплектованы отпечатанным руководством по установке и технике безопасности на английском, японском, китайском (упрощенное письмо) и французском языках. Полные руководства пользователя на каждом из перечисленных ниже языков доступны в формате PDF на сайте [www.tektronix.com/downloads](http://www.tektronix.com/downloads).

**Таблица 1: Стандартные принадлежности**

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
<i>Серия MDO4000C. Комбинированный осциллограф. Руководство пользователя</i> Эти руководства доступны на сайте <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a>	На английском языке (комплект поставки L0)	077-1167-XX
	На французском языке (комплект поставки L1)	077-1168-XX
	На итальянском языке (комплект поставки L2)	077-1170-XX
	На немецком языке (комплект поставки L3)	077-1169-XX
	На испанском языке (комплект поставки L4)	077-1171-XX
	На японском языке (комплект поставки L5)	077-1177-XX
	На португальском языке (комплект поставки L6)	077-1172-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (комплект поставки L7)	077-1174-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (комплект поставки L8)	077-1175-XX
	На корейском языке (комплект поставки L9)	077-1176-XX
На русском языке (комплект поставки L10)	077-1173-XX	
Сертификат калибровки подтверждает прослеживаемость измерений до национальных метрологических институтов и соответствие системы качества требованиям ISO9001		--

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Накладка на переднюю панель Если при заказе указан требуемый язык, то две наклейки на переднюю панель на выбранном языке включаются в комплект поставки. Следует использовать подходящую к прибору наклейку.	На французском языке (исполнение L1), версия SA Версия, отличная от SA	335-3598-XX 335-3608-XX
	На итальянском языке (исполнение L2), версия SA Версия, отличная от SA	335-3600-XX 335-3610-XX
	На немецком языке (исполнение L3), версия SA Версия, отличная от SA	335-3601-XX 335-3611-XX
	На испанском языке (исполнение L4), версия SA Версия, отличная от SA	335-3602-XX 335-3612-XX
	На японском языке (исполнение L5), версия SA Версия, отличная от SA	335-3603-XX 335-3613-XX
	На португальском языке (исполнение L6), версия SA Версия, отличная от SA	335-3604-XX 335-3614-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (исполнение L7), версия SA Версия, отличная от SA	335-3605-XX 335-3615-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (исполнение L8), версия SA Версия, отличная от SA	335-0306-XX 335-3616-XX
	На корейском языке (исполнение L9), версия SA Версия, отличная от SA	335-3607-XX 335-3617-XX
	На русском языке (исполнение L10), версия SA Версия, отличная от SA	335-3599-XX 335-3609-XX
Пробники	Для моделей с полосой 200, 350 и 500 МГц по одному пассивному пробнику 500 МГц 10X на канал	TPP0500B
	Для моделей с полосой 1 ГГц по одному пассивному пробнику 1 ГГц 10X на канал	TPP1000
Переходник для моделей в комплектации SA3 или SA6	Соединитель N (вилка) — соединитель BNC (розетка)	103-0045-00
Передняя крышка	Жесткая пластиковая защитная крышка прибора	200-5130-00

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Шнур питания	Для Северной Америки (комплект поставки A0)	161-0348-00
	Универсальная евровилка (комплект поставки A1)	161-0343-00
	Великобритания (комплект поставки A2)	161-0344-00
	Австралия (комплект поставки A3)	161-0346-00
	Швейцария (комплект поставки A5)	161-0347-00
	Япония (комплект поставки A6)	161-0342-00
	Китай (комплект поставки A10)	161-0341-00
	Индия (комплект поставки A11)	161-0349-00
	Бразилия (комплект поставки A12)	161-0356-00
	Без шнура и блока питания переменного тока (комплект поставки A99)	--
Логический пробник, с дополнительным пакетом MDO4MSO	Один 16-канальный логический пробник с принадлежностями	P6616
Футляр для пробника и принадлежностей	Сумка для хранения пробников и дополнительных принадлежностей	016-2030-xx

Таблица 2: Дополнительные принадлежности

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин аэрокосмических систем	Этот модуль обеспечивает возможность синхронизации по сигналам последовательных шин ARINC429 и MIL-STD-1553. Он также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования сигналов шины, инструменты для поиска и построения таблицы декодированных данных с отметками времени.	DPO4AERO
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин передачи звуковых сигналов	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по сигналам шин для передачи звуковых сигналов I <sup>2</sup> S, Left Justified (LJ) (выравнивание по левому полю), Right Justified (RJ) (выравнивание по правому полю) и с временным уплотнением (TDM). Он также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования пакетов, инструменты для поиска и построения таблицы декодированных пакетов с отметками времени	DPO4AUDIO

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин автомобильных систем	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по данным на уровне пакетов в последовательных шинах CAN, CAN FD и LIN. Он также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования пакетов, инструменты для поиска и построения таблицы декодированных пакетов с отметками времени.	DPO4AUTO
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин FlexRay, CAN, CAN FD и LIN	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по данным на уровне пакетов в шинах FlexRay, CAN, CAN FD и LIN. Он также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования пакетов, инструменты для поиска, построения таблицы декодированных пакетов с отметками времени и программные средства для анализа «глазковой» диаграммы.	DPO4AUTOMAX
Модуль для работы пакета прикладных модулей	Этот модуль обеспечивает возможность использования модулей DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET, DPO4LMT, DPO4PWR, DPO4USB и DPO4VID	DPO4BND
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин вычислительных систем	Этот модуль обеспечивает возможность синхронизации по сигналам последовательных шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART. Модуль также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования пакетов, инструменты для поиска и построения таблицы декодированных пакетов с отметками времени.	DPO4COMP
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин встроенных систем	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по данным на уровне пакетов в последовательных шинах I <sup>2</sup> C и SPI. Модуль также предоставляет возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования пакетов, инструменты для поиска и построения таблицы декодированных пакетов с отметками времени.	DPO4EMBD

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин Ethernet	<p>Этот модуль добавляет возможность синхронизации по данным в шинах 10BASE-T и 100BASE-TX. Он также предоставляет инструменты для поиска, отображения состояния шин, декодирование передаваемых по шине данных и построение таблицы декодированных пакетов с отметками времени.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Для шин 100BASE-TX рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.</p>	DPO4ENET
Модуль контроля предельных значений и проверки по маске	<p>Этот модуль обеспечивает выполнение испытаний на предельные значения и проверок на соответствие требованиям телекоммуникационных стандартов и заданным пользователем маскам.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Для соответствующих телекоммуникационным стандартам сигналов со скоростями более 55 Мбит/с рекомендуется использовать модели осциллографов с полосой пропускания более 350 МГц. Для исследования сигналов высокоскоростных шин USB рекомендуется использовать модели осциллографов с полосой пропускания 1 ГГц.</p>	DPO4LMT
Модуль прикладных программ для анализа качества электропитания	<p>Этот модуль обеспечивает измерение параметров качества электропитания, потерь при переключении, гармоник, скачков, модуляции, области устойчивой работы и скорости изменения (<math>dV/dt</math> и <math>dI/dt</math>).</p>	DPO4PWR

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин USB	<p>Этот модуль обеспечивает синхронизацию по данным на уровне пакетов для последовательных шин USB 2.0. Модуль также обеспечивает возможность цифрового отображения сигнала, состояния шин, декодирования передаваемых по шине данных и вывод значений в шестнадцатеричном, двоичном формате или в кодировке ASCII, инструменты для поиска и создания таблиц декодированных данных с отметками времени.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Для работы с сигналами высокоскоростных шин USB следует использовать модели осциллографов с полосой пропускания 1 ГГц.</p>	DPO4USB
Прикладной модуль с расширенными функциями для работы с сигналами передачи видео	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по множеству видеосигналов стандарта ТВЧ (HDTV), а также по заданным пользователем (нестандартным) двух- и трехуровневым видеосигналам с количеством строк от 3 000 до 4 000.	DPO4VID
Модуль расширенных режимов синхронизации по радиочастотным сигналам (для приборов в комплектации SA3 или SA6)	Этот модуль обеспечивает синхронизацию по мощности радиочастотных сигналов, позволяет настроить запуск по длительности радиоимпульса, времени задержки, по импульсам малой амплитуды, использовать логические выражения и задавать последовательности запуска.	MDO4TRIG
NEX-HD2HEADER	Переходник для вывода сигналов соединителя Micro на штыревые контакты с шагом 2,54 мм.	NEX-HD2HEADER
Переходник TEK-USB-488	Преобразователь интерфейса GPIB—USB	TEK-USB-488
Комплект для монтажа в стойку	Дополнительные кронштейны для монтажа в стойку	RMD5000
Мягкая сумка для переноски	Футляр для переноски прибора	ACD4000B
Жесткий футляр для транспортировки	Транспортный футляр, требует наличия мягкой сумки для переноски (ACD4000B).	HCTEK54

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
MSO4000B, DPO4000B, MDO4000B/C, and MDO3000 Series Oscilloscopes Programmer Manual (Руководство программиста для осциллографов серий MSO4000B, DPO4000B, MDO4000B/C и MDO3000)	Содержит описание команд дистанционного управления осциллографом. Доступно для загрузки с веб-сайта <a href="http://www.tektronix.com/downloads">www.tektronix.com/downloads</a> .	077-0510-XX
MDO4000C Series Mixed Domain Oscilloscopes. Specifications and Performance Verification. Technical Reference (Технические характеристики и техническое руководство по проверке эксплуатационных параметров осциллографов серии MDO4000C)	Содержит описание технических характеристик осциллографа и процедур их контроля. Доступно для загрузки с веб-сайта <a href="http://www.tektronix.com/downloads">www.tektronix.com/downloads</a> .	077-1178-XX
MDO4000C Series Mixed Domain Oscilloscopes. Service Manual (Руководство по техническому обслуживанию осциллографов серии MDO4000C)	Информация по обслуживанию осциллографов серии MDO4000C.	077-1179-XX
MDO4000C Series Application Module Installation Instructions (Руководство по установке прикладных модулей для осциллографов серии MDO4000C)	Описание установки модулей прикладных программ на осциллограф.	071-3253-XX
DPO3PWR и DPO4PWR. Модули анализа систем питания. Руководство по эксплуатации	На английском языке (комплект поставки L0)	071-2631-XX
	На французском языке (комплект поставки L1)	077-0235-XX
	На итальянском языке (комплект поставки L2)	077-0236-XX
	На немецком языке (комплект поставки L3)	077-0237-XX
	На испанском языке (комплект поставки L4)	077-0238-XX
	На японском языке (комплект поставки L5)	077-0239-XX
	На португальском языке (комплект поставки L6)	077-0240-XX
	На китайском языке, упрощенное письмо (комплект поставки L7)	077-0241-XX
	На китайском языке, традиционное письмо (комплект поставки L8)	077-0242-XX
	На корейском языке (комплект поставки L9)	077-0243-XX
На русском языке (комплект поставки L10)	077-0244-XX	

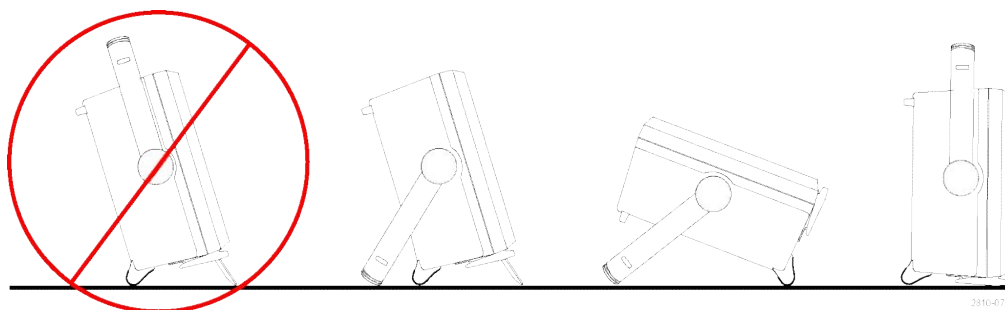
Принадлежность	Описание	Номер по каталогу Tektronix
MDO4000C Series Oscilloscopes Declassification and Security Instructions (Инструкции по рассекречиванию и обеспечению безопасности осциллографов серии MDO4000C)	Содержит описание процедур очистки содержимого памяти или изъятия запоминающих устройств из осциллографов Tektronix серии MDO4000C.	077-1180-00
Пробники TekVPI	Посетите страницу помощи в выборе пробника и принадлежностей для осциллографов на сайте Tektronix по адресу <a href="http://www.tektronix.com">www.tektronix.com</a> .	
	<b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Некоторая часть пробников TekVPI пригодна также для работы с входами РЧ-сигналов. Для использования этих пробников требуется переходник TPA-N-VPI, указанный в списке ниже.	
Переходник TPA-N-VPI	Переходник между соединителем типа N (вход РЧ-сигнала) и пробником TekVPI.	TPA-N-VPI
Переходник TPA-BNC	Переходник TekVPI — TekProbe II BNC	TPA—BNC

Осциллографы серии MDO4000C работают со многими дополнительно приобретаемыми пробниками. См. [Подключение пробников](#) на странице 10 . Для получения актуальной информации обратитесь к странице помощи в выборе пробника и принадлежностей для осциллографов на сайте Tektronix по адресу ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).



## Рабочие положения

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

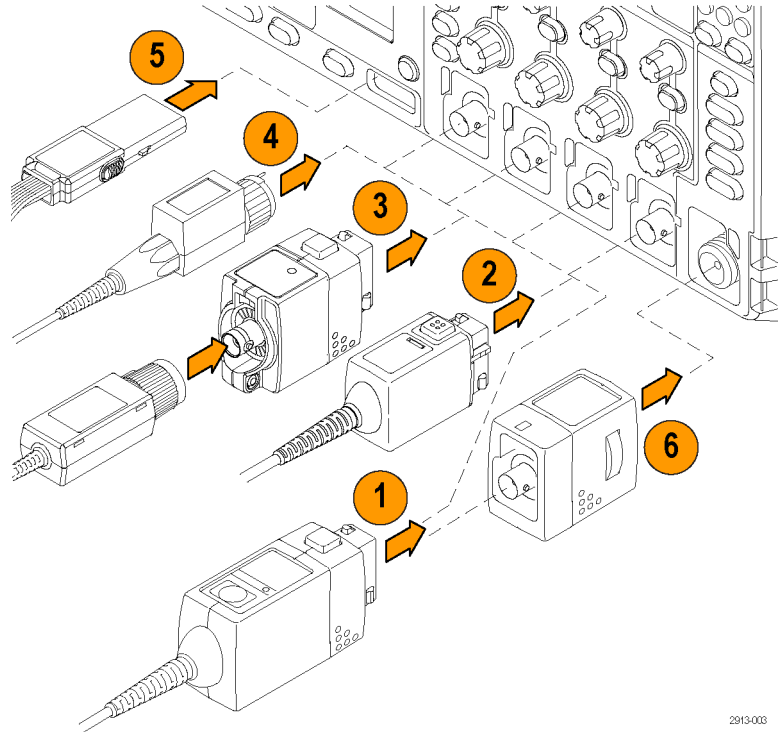


## Подключение пробников

Ниже перечислены варианты подключения пробников к осциллографу.

### 1. Универсальный интерфейс пробника Tektronix (TekVPI)

Эти пробники обеспечивают двусторонний обмен информацией с осциллографом через экранные 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.



2913-003

### 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.

#### 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 P6616 предоставляет 16 каналов цифровой информации (во включенном или выключенном состоянии).

#### 6. Адаптер TPA-N-VPI позволяет использовать пробники TekVPI через вход радиочастотных сигналов.

Для получения дополнительной информации по ассортименту пробников, совместимых с осциллографами серии MDO4000C, посетите веб-сайт помощника по выбору пробника и принадлежностей к осциллографам по адресу [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).

## Защита осциллографа

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



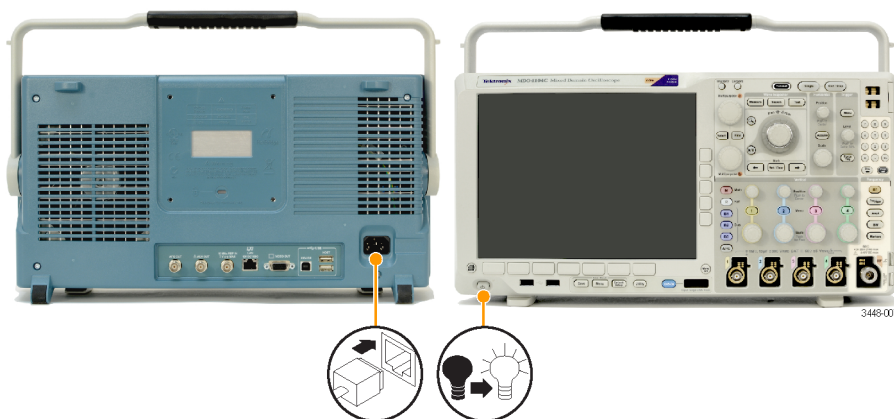
## Включение питания

1. Подсоедините шнур питания (входит в комплект поставки) к разъему питания на задней панели.
2. Чтобы включить прибор, нажмите кнопку питания на передней панели прибора.

---

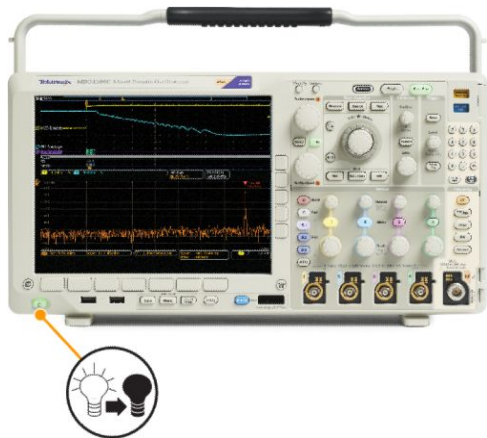
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Кнопка передней панели Standby (Режим ожидания) не отключает прибор от источника питания. Чтобы полностью отключить питание прибора, отсоедините шнур питания, подключенный к его задней панели.

---



## Выключение питания осциллографа

Чтобы выключить осциллограф, нажмите кнопку питания на передней панели прибора.

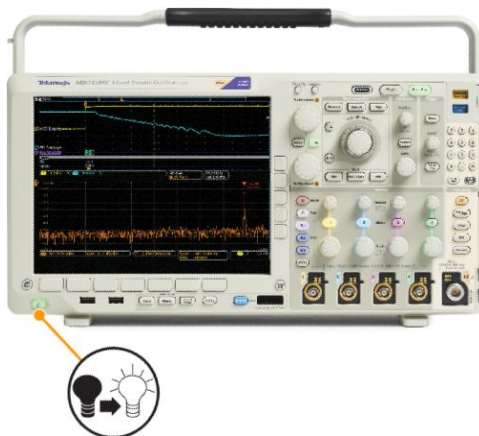


Чтобы отключить питание прибора, нажмите кнопку питания на передней панели прибора еще раз для выключения, затем отсоедините шнур питания.

## Проверка работоспособности

Быстрая проверка функций позволяет убедиться в правильной работе осциллографа.

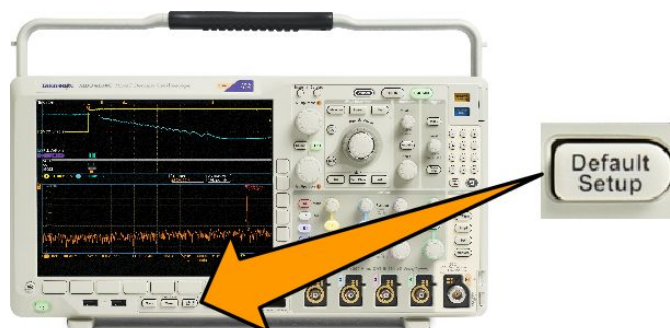
1. Подключите кабель питания осциллографа.
2. Включите осциллограф.



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



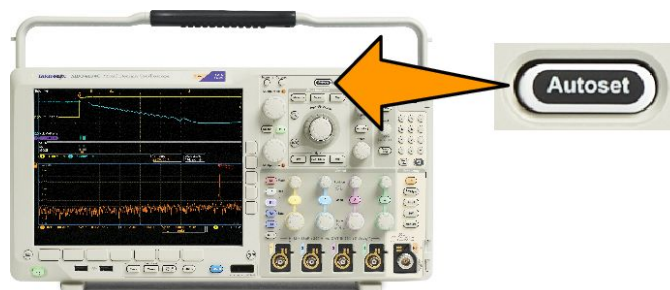
4. Нажмите кнопку **Настройки по умолчанию**.



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

Если форма сигнала искажена, выполните компенсацию пробника.

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



## Компенсация пассивного пробника напряжения TRP0500В или TRP1000

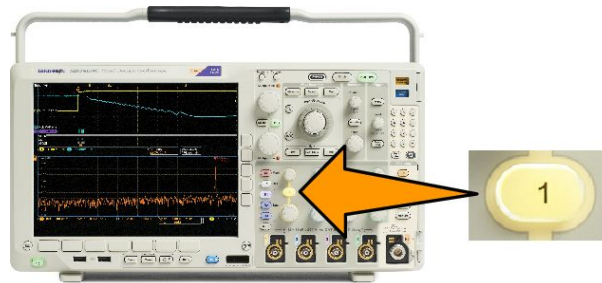
Осциллограф Tektronix может автоматически выполнять компенсацию пробников TRP0500В и TRP1000. Это устраняет необходимость в ручной компенсации, которая требуется при использовании других видов пробников.

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.
2. Подключите кабель питания осциллографа.
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.

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.

Связь по пост.   перем. току	Согласов. напр. задана TRP1000	Инверсия Вкл.   Выкл.	Ширина полосы пропускания на уровне полной мощности	Etiqueta	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**.

Настройка пробника TRP1000
Сер. номер: 000001 Ослабление: 10X
Состояние Состояние По умолчанию
Компенсация пробник для 1
Измерить Ток Да   Нет

7

8

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



При компенсации пробников TPP0500B/TPP1000 на осциллографе:

- 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.
- 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 TPP0500B 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.

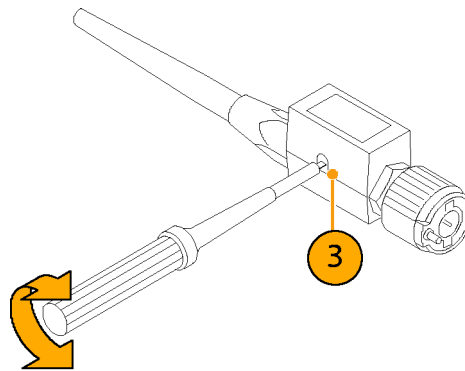
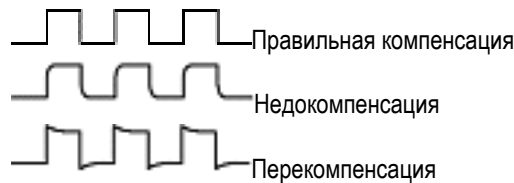
---

## Компенсация пассивного пробника напряжения, отличного от TPP0500B 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 TPP0500B и TPP1000, см. [Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500B или TPP1000](#) на странице 16 на любом пассивном пробнике, кроме пробников Tektronix серии TPP0500B/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. В противном случае, чтобы правильно скомпенсировать пассивный пробник, необходимо выполнить описанные ниже действия.

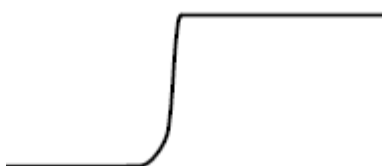
1. Выполните проверку работоспособности. См. [Проверка работоспособности](#) на странице 14.
2. По форме отображаемой осциллограммы определить, правильно ли скомпенсирован пробник.
3. При необходимости настройте пробник. Повторяйте операцию по мере надобности.



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 прикладных модулей, не установленных в вашем осциллографе. Пробный период начинается при первом включении питания осциллографа.

Через 30 дней, если вы хотите продолжать использовать этот модуль прикладных программ, необходимо 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 меню нажмите кнопку **О программе**, затем в боковом меню нажмите кнопку «Прикладные модули», чтобы увидеть срок действия.

## Установка модуля прикладных программ



**ОСТОРОЖНО.** Во избежание повреждения осциллографа или прикладного модуля ознакомьтесь с мерами предосторожности, относящимися к ЭСР (электростатическому разряду). См. [Включение питания](#) на странице 12.

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

См. [Выключение питания осциллографа](#) на странице 13.

Дополнительные пакеты модулей прикладных программ позволяют расширить возможности осциллографа.

Можно физически установить до четырех прикладных модулей одновременно. Прикладные модули устанавливаются в два разъема, окна которых расположены в верхнем правом углу передней панели. За этими двумя разъемами находятся два дополнительных разъема. Чтобы воспользоваться этими разъемами, установите модуль. При этом наклейка должна быть обращена в противоположную от пользователя сторону.

На некоторые модули предоставляется лицензия, которые можно передавать между прикладными модулями и осциллографом. Каждую лицензию можно хранить в модуле, что позволяет использовать его и в другом приборе. Имеется также возможность перемещения лицензии 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 осциллографа. Вставьте прикладные модули 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 по установке прикладных модулей для осциллографов серии MDO3000 и MDO4000*, входящем в комплект поставки прикладного модуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При переносе лицензии из модуля в осциллограф модуль не будет работать на другом осциллографе до тех пор, пока вы не перенесете лицензию из осциллографа в модуль. Поместите физический модуль в конверт или другое хранилище с отметками даты, названия модуля, модели и серийного номера осциллографа, в котором хранится его лицензия. Это поможет предотвратить ошибки впоследствии, если кто-нибудь найдет модуль, установит его в какой-либо другой осциллограф и будет гадать, почему он не работает.

## Расширение полосы пропускания

Если необходимо больше возможностей при работе с прибором, можно расширить его полосу пропускания. Для этого необходимо приобрести обновление.

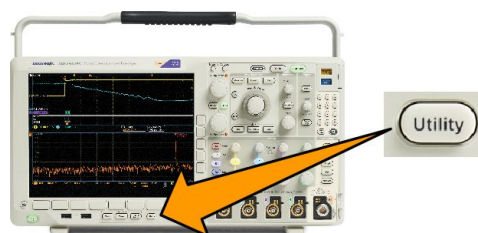
При всех модернизациях необходимо отправить прибор в центр обслуживания Tektronix для полной калибровки.

Модернизируемая модель	Опция SA3 или опция SA6 (анализатор спектра)	Полоса пропускания перед модернизацией	Полоса пропускания после модернизации	Заказать изделие
MDO4024C	Нет	200 МГц	350 МГц	MDO4BW2T34
		200 МГц	500 МГц	MDO4BW2T54
		200 МГц	1 ГГц	MDO4BW2T104
		350 МГц	500 МГц	MDO4BW3T54
		350 МГц	1 ГГц	MDO4BW3T104
		500 МГц	1 ГГц	MDO4BW5T104
MDO4034C	Нет	350 МГц	500 МГц	MDO4BW3T54
		350 МГц	1 ГГц	MDO4BW3T104
		500 МГц	1 ГГц	MDO4BW5T104
MDO4054C	Нет	500 МГц	1 ГГц	MDOBW5T104
MDO4024C	Да	200 МГц	350 МГц	MDO4BW2T34-SA
		200 МГц	500 МГц	MDO4BW2T54-SA
		200 МГц	1 ГГц	MDO4BW2T104-SA
		350 МГц	500 МГц	MDO4BW3T54-SA
		350 МГц	1 ГГц	MDO4BW3T104-SA
		500 МГц	1 ГГц	MDO4BW5T104-SA
MDO4034C	Да	350 МГц	500 МГц	MDO4BW3T54-SA
		350 МГц	1 ГГц	MDO4BW3T104-SA
		500 МГц	1 ГГц	MDO4BW5T104-SA
MDO4054C	Да	500 МГц	1 ГГц	MDO4BS5T104-SA

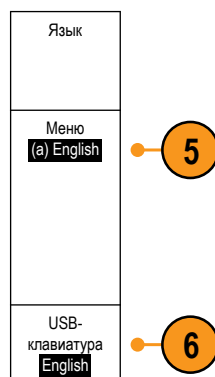
## Изменение языка клавиатуры или интерфейса пользователя

Чтобы изменить язык клавиатуры или пользовательского интерфейса осциллографа и изменить обозначения кнопок передней панели с помощью наклейки, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг.**

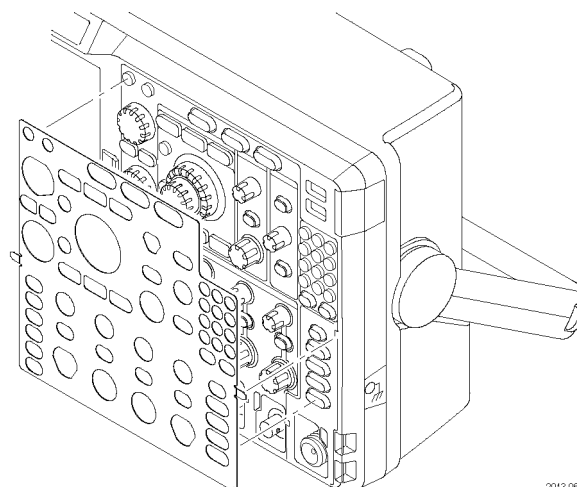


4. В появившемся нижнем меню нажмите кнопку **Язык**.
5. В открывшемся боковом меню нажмите кнопку **Меню** и выберите нужный язык пользовательского интерфейса многофункциональным регулятором **a**.
6. В открывшемся боковом меню нажмите кнопку **USB-клавиатура** и выберите нужную версию языка клавиатуры 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.



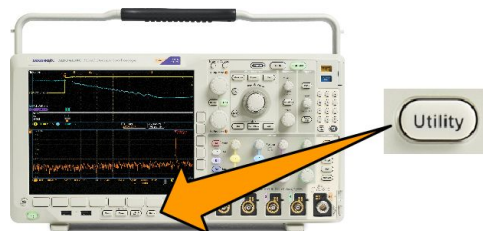
2913-005

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В случае выбора языка при покупке можно получить две наклейки на переднюю панель на выбранном языке: одну для моделей с опциями работы с радиочастотными сигналами (опции SA3 или SA6) и одну для моделей без таких опций. Следуйте инструкциям, поставляемым с наклейками на переднюю панель.

## Изменение даты и времени

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

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



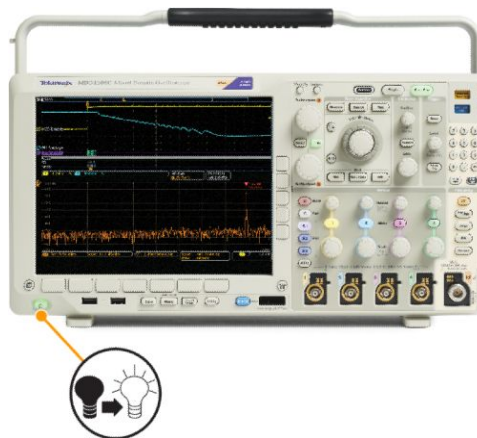
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг**.
5. Нажмите кнопки на боковой панели и поверните оба многофункциональных регулятора (**a** и **b**), чтобы установить значения времени и даты.
6. Нажмите кнопку **ОК установка даты и времени**.

## Компенсация сигнального тракта для временной и частотной областей

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.

Для компенсации сигнального тракта выполните следующие действия.

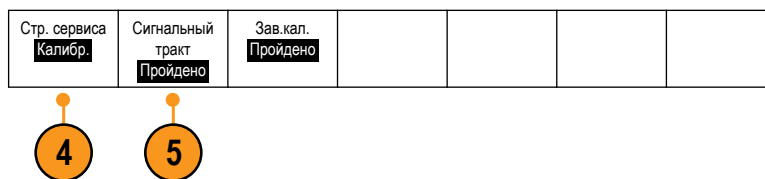
1. Прогрейте осциллограф не менее 20 минут. Отключите от входов каналов все внешние сигналы (пробники и кабели). Входные сигналы, содержащие составляющую переменного тока, могут помешать компенсации.



2. Нажмите кнопку **Utility**.



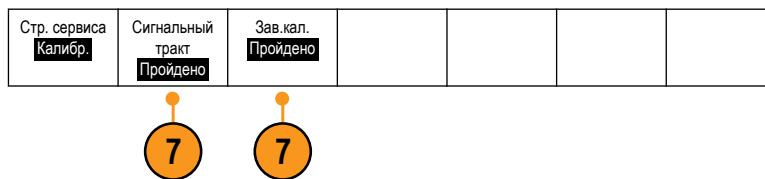
3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
4. Поверните многофункциональный регулятор **a** и выберите **Калибр..**
5. Нажмите **Сигнальный тракт** в нижнем меню.



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

Продолжительность калибровки составляет приблизительно 10 мин.

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

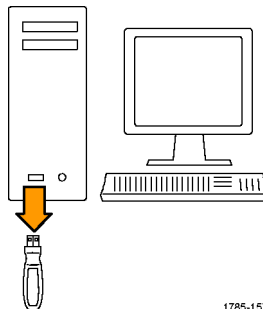
---



## Обновление микропрограммного обеспечения.

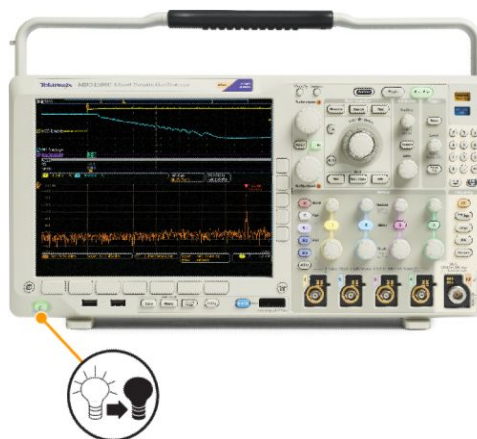
Чтобы обновить микропрограммное обеспечение, выполните следующие действия.

1. Откройте веб-браузер и перейдите по адресу [www.tektronix.com/software/downloads](http://www.tektronix.com/software/downloads). 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.

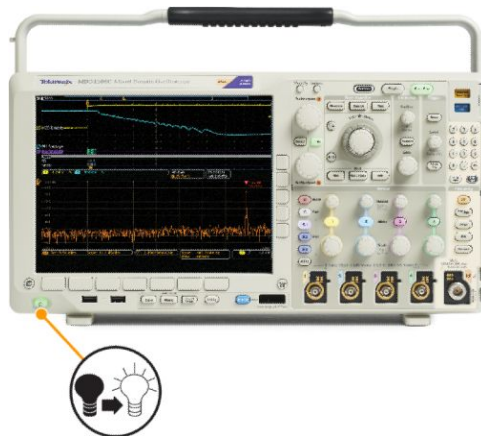
2. Выключите питание осциллографа.



3. Вставьте накопитель USB в разъем USB на передней панели осциллографа.

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

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

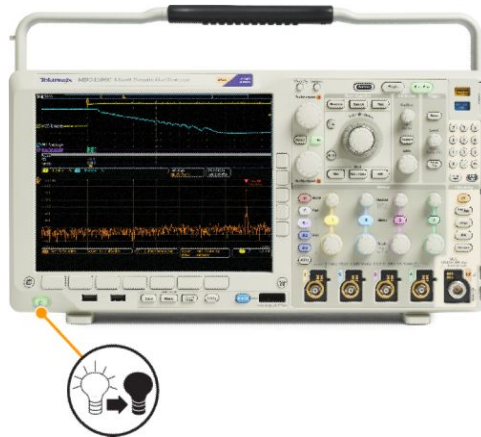



---

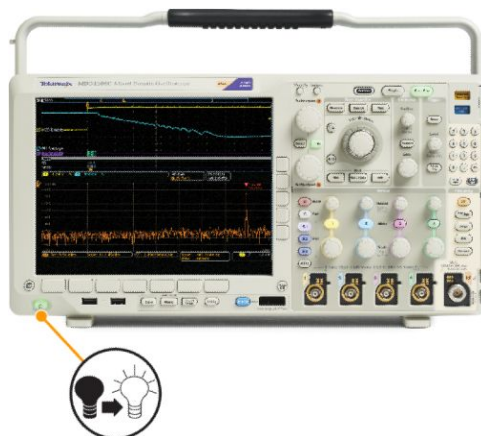
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Не выключайте осциллограф и не удаляйте накопитель из разъема USB до тех пор, пока осциллограф не завершит установку микропрограммного обеспечения.

---

5. Выключите осциллограф и отсоедините USB-накопитель.



6. Включите осциллограф.



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



8. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
9. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг**.
10. Нажмите кнопку **O** программе.
11. Убедитесь, что номер версии совпадает с номером версии нового микропрограммного обеспечения.

## Подключение осциллографа к компьютеру

Подключите осциллограф непосредственно к компьютеру, чтобы позволить ПК выполнить анализ данных, сбор снимков экрана или управление осциллографом.

Существует три способа подключения осциллографа к компьютеру: с помощью драйверов VISA, веб-инструментов e\*Score и сервера сокета. Драйверы VISA используются для обмена информацией между компьютером и осциллографом с помощью программного обеспечения, например Tektronix OpenChoice Desktop®. e\*Score используется для обмена данными между осциллографом и компьютером с помощью веб-браузера, например Microsoft Internet Explorer. Для достижения наилучших результатов используйте браузер, поддерживающий HTML 5.

### 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, например USB, Ethernet или GPIB.

Чтобы использовать VISA, загрузите драйверы VISA на компьютер. Кроме того, загрузите необходимое приложение, например OpenChoice Desktop. Драйверы и программное обеспечение OpenChoice Desktop можно найти на веб-сайте Tektronix ([www.tektronix.com/downloads](http://www.tektronix.com/downloads)).

### Использование e\*Score

e\*Score позволяет связаться с любым подключенным к Интернету осциллографом серии MDO4000C и управлять им с компьютера через веб-браузер.

Подключите осциллограф к сети с помощью порта локальной сети. Встроенный веб-интерфейс LXI (ядро 2011, версия 1.4) предоставляет сведения о конфигурации сети, которые можно изменять и настраивать. Кроме того, он обеспечивает удаленное управление прибором через пользовательский интерфейс e\*Score. С его помощью можно управлять параметрами прибора, сохранять снимки экрана, данные или установки прибора, а также делать многое другое. Выполняйте все эти функции с помощью веб-интерфейса, защищаемого паролем.

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

1. Загрузите на компьютер драйверы VISA. Кроме того, загрузите необходимое приложение, например OpenChoice Desktop.

Драйверы и программное обеспечение OpenChoice Desktop можно найти на [веб-странице с возможностью поиска программного обеспечения Tektronix \(www.tektronix.com/downloads\)](http://www.tektronix.com/downloads).

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** (Сервис).
4. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
5. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду «Ввод/Вывод».
6. Если используется интерфейс USB, настройка системы при включенной шине USB выполняется автоматически. Проверьте значение для параметра USB в нижнем меню, чтобы убедиться, что шина USB включена. Если шина не включена, нажмите кнопку **USB**. Затем нажмите кнопку **Подключить к компьютеру** в боковом меню.
7. Для использования Ethernet нажмите в нижнем меню кнопку **Ethernet и LXI**.  
Используя кнопки бокового меню, установите параметры сети (если необходимо). Дополнительные сведения см. далее в разделе «Информация о настройке e\*Scope».
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**. С помощью ручки «Многофункц. а» введите адрес GPIB в боковом меню.  
При этом на подсоединенном адаптере TEK-USB-488 устанавливается адрес GPIB.
10. Запустите на компьютере прикладное программное обеспечение.

---

### **СОВЕТ.**



- На веб-сайте Tektronix предусмотрена возможность доступа к различным программным средствам на основе Windows, предназначенным для обеспечения эффективного обмена данными между осциллографом и компьютером. Эти программные средства содержат инструментальные панели, ускоряющие обмен информацией с приложениями Microsoft Excel и Word, а также автономную программу регистрации данных — Tektronix OpenChoice Desktop.
  - Для подключения компьютера через шину USB предназначен порт устройства USB 2.0 на задней панели. Запоминающие устройства USB подключаются к хост-порту USB 2.0 на передней или задней панели осциллографа. Для подключения осциллографа к ПК или к принтеру PicBridge используйте порт USB-устройства на задней панели.
- 

## **Использование веб-страницы LXI и e\*Scope**

e\*Scope позволяет связаться с любым подключенным к Интернету осциллографом серии MDO4000C с компьютера через веб-браузер.

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**.
4. Вращайте ручку «Многофункц. а» и выберите команду «Ввод/Вывод».
5. Нажмите кнопку **Ethernet и LXI**.

6. Просмотрите верхний пункт бокового меню, чтобы определить состояние локальной сети. Индикатор загорается зеленым при нормальной работе и красным, если прибор обнаруживает неисправность.
7. Нажмите кнопку **Параметры локальной сети**, чтобы отобразить параметры сети, настроенные на осциллографе.
8. Нажмите кнопку **Сброс локальн.сети** для восстановления на осциллографе параметров локальной сети по умолчанию.
9. Нажмите кнопку **Проверка связи**, чтобы проверить, может ли осциллограф найти подключенную сеть.
10. Нажмите **еще**, чтобы открыть другую часть бокового меню.
11. Нажмите **Изменить имена**, чтобы изменить имя осциллографа, домен сети или имя службы.
12. Нажмите **Изменить пароль Ethernet и LXI**, чтобы изменить пароль.
13. Нажмите **Изменить пароль e\*Score**, чтобы использовать также пароль LXI для защиты своего осциллографа от внесения изменений в настройки локальной сети через веб-браузер.
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. Для просмотра и редактирования настроек конфигурации нажмите **Конфигурац. сети**. Если вы используете пароль и изменяете свои настройки, вам может быть полезно знать, что имя пользователя по умолчанию — «lxiuser».
16. 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 обеспечивает двустороннюю связь по компьютерной сети, работающей по протоколу Internet Protocol. Функция сервера сокета осциллографа может использоваться для обеспечения связи осциллографа с устройством или компьютером с удаленным терминалом.

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

1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Вращайте ручку «Многофункц. а» и выберите команду «Ввод/Вывод».
4. Нажмите **Сервер сокета**.
5. В появившемся боковом меню «Сервер сокета» нажмите верхний пункт, чтобы выделить строку **Включено**.
6. Выберите значение для протокола: «Нет» или «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.

7. При необходимости измените номер порта с помощью ручки «Многофункц. а».
8. Если необходимо, нажмите «ОК» для установки нового номера порта.
9. После завершения установки параметров сервера сокета компьютер готов к соединению с осциллографом. Если вы используете ПК с ОС MS Windows, вы можете запустить обычный клиент Telnet, имеющий интерфейс командной строки. Для этого можно, например, ввести строку «Telnet» в окне «Запуск программы». В результате на компьютере будет открыто окно Telnet.

---

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

---

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

Чтобы узнать сетевой адрес устройства, выберите пункт Ethernet и LXI в нижнем меню, а 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.

11. Теперь можно вводить стандартные запросы, например \*idn?.

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

С помощью окна сеанса Telnet можно отправлять другие запросы и просматривать результаты. Синтаксис команд, запросов и коды состояний см. в руководстве программиста осциллографов, доступном на веб-сайте Tektronix.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Во время сеанса связи с осциллографом с помощью MS Windows Telnet не следует использовать 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, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите **Конфиг**.
4. Нажмите **Язык** в нижнем меню.
5. Нажмите **USB-клавиатура** в боковом меню.
6. Поворотом многофункционального регулятора **a** выберите нужную раскладку клавиатуры в открывшемся меню.

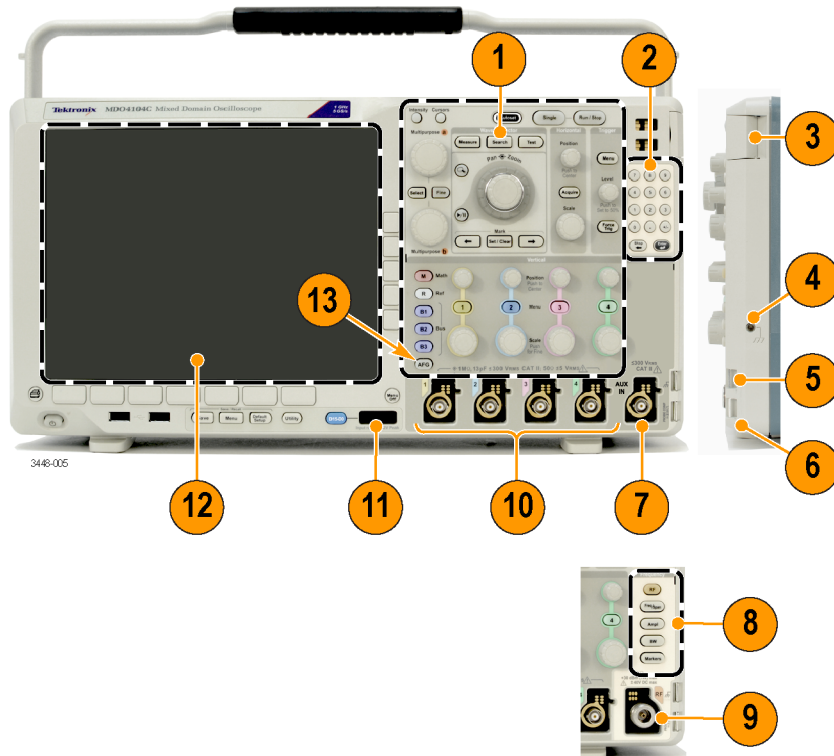




# Ознакомление с прибором

## Меню, элементы управления и разъемы на передней панели

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



1. Стандартные элементы управления осциллографом на передней панели
2. Клавиатура из 10 цифровых клавиш
3. Гнезда для прикладных модулей
4. Разъем антистатического браслета
5. Заземление
6. PROBE COMP (Компенсация пробника)
7. Дополнительный вход (только на приборах без опции SA3 или SA6)
8. Отдельная группа элементов управления анализатором спектра, доступна для приборов с опциями SA3 и SA6
9. Отдельный входной PC-разъем типа N, доступен для приборов с опциями SA3 и SA6
10. Входы аналоговых каналов (1, 2, 3, 4) с универсальным интерфейсом TekVPI для пробников
11. Вход цифрового канала
12. Экран. Отображает частотную или временную область
13. Кнопка включения генератора сигналов произвольной формы

## Меню передней панели и органы управления

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

### 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 **B1**, **B2** и **B3** поддерживают несколько последовательных или параллельных шин.



2. Нажмите кнопку нижнего меню. Если появится всплывающее меню, с помощью ручки **Многофункц. а** выберите требуемый вариант. Если появится всплывающее меню, нажмите кнопку еще раз, чтобы выбрать требуемый вариант.



3. Нажмите кнопку 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, с помощью ручки **Многофункц. а** выберите требуемый вариант.



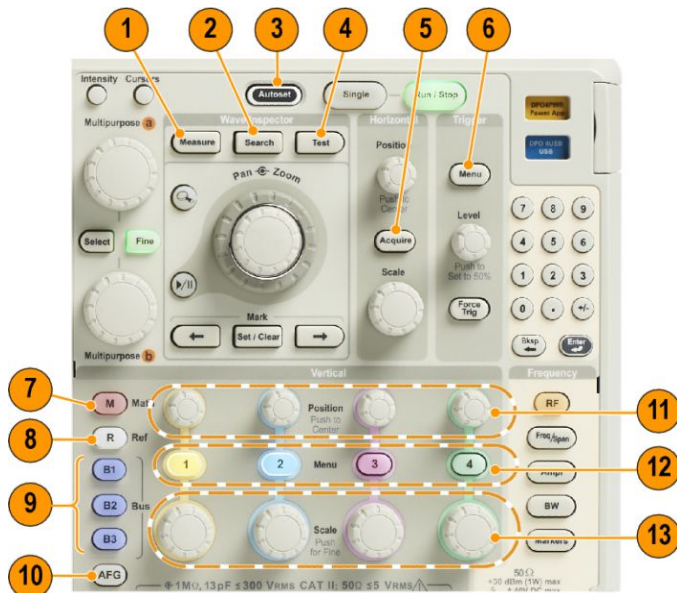
4. Чтобы убрать боковое экранное меню, нажмите еще раз кнопку нижнего экранного меню или нажмите кнопку **Menu Off**.
5. В некоторых пунктах меню для завершения установки требуется ввести числовое значение. Для настройки этих значений используйте multifunctional регуляторы **a** и **b**. Кроме того, с помощью клавиатуры из 10 цифровых клавиш, находящейся на передней панели, можно задавать числовые значения.



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

## Использование кнопок меню

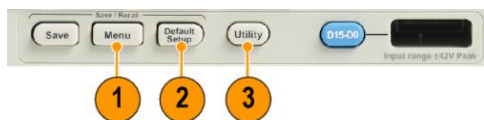
Кнопки меню могут использоваться для выполнения многих функций осциллографа.



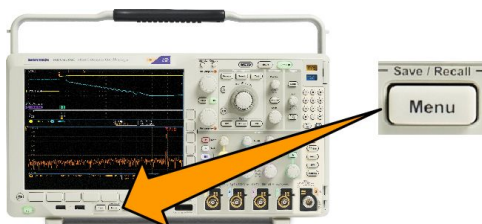
1. **Измерить.** Нажмите эту кнопку, чтобы выполнить автоматические измерения на осциллограммах и получить доступ к цифровому вольтметру и функциям гистограммы сигнала.
2. **Поиск.** Эта кнопка предназначена для автоматического поиска в зарегистрированном сигнале по событиям или признакам, заданным пользователем.
3. **Автоуст.** Эта кнопка предназначена для управления автоматической установкой настроек осциллографа.
4. **Тест.** Эта кнопка предназначена для включения дополнительных и специфических для приложений функций тестирования.
5. **Сбор данных.** Эта кнопка предназначена для управления режимом регистрации и длиной записи.
6. **Меню (в группе «Запуск»).** Эта кнопка предназначена для управления настройками синхронизации.
7. **Расч.** Эта кнопка предназначена для управления расчетными осциллограммами, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных расчетных осциллограмм.
8. **Опорн..** Эта кнопка предназначена для управления опорными осциллограммами, в том числе для вывода на экран и удаления с экрана отдельных опорных осциллограмм.
9. **B1, B2 или B3.** С помощью этих кнопок можно задать последовательную шину, если имеются необходимые прикладные модули. Поддержка параллельных шин доступна в продуктах MDO4000C с установленной опцией MDO4MSO. Соответствующие кнопки позволяют вывести на экран или убрать с экрана отображение соответствующей шины.
10. **AFG** (Генератор сигналов произвольной формы) Эта кнопка предназначена для включения выхода генератора сигналов произвольной формы и доступа к меню этого генератора.
11. **Положение (в группе «По вертикали»).** Настройка положения выбранного сигнала по вертикали. Нажмите эту кнопку, чтобы расположить индикатор опорной линии осциллограммы по центру.
12. Кнопки вызова меню для каналов 1, 2, 3 или 4. Эти кнопки предназначены для настройки параметров входных осциллограмм по вертикали и отображения или удаления с экрана соответствующих осциллограмм.
13. **Масштаб (в группе «По вертикали»).** Настройка масштаба выбранного сигнала по вертикали (вольт/деление). Эта кнопка служит для переключения между режимами точной и грубой настройки.

## Кнопки под экраном

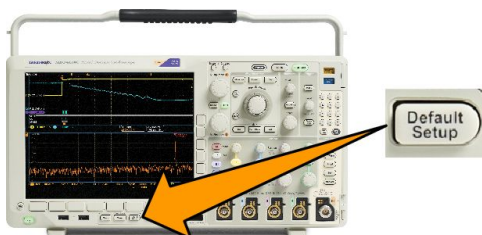
Кнопки под экраном служат для управления различными функциями осциллографа.



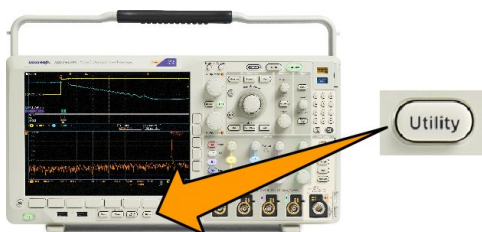
1. **Меню Save / Recall (Сохранить / Восстановить).** Нажатие этой кнопки вызывает закрепление за ней функции сохранения и восстановления настроек, осциллограмм или снимков экрана в/из внутренней памяти, запоминающего устройства USB или смонтированного сетевого диска.



2. **Настройка по умолчанию.** Нажатие этой кнопки вызывает немедленное восстановление настроек по умолчанию осциллографа.



3. **Utility (Сервис).** Нажатие этой кнопки позволяет использовать служебные функции системы, например, выбрать язык интерфейса или установить текущие значения времени и даты.



4. **B1, B2** или **B3**. Нажатие этой кнопки позволяет выбрать шину и отобразить ее состояние при условии, что имеются действующие лицензионные ключи соответствующего прикладного модуля.

- Модуль DPO4AERO позволяет работать с сигналами шин ARINC429 и MIL-STD-1553.
- Модуль DPO4AUDIO позволяет работать с сигналами шин I<sup>2</sup>S, Left Justified (LJ) (выравнивание по левому полю), Right Justified (RJ) (выравнивание по правому полю) и с сигналами шин с временным уплотнением (TDM).
- Модуль DPO4AUTO позволяет работать с сигналами шин CAN, CAN FD и LIN.
- Модуль DPO4AUTOMAX позволяет работать с сигналами шин CAN, LIN и FlexRay, включая проверку физического уровня шины FlexRay.
- Модуль DPO4BND добавляет возможность использования модулей DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET, DPO4USB, DPO4LMT, DPO4PWR и DPO4VID.
- Модуль DPO4COMP позволяет работать с сигналами шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART.
- Модуль DPO4EMBD позволяет работать с сигналами шин I<sup>2</sup>C и SPI.
- Модуль DPO4ENET позволяет работать с сигналами шин 100BASE-T и 1000BASE-T.
- Модуль DPO4USB позволяет работать с сигналами шин USB 2.0.

Нажатие кнопок **B1, B2** или **B3** позволяет отобразить на экране или прекратить отображение информации о соответствующей шине.

- Модуль MDO4TRIG предоставляет расширенные возможности синхронизации по уровню мощности радиочастотного сигнала.
- Модуль MDO4MSO добавляет возможности работы с 16 цифровыми каналами, в том числе, с использованием цифрового пробника P6616 и принадлежностей.
- Модуль MDO4AFG добавляет функции генератора произвольных функций или сигналов в любой прибор серии MDO4000C.

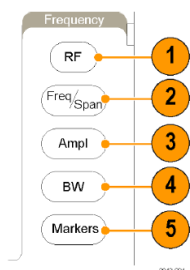


5. **R**. Эта кнопка предназначена для управления опорными осциллограммами и кривыми, в том числе выводом на экран и прекращением отображения отдельных опорных осциллограмм или кривых.

6. **M**. Эта кнопка предназначена для управления заданными математически осциллограммами или кривыми, в том числе выводом на экран и прекращением отображения отдельных расчетных осциллограмм или кривых.

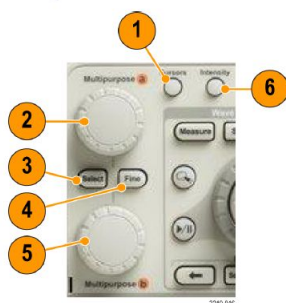
## Элементы управления для спектрального анализа

С помощью этих кнопок можно настроить параметры регистрации сигналов и отображение сигналов на РЧ-входе.



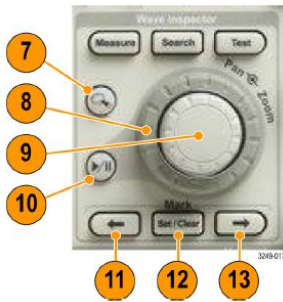
1. **РЧ.** Нажмите эту кнопку для отображения частотной области и меню. С помощью меню «РЧ» можно получить доступ к дисплею спектрограмм.
2. **Част./Диап.** Нажмите, чтобы указать фрагмент спектра, отображаемый на экране. Установите центральную частоту и диапазон или укажите начальную и конечную частоту.
3. **Ампл.** Нажмите, чтобы установить опорный уровень.
4. **Полоса проп.** Эта кнопка служит для задания полосы пропускания разрешения.
5. **Маркеры.** Нажмите, чтобы установить автоматические или ручные маркеры.

## Другие элементы управления

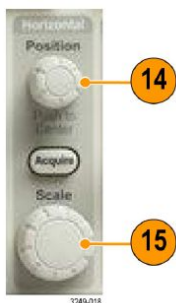


1. **Курсоры.** При нажатии этой кнопки включаются два вертикальных курсора. При следующем нажатии все курсоры выключаются. Нажмите и удерживайте эту кнопку для отображения меню курсоров. С помощью этого меню можно выбрать параметры курсоров, например тип, источник, ориентацию, связанное состояние и единицы измерения.  
Когда курсоры включены, их можно перемещать с помощью многофункциональных ручек.
2. С помощью верхней ручки **Многофункц. а**, если она включена, можно переместить курсор, установить числовое значение параметра для пункта меню или выбрать элемент из всплывающего списка. Нажмите кнопку **Точно** для переключения между грубой и точной настройками.  
В качестве индикаторов включения ручек **а** и **б** используются значки на экране.
3. **Выбор.** Эта кнопка предназначена для включения специальных функций.  
Например, если используются два вертикальных курсора (а горизонтальные курсоры не отображаются), при нажатии этой кнопки курсоры блокируются друг с другом или разблокируются. Когда одновременно отображаются два вертикальных и два горизонтальных курсора, можно нажать эту кнопку, чтобы сделать активными либо вертикальные курсоры, либо горизонтальные.

4. **Точно.** С помощью этой кнопки можно переключать режимы грубой и точной регулировки для различных операций, выполняемых с помощью многофункциональных ручек **a** и **b**.
5. С помощью нижней ручки **Многофункц. b**, если она включена, можно переместить курсор или установить числовое значение параметра для выбранного пункта меню. Для более точной настройки нажмите кнопку **Точно**.
6. **Яркость.** Эта кнопка используется для включения функции регулировки яркости осциллограммы ручкой **Многофункц. a** и регулировки яркости масштабной сетки ручкой Многофункц. **b**.



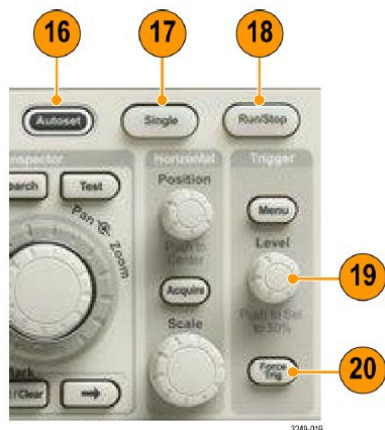
7. Кнопка с изображением **лупы**. Эта кнопка предназначена для включения режима лупы.
8. **Панорама** (внешняя ручка). При вращении этой ручки окно лупы перемещается по записанной осциллограмме.
9. **Лупа** (внутренняя ручка). Эта ручка предназначена для управления коэффициентом масштабирования. При вращении по часовой стрелке изображение увеличивается. При вращении 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 ручкой панорамирования.
11. ← **Предыдущая**. Эта кнопка позволяет перейти к предыдущей метке на осциллограмме.
12. **Установить/сбросить (в группе «Метки»)**. Эта кнопка предназначена для установки и удаления меток на осциллограмме.
13. → **Следующая**. Эта кнопка позволяет перейти к следующей метке на осциллограмме.



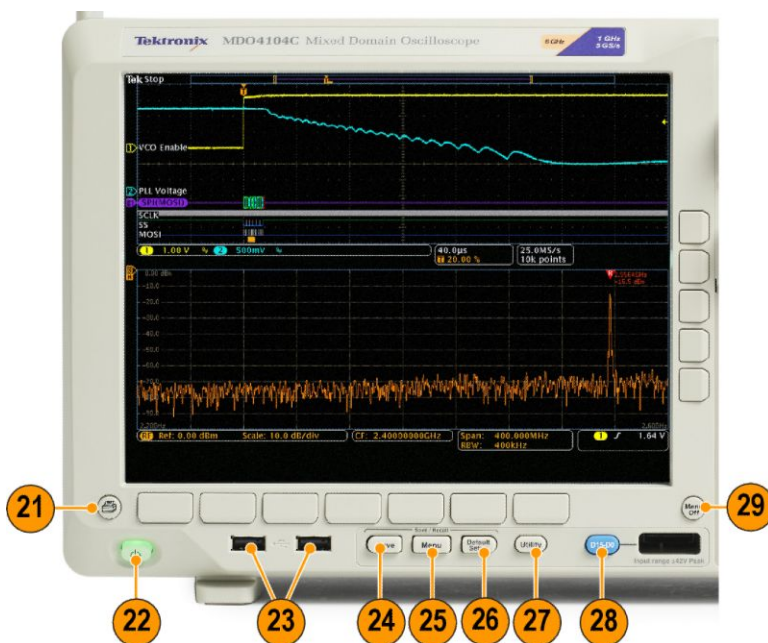
14. **Положение (в группе «По гориз.»)**. Настройка положения точки синхронизации по горизонтали относительно положения зарегистрированных сигналов. При включенной задержке с помощью этой кнопки можно выполнить центрирование. При выключенной задержке с помощью этой кнопки можно включить параметр 10 %.



15. Масштаб (в группе «По гориз.»). Настройка масштаба по горизонтали (время/деление).



16. Автоуст. Эта кнопка предназначена для автоматической установки значений параметров по вертикали, горизонтали и параметров запуска, обеспечивающих приемлемое изображение.
17. Однокр.. Эта кнопка предназначена для регистрации одиночного сигнала.
18. Пуск/стоп. Эта кнопка предназначена для пуска и останова регистрации.
19. Уровень (в группе «Запуск»). Ручка установки уровня синхронизации.  
Уст. на 50%. Нажмите ручку уровня синхронизации, чтобы установить значение уровня синхронизации, равное половине амплитуды сигнала.
20. Принудительно (в группе «Запуск»). Мгновенное создание события синхронизации.

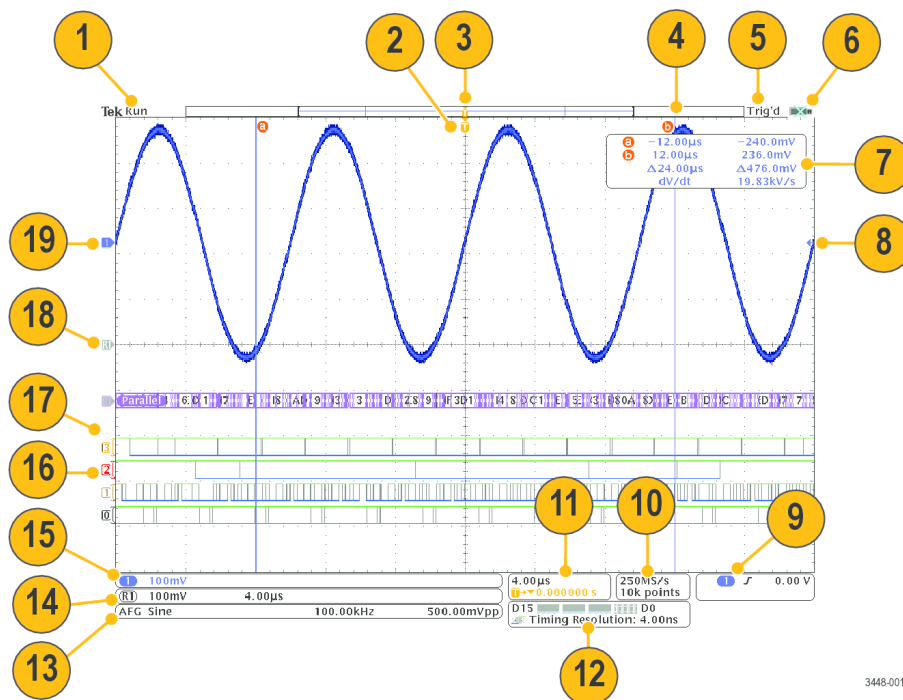


21. Печать. Эта кнопка служит для печати на выбранном принтере.
22. Выключатель питания. Используется для включения и выключения осциллографа.

23. **Хост-порт USB 2.0.** Используется для подключения к осциллографу периферийных устройств USB, например клавиатуры или запоминающего устройства.
24. **Save.** Эта кнопка предназначена для выполнения немедленного сохранения. При сохранении используются текущие параметры сохранения, заданные в меню Save/Recall.
25. **Menu (в группе Save / Recall [Сохранение/Вызов]) (Меню).** Нажмите эту кнопку для сохранения настроек, осциллограмм и снимков экрана во внутреннюю память или на запоминающее устройство USB и восстановления этих данных из памяти.
26. **Default Setup (Настройка по умолчанию).** Эта кнопка предназначена для немедленного восстановления настроек осциллографа по умолчанию.
27. **Utility (Сервис).** Эта кнопка предназначена для включения системных функций, например функций выбора языка или установки времени и даты.
28. Кнопка **D15-D0.** Предназначена для отображения на экране или удаления с экрана цифровых каналов и доступа к меню настройки цифрового канала (только для приборов с опцией MDO4MSO).
29. **Menu Off (Откл. меню).** При нажатии этой кнопки отображаемое меню убирается с экрана.

### Элементы на экране временной области

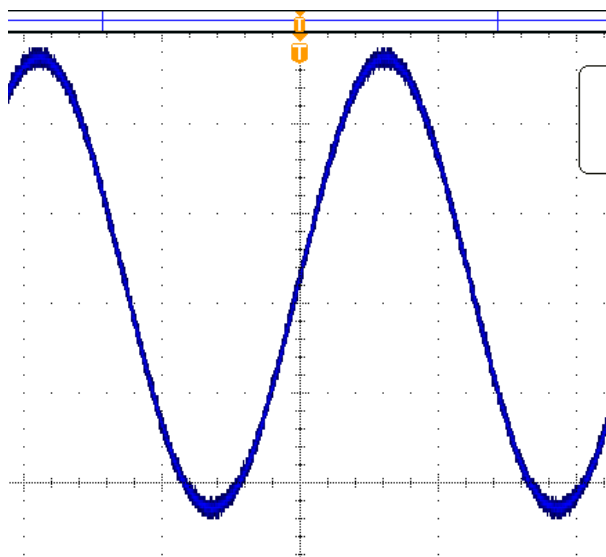
На экране могут появляться элементы, показанные на рисунке ниже. Эти элементы не обязательно отображаются одновременно. При выключенных меню некоторые экранные надписи оказываются за пределами масштабной сетки.



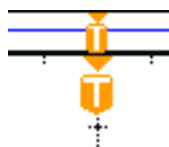
1. В поле экранной надписи регистрации отображается текущий режим: регистрация выполняется, остановлена или включен ее предварительный просмотр.
  - «Вып.»: регистрация включена.
  - «Стоп»: регистрация выключена.
  - «Прокр.»: режим прокрутки (40 мс/дел или меньше).
  - PreVu (Предварительный просмотр): осциллограф остановлен или находится между сигналами запуска.

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

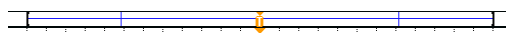
2. Значок точки синхронизации показывает расположение точки синхронизации на осциллограмме.



3. Значок неподвижной точки указывает точку, вокруг которой расширяется и сжимается масштаб по горизонтали. Чтобы сделать точку растяжения такой же, как и точка синхронизации (как показано), нажмите **Сбор данных** и установите в пункте **Задержка** 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.

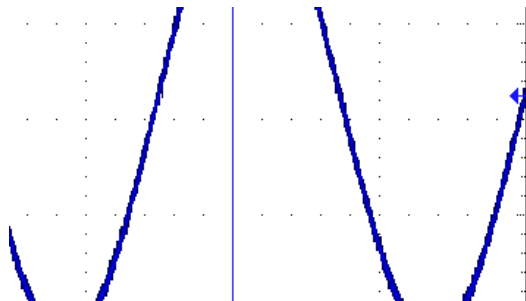


5. Экранная надпись состояния синхронизации показывает состояние синхронизации. Возможны следующие состояния.
  - Предзапуск: регистрация до наступления события синхронизации.
  - Запуск? ожидание запуска.
  - Запуск. синхронизировано.
  - Авто. регистрация без синхронизации.
6. Значок безопасности отображается, когда порты ввода-вывода выключены.

7. На экранной надписи значений курсоров отображаются время, амплитуда и разность значений для каждого курсора. При измерениях с БПФ отображаются частота и амплитуда. Для последовательных и параллельных шин экранная надпись показывает декодированные значения.

a	-12.00µs	-240.0mV
b	12.00µs	236.0mV
	Δ24.00µs	Δ476.0mV
	dV/dt	19.83kV/s

8. Значок уровня синхронизации показывает уровень синхронизации сигнала. Цвет значка соответствует цвету источника синхронизации.



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

1	↗	0.00 V
---	---	--------

10. В верхней строке экранной надписи длины записи и частоты выборки отображается частота выборки. Можно настроить этот параметр с помощью ручки **Масштаб** в группе «По гориз.». В нижней строке отображается длина записи. Можно настроить этот параметр, нажав кнопки **Сбор данных** и **Длина записи** в нижнем меню.

250MS/s
10k points

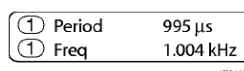
11. В верхней строке показаний положения и масштаба по горизонтали отображается масштаб (настраиваемый ручкой **Масштаб в группе «По гориз.»**). Если включен **режим задержки**, в нижней строке показывается время от значка T до значка точки растяжения (настраивается с **Положение по горизонтали**). С помощью регулировки положения по горизонтали можно ввести дополнительную задержку между моментом синхронизации и фактическим началом регистрации. Чтобы зафиксировать больше данных перед запуском, надо ввести отрицательное время. Если **Режим задержки выключен**, в нижней строке показывается выраженное в процентах место времени запуска в пределах регистрации.

4.00µs
→▼0.000000 s

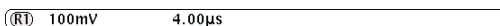
12. Экранная надпись «Timing Resolution» показывает временное разрешение цифровых каналов. Временное разрешение — это время дискретизации. Оно является величиной, обратной цифровой частоте выборки. При включении элемента управления MagniVu в экранной надписи появляется «MagniVu».



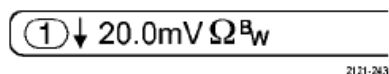
13. В экранных надписях измерений отображаются результаты выбранных измерений. Возможен одновременный выбор до четырех измерений. Если существует условие вертикальной отсечки, вместо ожидаемого цифрового значения отображается символ  $\triangle$ . (Часть кривой располагается выше или ниже области экрана.) Чтобы получить требуемое числовое значение измерения, с помощью ручек регулировки по вертикали установите масштаб и положение осциллограммы на экране.



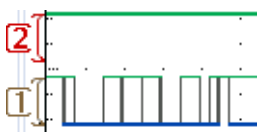
14. На вспомогательных экранных надписях осциллограммы отображаются масштабные коэффициенты по вертикали и по горизонтали для расчетной и опорной осциллограмм.



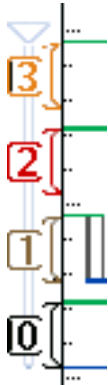
15. В экранной надписи канала отображается масштабный коэффициент канала (для деления), тип входа, состояние инвертирования и полосы пропускания. Настройка выполняется с помощью ручки «Масштаб» в группе «По вертикали» и меню каналов 1, 2, 3 и 4.



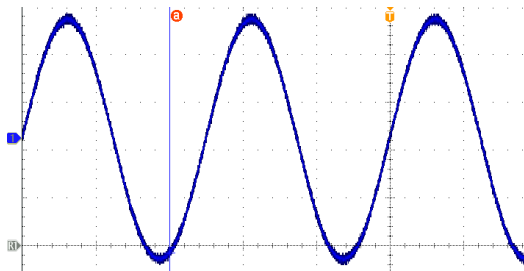
16. Для цифровых каналов индикаторы линии развертки указывают верхний и нижний уровни. Цвет значка соответствует цветовой кодировке, используемой на резисторах. Индикатор D0 – черный, индикатор D1 – коричневый, индикатор D2 – красный и т. д.



17. Когда цифровые каналы сгруппированы, отображается значок группы.

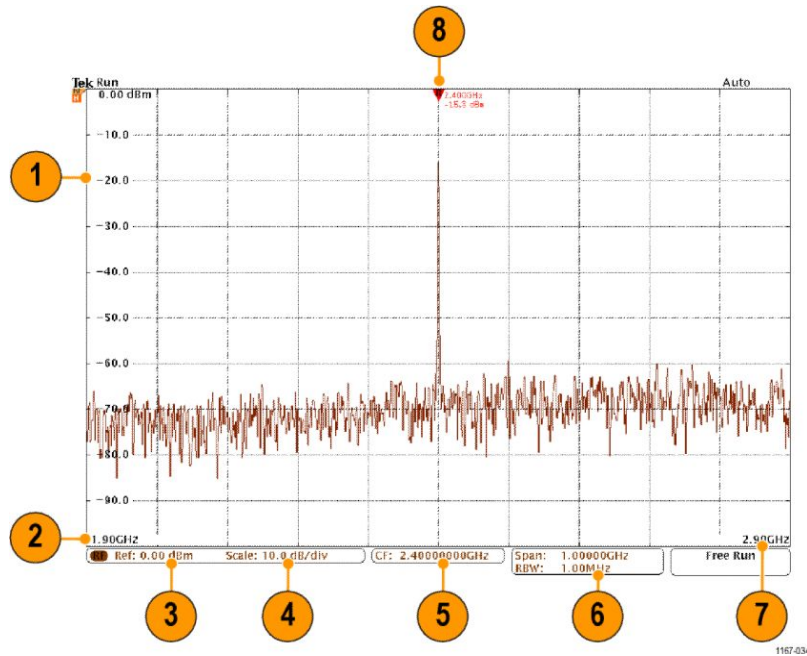


18. На экране шины отображается информация об уровне декодированного пакета для последовательных или параллельных шин. Индикатор шины показывает номер и тип шины.
19. Для аналоговых каналов индикатор опорной линии осциллограммы указывает нулевой уровень осциллограммы, если не задано никакого смещения. Цвета значков соответствуют цветам осциллограмм.



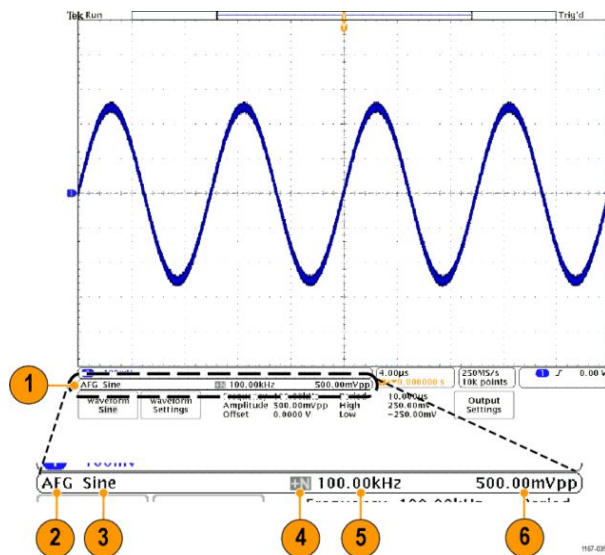
## Элементы на экране частотной области

Чтобы включить отображение частотной области, нажмите кнопку **PC** на передней панели.



1. Метки вертикальной сетки
2. Начальная частота
3. Опорный уровень
4. масштаб по вертикали
5. Центральная частота
6. Диапазон и полоса пропускания разрешения
7. Конечная частота
8. Маркер опорного значения

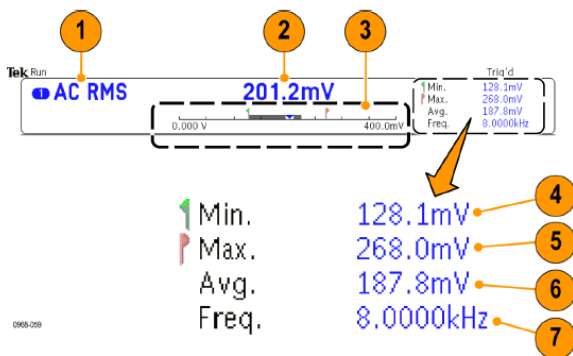
## Элементы на экране генератора сигналов произвольной формы



1. Если отображается, то выход AFG включен.
2. Метка «AFG» (Генератор сигналов произвольной формы)
3. Тип осциллограммы, например «Синус»
4. Значок аддитивного шума
5. Частота
6. Амплитуда

(См. *Генератор сигналов произвольной формы.*)

### Элементы на экране цифрового вольтметра



1. Тип измерений (среднеквадратичное значение суммы переменного и постоянного тока, переменный ток, среднеквадратичное значение переменного тока или частота)
2. Числовое значение для текущего измерения
3. График (мин., макс., значение, пятисекундный диапазон скользящей средней)  
 Число в левой части линейной шкалы графика — это минимальное значение диапазона (например, 0,000 В).  
 Число в правой части линейной шкалы графика — это максимальное значение диапазона (например, 400,0 мВ).  
 Серая полоса показывает пятисекундную скользящую среднюю измерений.  
 Перевернутый треугольник указывает место на шкале, соответствующее текущему значению измерений.
4. Минимальное значение измерений, зарегистрированное с момента включения прибора или с момента последнего нажатия пункта меню **Reset DVM Statistics** (Сброс статистики цифрового вольтметра).
5. Максимальное значение измерений, зарегистрированное с момента включения прибора или с момента последнего нажатия пункта меню **Reset DVM Statistics**.
6. Среднее значение всех измерений, зарегистрированное с момента включения прибора или с момента последнего нажатия пункта меню **Reset DVM Statistics**.
7. Частота

---

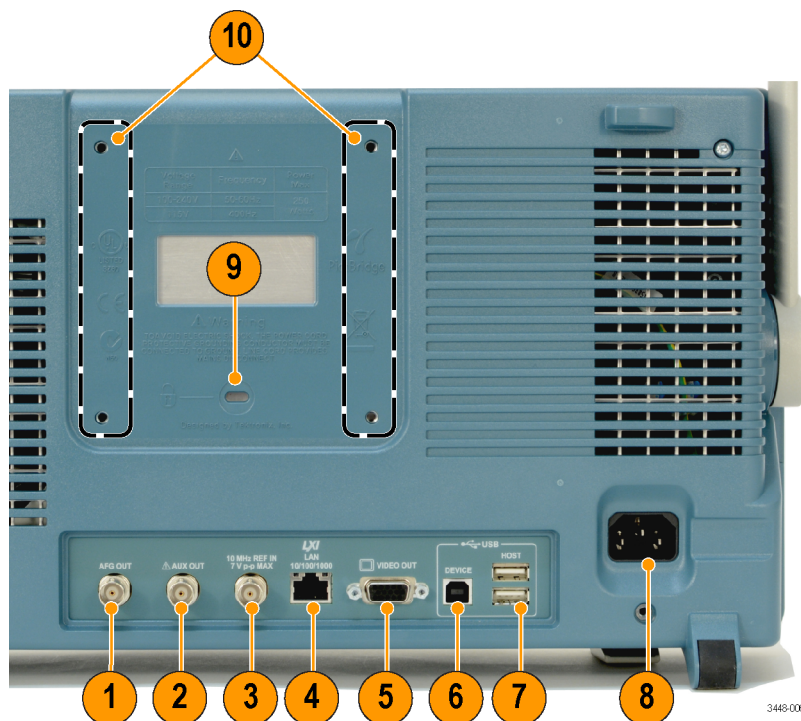
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если частота сигнала, напряжение которого измеряется, становится равной 10 кГц и более, появляется сообщение «Over bandwidth» (Выход за верхнюю границу полосы пропускания). Если частота сигнала, напряжение которого измеряется, становится равной 10 Гц и менее, появляется сообщение «Under bandwidth» (Выход за нижнюю границу полосы пропускания). Рядом с минимальным или максимальным значением, вышедшим за границу полосы пропускания, появляется сообщение «?». Чтобы удалить сообщение «?» с экрана, нажмите **Reset DVM Statistics**.

---



(См. *Выполнение измерений с помощью цифрового вольтметра.*)

## Разъемы на задней панели



1. **AFG OUT** (Выход генератора сигналов произвольной формы). Используйте порт AFG OUT (Выход генератора сигналов произвольной формы) для передачи сигналов с этого генератора.
2. **AUX OUT (Дополнит. выход)**. Используется для выхода сигнала запуска (Trigger), выходного сигнала (Signal Out) или выхода синхронизации AFG (AFG Sync Out). 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 контроль предельных значений или тестирование по маске.
3. **REF IN..** Используйте внешний опорный входной сигнал 10 МГц для обеспечения внешней временной развертки.
4. **LAN.** Порт LAN (Ethernet) (с разъемом RJ-45) предназначен для подключения осциллографа к локальной сети 10/100/1000 Base-T.
5. Порт **Видеовыход**. Видеопорт (гнездовой разъем DB-15) предназначен для отображения экрана осциллографа на внешнем мониторе или проекторе.
6. **Порт устройств USB 2.0.** Порт для подключения устройств USB 2.0, работающий в режиме High Speed, предназначен для подключения принтеров, совместимых с PictBridge, или управления осциллографом с ПК с использованием протокола USBTMC.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Кабель, соединяющий порт устройства USB 2.0 с компьютером, должен соответствовать спецификации USB 2.0, обеспечивающей высокоскоростной обмен данными при подключении к быстродействующему хост-контроллеру.

7. **Хост-порт USB 2.0.** Для подключения USB-накопителя или USB-клавиатуры используйте хост-порт USB 2.0, работающий в режиме High Speed.
8. **Вход питания.** Подсоединяется к сети переменного тока со встроенным защитным заземлением.

- 9. **Замок.** Используется для защиты осциллографа.
- 10. **Крепления VESA.** Используется для защиты осциллографа.

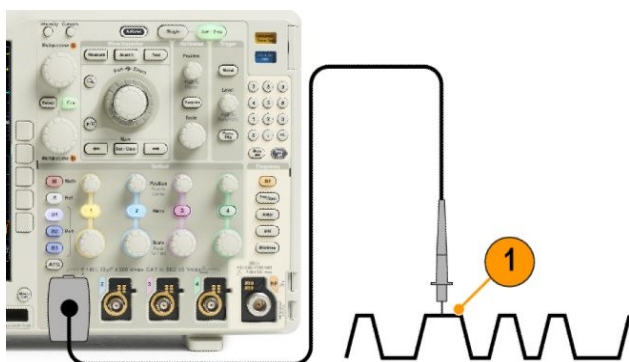
# Регистрация сигнала

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

## Настройка аналоговых каналов

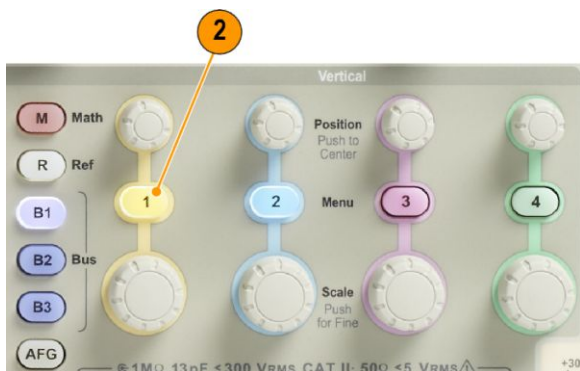
Настройка прибора для регистрации сигналов аналоговых каналов производится с помощью кнопок на передней панели.

1. Подсоедините пробник TRP0500B, TRP1000 или VPI к источнику входного сигнала.

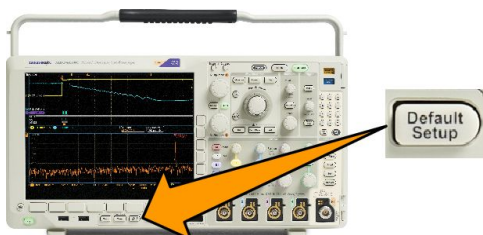


2. С помощью кнопок на передней панели выберите входной канал.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если используется пробник без поддержки кодирования, в меню осциллографа «По вертикали» установите ослабление канала (коэффициент пробника), соответствующее пробнику.



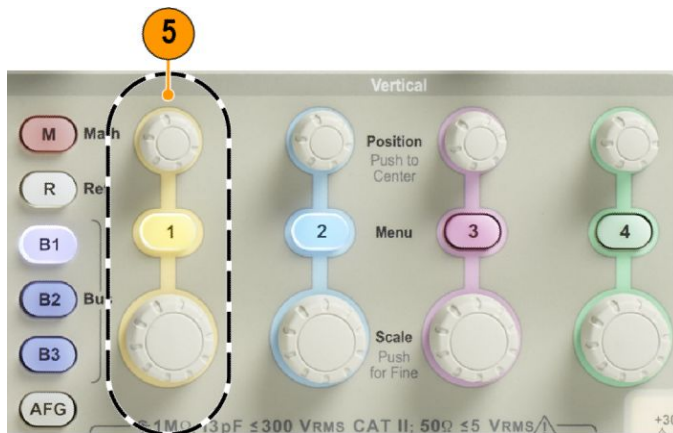
3. Нажмите кнопку **Настройки по умолчанию**.



4. Нажмите кнопку **Автоуст..**



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 относительно положения сигналов. Можно масштабировать окно таким образом, чтобы в нем умещался фронт сигнала, период, несколько периодов или несколько тысяч периодов.

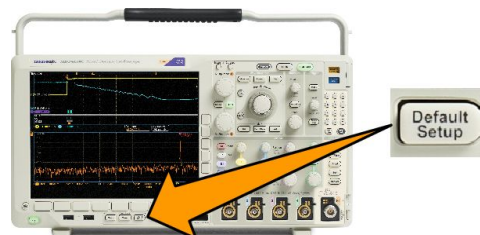


**СОВЕТ.** Для просмотра нескольких периодов зарегистрированного сигнала в верхней части экрана и одного периода в нижней части используйте функцию масштабирования. ([Управление осциллограммами при большой длине памяти.](#))

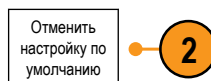
## Использование настройки по умолчанию

Для восстановления настроек осциллографа по умолчанию необходимо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Настройки по умолчанию**.



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



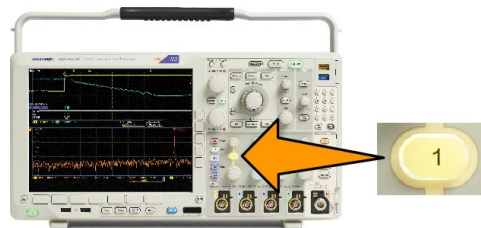
## Использование автоустановки

Функция автоустановки предназначена для настройки прибора (регистрации, синхронизации, параметров 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.

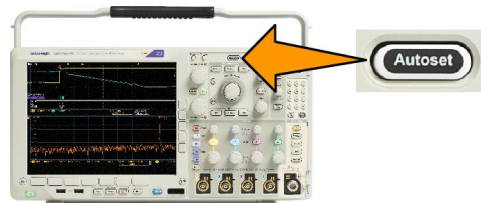
Функция автоустановки работает как с аналоговыми, так и с цифровыми каналами.

1. Чтобы выполнить автоустановку аналогового канала, подключите аналоговый пробник, затем выберите входной канал.

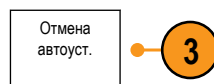
Чтобы выполнить автоустановку цифрового канала, подключите логический пробник, затем выберите входной канал. [Настройка цифровых каналов](#) на странице 80.



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



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

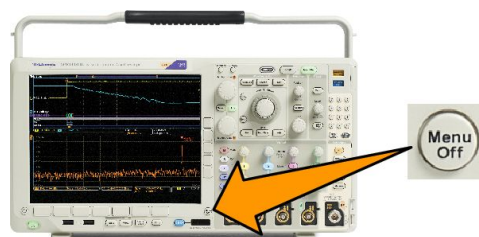


Можно также отключить функцию Autoset (автоустановка) Чтобы отключить или включить функцию автоустановки, выполните следующие действия:

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



2. Нажмите и удерживайте кнопку **Menu Off**.
3. Отпустите кнопку **Menu Off**, а затем — кнопку **Автоустановка**.



4. Выберите необходимую настройку («Автоустановка включена» или «Автоустановка отключена») в боковом меню.

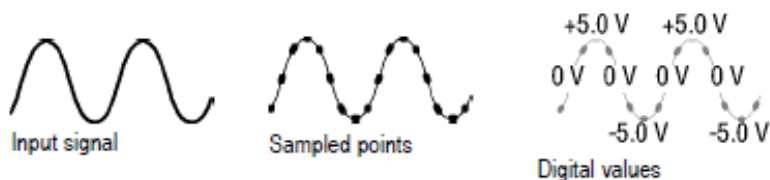
#### Советы

- 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. В каждом канале имеется собственный входной усилитель и аналого-цифровой преобразователь. Каждый канал выдает поток цифровых данных, из которых прибор извлекает записи осциллограмм.

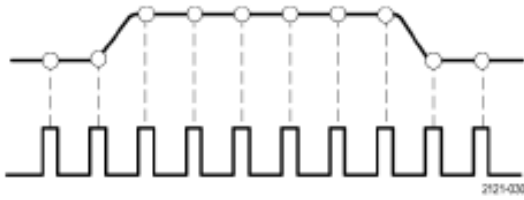
#### Процесс выборки



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

### Record points

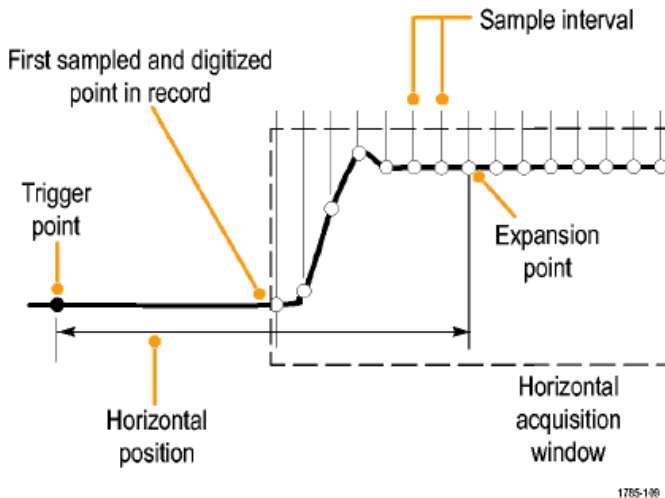


### Sampling rate

В осциллографах серии MDO4000C 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** 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 синхронизации до точки растяжения. Настраивается поворотом регулятора **Положение** (в группе «По гориз.»).



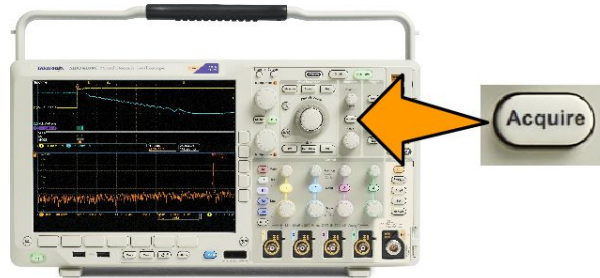
Чтобы начать сбор данных после точки синхронизации, следует ввести положительное значение времени. Чтобы начать сбор данных до точки синхронизации, следует ввести отрицательное значение времени.

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

## Использование режима FastAcq

Режим FastAcq™ позволяет выполнять высокоскоростной захват сигнала. Его удобно использовать для обнаружения трудноуловимых аномалий сигнала. В режиме быстрой регистрации снижается время паузы между циклами регистрации сигналов, при этом обеспечивается возможность фиксирования и отображения кратковременных событий, например выбросов и огибающих импульсов. Режим быстрой регистрации также позволяет отображать особенности сигналов с яркостью, отражающей частоту их возникновения.

1. Нажмите на передней панели кнопку «Сбор данных».



2. Нажмите FastAcq в нижнем меню.

Режим Выборка	Длина записи 10000	FastAcq Выкл.	Задержка Вкл. Выкл.	Уст. горизонт. поз. на 10 %	Отобр. осцил	Отображение XY Выкл.
------------------	-----------------------	------------------	------------------------	-----------------------------------	--------------	----------------------------

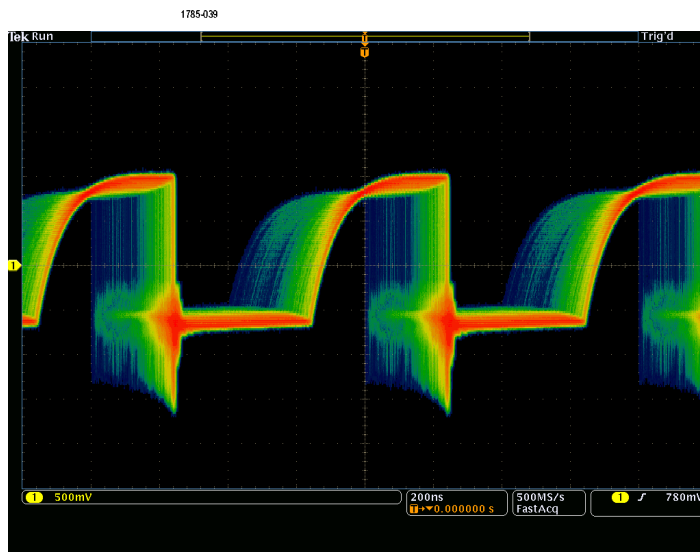
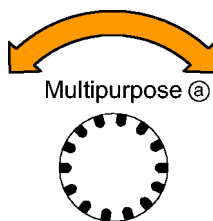


3. Установите переключатель FastAcq в боковом меню в положение «Вкл.».

FastAcq
Fast Acq Вкл. Выкл.
Палитра осцилл. а Темпера- тура



4. Нажмите кнопку «Палитра осцилл.» в боковом меню и используйте многофункциональную ручку, чтобы выбрать желаемую палитру отображения.



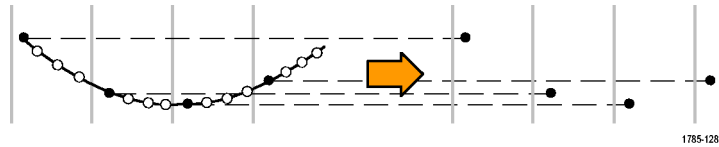
Палитра отображения позволяет повысить наглядность событий. Благодаря этой функции с помощью изменения яркости отображается частота появления редких событий по отношению к частоте появления обычных сигналов. Можно выбрать следующие варианты: «Температура», «Спектральная», «Обычная» и «Инвертирован».

- В палитре **Температура** для отображения частоты появления сигналов используется цветовая градация. Для более частых событий используются «горячие» цвета, например красный или желтый, а для менее частых — «холодные», например синий или зеленый.
- В палитре **Спектральная** для отображения частоты появления сигналов используется цветовая градация. Для более частых событий используются «холодные» цвета, например синий или зеленый, а для менее частых — «горячие», например красный или желтый.
- В палитре **Обычная** используются цвета каналов по умолчанию (например, желтый цвет для канала 1), а для отображения частоты появления событий используются оттенки серого, при этом наиболее частые события отображаются более яркими цветами.
- В палитре **Инвертирован** используются цвета каналов по умолчанию, а для отображения частоты появления событий используются оттенки серого, при этом наиболее редкие события отображаются более яркими цветами.

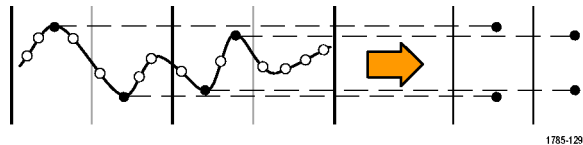
При использовании этих цветовых палитр выделяются часто повторяющиеся события или, в случае неперiodических аномалий, редко возникающие.

## Как работают аналоговые режимы сбора данных

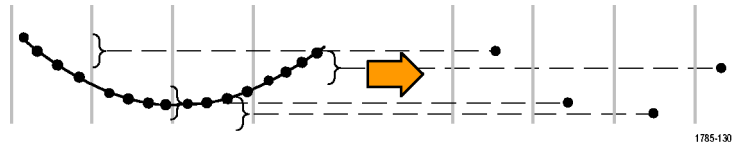
В режиме **Выборка** сохраняются первые точки выборки из каждого интервала оцифровки. Выборка — это режим по умолчанию.



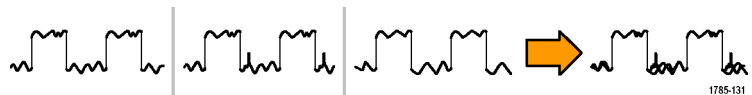
В режиме **Пик-детектор** используются максимальное и минимальное значения из всех выборок, содержащихся в двух последовательных интервалах регистрации. Этот режим применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени. Он полезен для захвата высокочастотных глитчей.



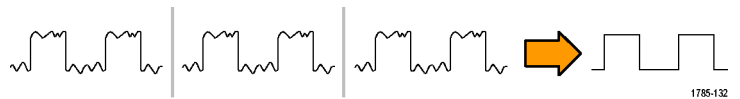
В режиме **Высокое разрешение** рассчитывается среднее значение по всем выборкам для каждого интервала оцифровки. Этот режим также применяется только для неинтерполируемой выборки в режиме реального времени. Режим высокого разрешения обеспечивает высокое разрешение осциллограммы при низкой полосе пропускания.



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 «Пик-детектор».



В режиме **Среднее** рассчитывается среднее значение для каждой точки записи сигнала по заданному числу циклов регистрации. При усреднении для каждого цикла регистрации используется режим «Выборка». Используйте режим усреднения, чтобы снизить уровень случайных шумов.



## Изменение режима регистрации, длины записи и времени задержки.

Для изменения режима сбора данных необходимо выполнить следующие действия.

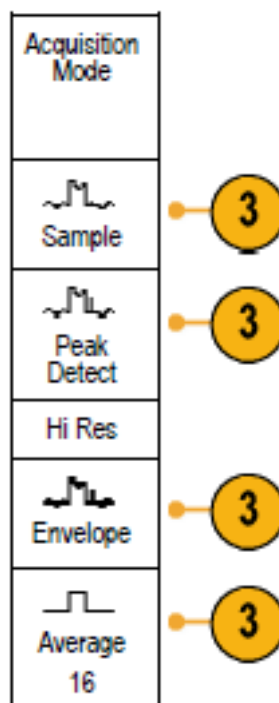
1. Нажмите кнопку **Сбор данных**.



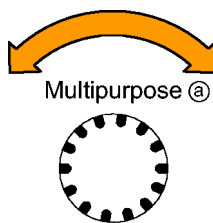
2. Нажмите кнопку **Режим**.

Режим Выборка	Длина записи 10k	FastAcq Выкл.	Задержка Вкл. Выкл.	Уст. горизонт. поз. на 10 %	Отобр. осцил	Вывод по XY Выкл.
2	5		7			

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



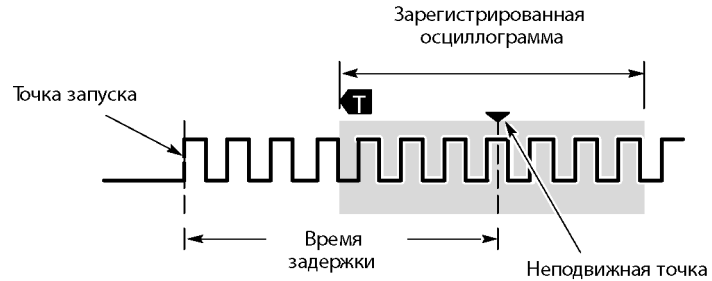
4. Если выбран режим **Усреднение**, количество усредняемых осциллограмм устанавливается поворотом ручки **A**.



1785-039

5. Нажмите кнопку **Длина записи**.

6. Прокрутите доступные варианты.  
Выберите 1000, 10 тыс., 100 тыс.,  
1 млн, 5 млн, 10 млн или 20 млн точек.
7. Если требуется задержка начала  
регистрации сигнала относительно  
события запуска, в нижнем экранном  
меню нажмите кнопку **Задержка**,  
чтобы выбрать положение **Вкл.**



Установив кнопку **Задержка** в положение **Вкл.**, поворачивайте регулятор **Положение (в группе «По гориз.»)** против часовой стрелки, чтобы увеличить задержку. Точка запуска переместится влево и выйдет за границу зарегистрированной осциллограммы. Затем можно повернуть регулятор **Масштаб (в группе «По гориз.»)**, 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.

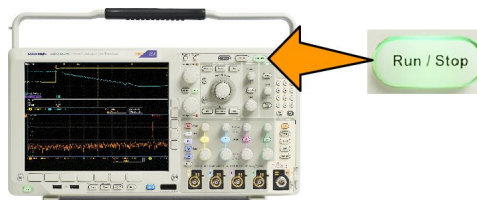
## Использование режима прокрутки

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**.



## Дейс.по событию

При использовании этой функции осциллограф выполняет заданное действие при возникновении определенного события. Событием может быть как запуск, так и определенное количество регистраций сигнала. Можно задать перечисленные ниже действия.

- Остановить регистрацию.
- Сохранить осциллограмму или снимок экрана в файл.
- Печатная копия
- Отправить импульс на порт AUX OUT (Доп. выход).
- Сгенерировать сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления.
- Отправить уведомление по электронной почте.
- Отобразить сообщение на экране осциллографа.

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



2. В нижнем меню нажмите кнопку **Приложение**.
3. Вращайте многофункциональную ручку и выберите **Дейс. по событию**.
4. Нажмите кнопку **Событие**, чтобы вызвать боковое меню «Тип события». Выберите необходимый тип события.
5. Нажмите кнопку **Действия**, чтобы вызвать боковое меню «Действия». В этом меню выберите действие, которое необходимо выполнить при наступлении заданного события.
6. В появившемся всплывающем меню выберите тип действия.
7. Выберите, включать или не включать действие.
8. Если в упомянутом выше списке действий выбран пункт «Уведомлен. по эл. почте», то для задания параметров электронной почты можно в боковом меню выбрать пункт **Настройка эл. почты**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для уведомлений по электронной почте о действии по событию и принтера электронной почты (настраиваемого в меню *Utility (Сервис) > Принтер > Выбор принтера > Добавить принтер эл. почты* используется один и тот же набор параметров SMTP-сервера. Если изменить параметры SMTP-сервера в одной из этих групп параметров, они также будут изменены и в другой группе.

9. Нажмите **Повторить** в нижнем меню, чтобы указать количество повторения этой пары «действие-событие».

## Настройка прибора для работы с последовательной или параллельной шинами

В осциллографе имеется возможность декодирования сигнала и синхронизации по событиям в сигнале:

Тип шины	С помощью этого прибора
ARINC429 и MIL-STD-1553	Прикладной модуль DPO4AERO
Звуковые сигналы (I2S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ) и с временным уплотнением TDM)	Прикладной модуль DPO4AUDIO
CAN, CAN FD и LIN	Прикладной модуль DPO4AUTO
CAN, CAN FD, LIN и FlexRay	Прикладной модуль DPO4AUTOMAX
I <sup>2</sup> C и SPI	Прикладной модуль DPO4EMBD
10BASE-T/100BASE-TX Ethernet	Прикладной модуль DPO4ENET
Параллельная	Осциллограф серии MDO4000C с дополнением MDO4MSO

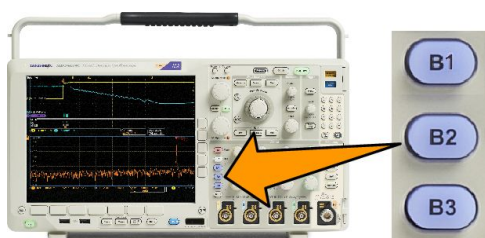


Тип шины	С помощью этого прибора
RS-232, RS-422, RS-485 и URT	Прикладной модуль DPO4COMP
USB 2.0	Прикладной модуль DPO4USB
<b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Для высокоскоростных шин (HS) USB требуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.	

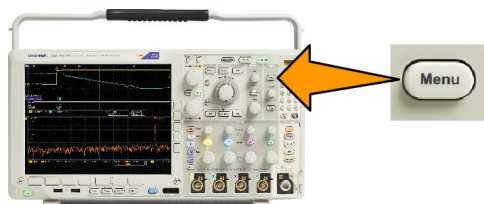
([Бесплатное опробование прикладного модуля.](#))

## Два этапа использования шин

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



1. Нажмите кнопку **B1**, **B2** или **B3** и введите параметры шины, по которой требуется синхронизация.  
Можно по отдельности назначить разные шины каждой из кнопок **B1**, **B2** или **B3**.
2. В группе «Запуск» нажмите кнопку «Меню» и введите параметры синхронизации.



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

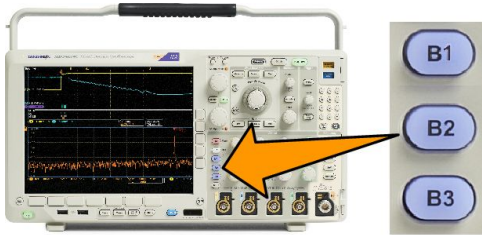
## Установка параметров шин

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для большинства входных шин можно использовать любое сочетание каналов от 1 до 4 и от D15 до D0. Для некоторых шин можно также использовать опорные сигналы с 1 по 4 и заданные математически функции в качестве источников сигналов для декодирования протоколов.

О настройке синхронизации по сигналам последовательной или параллельной шины — см. в разделе «Синхронизация по сигналам шин». ([Синхронизация по сигналам шин.](#))

Для настройки параметров шины следует:

1. Нажать кнопку **B1**, **B2** или **B3** для отображения нижнего меню шины.



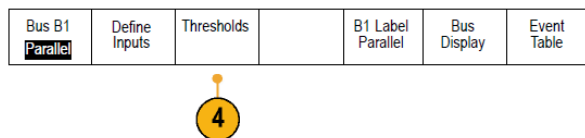
2. Нажать кнопку **Шина**. Вращением ручки **Многофункц. а** прокрутить список типов шин и выбрать требуемый тип шины: параллельной, ARINC429, I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, шин звуковых сигналов, USB, Ethernet или MIL-STD-1553.

Bus B1 Parallel	Define Inputs	Thresholds		B1 Label Parallel	Bus Display	Event Table
--------------------	------------------	------------	--	----------------------	----------------	----------------

2
3

Отображаемые на экране элементы меню зависят от модели осциллографа и установленных модулей прикладных программ.

3. Нажать кнопку **Определ. входов**. Список предлагаемых для выбора вариантов зависит от типа выбранной шины.
  - Используя кнопки бокового меню задать параметры входов, например, входных сигналов для аналогового или цифрового канала.
  - Если выбран тип шины **Парал.**, то включение и отключение режима **Синхрон.** происходит по нажатию кнопки бокового меню.
  - Нажать кнопку бокового меню и выбрать **Фронт синхроимп.** для указания о синхронизации данных по нарастающему, спадающему или любому фронту синхроимпульса.
  - Вращением ручки **Многофункц. а** выбрать **Число битов данных** в параллельной шине.
  - Вращением ручки **Многофункц. а** выбрать требуемое число битов.
  - Выбор аналогового или цифрового канала в качестве источника битов данных выполняют вращением ручки **Многофункц. b**.

4. Нажать кнопку **Порог. напр.**

Пороговое значение для всех каналов параллельной или последовательной шины можно установить выбором из списка предварительно заданных значений. Предварительно заданные значения различаются в зависимости от типа шины.

Можно также задать значение порогового уровня сигналов параллельной или последовательной шины. Для этого следует нажать кнопку **Выбрать** бокового меню и вращением ручки **Многофункц. а** выбрать бит или номер канала (имя сигнала).



2319.045

Затем вращением ручки **Многофункц. b** задать уровень напряжения, выше которого осциллограф интерпретирует уровень сигнала как логический сигнал высокого уровня, а ниже — как логический сигнал низкого уровня.

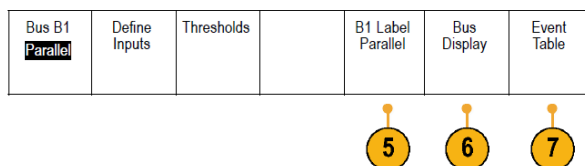


2119.045

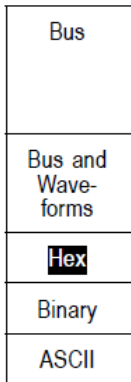
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для некоторых шин используют два пороговых значения в канале.

---

5. С помощью кнопки В1 «Метка» можно изменить метку шины. (*Присвоение меток каналам и шинам.*)

6. Для задания параметров отображения сигналов параллельной или последовательной шины используют кнопку **Отображение шины** и боковое меню.



Для задания формата отображения чисел (в зависимости от типа шины) используют боковое меню или ручки управления.

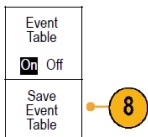
7. Для вывода на экран списка передаваемых по шине пакетов с отметками времени следует нажать на кнопку **Таблица событий** и выбрать **Вкл.**

Для синхронной параллельной шины в таблице отображаются значения передаваемых по шине данных в моменты прохождения каждого фронта синхроимпульса. Для асинхронной параллельной шины в таблице отображаются значения передаваемых по шине данных при изменении любого одного бита.

В зависимости от типа шины в таблице событий отображаются байты, слова или пакеты.

[Таблица событий](#) на странице 78

8. Для сохранения данных таблицы событий в формате CSV (электронная таблица) на выбранном запоминающем устройстве следует нажать кнопку **Сохранить таб. событий**.



В следующем примере показана таблица событий для шины RS-232.

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

2319-005

В таблицах событий для шины RS-232 каждому 7-битному или 8-битному байту соответствует одна строка, если в поле «Пакеты данных» установлено значение «Выкл». Если в поле «Пакеты данных» установлено значение «Вкл», то данные каждого пакета в таблицах событий для шины RS-232 отображаются отдельной строкой.

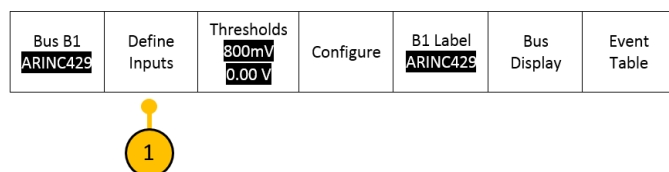
Для других шин в строке отображаются данные одного слова, кадра или пакета в зависимости от типа шины.

- Для перемещения на экране данных о шине вверх или вниз нажимают кнопку **B1**, **B2** или **B3** и вращают ручку **Многофункц. а**.

## Шина ARINC429

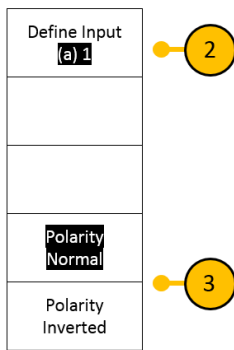
Для регистрации данных с шины ARINC429 необходимо задать значения следующих параметров:

- Если выбрана шина типа **ARINC429**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите требуемые элементы в боковом меню.

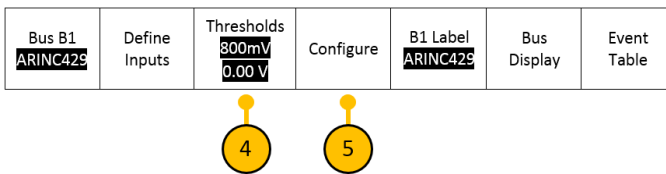


- Вращением ручки **Multipurpose a** выберите анализируемую осциллограмму в качестве входного сигнала с шины.

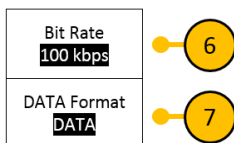
3. Выберите элемент **Нормальная полярность** или **Инвертир. полярность** в соответствии с характеристиками подлежащих регистрации сигналов шины ARINC429.



4. Выберите элемент **Порог. напр.** для указания пороговых уровней высокого и низкого состояний подлежащих регистрации сигналов шины ARINC429 или выберите значения из списка предварительно заданных.
5. Нажмите кнопку **Настройка** и выберите подходящие элементы в боковом экранном меню.



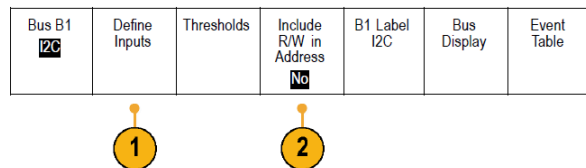
6. Для выбора величины скорости передачи из списка предварительно заданных значений нажмите кнопку **Скорость передачи** и вращайте ручку **Многофункц. а**. Другой возможный способ задать скорость передачи — ввод численного значения. Для этого выберите элемент **Пользоват.**, а затем вращением ручки **Многофункц. б** установите значение скорости передачи от 10 кбит/с до 1 Мбит/с.
7. Выберите элемент **DATA format** (Формат данных) и вращением ручки **Многофункц. а** выберите из списка размер поля данных подлежащих декодированию пакетов в шине ARINC429.



## шина I2C

Для регистрации данных с шины I<sup>2</sup>C 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 в адрес чтение-запись**, 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.

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.

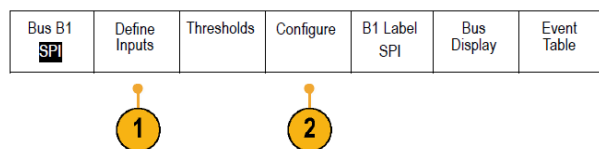
Если выбрать **Нет**, то 7-битные адреса отображаются осциллографом в виде семи битов, а 10-битные адреса — в виде десяти битов.

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.

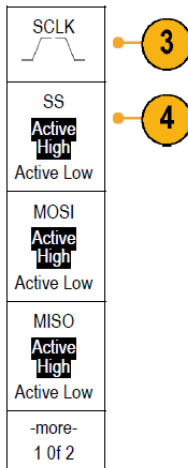


Для параметра **Кадрир.** можно задать «SS» (Slave Select — выбор подчиненного) или «Простой».

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

2. 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.

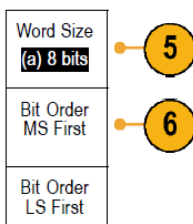


- Задайте уровень сигналов SS, MOSI и MISO, соответствующий шине SPI.

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

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

- С помощью ручки **Многофункц. а** задайте число битов в соответствии с длиной слова шины SPI.



- Нажмите одну из кнопок бокового меню, чтобы настроить порядок битов так, чтобы он соответствовал шине SPI.

## RS232, шина

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

- 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

Bus B1 <b>RS-232</b>	Define Inputs	Thresholds	Configure <b>9600-8-N</b>	B1 Label RS-232	Bus Display	Event Table
-------------------------	------------------	------------	------------------------------	--------------------	----------------	----------------

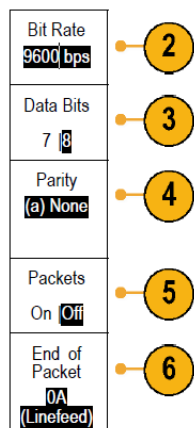


RS-422, RS-485 и UART — инвертированная полярность.

- Для выбора необходимой скорости передачи нажмите кнопку «Скорость передачи» и вращайте ручку «Многофункц. а».

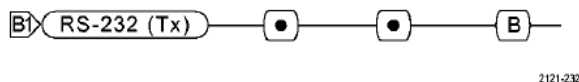


- Нажмите кнопку «Биты данных» и выберите число в зависимости от шины.



- Нажмите кнопку «Четность» и вращайте ручку «Многофункц. а», чтобы выбрать полярность, используемую шиной: «Нет», «Нечетные» или «Четные».
- Нажмите кнопку «Пакеты данных» и выберите «Вкл.» или «Выкл.».
- Чтобы выбрать символ конца пакета, вращайте ручку «Многофункц. а».

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



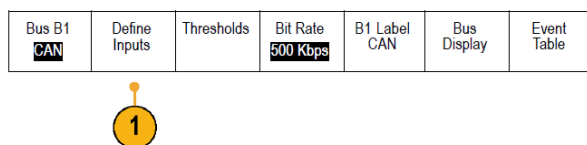
Если для использования при декодировании шины RS-232 задан символ конца пакета, то поток байтов будет отображаться в виде пакетов.

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

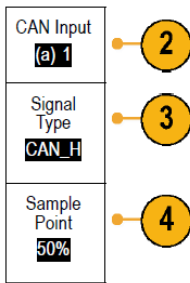
## Шина CAN, CAN FD

Для сбора данных с шины CAN или CAN FD необходимо задать следующие параметры:

- Если задан вариант **CAN**, нажмите кнопку **Определ. входов** и укажите необходимые элементы в боковом меню.



2. Используя ручку **Многофункц. а** следует выбрать канал, вход которого подключен к шине CAN.



3. Вращением ручки **Многофункц. а** выберите тип сигнала шины CAN: CAN\_H, CAN\_L, Rx, Tx или «Дифференц.».
4. Вращением ручки **Многофункц. а** задайте значение параметра «Точ.выборки» в интервале от 5 до 95 % периода следования битов или единичного интервала.

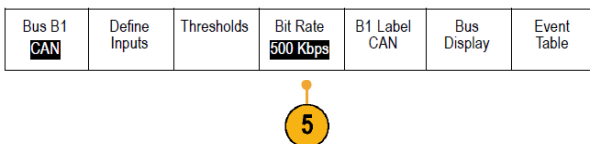
Для шины CAN 2.0 допустимый интервал значений положения точек выборки — от 5 до 95 %.

Для шины CAN FD допустимый интервал значений положения точек выборки — от 15 до 95 %.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для правильного декодирования и устойчивой синхронизации при работе с шиной CAN FD необходимо точно указать значение параметра «Точ.выборки».

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для шины CAN FD используют одинаковое значение в процентах параметра «Точ.выборки» при передаче битов со скоростями режимов SD и FD. Для оптимальной работы прибора значение параметра «Точ.выборки» следует установить таким же, которое используется в режиме SD (точка выборки фазы арбитража).

5. Нажмите **Скор. перед.** и вращением ручки **Многофункц. а** выберите значение из предварительно сформированного списка значений скорости передачи.



Кроме того, можно задать скорость передачи вводом требуемого значения. Для этого следует выбрать пункт **Пользоват.** и вращением ручки **Многофункц. б** задать скорость передачи в диапазоне от 10 000 до 1 000 000.

- a. Нажмите **Стандарт** для выбора стандарта CAN 2.0 и CAN FD для корректного декодирования сигнала и синхронизации.

Хотя стандарт CAN FD предполагает обработку пакетов данных предшествующего стандарта CAN 2.0, в меню прибора следует выбирать элемент CAN 2.0 для лучшей работы прибора с отличными от CAN FD конфигурациями шин.

- b. Нажмите кнопку **Скорость передачи** и вращением ручки **Многофункц. а** выберите значение скорости передачи из списка предварительно заданных значений.

Кроме того, можно задать скорость передачи вводом требуемого значения. Для этого выберите пункт «Пользоват.», а затем вращением ручки Многофункц. б установите значение скорости передачи в диапазоне от 10 кбит/с до 1 Мбит/с.

Когда установлен стандарт CAN FD, значение будет соответствовать скорости передачи шины SD.

- c. Если установлен **стандарт CAN FD**, нажмите **Скор. перед. FD** и вращением ручки **Многофункц. а** выберите значение из предварительно сформированного списка значений скорости передачи.

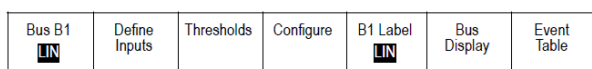
Кроме того, можно задать скорость передачи вводом требуемого значения. Для этого следует выбрать пункт «Пользоват.» и вращением ручки «Многофункц. б» установить значение скорости передачи в диапазоне от 500 кбит/с до 7 Мбит/с для MDO3000.

- d. Если выбран стандарт CAN FD, нажмите **Стандарт FD** для выбора соответствующего стандарту ISO (11898-1:2015) или не соответствующего стандарту ISO (Bosch:2012) протокола.

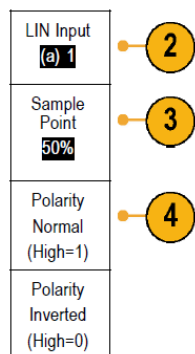
## LIN, шина

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

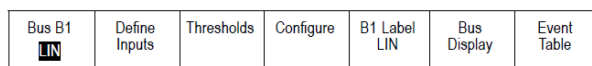
1. Если выбран вариант **LIN**, нажмите кнопку **Определ. входов** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.



2. С помощью ручки **Многофункц. а** выберите канал, подключенный к шине LIN.

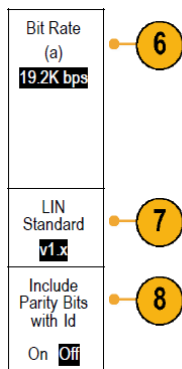


3. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы задать для параметра **Точ.выборки** значение от 5 до 95 % от положения внутри битового периода или единичного интервала.
4. Выберите **Полярн.** в соответствии с шиной LIN, для которой выполняется регистрация сигнала.
5. Нажмите кнопку **Настройка** и выберите необходимые варианты в боковом экранном меню.



6. Для выбора скорости передачи из списка предварительно заданных значений нажмите кнопку **Скорость передачи** и вращайте ручку **Многофункц. а**.

Кроме того, можно задать особое значение скорости передачи. Для этого выберите пункт **Пользоват.**, а затем вращайте **Многофункц. b**, чтобы задать скорость передачи в диапазоне от 800 до 100 000 бит/с.

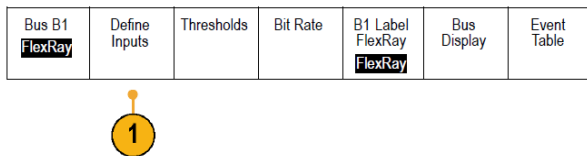


7. Для выбора соответствующего стандарта нажмите кнопку **Стандарт LIN** и вращайте ручку **Многофункц. а**.
8. Нажмите кнопку **Вкл. четн-ть битов с Ид.**, чтобы выбрать, включать или не включать биты четности.

### FlexRay, шина

Для регистрации с шины FlexRay необходимо настроить указанные ниже элементы.

1. Если выбран вариант **FlexRay**, нажмите кнопку **Определить входы** и выберите необходимые варианты в боковом меню.

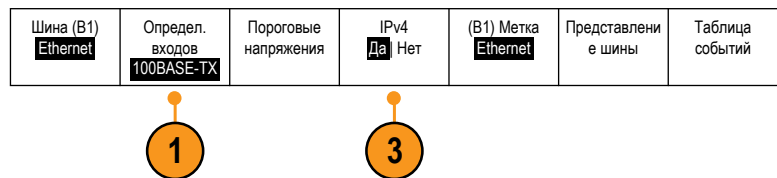


2. При необходимости нажмите кнопки «Порог», «Скорость передачи», «Метка», «Отображение шины» и «Таблица событий» и задайте соответствующие значения параметров.

### 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 экранном меню.



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.

## Audio, шина

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

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

Bus B1 <b>Audio</b>	Define Inputs	Thresholds	Configure	B1 Label RS-232	Bus Display	Event Table
------------------------	---------------	------------	-----------	--------------------	-------------	-------------



2. Для выбора типа конфигурации данных аудиошины, по которой требуется синхронизация, нажмите кнопку **Тип** и вращайте ручку **Многофункц. а**.
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.

## USB, шина

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

Bus B1 <b>USB</b>	Define Inputs <b>Full Speed</b>	Thresholds		B1 Label <b>USB</b>	Bus Display	Event Table
----------------------	------------------------------------	------------	--	------------------------	-------------	-------------



1. Если выбрана шина **USB**, нажмите **Определ. входов**, чтобы установить скорость шины USB и тип пробника.
2. Меню «Порог. напр-я», «Метка», «Отображение шины» и «Таблица событий» работают аналогично другим последовательным шинам.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для высокоскоростных шин (HS) USB необходимо использовать модели с полосой пропускания 1 ГГц.

---

## MIL STD 1553

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

Bus B1	Define Inputs	Thresholds	RT	B1 Label	Bus Display	Event Table
MIL-1553		800 mV 0.00 V	12.0µs 4.00µs	1553		

1. Нажмите кнопку **Определить входы** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать необходимые пункты бокового меню.  
Выберите полярность, соответствующую исследуемой шине 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 сигналов из аналоговых каналов 1–4, цифровых каналов D15–D0, расчетные осциллограммы и осциллограммы, которые просматриваются при выборе отображения шины, всегда отражают активность шины на физическом уровне. При отображении физического уровня переданные ранее биты находятся слева, а переданные позже биты — справа. В шинах

- I<sup>2</sup>C, CAN и CAN FD сперва передается старший двоичный разряд
- В шинах SPI порядок передачи разрядов не предписан
- В шинах RS-232 и LIN первым передается младший двоичный разряд

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Декодированные осциллограммы и таблицы событий для всех шин отображаются на экране осциллографа со старшим разрядом слева и младшим разрядом справа.

---

Пусть, например, сигнал на шине RS-232 (после стартового разряда) имеет следующий вид: высокий, высокий, высокий, низкий, высокий, низкий, низкий и высокий. Поскольку в протоколе RS-232 нулевому значению соответствует высокий уровень сигнала, а единице — низкий, передаваемое значение будет 0001 0110.

Поскольку после декодирования первым отображается самый старший разряд, осциллограф изменяет порядок разрядов и отображает значение в виде h.

### Таблица событий

В дополнение к декодированным данным пакетов, отображаемым вместе с осциллограммой сигнала шины, также можно просматривать содержимое всех зарегистрированных в памяти пакетов в виде таблицы, по форме подобной распечаткам программ. Пакеты снабжаются метками времени и отображаются в виде столбцов, соответствующих каждому отдельному компоненту (адрес, данные и т. п.). Данные из таблицы событий можно сохранить в формате .CSV для последующего подробного анализа.

При отображении таблицы событий имеется возможность

- прокручивать таблицу, одновременно перемещая точку наблюдения на осциллограмме.  
В каждой строке таблицы событий вместе с отметкой времени отображается содержимое байта, пакета или слова в зависимости от типа шины. При прокручивании таблицы событий с помощью многофункциональной ручки точка наблюдения на экране осциллографа перемещается по осциллограмме соответственно отображаемому в таблице событию.
- Сохранить таблицу событий. [Установка параметров шин](#) на странице 65

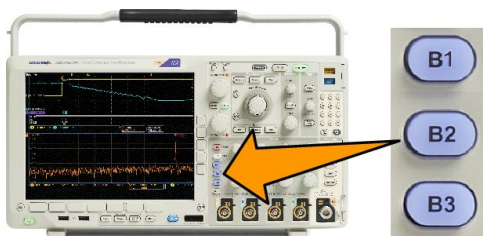
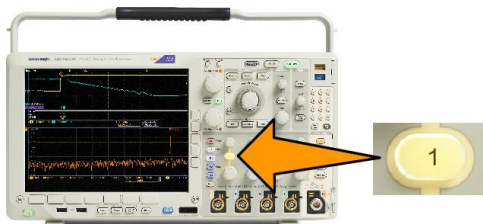
При сохранении таблицы событий сохраняется большее количество данных, чем может быть отображено на экране осциллографа. Сохраненные в файлах данные следует использовать для последующего углубленного анализа.

## Обозначение 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. С помощью ручки **Многофункц. в** прокрутите список и найдите 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. (*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 вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы найти букву в имени, которое требуется ввести.
8. Нажмите кнопку **Выбор** или **Ввести символ**, чтобы указать, что требуемый символ выбран.

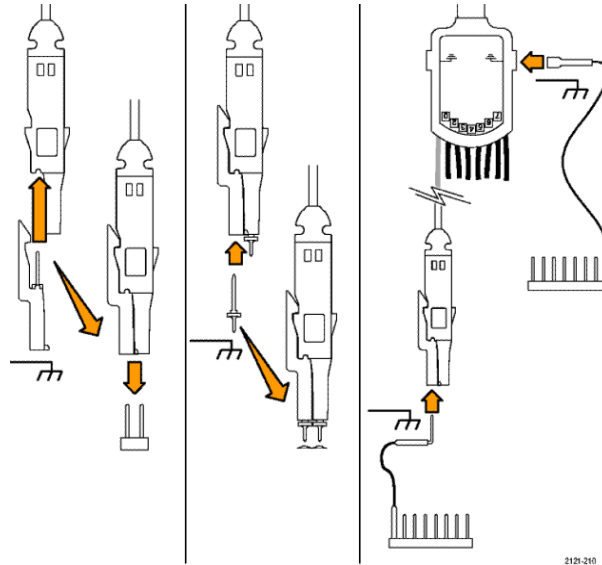
При необходимости можно изменить имя с помощью кнопок нижнего меню.

9. Продолжайте выбирать символы и нажимать кнопку **Выбрать** до тех пор, пока не будут введены все требуемые 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.

## Настройка цифровых каналов

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

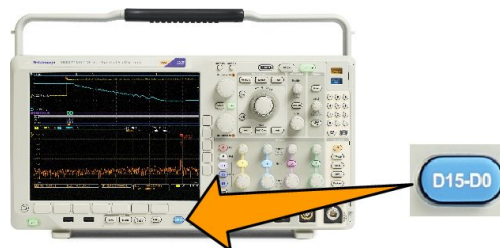
1. Подсоедините 16-канальный логический пробник R6616 к источнику входного сигнала.



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. Нажмите кнопку **D15 - D0** на передней панели, чтобы вызвать меню.



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

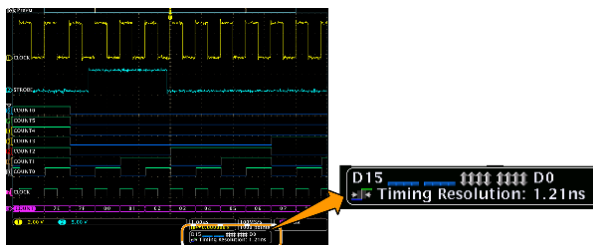
D15 - D0 Вкл./Выкл.	Пороговые напряжения	Изменить метки	Монитор Вкл.   Выкл.	MagniVu Вкл.   <b>Выкл.</b>	Высота <b>S</b>   M L
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>



7. Для прокрутки списка цифровых каналов поверните многофункциональный регулятор **a**. Для позиционирования выбранного канала поверните многофункциональный регулятор **b**.

Когда каналы на экране располагаются близко друг к другу, осциллограф группирует каналы и добавляет группы во всплывающий список. Вместо перемещения отдельных каналов можно выбрать группу из списка, чтобы переместить сразу всю группу каналов.

8. Нажмите **Порог. напр.** в нижнем меню. Для каждого канала можно задавать различные пороговые значения.
9. Нажмите **Изменить метки** в нижнем меню и создайте метку. Можно создать метки с помощью элементов управления передней панели или с помощью дополнительной USB-клавиатуры.
10. Нажмите кнопку **Монитор**, чтобы отобразить общую картину активности в цифровых каналах.



11. Чтобы увеличить временное разрешение, нажмите кнопку **MagniVu** в боковом меню.
12. Несколько раз нажмите кнопку **Высота** в нижнем меню, чтобы установить высоту сигнала. Чтобы настроить высоту для всех цифровых каналов, это достаточно сделать только один раз.

### Советы

- Воспользуйтесь функцией лупы, чтобы просмотреть несколько периодов сигнала в верхней части экрана и один период в нижней части.
- 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 подключения 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 Tektronix MagniVu обеспечивает более высокое временное разрешение, поэтому можно более точно определять фронты и выполнять более точные временные измерения на фронтах цифровых сигналов. С помощью технологии MagniVu можно наблюдать до 32 раз более подробную картину, чем при использовании обычных выборок для 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 синхронизации.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В режиме MagniVu данные выборки автоматически центрируются вокруг точки синхронизации. Если включить режим MagniVu при использовании записи большой длины и просматривать участок, расположенный не рядом с точкой синхронизации, 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. [Просмотр цифровых каналов](#) на странице 118.

---

## Использование режима MagniVu

1. Нажмите кнопку **D15 – D0**.



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

D15 – D0 Вкл./Выкл.	Пороговые напряжения	Изменить метки		Монитор Вкл.   Выкл.	MagniVu Вкл.   Выкл.	Высота S   M   L
------------------------	-------------------------	-------------------	--	-------------------------	-------------------------	---------------------

2

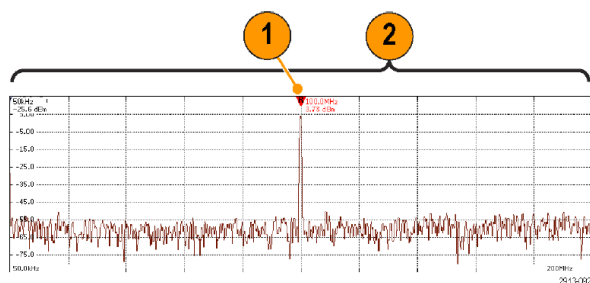
### Советы

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

## Настройка радиочастотных входов

### Параметры 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 указать центральную частоту и диапазон, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Част./Диап.** на передней панели.
2. В боковом меню нажмите кнопку **Центральная частота** и используйте ручку **Многофункц. а** или клавиатуру осциллографа для ввода требуемой центральной частоты. При использовании клавиатуры с помощью появившегося бокового меню можно ввести единицы измерения.

3. Нажмите кнопку **Диапазон** и либо ручкой **Многофункц. b**, либо с помощью клавиатуры задайте необходимый диапазон. При использовании клавиатуры с помощью появившегося бокового меню можно ввести единицы измерения.
4. Выберите **Старт** для установки нижней частоты регистрации.
5. Выберите **Стоп** для установки верхней частоты регистрации.
6. Нажмите **▼ К центру** для перемещения частоты, на которую указывает опорный маркер, к центральной частоте.

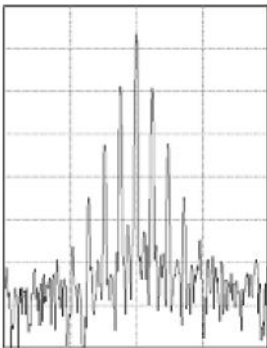
### Reference Level (Опорный уровень)

1. Нажмите «Ампл.», чтобы вызвать боковое меню для настройки параметров амплитуды радиочастотных сигналов.
2. Нажмите кнопку «Опор. уровень» и вращайте ручку «Многофункц. а», чтобы задать приблизительное значение максимального уровня мощности, соответствующее индикатору опорной линии на вершине частотной сетки.
3. Нажмите кнопку «По вертикали» и вращайте ручку «Многофункц. а», чтобы настроить положение по вертикали. Можно перемещать индикатор опорной линии вверх или вниз. Это удобно, если требуется переместить сигналы на видимую часть дисплея.  
Вращайте ручку «Многофункц. b», чтобы настроить масштаб по вертикали.
4. Нажмите кнопку «Единицы по вертикали» и вращайте ручку «Многофункц. а», чтобы задать единицы измерения по вертикали для частотной области. Возможны следующие варианты: дБм, дБмкВ, дБмВ, дБмкВ, дБмА, дБмКА.  
Это удобно, если для приложения необходимы единицы измерения, отличные от отображаемых на экране.
5. Нажмите «Автонастр. уровня», чтобы обеспечить автоматическое вычисление и установку опорного уровня осциллографом.

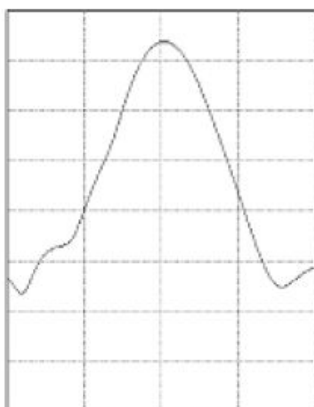
### Полоса пропускания разрешения

Полоса пропускания разрешения (RBW) определяет уровень разрешения осциллографом отдельных частот в частотной области. Например, если тестовый сигнал включает две несущие частоты, отличающиеся на 1 кГц, то их невозможно распознать при ширине полосы пропускания разрешения менее 1 кГц.

Ниже на обоих иллюстрациях показан пример такого сигнала. Разность частот равна их полосе пропускания разрешения.



Lower (narrower) RBWs take longer to process, but have finer frequency resolution and a lower noise floor.



Higher (wider) RBWs take less time to process, but have less frequency resolution and a higher noise floor.

1. Нажмите **Полоса пропускания**, чтобы вызвать боковое меню настройки полосы пропускания разрешения. В этом меню можно указать разность частот, меньшую по сравнению с разрешением прибора по оси частот.
2. Нажмите **Режим полосы пропускания разрешения**, чтобы выбрать вариант **Авто** или **Ручной**.

**Авто** — полоса пропускания разрешения будет установлена автоматически при изменении диапазона. По умолчанию полоса пропускания разрешения  $RBW = \text{Диапазон}/1000$ .

**Ручной** — позволяет устанавливать собственную полосу пропускания разрешения.





3. Чтобы вручную настроить **полосу пропускания разрешения**, нажмите «Полоса пропускания разрешения» и вращайте ручку «Многофункц. а».
4. Нажмите **Диапазон : Полоса пропускания разрешения** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы задать соотношение диапазона и полосы пропускания разрешения.



Это соотношение используется, если для параметра **Режим полосы пропускания разрешения** установлено значение **Авто**. Значение по умолчанию — 1000:1, однако можно установить другие значения в последовательности 1-2-5 (например, 1000, 20000, 50000).

5. Нажмите кнопку **Окно** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать тип используемого окна БПФ.

Возможны следующие варианты выбора окна: Кайзера, прямоугольное, Хэмминга, Хеннинга, Блэкмана-Харриса и плосковершинное.

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
<p><b>Окно Кайзера</b></p> <p>При использовании окна Кайзера достигается среднее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот и точность измерения амплитуды — хорошие.</p> <p>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). Его также используют для случайных сигналов.</p>	
<p><b>Прямоугольное окно</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
<p><b>Окно Хэмминга</b></p> <p>При использовании окна Хэмминга достигается хорошее разрешение по частоте (немного лучше, чем с окном Хеннинга), просачивание спектральных частот при этом умеренное, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.</p> <p>Окно Хэмминга применяется для измерения синусоидальных и периодических сигналов, а также узкополосного случайного шума. Это окно применяется для измерения переходных процессов или выбросов, когда уровень сигнала до и после события сильно отличается.</p>	
<p><b>Окно Хеннинга</b></p> <p>При использовании окна Хеннинга достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом низкое, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.</p> <p>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.</p>	

Описание	Окно
<p><b>Окно Блэкмана-Харриса</b></p> <p>При использовании окна Блэкмана-Харриса достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом очень низкое, а точность измерения амплитуды — хорошая.</p> <p>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.</p>	
<p><b>Плосковершинное окно</b></p> <p>При использовании плосковершинного окна достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом низкое, а точность измерения амплитуды — очень хорошая.</p> <p>Плосковершинное окно используется для проведения точных измерений амплитуды синусоидальных сигналов, значительно или умеренно разделенных между собой.</p>	





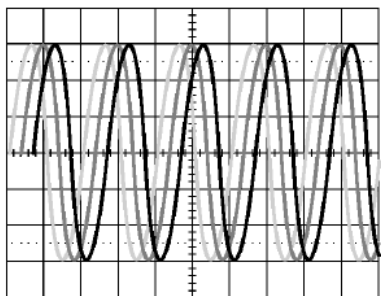
# Настройка синхронизации

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

## Основные понятия синхронизации

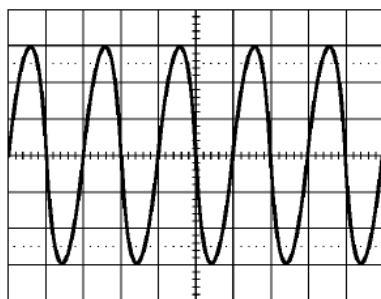
### Событие синхронизации

Событие синхронизации задает нулевую точку временной шкалы в записи осциллограммы. Все данные в записи осциллограммы располагаются вдоль оси времени относительно этой точки. Прибор непрерывно собирает и сохраняет некоторое количество точек выборки, позволяющее заполнить участок осциллограммы до запуска. Этот фрагмент осциллограммы отображается на экране до события запуска, то есть слева от него. Когда происходит событие синхронизации, прибор начинает регистрировать выборки для построения части записи сигнала, расположенной после запуска. Эта часть осциллограммы отображается после (правее) события запуска. После появления события синхронизации и до завершения регистрации данных и истечения времени выдержки прибор не воспринимает другие события синхронизации.



1785-087a

Untriggered display



1785-087b

Triggered display

## 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 события синхронизации не поступают, на экране остается последняя полученная осциллограмма. При отсутствии последней осциллограммы никакие сигналы на экране не отображаются.
- В режиме автоматической синхронизации прибор регистрирует сигнал, даже если синхронизация не выполняется. Автоматический режим предполагает использование таймера, запускаемого после начала регистрации и регистрации выборок до запуска. Если до истечения времени ожидания таймера событие синхронизации не обнаруживается, прибор запускается принудительно. Продолжительность времени ожидания события синхронизации зависит от настройки масштаба времени.

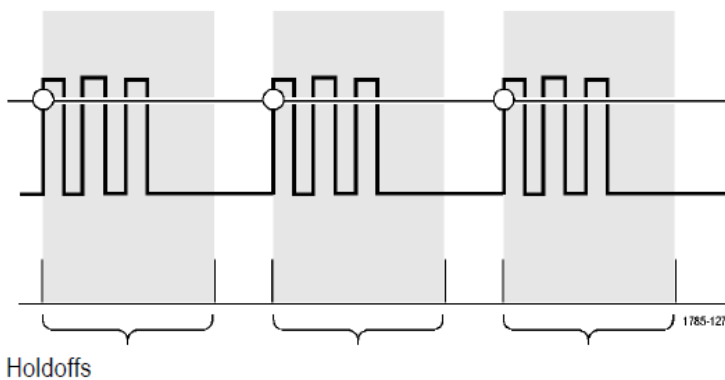
Если принудительный запуск в автоматическом режиме выполнен при отсутствии действительных событий синхронизации, сигнал на экране не синхронизируется. Осциллограмма перемещается по экрану. Когда происходит действительная синхронизация, изображение на экране стабилизируется.

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

## Задержка запуска

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 запуска. Когда прибор распознает событие запуска, система синхронизации отключается на время регистрации. Кроме того, система синхронизации остается отключенной во время периода выдержки, следующего за каждым циклом регистрации.

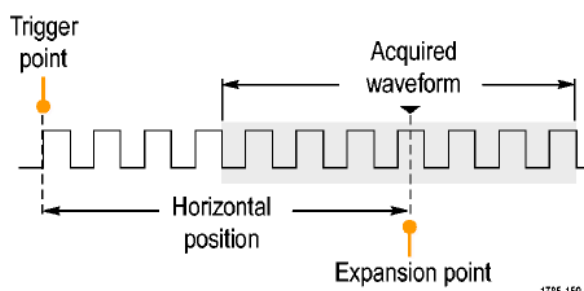


## Тип входа запуска

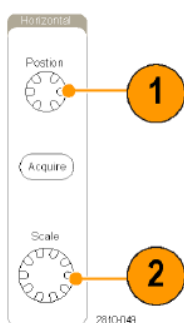
Тип входа синхронизации определяет составляющую сигнала, передаваемую в цепь синхронизации. При синхронизации по фронту могут использоваться все допустимые типы входа: по постоянному току, по переменному току, подавление НЧ, подавление ВЧ и подавление шума. Во всех остальных типах синхронизации используется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

## Horizontal Position (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).



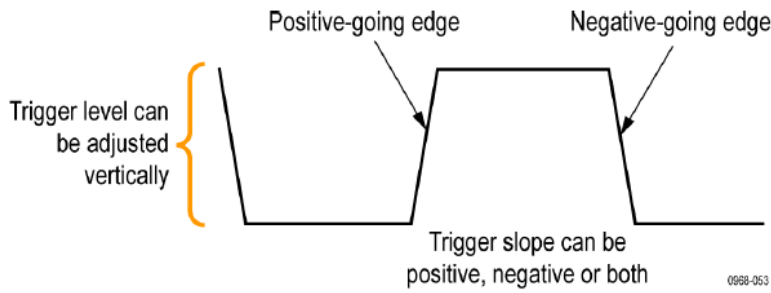
Часть записи до момента синхронизации соответствует интервалу до синхронизации. Часть записи после момента синхронизации соответствует интервалу после синхронизации. Данные на интервале до синхронизации могут помочь в отладке устройства. Например, чтобы найти причину нежелательного выброса в проверяемой цепи, можно выполнить запуск по выбросу и увеличить интервал до запуска, 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

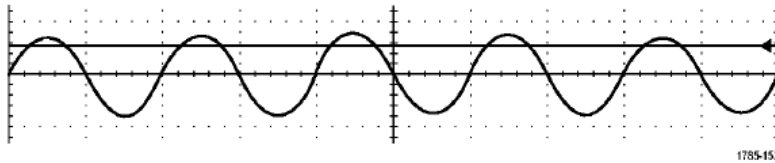
Элемент управления наклоном определяет фронт (нарастающий или нисходящий), на котором выполняется поиск точки синхронизации.

Ручка уровня определяет место на фронте, соответствующее точке синхронизации.

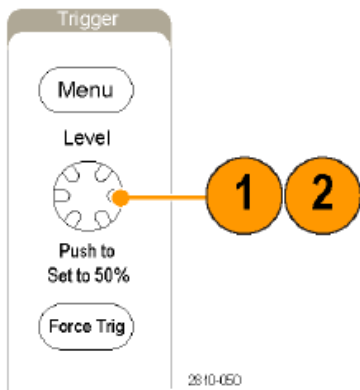
На координатной сетке осциллографа отображается длинная горизонтальная линия (или несколько линий), отображающая уровень синхронизации.



1. Настройка уровня синхронизации без перехода в меню осуществляется ручкой **Уровень** в группе «Запуск» на передней панели.



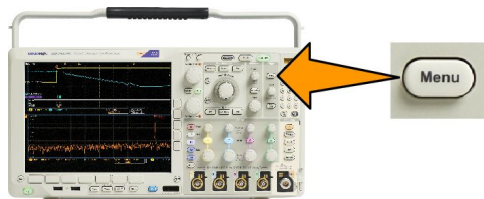
2. Для быстрой установки уровня синхронизации в средней точке размаха осциллограммы нажмите ручку **Уровень** в группе «Запуск» на передней панели.



## Выбор типа синхронизации

Для выбора синхронизации необходимо выполнить следующие действия.

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

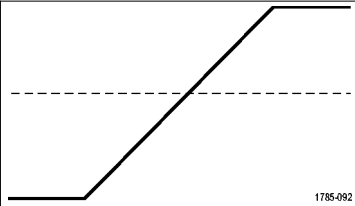
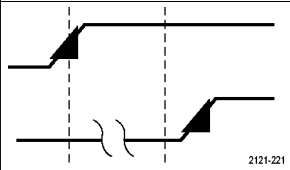


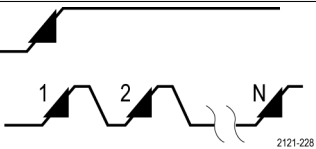
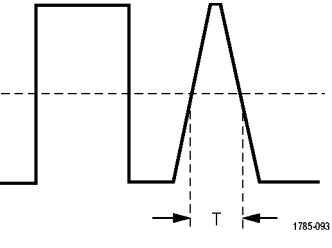
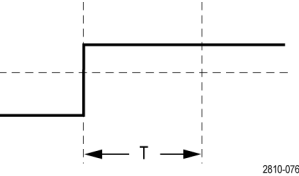
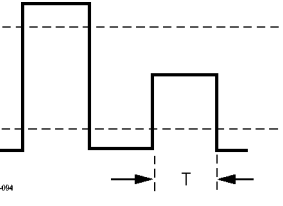
2. Нажмите кнопку **Тип**, чтобы появилось боковое экранное меню **Тип синхронизации**.

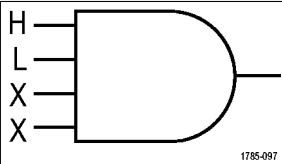
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Синхронизация по шине в осциллографах серии MDO4000C на параллельных шинах выполняется даже без использования прикладного модуля. При синхронизации по шине на осциллографах с другими типами шин необходимо использовать прикладной модуль DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET или DPO4USB.

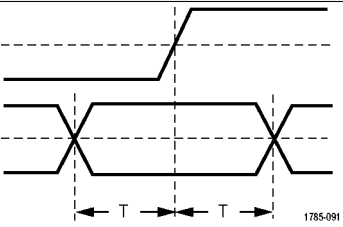
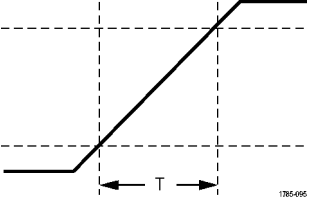
3. Для выбора требуемого типа синхронизации вращайте ручку **Многофункц. а**.
4. Выполните настройку синхронизации с помощью элементов управления для выбранного типа синхронизации, выведенных в нижнем экранном меню. Элементы управления, используемые для настройки синхронизации, меняются в зависимости от типа синхронизации.

## Выбор режимов синхронизации

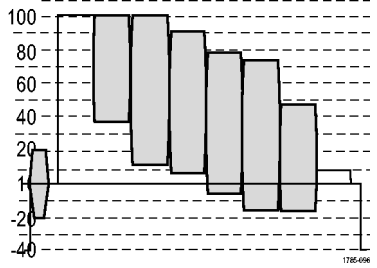
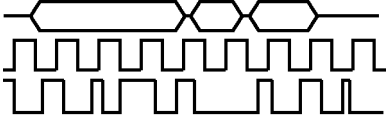
Вид синхронизации		Условия запуска
По фронту		Синхронизация по нарастающему, спадающему или обоим фронтам определяется установленным значением параметра управления по направлению изменения сигнала. Выбираемые типы входа: со связью по постоянному току, с подавлением НЧ, с подавлением ВЧ и с подавлением шума. Синхронизация по фронту является простейшим и наиболее часто используемым типом синхронизации для аналоговых и цифровых сигналов. Событие запуска по фронту происходит, когда сигнал источника синхронизации пересекает заданный уровень напряжения в заданном направлении.
Последовательность (Запуск В)		Сочетание события А запуска по фронту (основного) и по событию В (задержанного) позволяет регистрировать весьма сложные сигналы. <b>Время.</b> После наступления события А происходит задержка запуска в течение заданного времени, а затем ожидание события В, при наступлении которого происходит запуск и отображение осциллограммы.

Вид синхронизации		Условия запуска
		<p><b>События.</b> После наступления события А система запуска ожидает регистрации заданного числа раз наступления события В, после чего происходит запуск и отображение осциллограммы.</p>
Длительность импульса		<p>Запуск производится по импульсам, длительность которых меньше, больше, равна или не равна заданному значению. Кроме этого, возможен запуск, если длительность импульса находится в пределах или за пределами заданного интервала времени. Запуск может выполняться по импульсам положительной или отрицательной полярности. Синхронизацию по длительности импульса используют преимущественно с цифровыми сигналами.</p>
Тайм-аут		<p>Запуск по отсутствию импульсов в течение заданного периода времени. Уровень сигнала сохраняется выше или ниже (или только выше/только ниже) заданного значения в течение установленного интервала времени.</p>
Импульс малой амплитуды		<p>Запуск по импульсу, уровень которого пересекает первый пороговый уровень, но не пересекает второй пороговый уровень до повторного пересечения первого. Можно задать обнаружение положительного или отрицательного (или любой полярности) импульса малой амплитуды, либо только импульсов, длительность которых больше, меньше, равна или не равна заданной длительности. Запуск по импульсу малой амплитуды используют преимущественно для цифровых сигналов.</p>

Вид синхронизации	Условия запуска
<p>Логическое состояние</p> 	<p>Запуск происходит при переходе всех каналов в указанное состояние. С помощью многофункциональной ручки <b>a</b> выберите канал. Для задания в данном канале одного из состояний: <b>Высокое (H)</b>, <b>Низкое (L)</b> или <b>Не важно (X)</b> нажмите соответствующую кнопку бокового меню.</p> <p>Для выбора канала, сигнал в котором предполагается использовать для синхронизации, воспользуйтесь кнопкой <b>Такт.сигнал</b> бокового меню. Можно выбрать только один канал в качестве источника сигнала синхронизации. Чтобы изменить используемый фронт импульсов синхронизации, нажмите кнопку <b>Фронт синхроимп.</b> в нижнем меню. Для отключения синхронизации по импульсному сигналу выбранного канала и возврата к режиму синхронизации без внешнего источника (по исследуемому сигналу) следует установить для канала с выбранным в качестве источника синхронизации сигналом «Высокий» или «Низкий» уровень, либо состояние «Не важно».</p> <p>В режиме внутренней синхронизации запуск по умолчанию выполняется при достижении значения «истина» заданным логическим выражением. В качестве события запуска можно также выбрать достижение значения «ложь» заданного логического выражения или задать синхронизацию по времени.</p> <p>Для синхронизации по логическому выражению можно использовать до 21 канала (4 аналоговых, 16 цифровых и 1 радиочастотный).</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Чтобы использовать сигнал на РС-входе в логическом выражении запуска, необходимо предварительно установить прикладной программный модуль MDO4TRIG.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> Оптимальные характеристики синхронизации по логическому выражению достигаются при использовании только аналоговых или только цифровых каналов.</p>

Вид синхронизации		Условия запуска
<p>Установка и удержание</p>		<p>Запуск осуществляется при изменении логического состояния входных данных в заданном интервале времени установки или удержания относительно фронта синхрои импульса.</p> <p>Временем установки называется промежуток времени до фронта тактового импульса, в течение которого данные должны оставаться неизменными. Временем удержания называется интервал времени после прохождения фронта импульса синхронизации, в течение которого данные должны оставаться неизменными.</p> <p>Осциллографы серии MDO4000C позволяют осуществлять синхронизацию типа «Установка и удержание» по множеству каналов и выполнять мониторинг нарушений условий установки и удержания в состоянии всей шины.</p> <p>Для синхронизации типа «Установка и удержание» можно использовать до 20 каналов (4 аналоговых и 16 цифровых). Для выбора канала импульсов синхронизации используйте кнопку <b>Такт. сигнал</b> бокового меню. Для выбора одного или более каналов мониторинга нарушений заданных условий установки и удержания используйте элементы управления <b>Выбрать</b> и кнопки <b>Данные</b> и <b>Не использ.</b></p> <hr/> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ.</b> <i>Оптимальная работа синхронизации в режиме установки и удержания достигается при использовании только аналоговых или только цифровых каналов.</i></p>
<p>Длительность нарастающего/спадающего фронта</p>		<p>Синхронизация по времени нарастания и спада. Запуск по фронтам импульса, проходящим между двумя пороговыми значениями за время большее или меньшее заданного. Можно задать запуск по положительному, отрицательному или любому фронту.</p>



Вид синхронизации		Условия запуска
Видео		<p>Синхронизация по заданным полям или строкам композитного видеосигнала. Поддерживаются только композитные форматы сигналов.</p> <p>Синхронизация выполняется по сигналу в стандартах NTSC, PAL и SECAM. Работает с сигналами Macrovision.</p> <p>При использовании модуля DPO4VID обеспечивается синхронизация по множеству сигналов стандарта ТВЧ (HDTV), а также по пользовательским (нестандартным) двух- и трехуровневым видеосигналам с количеством строк от 3 000 до 4 000.</p>
Шина		<p>Синхронизация по состояниям различных шин.</p> <p>Для работы с сигналами шины I<sup>2</sup> необходим модуль DPO4EMBD.</p> <p>Для работы с сигналами шины SPI необходим модуль DPO4EMBD.</p> <p>Для работы с сигналами шины CAN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX.</p> <p>Для работы с сигналами шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART необходим модуль DPO4COMP.</p> <p>Для работы с сигналами шины LIN необходим модуль DPO4AUTO или DPO4AUTOMAX.</p> <p>Для работы с сигналами шины FlexRay необходим модуль DPO4AUTOMAX.</p> <p>Для работы с сигналами шин для передачи звуковых сигналов необходим модуль DPO4AUDIO.</p> <p>Для работы с сигналами шины USB необходим модуль DPO4USB.</p> <p>Для работы с сигналами шины Ethernet требуется модуль DPO4ENET.</p> <p>Для работы с сигналами шин ARINC429 и MIL-STD-1553 требуется модуль DPO4AERO.</p> <p>См. <a href="#">Бесплатное опробование прикладных модулей</a> на странице 19.</p>

## Синхронизация по шинам

Если установлен соответствующий прикладной модуль, возможна синхронизация осциллографа по нескольким шинам. Осциллограф серии MDO4000C с опцией MDO4MSO 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).

Чтобы настроить синхронизацию по шине, выполните следующие действия

1. Если тип шины еще не выбран (с помощью кнопки **V1**, **V2** или **V3** на передней панели), выберите его.
2. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



3. Нажмите кнопку **Тип**.
4. Перемещайтесь по типам синхронизации в боковом меню, вращая многофункциональный регулятор **A** до тех пор, пока не будет выбран пункт **Шина**.
5. Нажмите **Входн. шина** и используйте боковое меню «Входн. шина» для выбора шины, по которой нужно синхронизироваться.
6. Нажмите кнопку **Запуск по** и выберите нужную синхронизацию в боковом меню.

## Синхронизация по параллельной шине

(Требуется опция MDO4MSO.)

Можно выполнять синхронизацию по двоичному или шестнадцатеричному значению данных. В нижнем меню нажмите кнопку **Данные** и введите необходимые параметры с помощью многофункциональных ручек **a** и **b**.

## Синхронизация по сигналам шины ARINC429

Возможен запуск по **Началу слова, Метке, Данным, Метке и данным, Концу слова и Ошибке.**

Если выбраны параметры **Запуск по Метка** или **Метка и данные**, нажмите **Метка** в меню внизу экрана и введите интересные значения квалификатора и **Метки**.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При выборе параметров **Запуск по Метка и данные** значения квалификатора для поля **Метка** должно быть "EQUAL" (РАВНО) и привязано к этой величине. Разрыв этой связи происходит при изменении значений параметра **Запуск по**.

---

Если выбраны параметры **Запуск по Данные** или **Метка и данные**, нажмите **Данные** в меню внизу экрана и введите интересные значения квалификатора и **Данных**.

Если выбраны параметры **Запуск по Ошибка**, нажмите **Тип ошибки** в меню внизу экрана и выберите **Any Error** (Любая ошибка), **Ошибка четности, Word Error** (Ошибка слова) или **Gap Error** (Ошибка интервала).

## Синхронизация по шине I<sup>2</sup>C

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

При настройке синхронизации по шине I<sup>2</sup>C и выборе для параметра **Запуск по** значения **Адрес** или **Адр. / данные** нажмите кнопку **Адрес** для доступа к боковому меню «Адрес I<sup>2</sup>C».

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

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

Если для параметра **Запуск по** выбрано значение **Адрес** или **Адр. / данные** нажмите кнопку **Данные** для доступа к боковому меню «Данные I<sup>2</sup>C».

Нажмите кнопку **Число байтов** 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 I<sup>2</sup>C 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 требуемые параметры данных с помощью ручек **Многофункц. a** и **Многофункц. b**.

Затем нажмите кнопку **Число байтов** и введите число байтов с помощью многофункционального регулятора **a**.

Если выбран вариант **MOSI и MISO**, нажмите в нижнем меню кнопку **Данные** и в боковых меню введите нужные данные.

## 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 байтов** и введите число байтов с помощью многофункционального регулятора **a**.

В нижнем меню нажмите кнопку **Данные** и введите необходимые параметры с помощью многофункциональных ручек **a** и **b**.

## Запуск по шинам CAN и CAN FD

Запуск по сигналам шины можно задать по следующим событиям: **Начало кадра**, **Тип кадра**, **Идентифик.**, **Данные**, **Ид. и данные**, **Конец кадра**, **Ошибка подст. битов**, **Нет подтв.**, **Бит FD BRS**, **Бит FD ESI**, **Ошибка формата** и **Ошибка любого вида**. Выбор событий «Бит FD BRS», «Бит FD ESI», «Ошибка формата» и «Ошибка любого вида» возможен лишь при задании значения CAN FD в поле настройки «ШИНА».

Если при настройке синхронизации по сигналам шины CAN или CAN FD в поле **Запуск по** выбрано значение **Тип кадра**, то следует нажать кнопку **Тип кадра** и выбрать **Кадр данных**, **Дистанцион. кадр**, **Ошибка кадра** или **Перегр. кадра**. Все пакеты данных шины CAN FD фиксируются как **Кадр данных**.

При выборе значения **Идентифик.** параметра **Запуск по** следует нажать кнопку **Идентифик.** в нижнем экранном меню и выбрать значение **Формат**. Затем следует нажать кнопку **Идентифик.** бокового меню и используя многофункциональные ручки **a** и **b** ввести двоичное или шестнадцатеричное значение.

Нажмите кнопку **Направление** нижнего меню и выберите интересующий вариант: **Чтение**, **Запись** или **Чтен.-Запись**. Все пакеты данных шины CAN FD фиксируются с направлением **Запись**.

Если для параметра **Запуск по** выбран вариант **Данные**, следует нажать кнопку **Данные** в нижнем меню и ввести требуемые 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 **Идентификатор**, **Данные** или **Идентификатор и данные** в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Идентификатор** или **Данные** и введите интересные параметры в появившемся боковом экранном меню.

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

## Синхронизация по шине FlexRay

Синхронизацию можно выполнить по параметру **Начало кадра**, **Тип кадра**, **Идентификатор**, **Число циклов**, **Поля заголовка**, **Данные**, **Идентификатор и данные**, **конец кадра** или **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**.

При использовании аудиошины **TDM** синхронизацию можно выполнить по параметру **Синхросигнал фрейма** или **Данные**.

## Синхронизация по шине USB

Синхронизацию можно выполнить по параметру **Синхронизация**, **Сброс**, **Приостановить**, **Возобновить**, **конец пакета**, **Пакет маркера (адреса)**, **Пакет данных**, **Пакет установления связи**, **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

Синхронизацию можно выполнять по параметрам **Ограничитель начального кадра**, **MAC-адреса**, **Длина и тип MAC**, **Клиент. данные TCP/IPv4**, **Конец пакета**, **Бездействие** или **Ошибка FCS (CRC)**. Если включить функцию **Q-(VLAN) Tagging**, синхронизацию также можно выполнить по параметру **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 для параметра **Запуск по** выбрано значение **Команда**, нажмите кнопку **Адрес RT** в нижнем меню, чтобы ввести соответствующие значения **Адрес RT** для запуска. Нажмите **Подробное описание командного слова** в нижнем меню, чтобы ввести значения **Бит T/R**, **Субадрес/Режим**, **Счетчик слов/Код режима** и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 для параметра **Запуск по** выбрано значение **Состояние**, нажмите кнопку **Адрес RT** в нижнем меню, чтобы ввести соответствующие значения **Адрес RT** для запуска. Нажмите **Биты слова состояния** в нижнем меню, чтобы ввести значения **Сообщение об ошибке (бит 9)**, **Приб. (бит 10)**, **Треб. сервиса (бит 11)**, **VCR (бит 15)**, **Занято (бит 16)**, **Флаг подсистемы (бит 17)**, **DVCA (бит 18)**, **Флаг терминала (бит 19)** и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 для параметра **Запуск по** выбрано значение **Данные**, нажмите кнопку **Данные** в нижнем меню, чтобы ввести соответствующие значения **Данные** и **Четность**.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 для параметра **Запуск по** выбрано значение **Время (RT/IMG)**, нажмите кнопку **Условие запуска** в нижнем меню, чтобы указать условие запуска. Нажмите кнопку **Времена** в нижнем меню, чтобы установить максимальное (**Макс.**) и минимальное (**Мин.**) время.

Если при настройке синхронизации MIL-STD-1553 для параметра **Запуск по** выбрано значение **Ошибка**, нажмите кнопку **Тип ошибки** в нижнем меню, чтобы выбрать тип ошибки для запуска.

## Синхронизация по совпадению байтов в последовательной шине

**Совпадение байтов в скользящем окне для шин I2C, SPI, USB, CAN FD, LIN и FlexRay.** Чтобы использовать скользящее окно для синхронизации по данным, следует задать 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 заданное количество байтов один, осциллограф будет пытаться проверить совпадение первого, второго, третьего и последующих байтов в пакете.

Если заданное количество байтов два, 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 выполнит запуск.

Для шин USB, CAN, CAN FD или FlexRay режим совпадения байтов в скользящем окне устанавливается при выборе значения **Не важно** параметра «Смещение, в байтах» в меню «Данные».

**Совпадение определенного байта (при проверке на совпадение байта с указанным положением в пакете в нескользящем окне) для шин I2C, SPI, USB, CAN, CAN FD, LIN и FlexRay.** Синхронизацию по определенному байту для шин I2C, SPI, CAN, CAN FD, LIN и FlexRay можно задать несколькими способами:

- Для шин I2C и SPI следует ввести число байтов сигнала, подлежащих проверке на совпадение. Затем отмечают значение «Не важно» (X) для маскирования ненужных байтов.
- Чтобы задать синхронизацию по адресу/данным шины I2C, следует нажать кнопку **Запуск по** в нижнем экранном меню. Нажмите кнопку **Адрес**. В боковом меню нажмите кнопку **Адрес** и вращением ручек **Многофункц. а** и **Многофункц. б** установите необходимое значение. Если требуется маскировать адрес, установите для него состояние «Не важно» (X). Данные проверяются на совпадение, начиная с первого байта, без использования скользящего окна.
- Запуск для шины USB производится, когда указанные пользователем входные данные совпадают с данными и классификатором в сигнале, начиная с байта смещения. Задайте число байтов, подлежащих проверке на совпадение с интересующими байтами. С помощью классификатора данных задайте выполнение логических операций: =, !=, <, >, >=, и <=.

- Для шин CAN и CAN FD запуск происходит, когда указанные пользователем входные данные совпадают с данными и классификатором в сигнале, начиная с байта смещения. Задайте число байтов, подлежащих проверке на совпадение с интересующими байтами. С помощью классификатора данных задайте выполнение логических операций: =, !=, <, >, >=, и <=. Запуск по идентификатору и по данным всегда происходит при точном совпадении значения идентификатора с указанным и при выполнении выбранных с помощью классификатора операций над данными, начиная с первого байта данных. Для задания с помощью классификатора операции сравнения «=» можно использовать до 8 байтов значений данных. Для всех остальных операций эта величина ограничена 4 байтами с заданными значениями.
- Синхронизация по сигналам шины LIN производится, когда выбранные пользователем входные данные совпадают с данными и классификатором в сигнале, начиная с первого байта. Задайте число байтов, подлежащих проверке на совпадение с интересующими байтами. Используйте классификатор данных для выполнения логических операций: =, !=, <, >, >=, <=, принадлежит интервалу и находится вне интервала. Синхронизация по идентификатору и по данным всегда происходит при точном совпадении значения идентификатора с указанным и при выполнении выбранных с помощью классификатора операций над данными, начиная с первого байта данных. Для задания с помощью классификатора операции сравнения «=» можно использовать до 8 байтов значений данных. Для всех остальных операций эта величина ограничена 4 байтами с заданными значениями. Окно прокрутки не используется.
- Запуск по сигналам шины FlexRay и Ethernet производится при совпадении выбранных пользователем входных данных с данными и классификатором сигнала, начиная с байтах с указанным смещением. Задайте число байтов, подлежащих проверке на совпадение с интересующими байтами. С помощью классификатора данных задайте выполнение логических операций: =, !=, <, >, >=, и <=. Запуск по идентификатору и данным всегда происходит при совпадении значений идентификатора и данных с заданными пользователем, причем данные сравниваются с первого байта. Окно прокрутки 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».

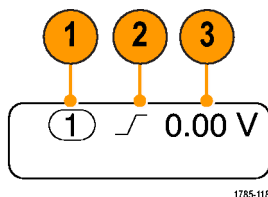
Для других шин также имеется возможность синхронизации по конкретному значению данных.

## 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.



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 (основной запуск) и события В (задержанный запуск) 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.

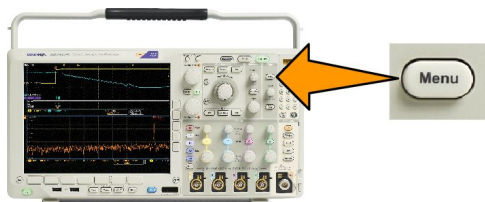
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Можно выбрать запуск при выборе типа наклона **Спадающий** или **Нарастающий**, но только не при выборе типа наклона **Оба**.

---

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

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

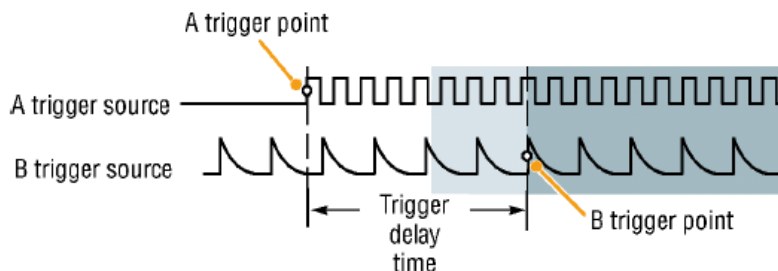


2. Нажмите кнопку **Тип**.
3. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать тип синхронизации Последоват.(запуск.В).  
Появится меню **Последоват. (запуск.В)**.
4. Нажмите кнопку **Запуск В после А**.  
Выберите способ, чтобы выбрать составление последовательности из синхронизации события «В» после события «А», с помощью кнопки бокового меню.
5. Установите другие параметры последовательной синхронизации в соответствующих боковом и нижнем экранном меню.



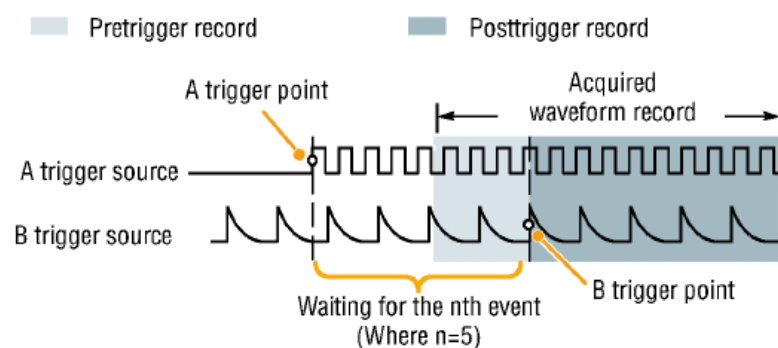
### Синхронизация «В» по истечении времени задержки

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



### Синхронизация по событиям В

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



#### СОВЕТ.

- 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

1. 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 повторяет регистрацию данных до тех пор, пока снова не будет нажата эта кнопка, чтобы остановить регистрацию.
- Чтобы выполнить однократную регистрацию сигнала, нажмите кнопку **Однократный**.
- 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.

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

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

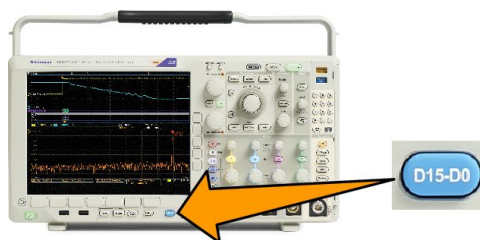
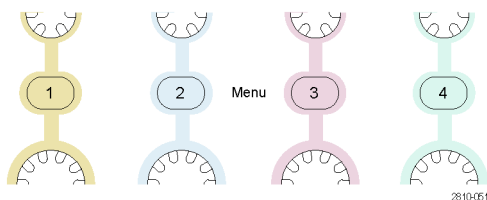
# Отображение осциллограмм или данных кривых

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

## Добавление и удаление осциллограмм

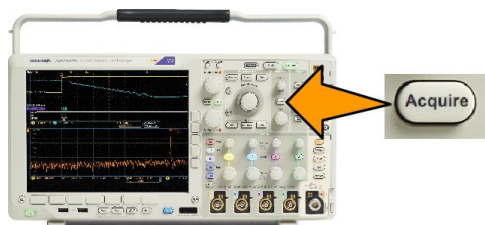
1. Чтобы добавить или удалить осциллограмму с экрана, нажмите кнопку соответствующего канала на передней панели или кнопку «D15-D0».

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

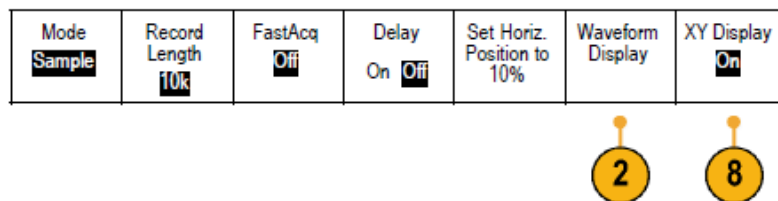


## Настройка стиля отображения и послесвечения экрана

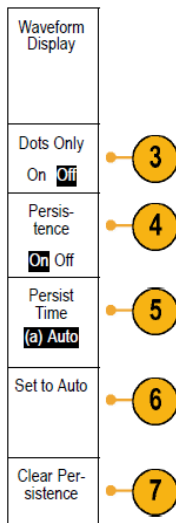
1. Чтобы настроить стиль отображения, нажмите кнопку **Сбор данных**.



2. Нажмите кнопку **Отобр. осцил.**



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



4. Для отключения послесвечения установите для параметра **Послесвеч.** значение **Выкл.**
5. Нажмите кнопку **Время послесвеч.** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы установить время, в течение которого осциллограмма сохраняется на экране.
6. Установите кнопкой **Установить** значение **Авто**, чтобы выбрать автоматическую установку времени послесвечения.
7. Чтобы сбросить настройку послесвечения, нажмите кнопку **Выключить послесвечение.**
8. Чтобы отобразить амплитуду одной осциллограммы по отношению к амплитуде другой осциллограммы, нажмите кнопку «Вывод XY». Затем в боковом экранном 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.

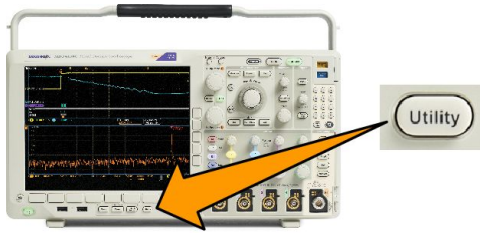
Опционально можно одновременно просматривать оба отображения YТ и XY на одном экране.

**ПРИМЕЧАНИЕ.**

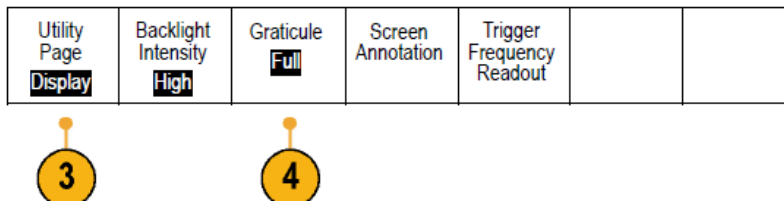
- *Переменное послесвечение означает накопление точек записи в течение указанного интервала времени. Каждая точка гаснет в соответствии с установленным значением времени независимо от остальных. Переменное послесвечение применяется для отображения редко появляющихся аномалий сигнала, например глитчей.*
- *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.*

## Настройка стиля масштабной сетки

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



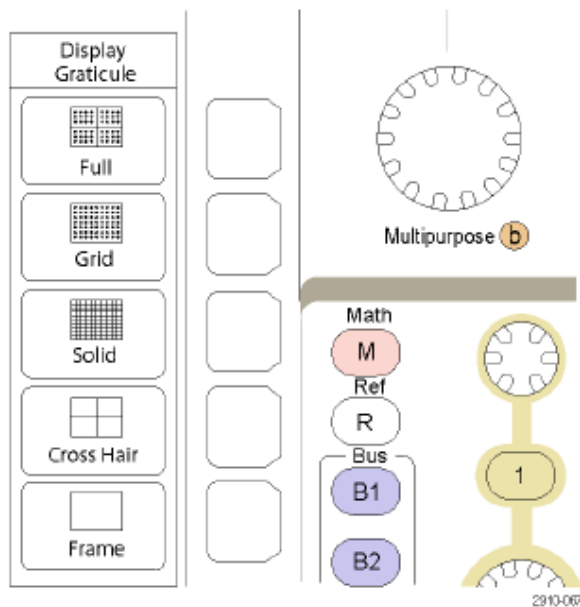
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду **Дисплей**.
4. Нажмите кнопку **Масштабная сетка** в нижнем меню.



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.

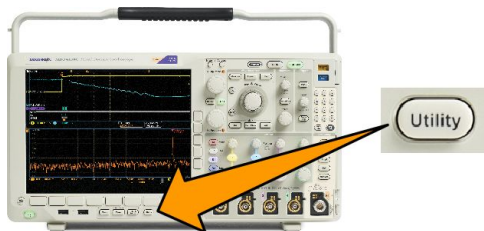




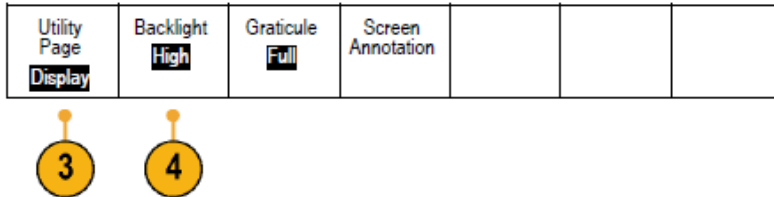
**СОВЕТ.** Предоставляется возможность отображать масштабные сетки с единицами IRE и мВ. Для этого установите тип синхронизации по видеосигналу и задайте для масштаба по вертикали значение 114 мВ/дел. (Вариант 114 мВ/дел. доступен в точных настройках масштаба по вертикали для канала, когда задан тип 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 яркости подсветки ЖК-дисплея и времени, по истечении которого она уменьшается

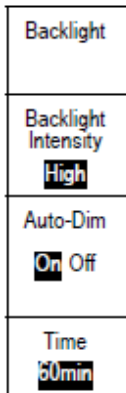
1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду **Дисплей**.
4. Нажмите кнопку **Яркость подсветки**.



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



6. При включенном параметре «Ав.выкл» яркость подсветки экрана будет уменьшаться по истечении заданного времени. Эта функция позволяет продлить срок службы ЖК-экрана.

## Настройка яркости осциллограмм

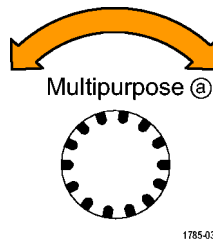
1. Нажмите на передней панели кнопку **Яркость**.



На экране появится экранная надпись яркости.

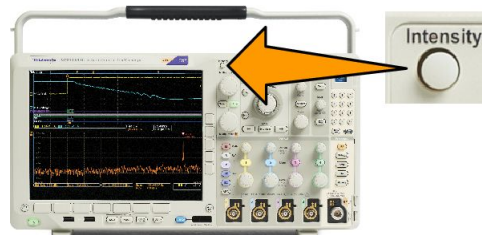
a Waveform Intensity: 35%  
b Graticule Intensity: 75%

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



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

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



## Выбор масштаба и положения осциллограммы

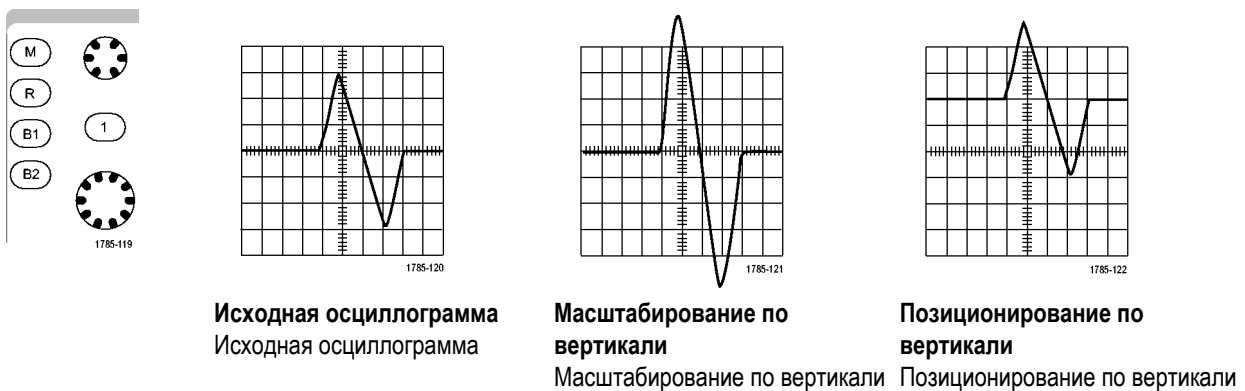
Элементы управления отображением по горизонтали служат для настройки временной развертки, точки синхронизации, а также для более подробного просмотра осциллограммы. Для настройки отображения осциллограмм также можно использовать элементы управления увеличением и панорамированием с помощью функции Wave Inspector. См. [Использование функции Wave Inspector для работы с записями осциллограмм большой длины](#) на странице 157.

Если нажать ручку Положение в группе «По гориз.» и при этом параметр «Задержка» будет иметь значение «Вкл.», то будет установлено положение по горизонтали, соответствующее 0 с. Если нажать эту ручку и при этом параметр «Задержка» будет иметь значение «Выкл.», то будет установлено положение по горизонтали, соответствующее 10 %.



Органы 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.

Положение осциллограммы по вертикали регулируется с помощью ручки «Положение по вертикали», а использование ручки «Масштаб» по вертикали приведет к изменению грубого масштабирования на точное.



### Советы

- **Просмотр.** При использовании регуляторов 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.

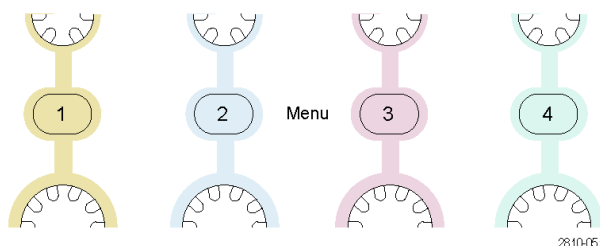
При использовании предварительного просмотра расчетная осциллограмма, курсоры и автоматические измерения остаются активными и не искажаются.



## 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.

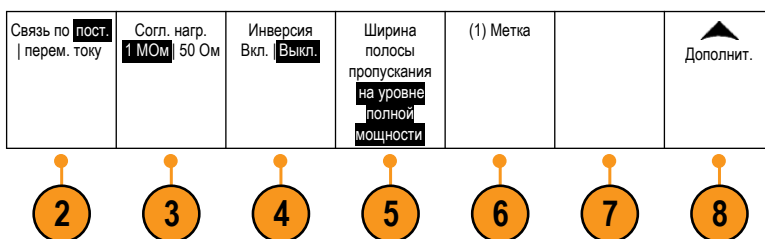


Кроме того, при нажатии кнопки канала разрешается или запрещается выбор соответствующей осциллограммы.

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 требуется число раз нажмите кнопку **Согл. нагр.**

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

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

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

Выберите значение **Полная**, чтобы установить полную ширину полосы пропускания осциллографа.

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 200 МГц опция меню 250 МГц отсутствует.

6. Нажмите кнопку **Метка**, чтобы создать метку для канала.
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. Нажмите **Установить на 0 В** в боковом меню, чтобы установить смещение по вертикали 0 В.

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 Тек, когда для параметра **Тип** задано значение **Напряжение**, используйте многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить **Ослабление**, соответствующее пробнику.
- Для пробников, не оснащенных интерфейсом Тек, когда для параметра **Тип** задано значение **Ток**, используйте многофункциональный регулятор **A**, чтобы установить отношение ток/напряжение (ослабление), соответствующее пробнику.
- Если измерение тока выполняется по падению напряжения на резисторе, задайте для параметра **Ток измерения** значение **Да**. Нажмите в боковом экранном меню кнопку отношения **A/B** и вращайте ручку **Многофункц. a**, чтобы установить отношение ток/напряжение или напряжение/ток для своей системы. Например, если измеряется падение напряжения на резисторе сопротивлением 2 Ом, установите отношение В/А равным 2.

12. Выберите значение **Согл.каналов**, 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 типовых пробников в боковом меню нажмите кнопку **Выбрать** и выберите канал, к которому присоединен пробник. Затем в боковом меню нажмите кнопку **Модель пробника** и выберите модель пробника. Если используемого пробника нет в списке, задайте для модели пробника значение **Другое**, нажмите кнопку **Задержка распротр.** и с помощью ручки **Многофункц. а** выберите соответствующую задержку распространения.

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

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

---

#### **СОВЕТ.**

- **Использование пробников с интерфейсами TekProbe II и TekVPI.** При подсоединении пробника с интерфейсом TekProbe II или TekVPI осциллограф автоматически устанавливает чувствительность канала, связь 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 расположить 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.

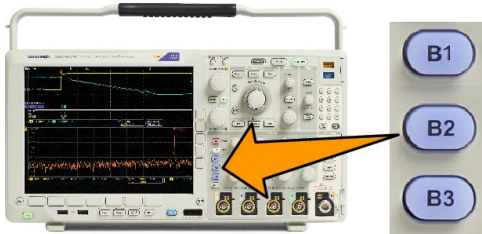
- **Защита входа 50 Ом.** При выборе нагрузочного сопротивления 50 Ом максимальный масштаб вертикальной шкалы составляет 1 В/дел., а у пробника 10X 10 В. Если приложить дополнительное входное напряжение, то осциллограф автоматически переключится на нагрузочное сопротивление 1 МОм, чтобы защитить внутреннюю нагрузку 50 Ом. Для получения дополнительной информации о технических характеристиках см. руководство *Технические характеристики осциллографов серии MDO4000C*.
-

## Расположение и маркировка сигналов шин

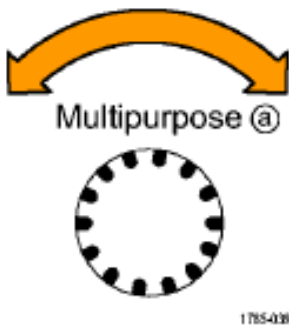
### Расположение сигналов шины

На передней панели нажмите кнопку соответствующей шины и вращайте ручку «Многофункц. а», чтобы настроить положение выбранной шины по вертикали.

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

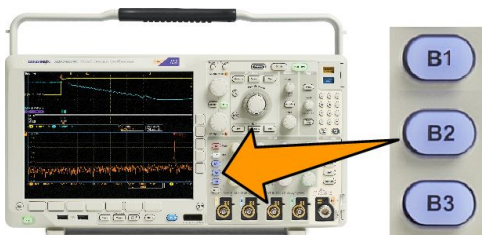


2. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы настроить положение выбранной шины по вертикали.



**Маркировка сигналов шины** Для маркировки шины выполните следующие действия.

1. Нажмите на передней панели соответствующую кнопку шины.



- 2.

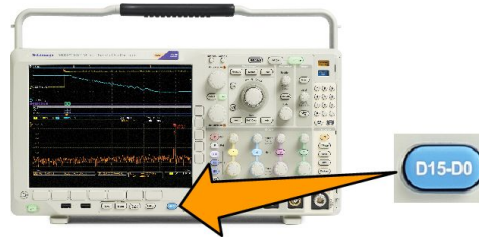
Bus (B1) Parallel	Define Inputs	Thresholds		(B1) Label Parallel	Bus Display	Event Table
----------------------	------------------	------------	--	------------------------	----------------	----------------



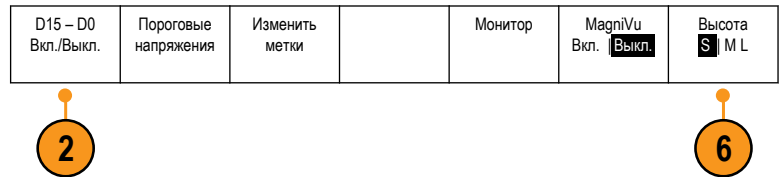
Нажмите кнопку «Метка».

## Расположение, масштабирование и группировка цифровых каналов

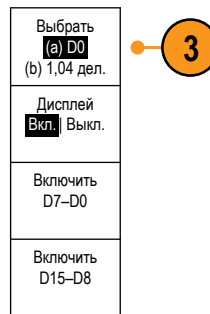
1. Нажмите на передней панели кнопку **D15–D0**.



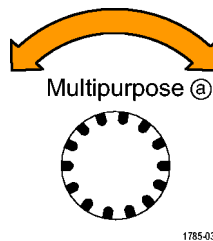
2. В нижнем меню нажмите кнопку **D15–D0**.



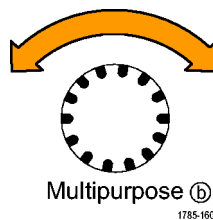
3. Нажмите **Выбрать** в боковом меню.



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 дел. При выборе варианта **M** (Средняя) каждая осциллограмма будет отображаться высотой 0,5 дел. При выборе варианта **L** (Большая) каждая осциллограмма будет отображаться высотой 1 деление. Вариант **L** реализуется 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. [Обозначения каналов и шин](#) на странице 79.
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.

Чтобы отобразить группы, в боковом меню нажмите кнопку **Выбрать** и вращайте ручку **Многофункц. a**.

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

## Просмотр цифровых каналов

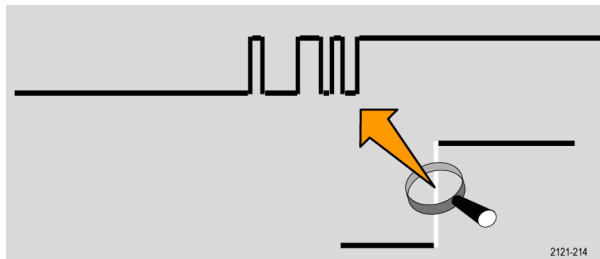
Разные способы отображения данных цифровых каналов помогают анализировать сигналы. В цифровых каналах сохраняется верхнее или нижнее состояние каждой выборки.

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

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

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

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




---

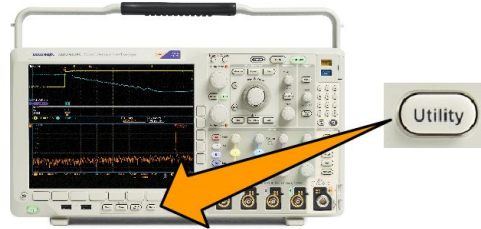
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Когда на экране видна светло-серая тень, используйте режим *MagniVu*.

---

## Комментирование экрана

Можно добавить свой текст на экран, выполнив следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Отобразить**.
4. В появившемся меню в нижней части экрана выберите команду **Комментарий к экрану**.

Стр. сервиса Отображение	Яркость подсветки Высокая	Масштабная сетка Полная	Экранные аннотации	Поле частоты синхронизации		
-----------------------------	------------------------------	----------------------------	--------------------	----------------------------	--	--



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

Появится окно аннотаций. Измените его положение на экране с помощью многофункциональных регуляторов **a** и **b**.

6. Нажмите **Изменить комментарий** в боковом меню.
7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов поверните многофункциональный регулятор **A**, чтобы выбрать нужные символы.

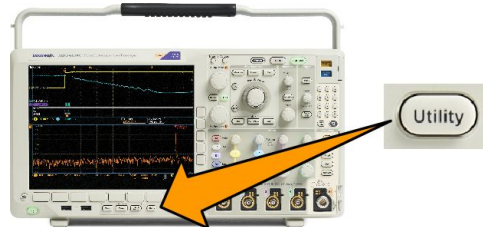
Либо воспользуйтесь для ввода символов USB-клавиатурой. См. [Подсоединение к осциллографу USB-клавиатуры](#) на странице 31.

Чтобы изменить положение текста аннотации, в боковом меню нажмите кнопку **Положение** и вращайте ручки **Многофункц. a** и **Многофункц. b**.

## Просмотр частоты синхронизации

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

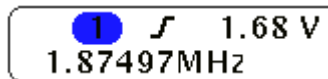
1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



3. Поверните многофункциональный регулятор **A** и выберите команду **Отобразить**.
4. В появившемся в нижней части экрана меню нажмите кнопку **Показания частоты синхрониз.**
5. Нажмите **Вкл.** в боковом меню.



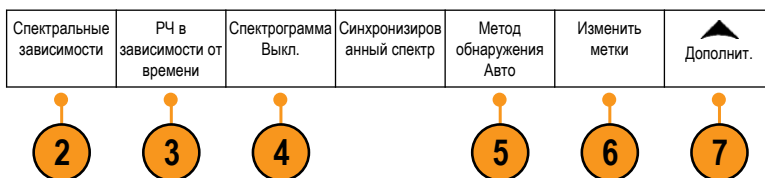
Теперь частота синхронизации появится среди показаний синхронизации в правом нижнем углу экрана.





## Отображение меню частотной области

1. Нажмите кнопку **РЧ**, чтобы вызвать меню частотной области.
2. Нажмите кнопку **Спектр. зависим.**, чтобы вызвать боковое меню четырех типов спектральных зависимостей, которые может отображать прибор.



3. Нажмите **РЧ в зависимости от времени**, чтобы вызвать боковое меню трех типов зависимостей РЧ от времени, которые может отображать осциллограф MDO4000B.
4. Нажмите кнопку **Спектрограмма**, чтобы вызвать боковое меню для активации и конфигурирования отображения спектрограммы.
5. Нажмите кнопку **Метод обнаружения**, чтобы вызвать боковое меню способов уменьшения выхода БПФ на дисплей шириной 1 000 пикселей.
6. Нажмите кнопку **Изменить метку**, чтобы пометить кривые РЧ.
7. Нажмите **Дополнит.**, чтобы выбрать боковое меню для компенсации тракта РЧ-сигнала или настройки пробника РЧ-входа.

### Типы кривой

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.

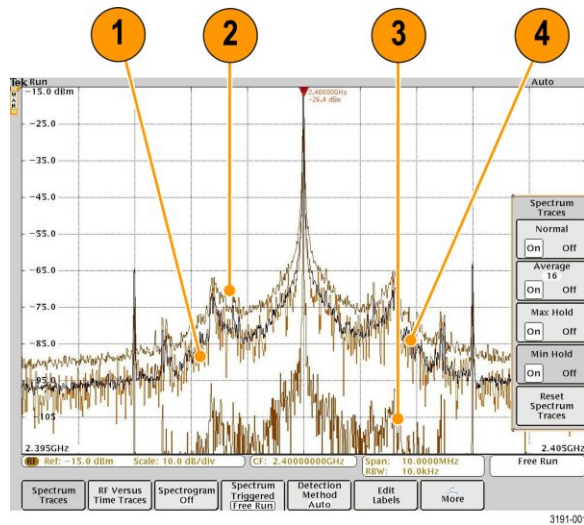
1. Нажмите **Спектральные зависимости** в меню РЧ-сигнала, чтобы вызвать соответствующее боковое меню.

2. Установите для параметра **Обычный** значение **Вкл.**, чтобы отобразить нормальную зависимость.
3. Чтобы отображать усредненную кривую, присвойте параметру **Среднее** значение **Вкл.**. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы задать количество осциллограмм, включаемых в каждое усреднение.
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.

Спектральные зависимости	
Обычный Вкл.   Выкл.	2
Среднее 16 Вкл.   Выкл.	3
Фиксация максимума Вкл.   Выкл.	4
Фиксация минимума Вкл.   Выкл.	5

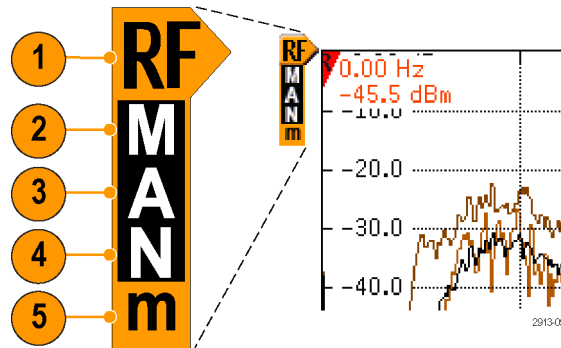
На рисунке показаны различные типы зависимостей.

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 этом рисунке показан индикатор вида зависимости частотной области.

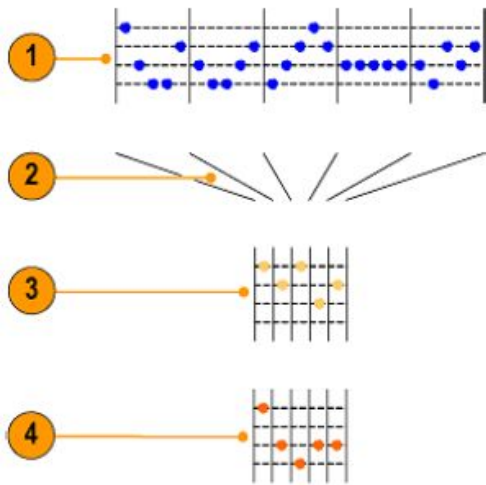
1. Индикатор **РЧ** размещается по опорному уровню.
2. Заглавная буква **М** указывает на то, что включена кривая фиксации максимума.
3. Заглавная буква **А** указывает на то, что включена усредненная зависимость.
4. Заглавная буква **Н** указывает на то, что включена нормальная зависимость.
5. Строчная буква **м** указывает на то, что включена кривая фиксации минимума.



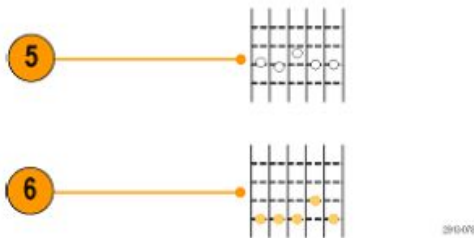
Оранжевым цветом выделен текущий выбранный тип зависимости. На рисунке справа оранжевым цветом выделена строчная буква **м**, соответствующая кривой фиксации минимума. Это означает, что в данный момент выделена кривая фиксации минимума.

## Типы детекторов

Осциллограф MDO4000C вычисляет БПФ с числом выходных точек от 1000 примерно до 2 000 000, в зависимости от настроенных параметров регистрации данных. Затем полученные результаты БПФ сжимаются для отображения на экране шириной 750 пикселей. Это означает что в каждом столбце пиксельной сетки будет размещаться от 1 до 2000 точек БПФ. В осциллографе MDO4000C 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. Уменьшение
3. +Пик: используется самая верхняя точка амплитуды в каждом интервале.
4. Захват выбираемых значений: используется первая точка амплитуды в каждом интервале.



5. Средний: усредняются все точки в каждом интервале.
6. –Peak (отрицательный пик): используется самая нижняя точка амплитуды в каждом интервале.

### экран Spectrogram (спектрограмма)

Отображение спектрограммы наиболее полезно для отслеживания медленных изменений РЧ-сигнала. По оси X откладываются значения частоты (как на обычном графике представления спектра), По оси Y откладывается время. Значения амплитуды кодируются цветом.

Слои спектрограммы формируются следующим образом. Берётся один захваченный спектр и «ставится на ребро», образуя ряд высотой один пиксель. Каждому пикселю ряда присваивается значение цвета, которое зависит от величины амплитуды каждой частотной составляющей спектра. Холодные цвета (синий, зелёный) соответствуют малым значениям амплитуды, а тёплые (жёлтый, красный) — более высоким. Каждый следующий захват добавляет новый слой в нижней части спектрограммы, при этом предшествующие слои сдвигаются на один ряд вверх.

По окончании регистрации можно выполнить навигацию по истории спектрограммы, нажав в боковом меню элемент управления «Срез» и вращая ручку **Многофункц. а**. По окончании регистрации и отображении спектрограммы будет отображена кривая среза спектрограммы в виде обычной кривой спектра.

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

1. Установите для параметра **Отобразить** значение «Вкл.», чтобы начать сбор данных.
2. Для просмотра каждого спектра, зарегистрированного в спектрограмме, нажмите кнопку **Пуск / Стоп**, чтобы остановить регистрацию РЧ-данных. Поверните ручку **Многофункц. а**.

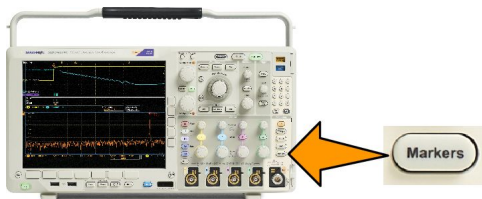


# Анализ осциллограмм или данных кривых

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


## Использование маркеров в частотной области

1. Нажмите кнопку **Маркеры**. После этого появится боковое меню **Маркеры**.



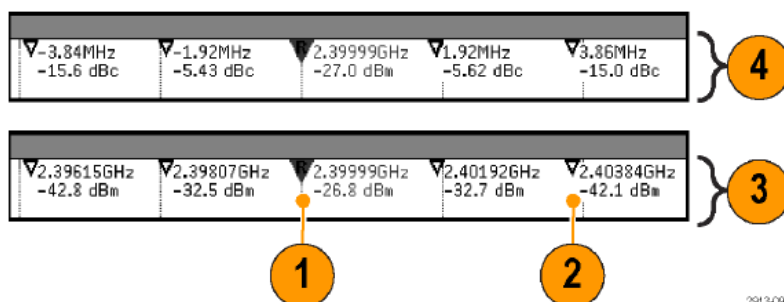
2. Нажмите кнопку **Маркеры пиков** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать количество пиков, помечаемых на экране.

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

3. Нажмите кнопку  в центре, чтобы задать в качестве центральной частоты частоту, отображаемую опорным маркером. Опорный маркер автоматически размещается на самом высоком пике амплитуды.
4. Нажмите кнопку **Порог. напр.** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы задать пороговое значение маркеров пиков. Вращайте ручку **Многофункц. б**, чтобы задать для них значение отклонения.
5. Нажмите **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.

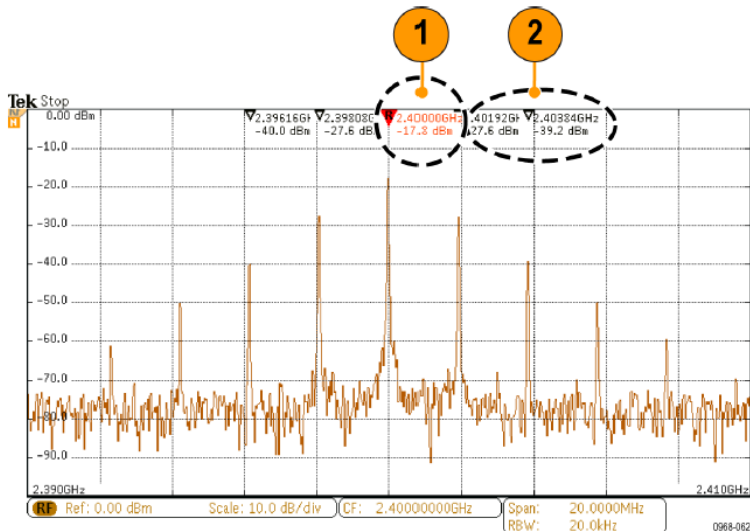


2913-090

1. Опорный маркер размещается на самом высоком пике 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.

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, независимо от типа показания.

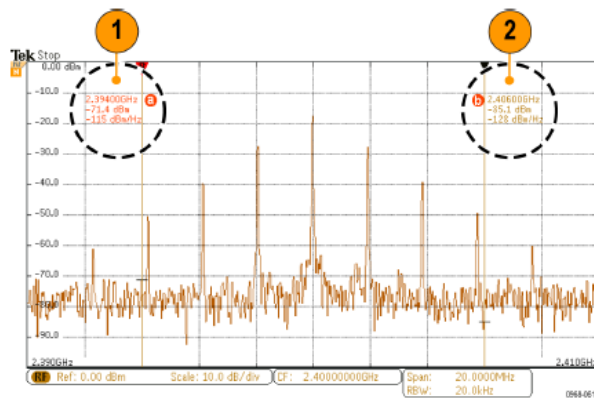


## Ручные маркеры

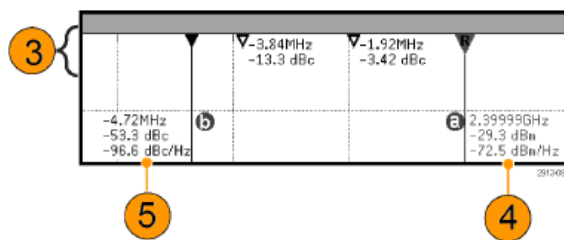
Для измерения непиковых областей спектра, плотности шума и фазового шума доступны два ручных маркера. Когда ручные маркеры включены, опорный маркер больше не прикрепляется автоматически к самому высокому пику амплитуды. Теперь он назначен для ручки **Многофункц. a**, и его можно переместить в любое требуемое положение. Это позволяет легко измерять любую часть спектра, а также приращения к любой части спектра. Кроме того, это позволяет измерять интересное непиковое спектральное содержимое. Как и в экранных надписях автоматических маркеров, в экранных надписях ручных маркеров отображаются частота и амплитуда.

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

1. Один ручной маркер управляется ручкой **Многофункц. a**.
2. Другой — ручкой **Многофункц. b**.



3. Показания типа «дельта» для частот и амплитуд размещаются в верхней части экрана.

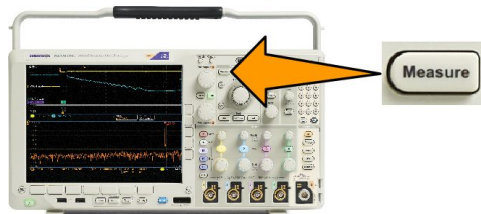


4. В третьей строке показаний ручного маркера **a** всегда указывается плотность шума (дБм/Гц).
5. В третьей строке показаний ручного маркера **b** плотность шума (дБм/Гц) указывается в том случае, если используются абсолютные маркеры. Если используются маркеры типа «дельта», то вместо этого указывается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

## Выполнение автоматических измерений в частотной области

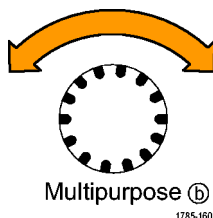
Чтобы произвести автоматические измерения во временной области, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Измерения**.




2. Нажмите **Область**, чтобы выбрать значение **Время** для проведения измерений.
3. Нажмите кнопку **Добавить измерение**.

4. Поверните многофункциональный регулятор **b**, чтобы выбрать конкретное измерение. При необходимости поверните многофункциональный регулятор **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.







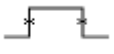


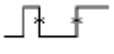

### Советы

- Чтобы удалить все измерения, выберите **Удалить все измерения**.
- Если существует условие вертикальной отсечки, вместо ожидаемого цифрового значения отображается символ . 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 в частотной области

В приведенных ниже таблицах содержится список автоматических измерений по категориям: по времени или амплитуде. См. [Выполнение автоматических измерений в частотной области](#) на странице 130.

**Таблица 3: Измерения времени**

Измерение		Описание
Частота		Первый период осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне. Частота является величиной, обратной значению периода, и измеряется в герцах (Гц), где 1 Гц равняется одному циклу в секунду.
Период		Время, необходимое для завершения первого периода осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне. Значение периода измеряется в секундах и является величиной, обратной значению частоты.
Время нарастания		Время, которое требуется для того, чтобы уровень переднего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне изменился от нижнего опорного уровня (по умолчанию = 10%) до верхнего опорного уровня (по умолчанию = 90%) конечного значения.
Время спада		Время, которое требуется для того, чтобы уровень переднего фронта первого импульса осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне изменился от верхнего опорного уровня (по умолчанию = 90%) до нижнего опорного уровня (по умолчанию = 10%) конечного значения.
Задержка		Продолжительность времени между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) двух различных осциллограмм.
Фаза		Количество времени, в течение которого одна осциллограмма опережает или отстает от другой осциллограммы, выраженное в градусах, где 360° – это один период осциллограммы.
Длительность положительного импульса		Продолжительность (времени) между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) положительного импульса. Измерение делается на первом импульсе осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Длительность отрицательного импульса		Продолжительность (времени) между точками среднего опорного уровня (по умолчанию = 50%) отрицательного импульса. Измерение делается на первом импульсе осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Положительный коэффициент заполнения		Отношение длительности положительного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. Скважность импульса измеряется на первом периоде осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Отрицательный коэффициент заполнения		Отношение длительности отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. Скважность импульса измеряется на первом периоде осциллограммы или ее фрагмента в стробированной зоне.
Длительность пакета импульсов		Продолжительность вспышки (последовательности событий перехода); измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.

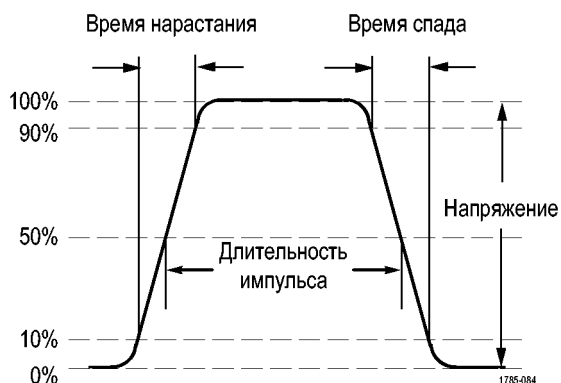






Таблица 4: Измерения амплитуды

Измерение		Описание
Размах		Абсолютная величина разности между максимальным и минимальным значениями амплитуды по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Амплитуда		Разность между максимальным и минимальным значениями уровня сигнала по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Максимальное значение		Пиковое значение напряжения с максимальным положительным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Минимальное значение		Пиковое значение напряжения с максимальным по абсолютной величине отрицательным значением. Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Высокое разрешение		Это значение используется в качестве 100%, когда требуются значения верхнего опорного, среднего опорного или нижнего опорного уровней (например, при проведении измерения времени спада или времени нарастания). Вычисления выполняются методом мин/макс или гистограммы. Метод мин/макс использует максимальное зарегистрированное значение. Метод гистограмм использует наиболее распространенное значение выше половины амплитуды. Это значение измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Низкое разрешение		Это значение используется в качестве 0%, когда требуются значения верхнего опорного, среднего опорного или нижнего опорного уровней (например, при проведении измерения времени спада или времени нарастания). Вычисления выполняются методом мин/макс или гистограммы. Метод мин/макс использует минимальное зарегистрированное значение. При использовании метода гистограммы применяется наиболее часто встречающееся значение, величина которого меньше среднего. Это значение измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Положительный выброс		Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне и определяется следующим образом: $\text{Положительный выброс} = ((\text{Максимум} - \text{Верхний}) / \text{Амплитуда}) \times 100\%$
Отрицательный выброс		Измеряется по всей осциллограмме или в стробированной зоне и определяется следующим образом: $\text{Отрицательный выброс} = ((\text{Нижний} - \text{Минимум}) / \text{Амплитуда}) \times 100\%$

Измерение		Описание
Среднее значение		Среднее арифметическое по всей осциллограмме или в стробированной зоне.
Среднее значение цикла		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.

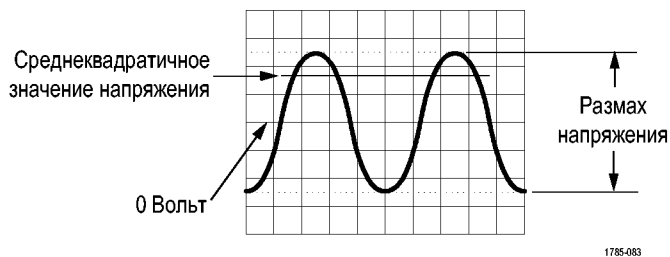


Таблица 5: Дополнительные измерения

Измерение		Описание
Количество положительных импульсов		Число положительных импульсов, превышающих средний опорный уровень в осциллограмме или стробированной зоне.
Количество отрицательных импульсов		Число отрицательных импульсов, оказывающихся ниже среднего опорного уровня в осциллограмме или стробированной зоне.
Количество нарастающих фронтов		Число положительных переходов от нижнего опорного уровня к верхнему опорному уровню в осциллограмме или стробированной зоне.
Количество 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		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.

Таблица 6: Измерения по гистограммам

Измерение	Описание
Счетчик осциллограмм	Число осциллограмм, по которым построена данная гистограмма.
Число точек в окне гистограммы	Число выборок в пределах окна гистограммы или на его границах.
Количество пиков	Число выборок в столбце, содержащем наибольшее число пиковых значений.
Медиана	Среднее значение данных гистограммы, при котором половина всех точек данных гистограммы находится ниже этого значения, а половина — выше.
Размах	Представляет полный размах гистограммы. Для вертикальных гистограмм отображается разность напряжений самого высокого ненулевого столбца и самого низкого ненулевого столбца. Для горизонтальных гистограмм отображается разность времен самого правого ненулевого столбца и самого левого ненулевого столбца.
Максимальное значение гистограммы	Отображается напряжение самого высокого ненулевого столбца для вертикальных гистограмм или время самого правого ненулевого столбца для горизонтальных гистограмм.
Минимальное значение гистограммы	Отображается напряжение самого низкого ненулевого столбца для вертикальных гистограмм или время самого левого ненулевого столбца для горизонтальных гистограмм.
Среднее значение гистограммы	Измеряется среднее значение по всем точкам гистограммы в окне гистограммы.
Стандартное отклонение	Измеряет стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение) всех точек гистограммы в окне гистограммы.
Одна сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах одного стандартного отклонения от ее среднего значения.
Два сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах двух стандартных отклонений от ее среднего значения.
Три сигма	Представляет выраженное в процентах количество точек гистограммы, находящихся в пределах трех стандартных отклонений от ее среднего значения.

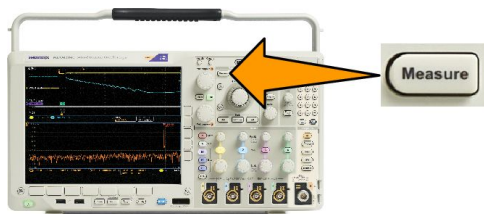
## Настройка автоматических измерений в частотной области

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

### Стробирование

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

1. Нажмите кнопку **Измерения**.

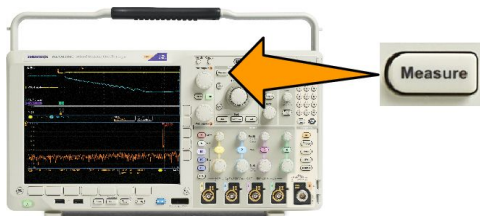


2. Нажимайте кнопку **Дополнит.**, пока в раскрывающемся меню не будет выбрана команда **Стробирование**.
3. В боковом меню выберите положение строба.

## 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 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 **Добавить измерение**.
3. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать требуемый канал **Источник**.



4. С помощью ручки **Многофункц. b** выберите **Тип измерений** для поля **Снимок**.



5. Нажмите кнопку **Снимок всех измерений**.  
 6. Просмотрите результаты.

Snapshot on 1

Period	: 312.2µs	Freq	: 3.203 kHz
+Width	: 103.7µs	-Width	: 208.5µs
Burst W	: 936.5µs	Fall	1.144µs
Rise	: 1.452µs	±Over	: 14.286%
+Duty	: 33.23%	-Duty	: 66.77 %
+Over	: 7.143%	-Over	: 7.143 %
High	: 9.200 V	Low	: -7.600 V
Max	: 10.40 V	Min	: -8.800 V
Ampl	: 16.80 V	Pk-Pk	: 19.20 V
Mean	: -5.396 V	CycleMean	: -5.396 V
RMS	: 7.769 V	CycleRMS	: 8.206 V
Area	: -21.58 mVs	CycleArea	: -654.6µVs
+Edges	: 1	-Edges	: 0
+Pulses	: 2	-Pulses	: 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. Опорные

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 автоматических измерений в частотной области

Чтобы выполнить автоматические измерения в частотной области, выполните указанные ниже действия (для моделей с установленной опцией SA3 или SA6).

1. Нажмите кнопку **Измерения**.
2. Нажмите **Область**, чтобы выбрать значение **Частотная**.
3. Нажмите кнопку **Выбор измерения**.



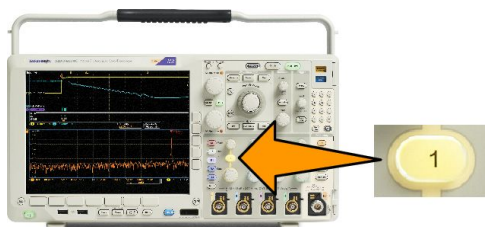
4. В боковом меню выберите интересующий режим измерений в частотной области.
  - Мощность канала. Общая мощность в рамках полосы пропускания, определяемая шириной канала.
  - Соотношение мощности смежных каналов. Мощность основного канала и отношение мощности канала к основной мощности для верхней и нижней половин каждого смежного канала.
  - Занимаемая полоса частот. Полоса пропускания, содержащая определенный процент мощности в пределах анализируемой полосы пропускания.

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.

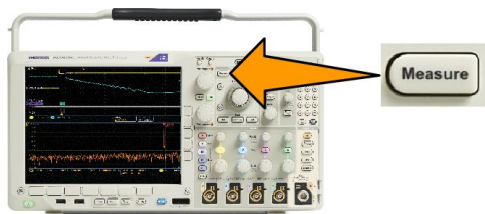
## Выполнение измерений с помощью цифрового вольтметра

Использование цифрового вольтметра для измерения разности потенциалов между двумя точками электрической цепи.

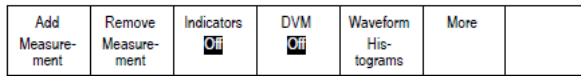
1. Нажмите канал 1.



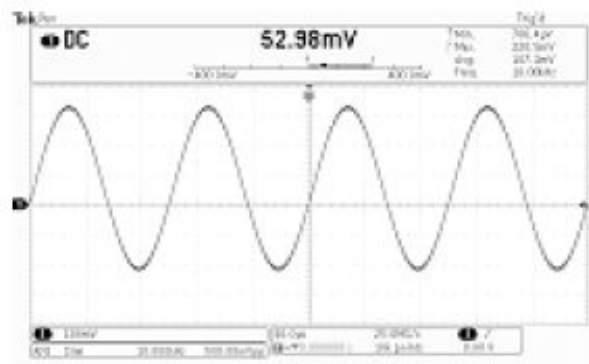
2. Нажмите кнопку **Измерения**.



- В нижнем меню нажмите кнопку **Цифр. вольтметр**.



- В боковом меню выберите необходимые параметры **Режим**, **Источник** и **Display Style** (Стиль отображения).
- Просмотр окончательных результатов.

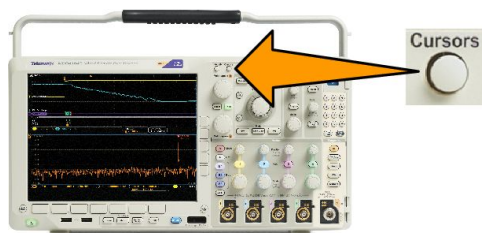


## Выполнение ручных измерений с помощью курсоров

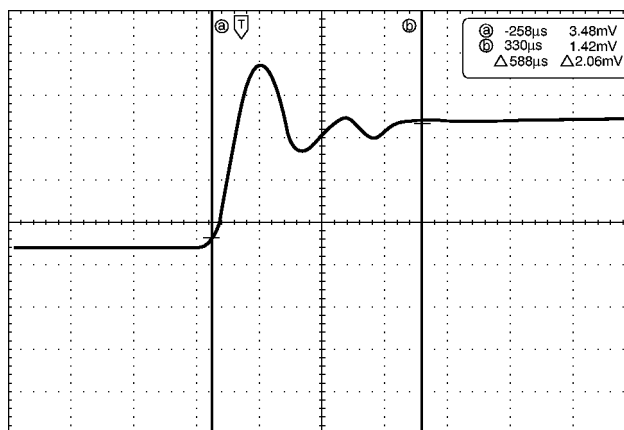
Курсорами называются экранные маркеры, которые можно разместить на осциллограмме для ручного измерения собранных данных. Курсоры отображаются в виде горизонтальных и вертикальных линий. Чтобы использовать курсоры на аналоговых или цифровых каналах, выполните следующие действия.

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

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



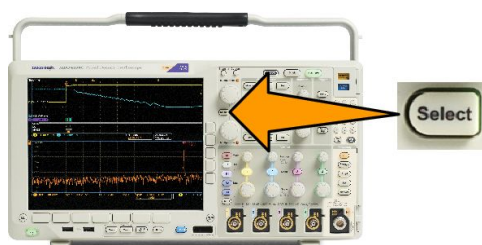
В нашем примере на выбранной осциллограмме появятся два вертикальных курсора. При повороте многофункционального регулятора **a** один из курсоров перемещается влево или вправо. При повороте регулятора **b** перемещается другой курсор.



1785-146

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

При этом включается или выключается связь между курсорами. Если отслеживание включено, при вращении многофункционального регулятора **a** оба курсора перемещаются вместе. Промежутки времени между курсорами настраиваются вращением ручки **b**.



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

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

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

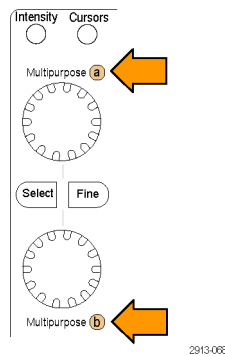
5. Нажмите кнопку **Курсоры** в нижнем меню, чтобы установить курсорам значение **Экран**.

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

Курсоры Осциллограмм а Экран	Источник Выбранная осциллограмм а	Панели Горизонтальны е Вертикальные	Связь Вкл. <b>Выкл.</b>	Уст. курсоры на экран	Единицы курсоров	
---------------------------------------	--	--	----------------------------	--------------------------	---------------------	--



6. Пара горизонтальных курсоров перемещается при вращении многофункциональных ручек **А** и **Б**.



7. Нажмите кнопку **Выбор**.

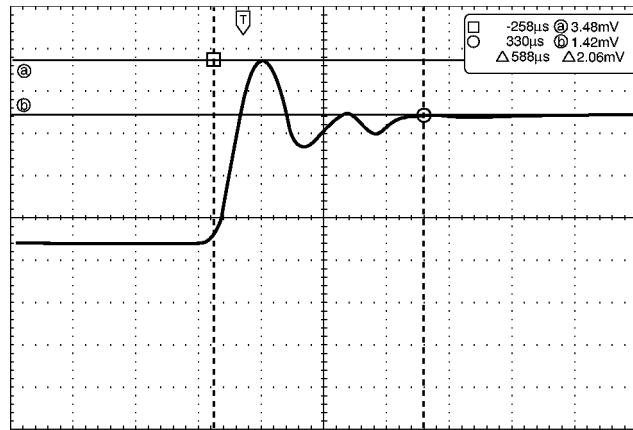
При этом вертикальные курсоры становятся активными, а горизонтальные — неактивными. Теперь при повороте многофункциональных регуляторов перемещаются вертикальные курсоры.

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



- Просмотрите курсор и экранную надпись курсора.

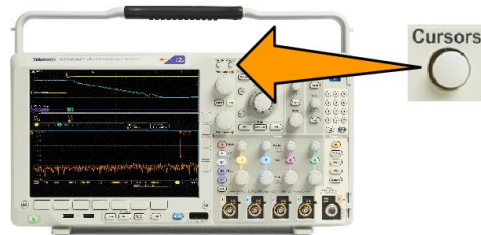
**ПРИМЕЧАНИЕ.** С помощью курсоров в цифровых каналах можно выполнять временные измерения, но не измерения амплитуды.



1785-147

- Чтобы отобразить несколько осциллограмм на экране, нажмите одну или несколько кнопок каналов с 1 по 4 или, если используется модель MSO4000B, нажмите кнопку **D15 – D0**.

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



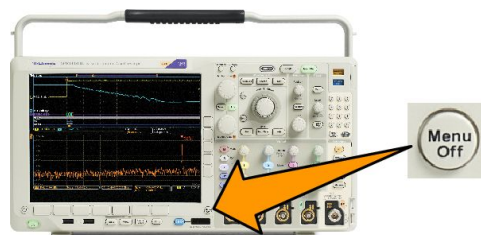
- Нажмите кнопку **Источник** в нижнем меню.

Появится всплывающее меню. Выбор меню по умолчанию **Выбранная осциллограмма** обусловит проведение измерений с помощью курсоров на выбранной (последней использованной) осциллограмме.

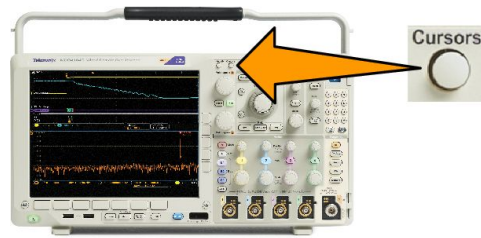
- Вращая ручку **Многофункц. а**, выберите канал для измерения, отличный от выбранного с помощью функции **Выбранная осцилл..**

- Нажмите кнопку **Menu Off**, чтобы убрать боковое меню.

- Поверните многофункциональную ручку **а** 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, экранные надписи отображают декодированные данные шины в выбранном формате. 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.

<b>a</b>	400.0ns	152.0mV
<b>b</b>	2.800μs	-240.0mV
	Δ2.400μs	Δ392.0mV
	dV/dt	-163.3kV/s

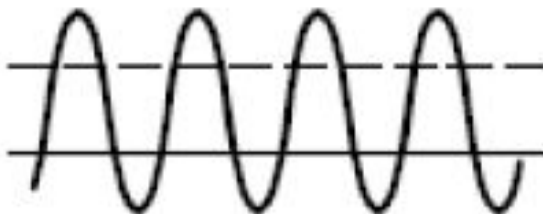
Экранная надпись «a».

Означает, что значение устанавливается с помощью ручки **Многофункц. a**.

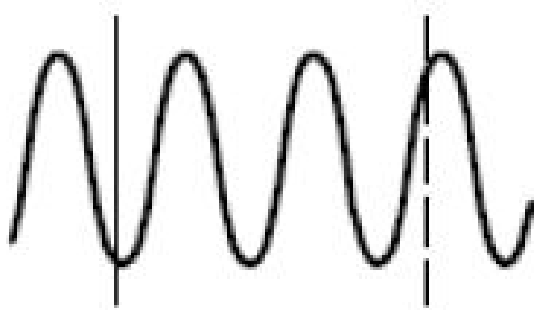
Экранная надпись «b».

Означает, что значение устанавливается с помощью ручки **Многофункц. 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 вывода XY экранные надписи курсоров появятся справа от нижней масштабной сетки (XY). Они включают прямоугольные и полярные координаты, название продукта и коэффициенты. 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 или двух аналоговых каналов, расчетный сигнал или любая из четырех или двух 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**.



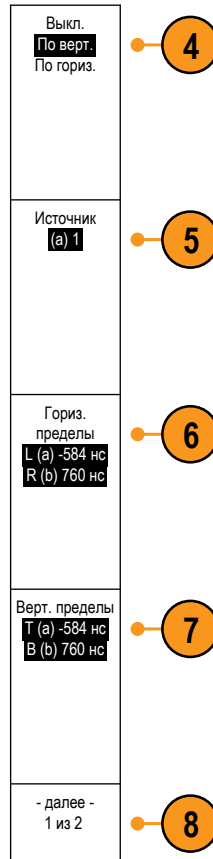
3. Нажмите **Режим построения гистограмм** в нижнем меню.

Добавить измерение	Удалить измерение	Индикаторы	Режим построения гистограмм	Дополнит.	Уст. курсоры на экран
--------------------	-------------------	------------	-----------------------------	-----------	-----------------------





4. Чтобы выбрать ось осциллограммы, для которой нужно показать значения гистограммы, нажмите верхнюю кнопку бокового меню. **По верт.** или **По гориз.**.
5. В боковом меню нажмите кнопку **Источник** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать канал, для которого необходимо отобразить измерения гистограммы.
6. В боковом меню нажмите кнопку **Пределы по гориз.** и при помощи многофункциональных регуляторов **а** и **в** установите **L** (левую) и **R** (правую) границы окна гистограммы.
7. В боковом меню нажмите кнопку **Верт. пределы** и при помощи многофункциональных регуляторов **а** и **в** установите **T** (верхнюю) и **B** (нижнюю) границы окна гистограммы.
8. Нажмите **- далее - 1 из 2**.



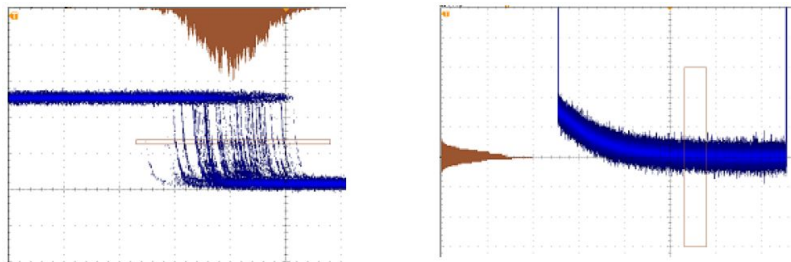
### Добавление измерений к данным гистограммы

1. Чтобы добавить измерения к данным гистограммы, нажмите кнопку **Добавить измерения** в нижнем меню.
2. В боковом меню нажмите кнопку **Источник** и вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы задать параметр **H** для измерений гистограммы.
3. В боковом меню нажмите кнопку **Тип измерений** и вращайте ручку **Многофункц. б**, чтобы выбрать измерение гистограммы.
4. Нажмите кнопку **ОК. Добавить измерение** бокового меню, чтобы добавить измерение в перечень измеренных данных.

### Сброс измерений гистограммы и статистики

1. Нажмите «Далее» в боковом меню.
2. Нажмите «Режим» построения гистограмм в нижнем меню.
3. Нажмите **- далее - 1 из 2** в боковом меню. **- далее - 1 из 2**
4. Нажмите «Сбросить значения гистограммы» в боковом меню.
5. Нажмите «Сброс статистики» в боковом меню. Сброс статистики

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





---

**СОВЕТ.**

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

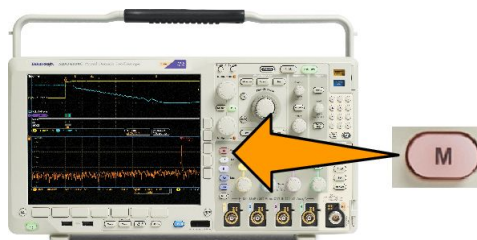
## Использование расчетных осциллограмм

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.

Для выполнения простых математических операций (+, −, ×, ÷) над двумя осциллограммами используется указанная ниже процедура.

1. Нажмите кнопку **Расч.**



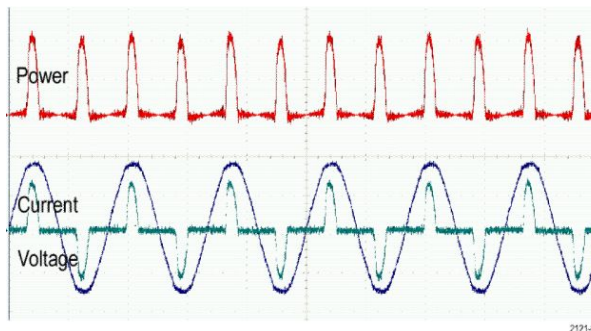
2. Нажмите кнопку **Две осцил.**

Две осцил.	БПФ	Расширенные математические функции	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 **+**, **−**, **×** или **÷**.

4. Например, можно определить мощность умножением осциллограммы напряжения на осциллограмму тока.



### Советы

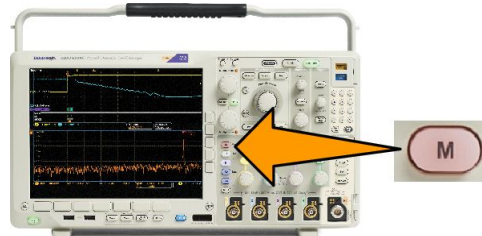
- Расчетные осциллограммы можно создавать на основе осциллограммы в канале, опорной осциллограммы или их сочетания.
- Измерения для расчетных осциллограмм выполняются таким же образом, как и для канальных сигналов.
- Масштаб по горизонтали и положение расчетных осциллограмм определяется по исходным осциллограммам, указанным в соответствующих математических выражениях. Изменение настройки элементов управления для исходных осциллограмм приводит к соответствующему изменению расчетных осциллограмм.

- Масштабирование расчетной осциллограммы выполняется с помощью внутреннего регулятора элемента управления масштабированием и панорамированием. Внешний регулятор служит для перемещения окна масштабирования. См. [Использование функции Wave Inspector для работы с записями осциллограмм большой длины](#) на странице 157.

## 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 **Расч.**



2. Нажмите кнопку **БПФ**.

Две осцил.	<b>БПФ</b>	Расширенные математические функции	Спектральные вычисления	(M) Метка		
------------	------------	------------------------------------	-------------------------	-----------	--	--

2

3. Чтобы выбрать источник сигнала, в боковом экранном меню нажмите (при необходимости) кнопку **Источник для БПФ**, а затем вращайте ручку **Многофункц. а**. Возможны следующие варианты: каналы 1, 2, 3, 4, опорные осциллограммы 1, 2, 3 и 4.

БПФ
Источник для БПФ <b>1</b>

3

4. Чтобы выбрать шкалу «Линейная среднеквадратичная» или «дБ среднеквадратичная», несколько раз нажмите кнопку **Масштаб по вертикали**.

Единицы по вертикали <b>Линейная среднеквадратичная</b>
--

4

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

Окно <b>Хеннинга</b>
-------------------------

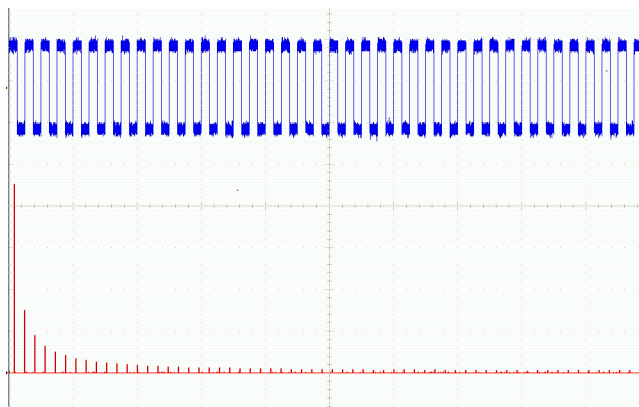
5

6. В боковом меню нажмите кнопку **По гориз.**, чтобы включить ручки **Многофункц. а** и **Многофункц. б**, с помощью которых можно панорамировать и масштабировать дисплей БПФ.

По гориз. 625 кГц 1.25 кГц/дел.
---------------------------------------

6





7. На экране появится результат БПФ.



### Советы

- Используйте короткие записи, чтобы ускорить реакцию прибора.
- Используйте длинные записи, чтобы понизить уровень шума по отношению к сигналу и увеличить разрешение по частоте.
- При необходимости можно использовать функцию лупы, а также органы управления **Положение** и **Масштаб** по горизонтали для увеличения и перемещения осциллограммы БПФ.
- Среднеквадратичная шкала в децибелах, установленная по умолчанию, позволяет подробно рассматривать частотные составляющие, даже если их амплитуды сильно различаются. Линейная среднеквадратичная шкала используется для просмотра общего вида частотных составляющих в сравнении друг с другом.
- С 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:

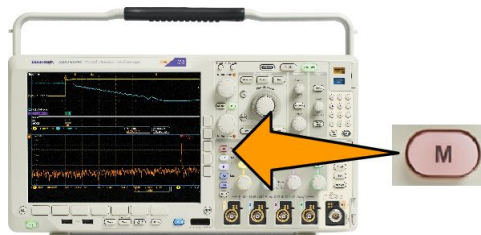
Таблица 7: Варианты окна

Окно	Форма
<p><b>Прямоугольное</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
<p><b>Хэмминг</b></p> <p>При использовании окна Хэмминга достигается хорошее разрешение по частоте (немного лучше, чем с окном Хеннинга), просачивание спектральных частот при этом умеренное, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.</p> <p>Окно Хэмминга применяется для измерения синусоидальных и периодических сигналов, а также узкополосного случайного шума. Это окно применяется для измерения переходных процессов или выбросов, когда уровень сигнала до и после события сильно отличается.</p>	
<p><b>Хеннинга</b></p> <p>При использовании окна Хеннинга достигается хорошее разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом низкое, а точность измерения амплитуды — вполне допустимая.</p> <p>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.</p>	
<p><b>Блэкман-Харрис</b></p> <p>При использовании окна Блэкмана-Харриса достигается низкое разрешение по частоте, просачивание спектральных частот при этом очень низкое, а точность измерения амплитуды — хорошая.</p> <p>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.</p>	

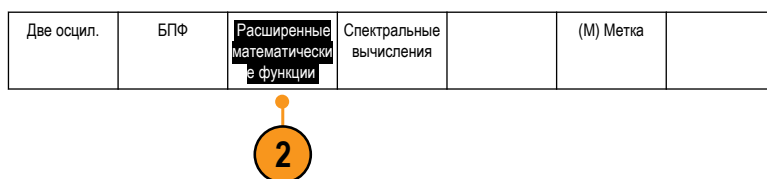
## Использование дополнительных математических функций

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 **Расч.**



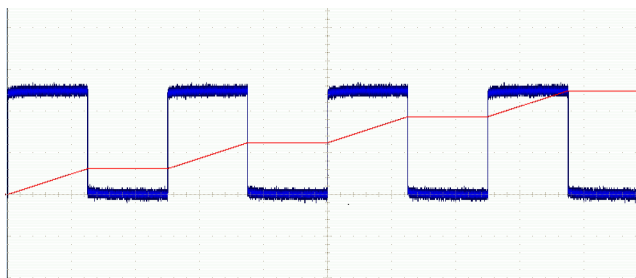
2. Нажмите кнопку **Доп. матем. функции.**



3. С помощью бокового экранного меню создайте выражение.
4. Нажмите кнопку **Изменить выражение** и создайте выражение с помощью многофункциональных регуляторов и кнопок нижнего экранного меню. Выполнив эти действия, нажмите кнопку **ОК Принять**.

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

1. Нажмите кнопку **Очистить** в нижнем меню.
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**.

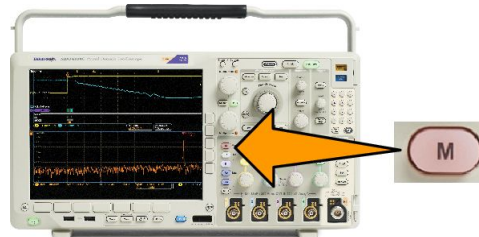




## Использование спектральных вычислений

Функция математических операций над спектром позволяет создавать расчетные осциллограммы путем сложения или вычитания кривых частот. Для моделей с установленной опцией SA3 или SA6.

1. Нажмите кнопку **Расч.**



2. Нажмите кнопку **Спектральные вычисления**.

Две осцил.	БПФ	Расширенные математические функции	<b>Спектральные вычисления</b>		(M) Метка	
------------	-----	------------------------------------	--------------------------------	--	-----------	--



Для создания необходимой расчетной кривой используйте боковое меню.

3. 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 минимума РЧ (**RF:m**) или любое содержимое памяти опорного сигнала с данными частотной области.
4. В качестве оператора выберите **+** или **-**.
5. Выберите второй источник из предложенных вариантов.

Расчетная осциллограмма будет отображена на экране в виде красной кривой.

6. В нижнем меню нажмите кнопку **Метка** и в появившемся боковом меню выберите требуемый вариант для присвоения расчетной кривой соответствующей метки.

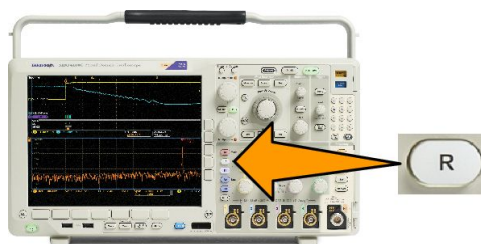
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Осциллограф завершит вычисления только в том случае, если единицы измерения исходных осциллограмм сочетаются друг с другом.

## Использование опорных осциллограмм и кривых

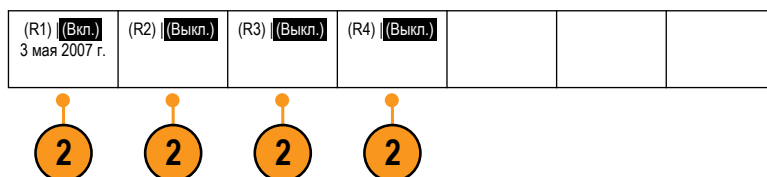
Создайте и сохраните опорную осциллограмму или зависимость. Это можно сделать, например, для создания образца, с которым будут сравниваться другие осциллограммы. Чтобы использовать опорную осциллограмму или кривую, необходимо выполнить следующие действия.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Опорные осциллограммы объемом 5 млн, 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, необходимо записать их на внешнее запоминающее устройство.

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



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



- |   |   |   |
|---|---|---|
|   | R1  |   |
| 3. В боковом меню нажмите кнопку <b>По верт.</b> , затем с помощью многофункциональных ручек отрегулируйте параметры опорной осциллограммы или кривой по вертикали.   | По вертикали<br>0,00 дел.<br>100 мВ/дел.  | 3 |
| 4. В боковом меню нажмите кнопку <b>По гориз.</b> , затем с помощью многофункциональных ручек отрегулируйте параметры опорной осциллограммы или кривой по горизонтали.  | По горизонтали<br>0,00 с<br>4,00 мкс/дел. | 4 |
| 5. Нажмите кнопку <b>Изменить метки</b> и определите метки с помощью появившегося меню для отображения на опорных осциллограммах и зависимостях.  | Изменить метки                            | 5 |
| 6. Нажмите <b>Подробн. опор. сигнала</b> для просмотра информации о выбранном опорном сигнале. Используйте этот пункт меню, чтобы определить, является ли опорная кривая аналоговой осциллограммой или зависимостью РЧ. | Подробн. опор. сигнала                    | 6 |
| 7. Нажмите <b>Сохранить в файл</b> для записи опорной информации на внешний носитель.   | Сохранить в файл                          | 7 |



**СОВЕТ.**

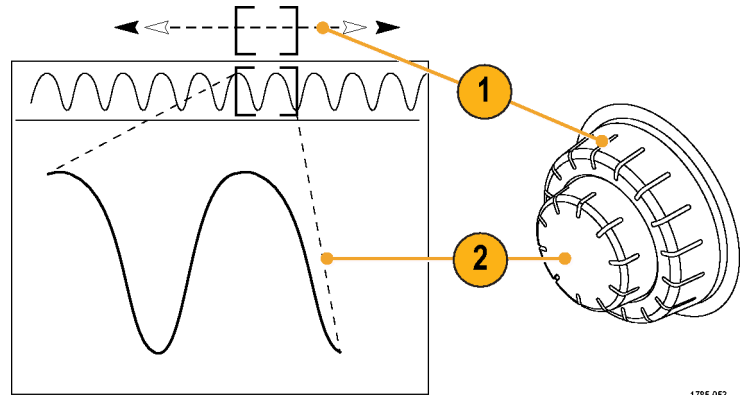
- **Выбор и отображение опорных осциллограмм.** Все опорные осциллограммы могут отображаться одновременно. Выбор конкретной опорной осциллограммы осуществляется нажатием соответствующей кнопки экранного меню.
  - **Удаление опорных осциллограмм с экрана.** Чтобы удалить с экрана опорную осциллограмму, нажмите на передней панели кнопку **Опорный**, чтобы вызвать нижнее экранное меню. Затем нажмите кнопку нижнего экранного меню, соответствующую удаляемой осциллограмме.
  - **Выбор масштаба и положения опорной осциллограммы** Масштаб и положение опорной осциллограммы можно выбирать независимо от остальных отображаемых осциллограмм. Выберите опорную осциллограмму и выполните нужные настройки с помощью многофункционального регулятора. 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 выборок.** Опорные осциллограммы объемом 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергозависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, необходимо записать их на внешнее запоминающее устройство.
-

## Использование функции Wave Inspector для работы с записями осциллограмм большой длины

Элементы управления 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 ручки Zoom (масштабирование). Перемещение по увеличенной осциллограмме осуществляется с помощью ручки Pan (панорамирование).

Ручка «Панорама-Лупа» состоит из следующих частей.

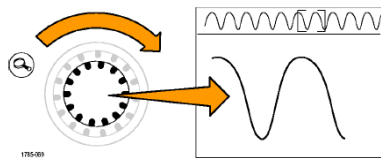
1. Ручка панорамирования (внешняя).
2. Ручка лупы (внутренняя).



1785-053

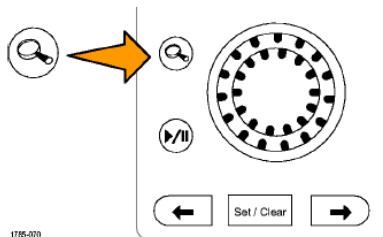
### Увеличение осциллограммы

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



1785-059

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



1785-070

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

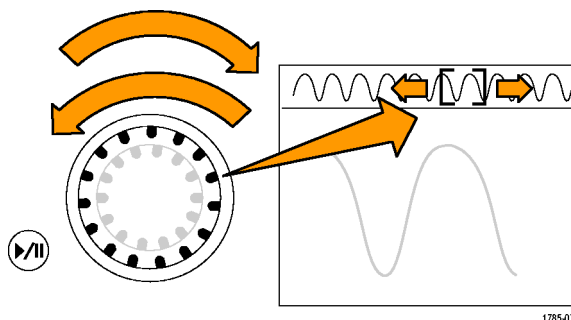


### Панорамирование осциллограммы

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

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

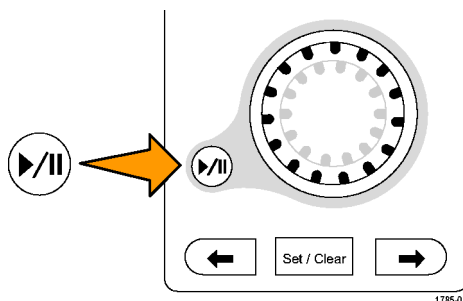
При повороте регулятора по часовой стрелке выполняется панорамирование вперед. При повороте против часовой стрелки выполняется панорамирование назад. Чем сильнее повернут регулятор, тем быстрее перемещается окно масштабирования.



### Воспроизведение осциллограммы и пауза

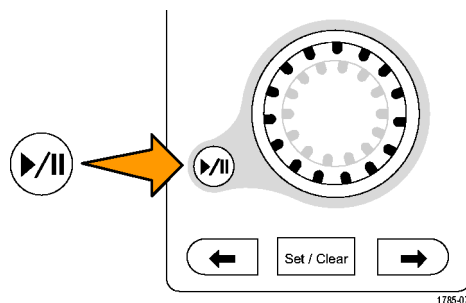
Функция воспроизведения-паузы обеспечивает автоматическое панорамирование осциллограммы. Чтобы использовать эту функцию, выполните следующие действия.

- Включите режим воспроизведения-паузы нажатием кнопки воспроизведения-паузы.
- Скорость воспроизведения регулируется поворотом регулятора панорамирования (внешняя ручка). Чем сильнее повернут регулятор, тем выше скорость воспроизведения.



- Чтобы изменить направление воспроизведения, следует повернуть ручку панорамирования в другую сторону.
- Чем сильнее (до некоторой степени) повернут регулятор во время воспроизведения, тем быстрее перемещается осциллограмма. При повороте регулятора 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 расстановка меток в осциллограммах

На зафиксированной осциллограмме можно пометить места, представляющие особый интерес. Метки позволяют ограничиться анализом отдельных фрагментов осциллограммы. Метки расставляются автоматически в соответствии заданными специальными критериями, которым соответствуют интересующие фрагменты, можно также пометить требуемые элементы осциллограммы вручную. С помощью кнопок со стрелками можно перемещаться от метки к метке (от одного помеченного интересующего фрагмента к другому). Возможно выполнение автоматического поиска и разметки по многим параметрам, используемым в настройках синхронизации.

Метки поиска позволяют отметить область осциллограммы для дальнейшего использования. Метки можно расставлять автоматически по заданным критериям поиска. Поиск фрагментов и расстановка меток выполняются средствами поиска по заданным фронтам, величинам длительности импульсов, импульсам малой амплитуды, логическим состояниям, времени нарастания или спада и поиска по типам шин.

Для установки и удаления меток вручную следует выполнить следующее:

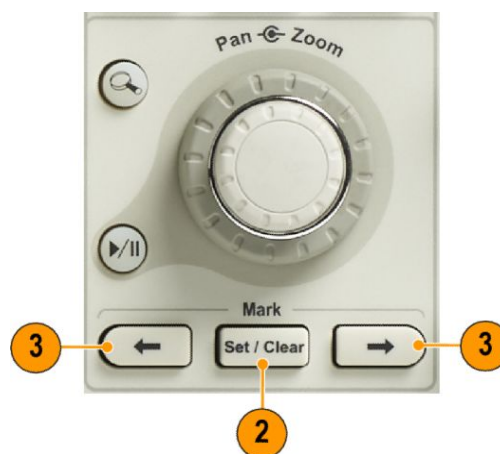
- Вращением ручки панорамирования (внешнее кольцо ручки), переместите осциллограмму (или окно лупы) к фрагменту, где требуется поставить или удалить метку.

При нажатии одной из кнопок со стрелкой (→) и (←) происходит переход к соседней предыдущей или следующей метке .

- Нажмите кнопку **Установить/сбросить**.

Если в центре экрана нет метки поиска, метка добавляется.

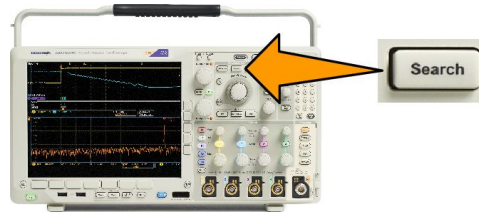
- Удобно исследовать осциллограмму перемещаясь от одной метки поиска к другой. Переход к следующей или к предыдущей отмеченной области происходит по нажатию одной из кнопок со стрелками (→) или (←) без использования иных органов управления.



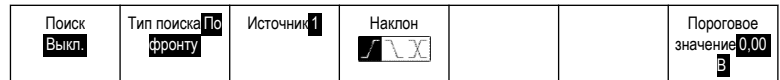
- Удаление метки. Переход к соседней (предыдущей или следующей) подлежащей удалению метке происходит по нажатию одной из кнопок со стрелкой (→) или (←). Чтобы удалить текущую (расположенную в центре) метку, нажмите кнопку **Установить/сбросить**. Таким способом можно удалять метки, установленные автоматически и вручную.

Для автоматической установки или удаления меток следует выполнить следующие действия:

1. Нажать кнопку **Поиск**.



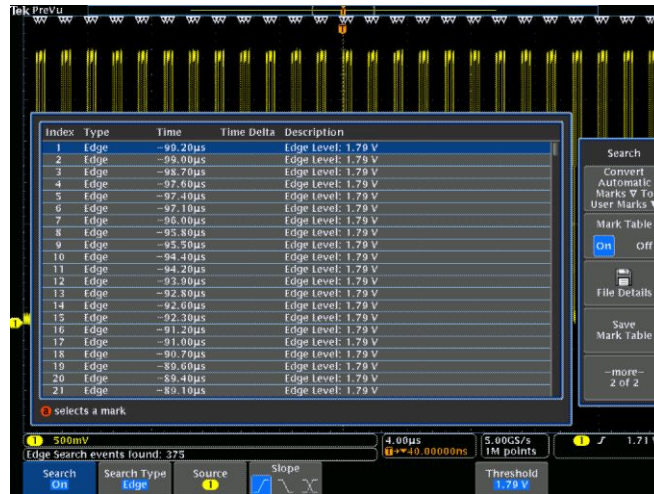
2. Выбрать требуемый тип поиска в нижнем меню.



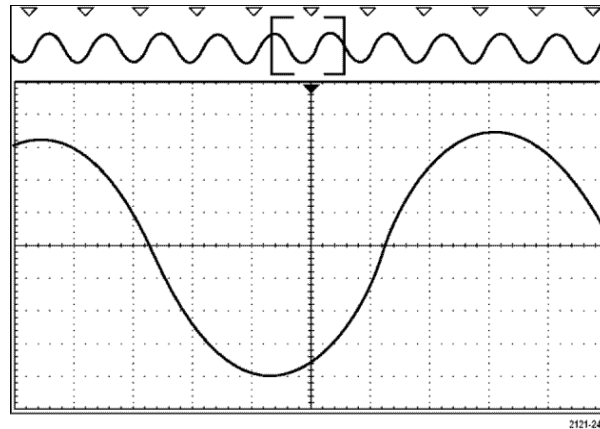
Меню настройки поиска подобно меню настройки синхронизации.

3. Включить функцию поиска в боковом меню.

Перейти на вторую страницу бокового меню и включить таблицу меток поиска (при необходимости). В таблице меток поиска отображается список меток времени для каждого события.



4. Положение автоматически установленных меток отмечается пустыми треугольниками, а положение установленных пользователем меток — треугольниками с заливкой. Метки выводятся при обычном отображении осциллограммы и в режиме масштабирования.



5. Можно быстро исследовать осциллограмму, перемещаясь от одной метки поиска к следующей нажатием кнопок со стрелкой (→) и (←). Никаких других подстроек не требуется.



**СОВЕТ.**

- Значения настроек из меню синхронизации можно скопировать в меню поиска для обнаружения удовлетворяющих условиям запусков фрагментов зарегистрированной осциллограммы.
- Можно также скопировать значения настроек поиска в меню настроек синхронизации.
- Метки пользователя сохраняются вместе с осциллограммой при сохранении осциллограммы и при сохранении настроек.
- Расставленные автоматически при выполнении поиска метки не сохраняются при сохранении осциллограммы. Однако, их легко восстановить при повторном выполнении функции поиска.
- Критерии поиска сохраняются при сохранении настроек.

Функция Wave Inspector включает следующие возможности поиска:

Поиск	Описание
По фронту	Поиск фронтов (нарастающих, спадающих или любых) с заданным пользователем пороговым уровнем.
По длительности импульса	Поиск положительных или отрицательных импульсов, длительность которых больше, меньше, равна или не равна заданному значению или принадлежит, либо не принадлежит указанному интервалу.
Тайм-аут	Поиск отсутствия импульсов в сигнале. Уровень сигнала сохраняется выше или ниже (или только выше/только ниже) заданного значения в течение установленного интервала времени.
Рант	Поиск положительных или отрицательных импульсов, уровень сигнала которых пересекает первое пороговое значение и не пересекает второго порогового значения до повторного пересечения первого. Поиск всех импульсов малой амплитуды или только тех, длительность которых больше, меньше, равна или не равна заданному значению.
По логическому выражению	Поиск по логической модели (И, ИЛИ, НЕ-И или НЕ-ИЛИ) по нескольким осциллограммам, для каждого входа можно задать уровень «Высокий», «Низкий» и «Не важно». Поиск событий, при которых функция принимает значение «истина» или «ложь» или сохраняет значение в течение периода времени, большего, меньшего, равного или неравного заданному. Кроме того, можно определить один из входов в качестве источника синхросигнала для синхронного поиска (поиска состояния).
По установке и фиксации	Setup & Hold Поиск нарушения заданных пользователем значений времени установки и фиксации.
По времени нарастания/спада	Поиск нарастающих или спадающих фронтов длительностью больше, меньше, равной или неравной заданной.

Поиск	Описание
Шина	<p>Параллельная: поиск двоичного или шестнадцатеричного значения.</p> <p>Для шины I2C по событиям: «Старт», «Повторный старт», «Стоп», «Нет подтверждения», «Адрес», «Данные» и «Адрес и данные».</p> <p>Для шины SPI: Поиск состояний SS-активный, MOSI, MISO, или MOSI &amp; MISO; Для RS-232, RS-422, RS-485, UART: Поиск Начал. бит Tx, Начал. бит Rx, Конец пакета передачи, Конец пакета приема, Данные Tx, Данные Rx, Tx Ошибка четн., Rx Ошибка четн.</p> <p>Для шин CAN, CAN FD — возможен поиск следующих признаков: Начало кадра (SOF), Тип кадра (Кадр данных, Кадр удаленного запроса, Флаг ошибки, Перегрузка), Идентификатор (стандартный или расширенный), Данные, Идентификатор и данные, Конец кадра (EOF), Ошибка подст. битов, Нет подтв., Бит FD BRS, Бит FD ESI, Ошибка формата или Ошибка любого вида <sup>1</sup></p> <p>Для шины LIN — поиск по значениям параметров: Синхр., Идентификатор, Данные, Идентификатор и данные, Актив. кадр, Неакт. кадр, Ошибка</p> <p>Для шины FlexRay — по значениям параметров: Начало кадра, Тип кадра, Идентификатор, Счет циклов, Поля заголовка, Данные, Идентификатор и данные, Конец кадра, Ошибка</p> <p>Для шин передачи звуковых потоков — по значениям параметров: Выбор слова или Данные</p> <p>Для шин Ethernet: Модуль синхронизации и анализа сигналов последовательных шин Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по данным на уровне пакетов в шинах 10BASE-T и 100BASETX 4, а также предоставляет такие инструменты для анализа, как цифровое отображение сигналов и состояния шин, декодирование пакетов, средства поиска и построения таблиц декодированных пакетов с отметками времени.</p> <p>Для шин USB — поиск признаков: Синхр., Reset (Сброс), Suspend (Приостановить), Resume (Возобновить), Конец пакета, Token (Address) Packet (Пакет маркера (адреса)), Пакет данных, Handshake Packet (Пакет установления связи), Special Packet (Специальный пакет) или Ошибка</p> <p>Для шин MIL-STD-1553 — поиск признаков: Синхр., Command (Команда), Status (Состояние), Данные, Время (RT/IMG), Ошибка 152</p> <p>Для шин ARINC429 — поиск признаков: Начало слова, Метка, Данные, Метка и Данные, Конец слова или Ошибка</p>

<sup>1</sup> Поиск Бита FD BRS, Бита FD ESI, Ошибки формата и Ошибки любого вида возможны только если в качестве значения настройки ШИНА указано CAN FD.

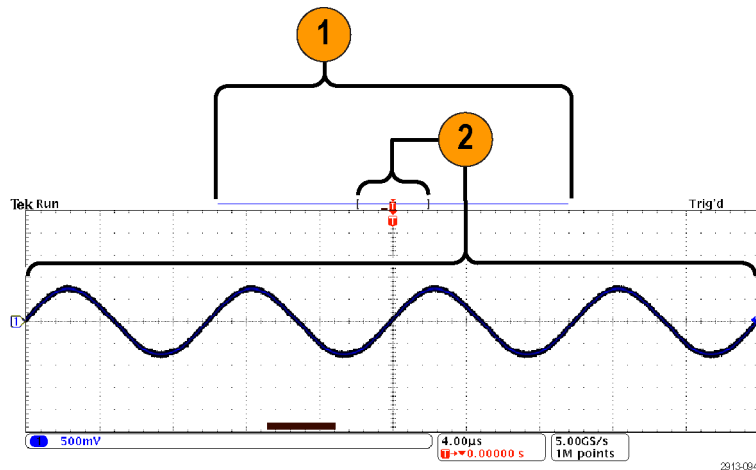
## Автоувеличение

По мере регулировки масштаба по горизонтали в сторону большего разрешения по времени осциллограф серии MDO4000C 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. 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.

## Контроль предельных значений и тестирование по маске

Можно отслеживать активный входной сигнал по маске с помощью модуля предельного теста и теста по маске DPO4LMT. Кроме того, можно выводить успешные и неуспешные результаты.

Результаты показывают, находится ли входной сигнал в пределах по вертикали и горизонтали, заданных маской. Можно создавать как собственные маски, так и использовать маски из файла. Чтобы настроить и запустить предельный тест или тест по маске, выполните указанные ниже действия.

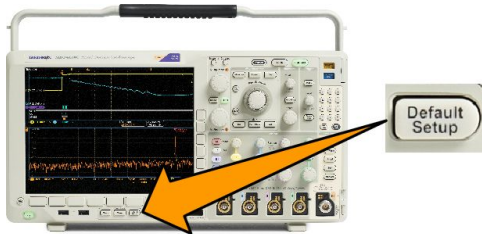
1. Выберите или создайте маску.
2. Настройте тест.
3. Выполните тест и просмотрите результаты.

### Создание или выбор маски

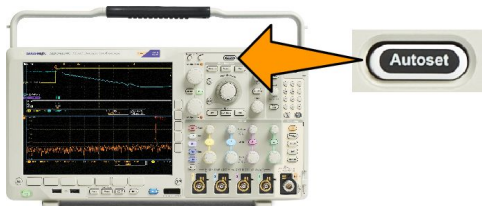
Можно создать или выбрать маски двух типов: маска для предельного теста и пользовательская маска.

**Создание маски предельного теста.**

1. Нажмите на передней панели кнопку **Настройка по умолчанию**.



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



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



5. В нижнем меню нажмите кнопку **Приложение**. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы в меню выбрать **Пред. тест/ т. по маске**.
6. Нажмите кнопку **Выбрать маску** в нижнем меню, затем в открывшемся боковом меню выберите **Проверка предельных значений**.
7. В нижнем меню нажмите кнопку **Создать пред. маску**.
8. В открывшемся боковом меню выберите пункт **Канал источника** и с помощью ручки **Многофункц. а** выберите осциллограмму, которая будет использоваться в качестве шаблона для предельного теста.
9. Нажмите кнопку **По горизонт.  $\pm$  предел**, чтобы задать пределы маски по горизонтали. Единицы измерения соотносятся с делениями масштабной сетки, где одно базовое деление содержит 1000 миллиделений (мдл).
10. Нажмите кнопку **По верт.  $\pm$  предел**, чтобы задать пределы маски по вертикали. Единицы измерения соотносятся с делениями масштабной сетки, где одно базовое деление содержит 1000 миллиделений (мдл).
11. Нажмите кнопку **ОК Создать пред. маску**, чтобы создать соответствующую маску в осциллографе.

### Создание пользовательской маски из текстового файла.

1. Нажмите на передней панели кнопку **Тест**.
2. В нижнем меню нажмите кнопку **Приложение**. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы в меню выбрать **Пред. тест/ т. 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-9,1.1000,15.90
36E-
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-3,13.42
14E-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 осциллографов на веб-сайте Tektronix.

### Настройка теста

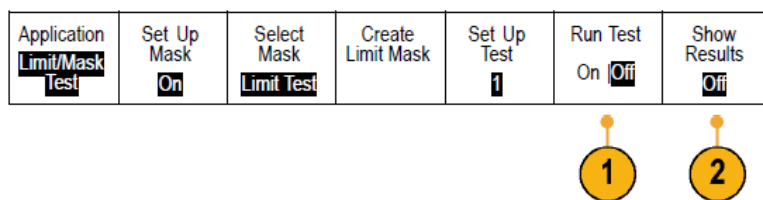
Для настройки предельного теста или теста по маске подключите источник теста к осциллографу. Если планируется предельный тест, задайте для горизонтальных и вертикальных параметров источника теста те же значения, которые были использованы при создании маски предельного теста. Нажмите в нижнем меню кнопку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

Настройка	Описание
Канал источника	Выберите канал для проверки.
Порог превышения	Выберите количество нарушений пороговых значений, после превышения которого тест будет считаться непройденным.
Остан. после осциллогр.	Остановить тест после заданного количества осциллограмм.
Остановить после времени	Указание остановить тест после истечения заданного количества времени.

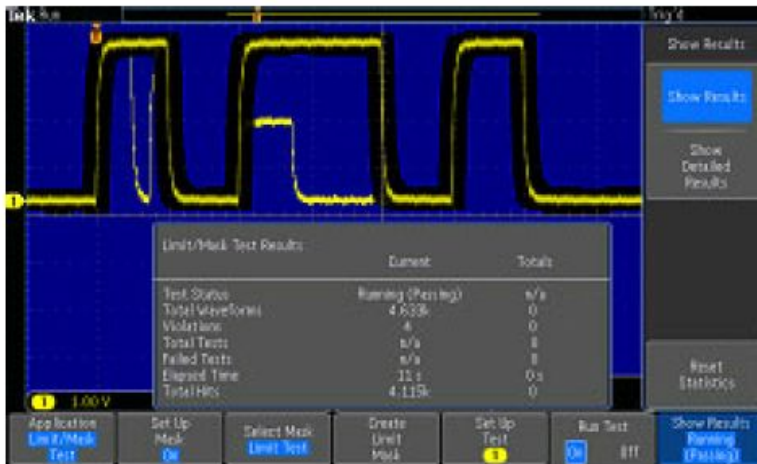
Настройка	Описание
Выбрать действие при сбое	Выбор варианта реакции осциллографа на непрохождение теста. Можно выбрать несколько действий. Доступные варианты: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Остановить регистрацию</li> <li>■ Сохранить осциллограмму в файл</li> <li>■ Сохранить снимок экрана в файл</li> <li>■ Печать снимков экрана</li> <li>■ Импульс на дополнительный выход</li> <li>■ Задать запрос на обслуживание удаленного интерфейса (SRQ)</li> </ul>
Выбрать действие по завершении теста	Выбор варианта реакции осциллографа на завершение теста. Можно выбрать несколько действий. Доступные варианты: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Импульс на дополнительный выход</li> <li>■ Задать запрос на обслуживание удаленного интерфейса (SRQ)</li> </ul>
Задержка зап. теста	Выбор задержки запуска теста.
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.



- В нижнем меню нажмите кнопку **Показать результаты** и в появившемся боковом меню выберите, какие результаты отображать: основные или более подробные. Кроме того, можно сбросить эти результаты.



### СОВЕТ.

- 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 **Сохранить 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.
- Можно автоматически изменить масштабирование маски, изменив настройки канала источника. Для этого выберите в нижнем меню пункт **Настроить маску** и в открывшемся боковом меню задайте для параметра **Lock to Source** (Привязать к источнику) значение **Вкл.**
- Для теста по маске расчетная осциллограмма недоступна.



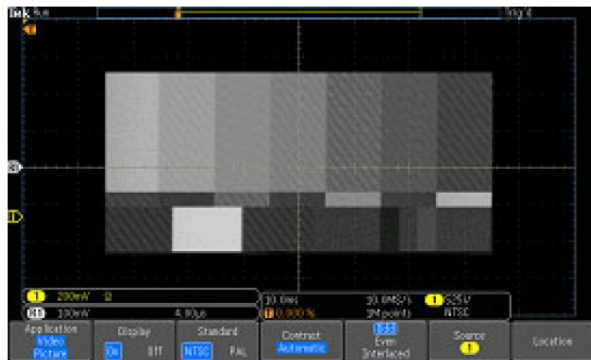
## Тесты видеосигналов

Запуск и отображение видеосигналов. Используйте для этого стандартные встроенные инструменты для тестов видеосигналов. Чтобы воспользоваться этим приложением, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Тест**.



2. Вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы выбрать **Видео изобр..**



See a test pattern from a video generator

3. С помощью кнопок в нижнем меню настройте необходимый тест видеосигнала.

See a test pattern from a video generator

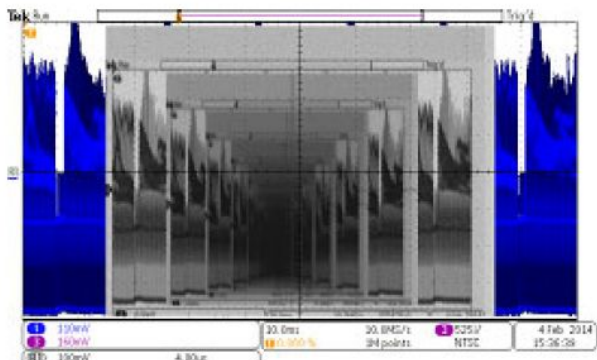


See an actual video picture

Варианты выбора:

- Вкл./выкл. дисплея
- Стандартный: NTSC или PAL
- Контрастность и скорость обновления

- Нечетные, четные или чередование
- Канал источника
- Место на экране для отображения результатов



See a video of a video of a video ... signal by connecting a cable from the VIDEO OUT in the rear panel to an analog input channel in the front panel

## Выполнение автоматических измерений мощности

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**.

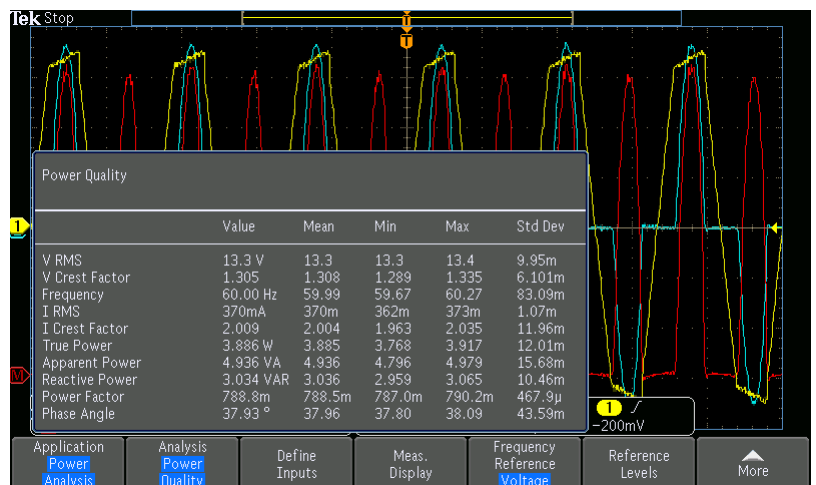
3. Нажмите кнопку **Анализ**.



2

4. С помощью кнопок бокового 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» на сайте [tek.com](http://tek.com).





# 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 **Выбор** 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 (модели с установленной опцией SA3 или SA6), XXXX — это целое число от 0000 до 9999. YYY — определяет зависимость и может быть одним из следующих:

- 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.** Аналоговые, цифровые и РЧ-осциллограммы и кривые, а также производные от них осциллограммы и кривые (например, расчетные и опорные), можно сохранить в ISF-файл. При сохранении всех каналов в формате ISF будет сохранена группа файлов. Каждый из них будет иметь одинаковое значение для XXXX, но в качестве значений YYY будут установлены номера различных каналов, которые были включены при выполнении команды «Save All Waveforms» (Сохранить все осциллограммы).

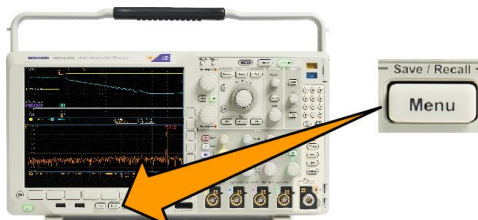
---

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

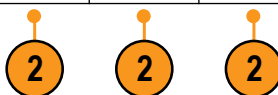
Рекомендуется присваивать файлам описательные имена, удобные для распознавания. Чтобы изменить названия файлов, каталогов, опорных осциллограмм и настроек прибора, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Menu** в группе «Save/ Recall».

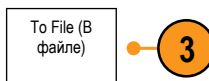


2. Нажмите кнопку **Сохранить снимок экрана**, **Сохранить осциллограмму** или **Сохранить текущие настройки**.

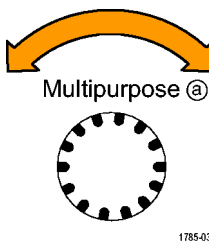
Сохран. снимок	Сохранить осцилл.	Save Setup (Сохранить настройку)	Вызов осцил.	Recall Setup (Восстановить настройку)	Назначить <b>Сохранить</b> для <b>настроек</b>	Управление файлами
----------------	-------------------	----------------------------------	--------------	---------------------------------------	--	--------------------



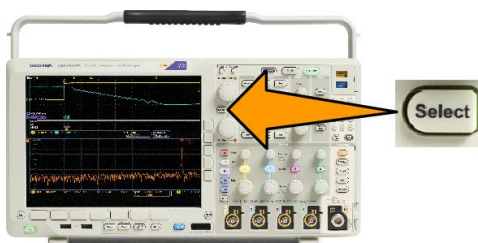
3. Для файлов осциллограмм или настройки перейдите в диспетчер файлов, выбрав соответствующий пункт в боковом меню.



4. Для перемещения по файловой структуре используйте многофункциональный регулятор **a**. См. [Структура внешнего файла](#) на странице 173.



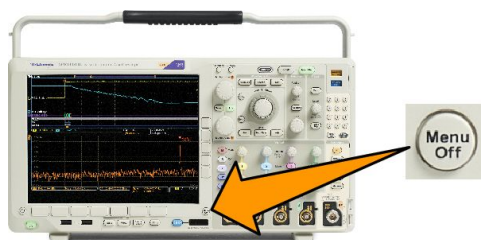
5. Чтобы открыть или закрыть папку, нажмите кнопку **Выбор**.



6. Нажмите кнопку **Изменить имя файла**.

Измените имя файла точно так же, как изменяли метки для каналов.

7. Чтобы отменить сохранение, нажмите кнопку **Menu Off**; чтобы завершить сохранение, нажмите в боковом экранном меню кнопку **OK. Сохранить**.



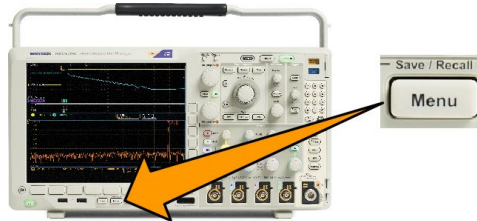


## Сохранение снимков экрана

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 **Menu** в группе «Save/ Recall».

Кнопку **Save** пока не нажимайте.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить снимок экрана**.

Сохран. снимок	Сохранить осцилл.	Save Setup (Сохранить настройку)	Вызов осцил.	Recall Setup (Восстановить настройку)	Назначить <b>Сохранить для настроек</b>	Управление файлами
----------------	-------------------	----------------------------------	--------------	---------------------------------------	---	--------------------



3. Нажмите кнопку **Формат файла** в боковом меню, чтобы выбрать один из следующих форматов: .tif, .bmp или .png.

Сохран. снимок
Формат файла <b>.png</b>



4. Нажмите кнопку **Ориентация** и выберите альбомную (горизонтальную) или книжную (вертикальную) ориентацию сохраняемого изображения.

Ориентация
 



5. Нажмите кнопку **Эк. черн.**, чтобы включить или выключить режим **Эк. черн.**. Когда этот режим включен, изображение печатается на белом фоне.

Ink Saver (Эк. чернил)
Вкл. <b>Выкл.</b>



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
--------------------



7. Чтобы записать снимок экрана на выбранный носитель, нажмите кнопку **ОК Сохранить снимок**.

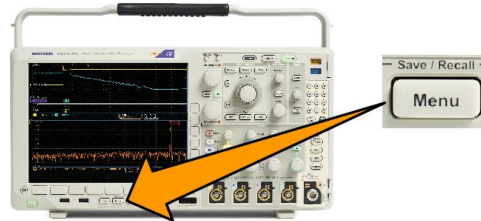
ОК Сохран. снимок
-------------------



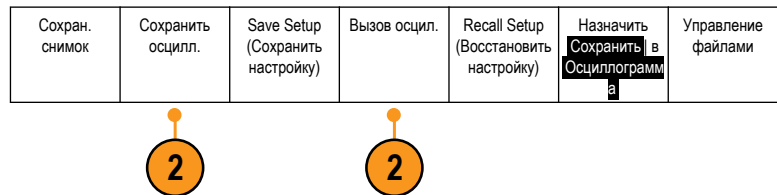
## Сохранение и вызов осциллограмм и кривых

В данных осциллограммы и кривой представлены числовые значения для всех точек осциллограммы. В этом случае копируются данные, а не графическое изображение на экране. Чтобы сохранить данные текущей осциллограммы или вызвать ранее сохраненные данные осциллограммы, надо выполнить следующие действия.

1. Нажмите кнопку **Menu** в группе «Save/ Recall».



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить осциллограмму** или **Вызов осциллограммы**.




---

**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 PC-данных в виде файлов .TIQ. Файлы .TIQ могут быть использованы в ПО векторного анализа сигналов Tektronix SignalVu.

---

3. Вращайте ручку **Многофункц. a** и в боковом меню выберите одну из отображаемых осциллограмм или кривых. Другой способ — выбрать пункт **All Displayed Waveforms** (Все отображаемые осциллограммы).

При сохранении данных зависимости PC 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. Вращайте ручку **Многофункц. b** и выберите расположение, в которое необходимо сохранить данные осциллограммы или кривой или из которого их необходимо извлечь.

Сохраните информацию во внешний файл на смонтированном сетевом диске или во 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**.

## 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 меню	Описание
Собственный формат файлов прибора (.ISF)	Предписывает осциллографу сохранять данные из аналоговых каналов (а также расчетные и опорные осциллограммы, полученные из аналоговых каналов) во внутреннем формате для сохранения файлов (ISF). Запись в файл такого формата осуществляется быстрее, а сам файл занимает меньше места. Этот формат файлов следует использовать, если впоследствии предполагается загрузка аналоговой осциллограммы или зависимости РЧ в долговременную память для просмотра и проведения измерений.
Формат файла электронной таблицы (.csv)	Сохранение данных на диск в файле данных с разделением запятыми, совместимом с большинством редакторов электронных таблиц. Данные аналоговых и РЧ-сигналов, хранящиеся в файле такого формата, можно также загрузить в долговременную память.

## Сохранение осциллограммы или зависимости в долговременной памяти

Чтобы сохранить осциллограмму или кривую во внутренней энергонезависимой памяти осциллографа, нажмите кнопку экранного меню **Сохранить осцилл.**, выберите осциллограмму, которую требуется сохранить, после чего выберите одно из мест размещения опорной осциллограммы.

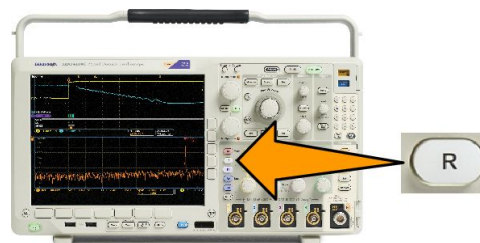
Сохраненные осциллограммы содержат только последние собранные данные. Данные шкалы серого, если они присутствуют, не сохраняются.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Опорные осциллограммы объемом 5 млн, 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергонезависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, необходимо записать их на внешнее запоминающее устройство.

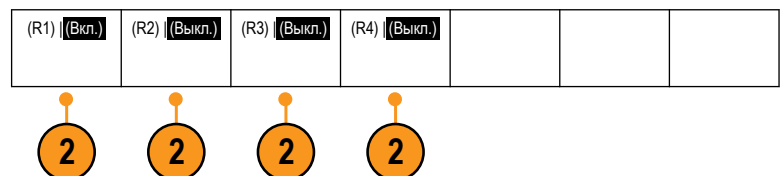
## Отображение опорной осциллограммы

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

1. Нажмите кнопку **Опорный**.



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

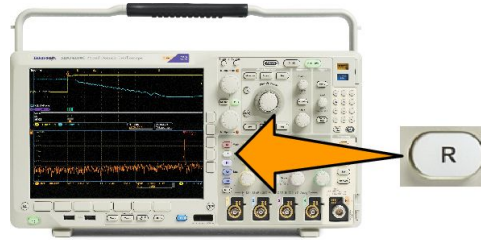


Если нажать кнопку бокового меню **Подробн. опор. сигнала**, можно узнать, являются ли сохраненные данные опорной аналоговой осциллограммой или зависимостью РЧ.

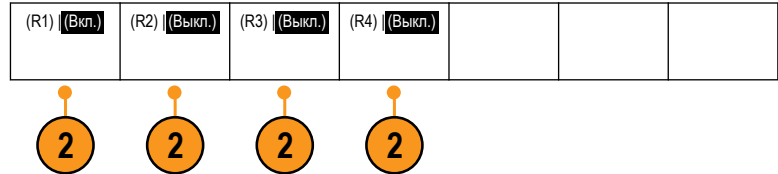
## Удаление опорной осциллограммы с экрана

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 или кривую с экрана.



Опорная осциллограмма по-прежнему остается в энергонезависимой памяти и может быть отображена повторно после повторного нажатия кнопки.

---

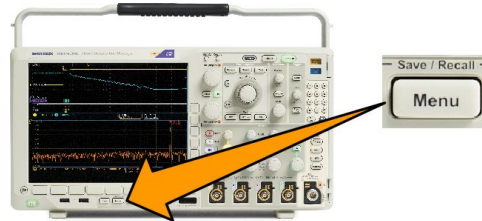
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Опорные осциллограммы объемом 5 млн, 10 млн и 20 млн выборок хранятся в энергонезависимой памяти и не сохраняются при выключении питания осциллографа. Чтобы сохранить такие осциллограммы, необходимо записать их на внешнее запоминающее устройство.

---

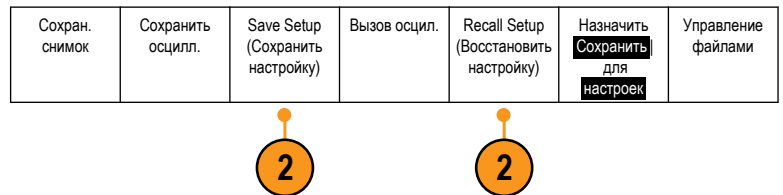
## Сохранение и восстановление настроек

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.

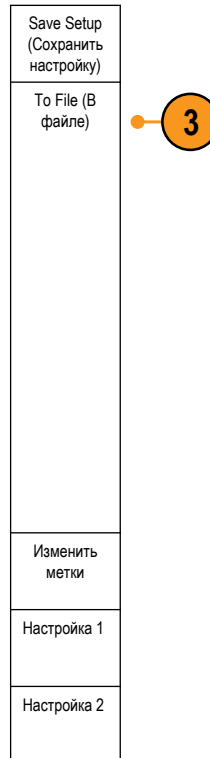
1. Нажмите кнопку **Menu** в группе «Save/ Recall».



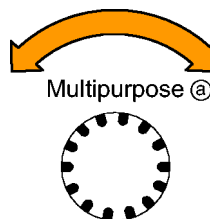
2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить текущ. настройки** или **Загрузка сохран. настройки**.



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**.

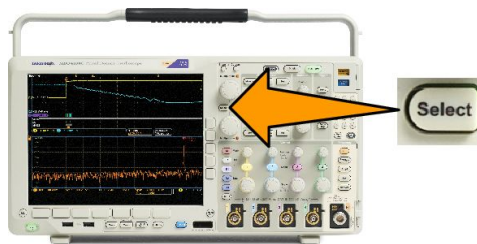


4. При сохранении информации на USB-накопителе или сетевом диске для перемещения по файловой структуре вращайте ручку **Многофунк. а**. См. [Структура внешнего файла](#) на странице 173.

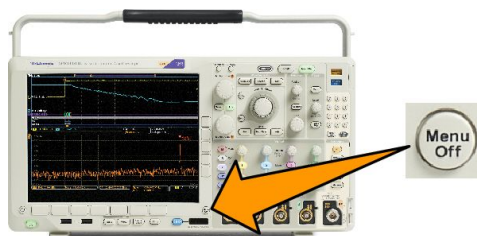


1785-039

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.



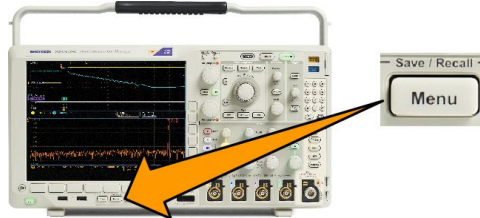
### Советы

- **Загрузка стандартных настроек.** Нажмите **Настройка по умолчанию** на передней панели, чтобы инициализировать осциллограф с известными настройками. См. [Использование настройки по умолчанию](#) на странице 53.

## Сохранение одним нажатием кнопки

После задания параметров сохранения и вызова с помощью кнопки и меню «Save/Recall Menu» (Сохранить/Вызвать меню) сохранение в файлы можно выполнять одним нажатием кнопки **Save** (Сохранить). Например, если задано сохранение данных осциллограммы в запоминающем устройстве USB, при каждом нажатии кнопки **Save** данные текущей осциллограммы сохраняются в заданном запоминающем устройстве USB.

1. Чтобы задать действие кнопки «Save», нажмите кнопку **Save/Recall Menu**.



2. Нажмите кнопку **Назначить Save для...**

Сохран. снимок	Сохранить осцилл.	Save Setup (Сохранить настройку)	Вызов осцилл.	Recall Setup (Восстановить настройку)	Назначить Сохранить для настроек	Управление файлами
----------------	-------------------	----------------------------------	---------------	---------------------------------------	----------------------------------	--------------------

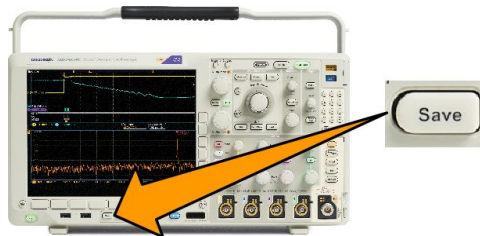


3. Нажмите кнопку бокового меню, соответствующую элементу, который необходимо сохранять при нажатии кнопки **Save**.

Назначить Save для
Снимки экрана
осциллограмм у
Настройка
Изображ. Осциллогр. и настройка



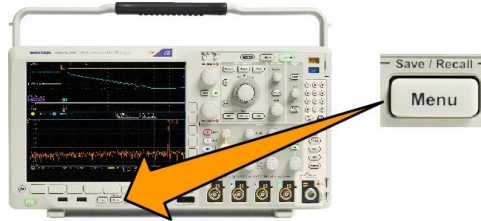
4. Теперь при каждом нажатии кнопки **Save** осциллограф будет выполнять заданное действие без перехода по меню.



## 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.	Save Setup (Сохранить настройку)	Вызов осцил.	Recall Setup (Восстановить настройку)	Назначить <b>Сохранить</b> для <b>настроек</b>	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
- Монтирование и размонтирование сетевого или локального USB-диска
- 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.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** За информацией о сети обращайтесь к сетевому администратору.

---

После установки соединения с сетью сделайте следующее:

1. Нажмите на передней панели кнопку **Меню сохранения и вызова**.
2. Нажмите кнопку **Управление файлами** в нижнем меню, затем 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. Ставить двоеточие не нужно.
User Name (Имя пользователя)	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 <b>ОК Принять</b> они стираются с экрана.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Убедитесь, что в сетевом местоположении включен общий доступ к файлам.

---

4. Нажмите кнопку **ОК Принять**.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы размонтировать сетевой или локальный USB-диск, нажмите кнопку **Меню** в группе «Сохранение/Вызов» на передней панели, нажмите **Управление файлами** в нижнем меню, выберите – **далее – 1 из 2** в боковом меню, затем выберите элементы **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.

---



---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если USB-диск был удален из системы без размонтирования, после вставки этого диска в компьютер появится сообщение о сканировании. Чтобы избежать этого, рекомендуется соответствующим образом размонтировать USB-диск перед извлечением его из осциллографа.

---

## 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.

---

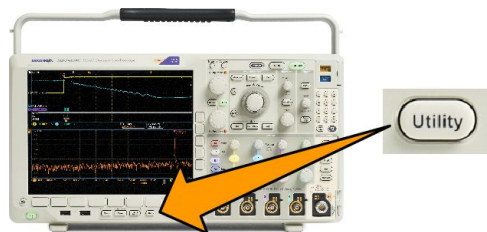
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Перечень совместимых принтеров см. на веб-странице [www.tektronix.com/printer\\_setup](http://www.tektronix.com/printer_setup).

---

## Настройка параметров печати

Чтобы настроить осциллограф для печати, выполните следующие действия.

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



2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
3. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду **Принтер**.
4. Если требуется заменить принтер по умолчанию, нажмите кнопку **Выбор принтера**.

Для перемещения по списку имеющихся принтеров вращайте ручку **Многофункц. а**.

Чтобы выбрать нужный принтер, нажмите кнопку **Выбор**.

Чтобы добавить в список USB-принтер, не являющийся принтером PictBridge, подсоедините 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. [Печать через Ethernet](#) на странице 187

5. Выберите ориентацию изображения (книжную или альбомную).
6. Для параметра «Экономичный режим» выберите **Вкл.** или **Выкл.** Если выбрано **Вкл.**, печать производится на белом фоне.

## 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. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду **Ввод/Вывод**.
4. Нажмите кнопку **USB**.
5. Нажмите кнопку **Подсоедин. к принтеру PictBridge**.

## Печать через Ethernet

Чтобы настроить осциллограф для печати через Ethernet, выполните следующие действия.

1. Подсоедините кабель Ethernet к разъему Ethernet на задней панели.



2. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
4. Вращайте ручку Многофункц. а и выберите команду **Принтер**.
5. Нажмите кнопку **Выбор принтера**.
6. Нажмите кнопку **Добавить сетевой принтер**.
7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы найти первую букву имени принтера, которое требуется ввести.  
Если используется USB-клавиатура, то для выбора положения точки ввода воспользуйтесь клавишами со стрелками и введите имя принтера.
8. Нажмите кнопку **Выбор** или **Ввести символ**, чтобы указать, что требуемый символ выбран.  
При необходимости можно изменить имя с помощью кнопок нижнего меню.
9. Продолжайте выбирать символы и нажимать кнопку **Выбрать** до тех пор, пока не будут введены все требуемые символы.
10. Нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить указатель ввода символов на строку ниже, в поле **Имя сервера**.
11. Вращайте ручку **Многофункц. а** и нажмите кнопки **Выбрать** или **Вв. симв.** столько раз, сколько необходимо для ввода имени.
12. Если требуется, нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить указатель ввода символов на строку ниже, в поле **IP-адрес сервера**:
13. Вращайте ручку «Многофункц. а» и нажмите кнопки «Выбрать» или «Вв. симв.» столько раз, сколько необходимо для ввода имени.
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 через электронную почту

Чтобы настроить осциллограф для печати через электронную почту на принтеры с функцией электронной почты, выполните указанные ниже действия.

1. Подсоедините кабель Ethernet к разъему Ethernet на задней панели.



2. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).
3. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
4. Вращайте ручку **Многофункц. а** и выберите команду **Принтер**.
5. Нажмите кнопку **Выбор принтера**.
6. Нажмите кнопку **Добавить принтер эл. почты**.
7. Для прокрутки списка букв, цифр и других символов вращайте ручку **Многофункц. а**, чтобы найти первую букву имени, которое требуется ввести.

Если используется USB-клавиатура, то для выбора положения точки ввода воспользуйтесь клавишами со стрелками и введите имя принтера.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Как для уведомлений по электронной почте о действии по событию, так и для принтера электронной почты используется один и тот же набор параметров сервера SMTP (**Тест > Приложение > Дейс.по событию> Действ. > Уведомлен. по эл. почте > Настройка электронной почты**). Если изменить параметры SMTP-сервера в одной из этих групп параметров, они также будут изменены и в другой группе.

---

8. Нажмите кнопку **Выбор** или **Ввести символ**, чтобы указать, что требуемый символ выбран.  
При необходимости можно изменить имя с помощью кнопок нижнего меню.
9. Продолжайте выбирать символы и нажимать кнопку **Выбрать** до тех пор, пока не будут введены все требуемые символы.
10. Чтобы ввести большее количество строк, нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить курсор символа вниз.
11. Вращайте ручку **Многофункц. а** и нажмите кнопки **Выбрать** или **Вв. симв.** столько раз, сколько необходимо для ввода имени.
12. При необходимости нажмите кнопку со стрелкой вниз, чтобы переместить курсор символа вниз на добавленные строки.
13. Вращайте ручку **Многофункц. а** и нажмите кнопки **Выбрать** или **Вв. симв.** столько раз, сколько необходимо для ввода имени.
14. Выполнив эти действия, нажмите кнопку **ОК Принять**.

## 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.

## Использование функций обеспечения безопасности осциллографа

### Очистка памяти осциллографа

Осциллограф MDO4000C имеет функцию обеспечения повышенной безопасности за счет защиты паролем действий по включению или выключению всех портов прибора.

Функция TekSecure позволяет стирать все настройки и осциллограммы, сохраненные в энергонезависимой памяти осциллографа. Если на осциллографе были зарегистрированы данные, доступ к которым посторонних лиц нежелателен, перед продолжением работы можно воспользоваться функцией Tek Secure. Функция TekSecure:

- Замена всех зарегистрированных сигналов нулевыми значениями во всех типах памяти.
- Удаление текущих настроек передней панели и всех сохраненных настроек и замена их значениями по умолчанию.
- Отображение на экране подтверждения или предупреждения, в зависимости от успешного или неудачного окончания проверки.

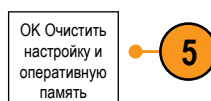
С помощью опции MDO4SEC можно включать и выключать порты ввода-вывода, а также включать или выключать функцию обновления микропрограммного обеспечения.

### Использование функции TekSecure без установленной опции MDO4SEC

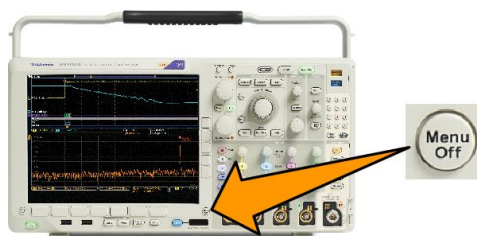
1. Нажмите кнопку **Utility** (Сервис).



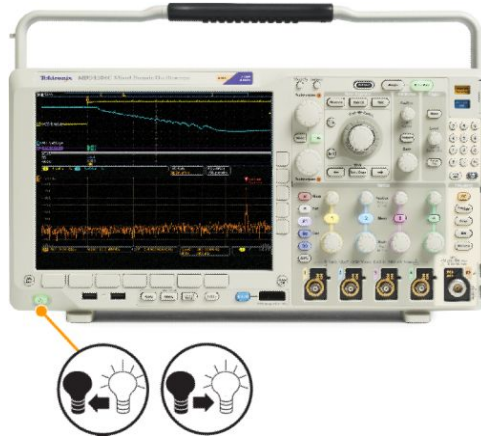
2. Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.
5. В боковом меню нажмите кнопку **OK Erase Setup and Ref Memory** (OK Очистить настройку и оперативную память).



Для отмены процедуры нажмите кнопку **Menu Off** (Выключение меню).

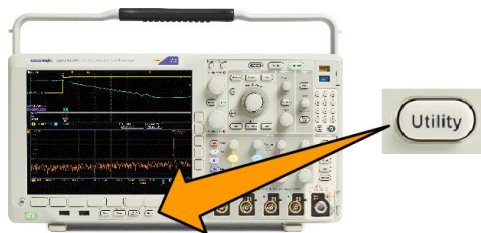


- Чтобы завершить процедуру, выключите осциллограф и снова включите его.



### Использование функции TekSecure с установленной опцией MDO4SEC

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



- Нажмите кнопку **Стр. сервиса**.



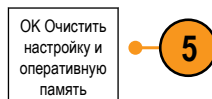
- Поверните многофункциональный регулятор **a** и выберите **Безопасн.**

- Нажмите кнопку **TekSecure — очистка памяти**.

Стр. сервиса	TekSecure - очистка памяти	Защитный пароль	Обновления микропрограм много обеспечения включены	Порты I/O включены		

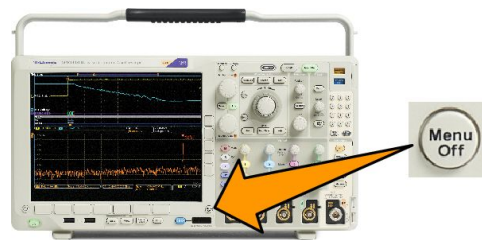
3
4
6
7
8

- В боковом меню нажмите кнопку **OK Erase Setup and Ref Memory** (OK Очистить настройку и оперативную память).

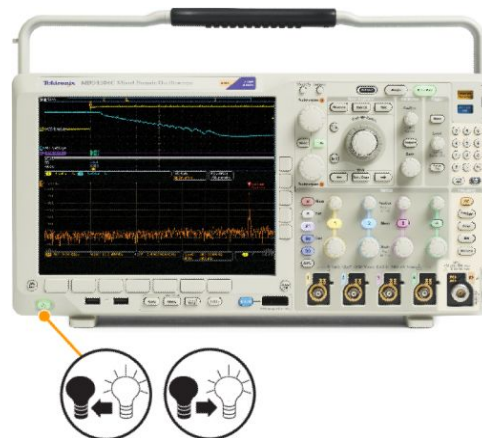


- Нажмите кнопку **Безоп. пароль**. Чтобы ввести пароль, воспользуйтесь ручкой «Многофункц. а» и нижним меню.
- Нажмите кнопку **Обновл. ПО**. Прочитайте предупреждения на экране. Чтобы отключить функцию загрузки нового микропрограммного обеспечения в осциллограф, в боковом меню нажмите кнопку **OK. Выключить обновления**.
- Нажмите кнопку **Порты I/O**. Прочитайте предупреждения на экране. Чтобы выключить все порты USB и Ethernet осциллографа, в появившемся боковом меню нажмите кнопку **OK. Выключить все порты**.

Для отмены процедуры нажмите кнопку **Menu Off** (Выключение меню).



9. Чтобы завершить процедуру, выключите осциллограф и снова включите его.







# Генератор сигналов произвольной формы/функций

Прибор MDO4000C содержит опциональный встроенный генератор сигналов произвольной формы (опция MDO4AFG). Его можно использовать для имитации сигналов в схеме или для добавления шума в сигналы при выполнении предельного тестирования.

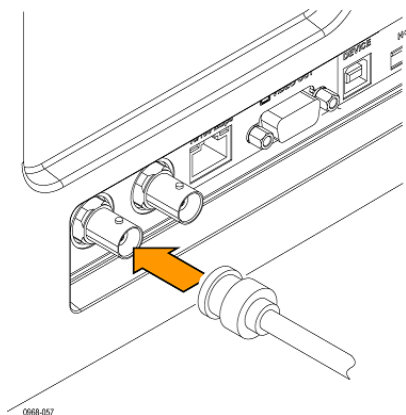
Генератор функций создает на выходе сигналы заданных форм частотой до 50 МГц. Доступны синусоидальные, прямоугольные, импульсные, пилообразные и треугольные сигналы, постоянный ток, шум, функция  $\sin(x)/x$  (синхронизация), функция Гаусса, функция Лоренца, возрастание и уменьшение по экспоненциальному закону, гаверсинус и кардиальные сигналы.

Генератор сигналов произвольной формы может генерировать произвольный сигнал, состоящий из не более чем 131 072 точек. Можно создать осциллограмму на основе любого из четырех внутренних сигналов произвольной формы, записанных в память, четырех (двух) аналоговых каналов, четырех (двух) опорных осциллограмм, расчетной осциллограммы или 16 осциллограмм цифровых каналов. Кроме того, можно использовать CSV-файл (таблицу), сохраненный на внешнем носителе, или заранее определенный шаблон.

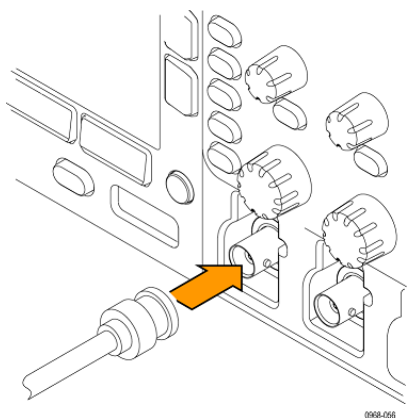
Можно изменять осциллограмму произвольной формы с помощью экранного редактора, а затем воспроизводить ее с помощью генератора. Для более сложных операций над осциллограммами можно использовать программное обеспечение ArbExpress компании Tektronix, предназначенное для ПК, с помощью которого можно создавать и изменять осциллограммы. Это программное обеспечение можно бесплатно загрузить с веб-сайта [www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software).

## Доступ к генератору сигналов произвольной формы

Чтобы получить доступ к выходу генератора сигналов произвольной формы, подключите кабель к порту с маркировкой AFG OUT (Выход генератора сигналов произвольной формы) на задней панели осциллографа.



Чтобы наблюдать выходной сигнал генератора сигналов произвольной формы, подключите другой конец кабеля к одному из входных каналов на передней панели осциллографа.



Чтобы включить или выключить выход генератора сигналов произвольной формы, на передней панели нажмите кнопку AFG (Генератор сигналов произвольной формы).

Если выход включен, кнопка будет светиться. Если выключить этот выход, индикатор погаснет. При вызове настроек прибора эта кнопка всегда находится в выключенном состоянии. При включении осциллографа генератор сигналов произвольной формы всегда будет выключен.

# Использование прикладных модулей

## Использование модулей прикладных программ

Дополнительные пакеты модулей прикладных программ расширяют возможности осциллографа. См. [Бесплатное опробование прикладных модулей](#) на странице 19 и [Установка модуля прикладных программ](#) на странице 19.

Указания по установке и тестированию прикладного модуля см. в *руководстве по установке прикладных модулей для осциллографов серии MDO3000 и MDO4000*, входящем в комплект поставки прикладного модуля. Описания некоторых модулей приведены в следующем списке. Могут быть доступны и другие дополнительные модули. Для получения дополнительных сведений обратитесь к представителю компании Tektronix или посетите веб-сайт по адресу [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com). Кроме того, обратитесь к разделу *Как связаться с компанией Tektronix* в начале данного руководства.

- Пакет прикладных модулей **DPO4BND** добавляет поддержку DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET, DPO4USB, DPO4LMT, DPO4PWR и DPO4VID.
- Модуль **DPO4AERO синхронизации и анализа сигналов последовательной шины в аэрокосмической отрасли** добавляет функции синхронизации и анализа данных для шин ARINC429 и MIL-STD-1553.
- Модуль **DPO4AUDIO синхронизации и анализа сигналов последовательной шины передачи звуковых потоков** добавляет функции синхронизации и анализа данных для шин I<sup>2</sup>S, с выравниванием по левому полю (LJ), с выравниванием по правому полю (RJ) и с временным уплотнением (TDM).
- Модуль **DPO4AUTO синхронизации и анализа сигналов последовательных шин автомобильных систем** добавляет функции синхронизации и анализа данных на уровне пакетов для используемых в автомобилях последовательных шин (CAN, CAN FD и LIN), а также инструменты для эффективного выполнения анализа сигналов в последовательных шинах. Эти инструменты включают средства цифрового отображения сигнала и состояний шины, декодирования пакетов, возможности поиска и составления таблицы событий с отметками времени.
- Модуль **DPO4AUTOMAX синхронизации и анализа сигналов последовательных шин FlexRay, CAN, CAN FD и LIN** предоставляет те же возможности, что и модуль DPO4AUTO, и дополнительно — инструменты для работы с последовательной шиной FlexRay.
- Модуль **DPO4COMP синхронизации и анализа сигналов последовательных шин вычислительных систем** добавляет функции запуска и анализа на уровне байтов или пакетов для шин RS-232, RS-422, RS-485 и UART, а также инструменты для эффективного выполнения анализа сигналов в последовательных шинах. Эти инструменты включают средства цифрового отображения сигнала и состояний шины, декодирование пакетов, возможности поиска и составления таблицы событий с отметками времени.
- Модуль **DPO4EMBD синхронизации и анализа сигналов последовательных шин встроенных систем** добавляет функции запуска и анализа на уровне пакетов последовательных шин встроенных систем (I<sup>2</sup>C и SPI), а также инструменты, способствующие эффективному выполнению анализа сигналов в последовательных шинах. Эти инструменты включают средства цифрового отображения сигнала и состояний шины, декодирования пакетов, средства поиска и составления таблицы событий с отметками времени.

- Модуль **DPO4ENET синхронизации и анализа сигналов последовательной шины Ethernet** добавляет функции синхронизации на уровне пакетов данных в шинах 10BASE-T и 100BASE-TX 4, а также такие аналитические инструменты, как средства цифрового отображения сигналов и состояния шин, декодирование пакетов, инструменты поиска и построения таблицы меток декодированных пакетов с отметками времени.

Входы сигнала: любой канал 1-4, математически заданный сигнал, опорный сигнал 1-4

Рекомендуемые пробники: 10BASE-T — одиночный или дифференциальный; 100BASE-TX — дифференциальный

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для шин 100BASE-TX рекомендуется использовать модели с полосой пропускания не менее 350 МГц.

---

- Модуль **DPO4LMT контроля предельных значений и по маске** добавляет функции контроля записанных осциллограмм по заданным пользователем горизонтальными и вертикальными предельными значениями и на соответствие маскам согласно телекоммуникационным стандартам, либо определенными пользователем.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для соответствующих телекоммуникационным стандартам сигналов со скоростями более 55 Мбит/с рекомендуется использовать модели осциллографов с полосой пропускания более 350 МГц.

Для высокоскоростных шин USB рекомендуется использовать модели осциллографов с полосой пропускания 1 ГГц.

---

- Модуль **DPO4PWR анализа работы систем электропитания** добавляет функции измерения параметров качества электропитания, потерь при переключении, гармоник, скачков, модуляции, безопасных рабочих зон и скорости изменения значений ( $dV/dt$  и  $dI/dt$ ).
- Модуль **DPO4USB синхронизации и анализа сигналов последовательной шины USB 2.0** добавляет функции синхронизации и анализа сигналов низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для работы с сигналами высокоскоростных шин USB следует использовать модели осциллографов с полосой пропускания 1 ГГц.

---

- Модуль **DPO4VID расширенных возможностей работы с сигналами передачи видео** добавляет функции синхронизации по разнообразным сигналам стандарта ТВЧ (HDTV), а также пользовательских (нестандартных) двух- и трехуровневых видеосигналов с количеством строк от 3 000 до 4 000.
- Модуль **MDO4TRIG расширенных возможностей синхронизации по радиочастотным сигналам** позволяет настроить синхронизацию по длительности импульса РЧ-сигнала, времени задержки, импульсам малой амплитуды, по результатам вычисления логических выражений и задавать последовательности запуска.

---

## Приложение А. Технические характеристики осциллографов серии MDO4000C

См. документ *Технические характеристики и техническое руководство по проверке эксплуатационных параметров осциллографов серии MDO4000C* на [веб-сайте Tektronix](#).



# Приложение В. Инструкции по эксплуатации пассивных пробников TPP0500В и TPP1000, 500 МГц и 1 ГГц, 10X

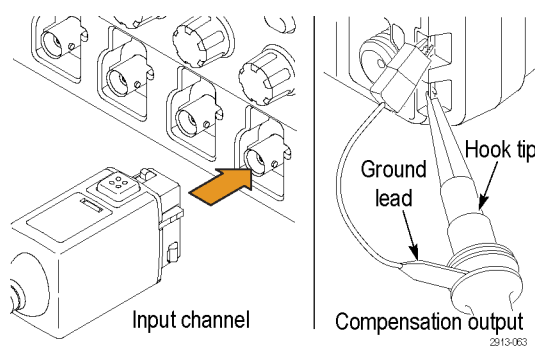
## Сведения по эксплуатации

Пробники TPP0500В и TPP1000 10X — это компактные пассивные пробники с 10-кратным ослаблением, предназначенные для использования с осциллографами Tektronix серии MDO4000С.

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 MDO4000С

См. [Компенсация пассивного пробника напряжения TPP0500В или TPP1000](#) на странице 16.

## Стандартные принадлежности

Ниже представлены стандартные принадлежности, входящие в комплект пробника.

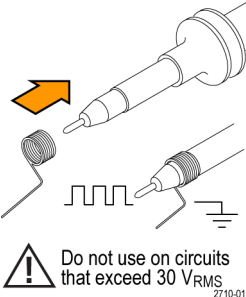
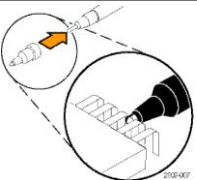
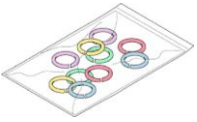


**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника или его принадлежностей прикасайтесь к корпусу пробника или его принадлежности только выше предохранительного кольца.

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.







Элемент	Описание
	<p><b>Наконечник с захватом</b> 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><b>Миниатюрный наконечник с захватом</b> 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><b>Жесткий штифт</b> Этот наконечник (серый, не показан) поставляется с пробником, но не устанавливается заранее.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 206-0610-XX</p>
	<p><b>Штифт «рого»</b> Этот тип наконечника (белый) установлен на пробнике заранее. 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>
	<p><b>Провод заземления с зажимом типа «крокодил»</b> Присоедините этот провод к «земле» головки пробника, а затем — к «земле» исследуемой цепи.</p> <p>Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 196-3521-XX</p>



Элемент	Описание
 <p>Do not use on circuits that exceed 30 V<sub>RMS</sub> 2710-011</p>	<p><b>Заземляющие пружины</b>                      Прикрепите пружину к кольцу заземления наконечника пробника для проведения измерений в контрольных точках, которые поблизости имеют заземляющие соединения (&lt;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.)</p>
	<p><b>Универсальный колпачок для ИС</b>                      Этот колпачок используется для предотвращения короткого замыкания контактов ИС наконечником пробника.                      Наденьте колпачок на наконечник пробника до щелчка, а затем поверните его так, чтобы наконечник пробника был обращен к выводу ИС.                      Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 013-0366-xx</p>
	<p><b>Цветные колечки</b>                      Эти колечки надеваются на головку пробника для идентификации канала осциллографа.                      Номер по каталогу Tektronix для повторного заказа — 016-06333-xx (5 пар)</p>

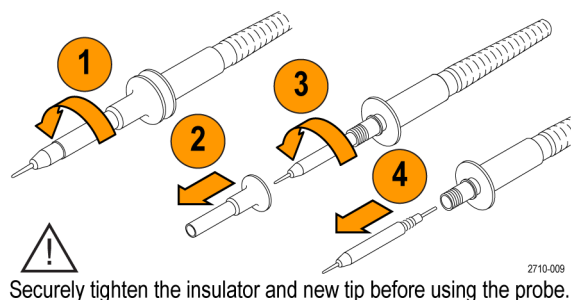
## Дополнительные принадлежности

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 MicroCKT		206-0569-xx
Измерительный наконечник печатной платы/адаптер печатной платы		016-2016-xx
Тестовый разъем для пробника с монтажом на шасси		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».

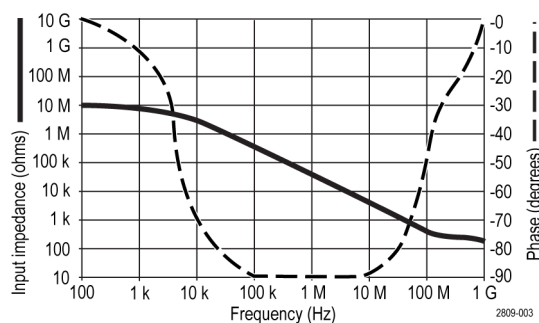


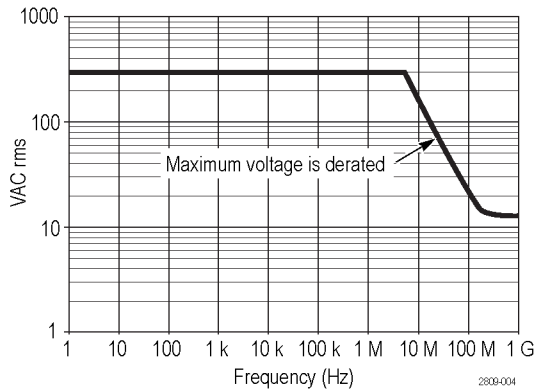
## Технические характеристики

Таблица 8: Электрические и механические характеристики

Характеристика	TRP0500B	TRP1000
Полоса пропускания (-3 дБ)	500 МГц	1 ГГц
Время нарастания системы (типичное значение)	< 700 пс	< 450 пс
Входная емкость системы	Жесткий наконечник: 3,9 ± 0,3 пФ Наконечник «рого»: 5,1 ± 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 <sub>ср. кв.</sub> 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 9: Условия эксплуатации**

Технические характеристики	Описание
Температура	
При работе	От -15 до 65 °C
При хранении	От -62 до 85 °C
Влажность	
При работе	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 работе	4,6 км, максимальная
При хранении	12,2 км, максимальная

**Таблица 10: Сертификация и соответствие стандартам**

Технические характеристики	Описание	
Соответствие стандартам по электромагнитной совместимости для Евросоюза	Проверено на соответствие указанному ниже стандарту (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, относящихся к данной категории.</i>
	KAT. III	Распределительные сети электропитания, стационарные электроустановки
	KAT II	Групповые сети электропитания, электроприборы, переносное оборудование
	KAT I	Цепи, подключенные к линиям питания не напрямую

Технические 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 UL61010В-1 и первое издание UL61010В-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-узле Tektronix ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).

## Общие правила безопасности

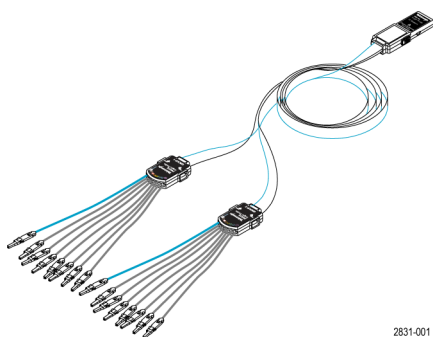
Используйте пробник в строгом соответствии с инструкциями, чтобы исключить фактор риска.

# Приложение С. Инструкции к логическому пробнику R6616 общего назначения

## Описание прибора

Логический пробник R6616 общего назначения соединяет осциллографы смешанных сигналов Tektronix серии MDO4000C с шинами передачи данных и сигналов исследуемой системы. Пробник имеет 16 каналов передачи данных, распределенных между двумя наборами проводов (ГРУППА 1 и ГРУППА 2).

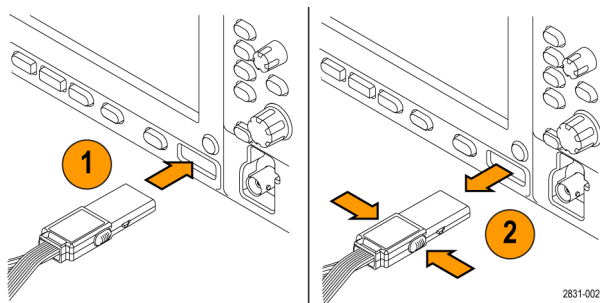
Первый провод каждого набора имеет изоляцию синего цвета, а остальные семь проводов — изоляцию серого цвета. Все провода на конце оборудованы заземлением. Концы пробника можно подсоединять к исследуемой системе по отдельности, а можно группировать их при помощи держателей наконечников пробника.



## 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, таких как SPI и I<sup>2</sup>C, необходимо иметь соответствующий прикладной модуль.

## Проверка работоспособности

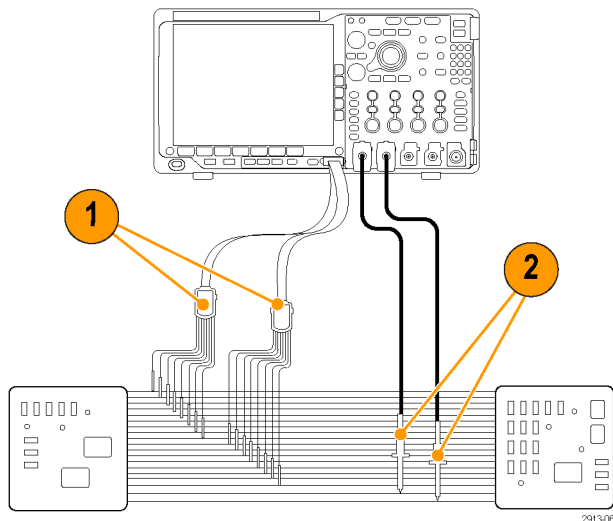
Активность логики сразу же отображается на всех подсоединенных активных каналах. Если активного сигнала не видно:

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 Р6616 для просмотра цифровых сигналов на системной шине.
2. Используйте аналоговый пробник, например пассивный пробник TPP0500В 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.

Элемент	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 дюйма	1 комплект из 2	020-2713-XX
6	Провод заземления 3 дюйма	1 комплект из 8	020-2712-XX
	Руководство <sup>1</sup>	1 шт.	071-2831-XX

Для пробника можно заказать следующие дополнительные принадлежности:

Описание	Номер по каталогу
Опорная площадка D-MAX пробника Р6960 для адаптера с квадратными контактами	NEX-P6960PIN

<sup>1</sup> 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](http://www.tektronix.com/manuals).

## Технические характеристики

**Таблица 11: Электрические и механические характеристики**

Характеристика	Описание
Число входных каналов	16, цифровые
Входное сопротивление	100 кОм $\pm$ 1,0 %
Входная емкость	3,0 пФ
Размах входного сигнала	
Минимум	400 мВ размах
Максимум	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 (4,27 фута)
Максимальная частота переключения на входе	500 МГц

**Таблица 12: Условия эксплуатации**

Характеристика	Описание
Температура	
При работе	От 0 до +50 °С
При хранении	от -55 до +75 °С
Влажность	
При работе	относительная влажность от 5 до 95 %
При хранении	относительная влажность от 10 до 95 %
Высота над уровнем моря	
При работе	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-узле Tektronix ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).



## Общие правила безопасности

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

### Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения

Перед подсоединением пробника к тестируемой схеме подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и провод заземления от тестируемой системы.

### Соблюдайте 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 со снятым кожухом

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

### Не прикасайтесь 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

### Символы и условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



---

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

---



---

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

---

## Символы, встречающиеся на приборе

Ниже приводится символ, встречающийся на изделии:



ОСТОРОЖНО  
См. руководство

# Предметный указатель

## цифры

50 Ом, защита, 115

## А

Автоматический режим синхронизации,

Автоустановка

Видео, 55

Автоустановка отключена, 54

Адаптер

TPA-BNC, 10

Адаптер TPA-BNC, 10

Аудио

синхронизация по шине, 101

## Б

Белые фронты, 118

Большая длина записи

управление, 157

БПФ

Блэкман-Харрис, 151

Прямоугольное, 151

средства управления, 149

Хеннинг, 151

Хэмминг, 151

## В

Вертикальное

положение, 112

положение и смещение, 55, 115

смещение, 115

Смещение, 114

Вертикальный

масштаб, 112

Видео

Автоустановка, 55

Внутренняя ручка, 148

Время задержки, 62

Вход

питания, 49

Выбор раскладки клавиатуры, 31

Вызов

осциллограммы, 175

Выход видеосигнала

порт, 49

Вычисления

спектральные, 153

## Г

Горизонтальная позиция

и расчетные осциллограммы, 148

Горизонтальная шкала

и расчетные осциллограммы, 148

Горизонтальные линии

Зеленый и синий, 118

Группировка каналов, 81

## Д

Дата и время, изменение, 22

Длина записи, хіх

Дополнительные модули, 195

## З

Зависимость

индикатор, 123

нормальная, 122

Заводская калибровка, 24

Загрузка

настроек, 181

Запуск

CAN bus, 100

CAN FD, шина, 100

Длительность импульса, настройка, 94

Импульс малой амплитуды, настройка, 94

Логическое выражение, настройка, 95

Нарастание/спад, настройка, 96

Последовательность (запуск В), настройка, 93

Последовательность (Запуск В), настройка, 93

Тайм-аут, настройка, 94

Установка и удержание, настройка, 96

Шина FlexRay, 101

Запуск по времени установки и удержания, настройка, 96

Запуск по импульсу малой амплитуды, настройка, 94

Запуск по логическому выражению, настройка, 95

Запуск по нарастанию/спаду, настройка, 96  
Запуск по переходу, установка, 96  
Запуск по тайм-ауту, настройка, 94  
Запуск сбора данных, 106  
Защита памяти, 189  
Зеленые линии, 118  
Значение  
    Курсор, 140  
Значение курсора, 140

## И

Измерение  
    мощность канала, 138  
    соотношение мощности смежных каналов, 138  
    ширина занимаемой полосы частот, 138  
Измерение «Два сигма», 134  
Измерение «Одна сигма», 134  
Измерение «Три сигма», 134  
Измерение амплитуды, 132  
Измерение времени нарастания, 131  
Измерение времени спада, 131  
Измерение длительности отрицательного импульса, 131  
Измерение длительности пакета импульсов, 131  
Измерение длительности положительного импульса, 131  
Измерение задержки, 131  
Измерение количества нарастающих фронтов, 133  
Измерение количества нисходящих фронтов, 133  
Измерение количества отрицательных импульсов, 133  
Измерение количества пиков, 134  
Измерение количества положительных импульсов, 133  
Измерение максимального значения, 132  
Измерение максимального значения гистограммы, 134  
Измерение медианного значения, 134  
Измерение минимального значения, 132  
Измерение минимального значения гистограммы, 134  
Измерение мощности канала, 138  
Измерение отрицательного выброса, 132  
Измерение отрицательного коэффициента заполнения, 131  
Измерение периода, 131  
Измерение площади, 133  
Измерение площади под кривой, 133  
Измерение положительного выброса, 132

Измерение положительного коэффициента заполнения, 131  
Измерение размаха, 132, 134  
Измерение соотношения мощности смежных каналов, 138  
Измерение среднего значения гистограммы, 134  
Измерение среднего значения за период, 133  
Измерение среднего значения цикла, 133  
Измерение среднеквадратичного значения за период, 133  
Измерение среднеквадратичного значения цикла, 133  
Измерение стандартного отклонения, 134  
Измерение фазы, 131  
Измерение частоты, 131  
Измерение числа осциллограмм, 134  
Измерение числа точек в окне гистограммы, 134  
Измерение ширины занимаемой полосы частот, 138  
Измерения  
    автоматические, 130  
    гистограмма, 134  
    курсор, 140  
    определение, 131  
    частотная область, 138  
Измерения гистограммы, 134  
Измерения с высоким разрешением, 132  
Измерения с низким разрешением, 132  
Имена файлов, 173  
Импеданс, 113  
Инверсия, 113  
Индикатор  
    зависимость, 123  
Интервал точек выборки  
    CAN и CAN FD, 74  
Интерфейс BNC, 11  
Интерфейс логического пробника, 11

## К

Как  
    выбрать автоматические измерения, 131  
    вызвать осциллограммы, 175  
    выключить питание осциллографа, 13  
    выполнить автоматические измерения в частотной области, 138

- загрузить настройки, 181
  - использовать Wave Inspector, 157
  - напечатать, 185
  - обновить микропрограммное обеспечение, 25
  - откалибровать пробник напряжения TRP0500B или TRP1000, 16
  - очистить память, 189
  - подключить к компьютеру, 27
  - подключить пробники и адаптеры, 10
  - провести автоматические измерения во временной области, 130
  - провести ручные измерения с помощью курсоров, 140
  - провести функциональную проверку, 14
  - синхронизировать по шинам, 98
  - сохранить настройки, 181
  - сохранить осциллограммы, 175
  - сохранить снимки экрана, 175
  - управлять записями осциллограмм большой длины, 157
  - Как выполнить
    - поиск и добавление меток к осциллограммам, 159
  - Калибровка, 24
  - Клавиатура
    - Раскладка клавиатуры, 31
    - Соединение, 31
    - язык, 21
  - Кнопка
    - Autoset, 15
    - B1 / B2 / B3 / B4, 98
    - панорама, 159
    - Сохранение/Вызов, 175
    - Установить/сбросить метку, 159
    - шина, 98
  - Кнопка «Сохранить» в группе «Сохранение/Вызов», 175
  - Кнопка «Установить/сбросить метку», 159
  - Кнопка «Установить/сбросить» группы «Метки», 159
  - Кнопка Пуск/Стоп, 106
  - Комментарии к экрану, 119
  - Комментирование экрана, 119
  - Компенсация TRP0500B или TRP1000, 16
  - Компенсация пробника
    - TRP0500B или TRP1000, 16
  - Компенсация сигнального тракта
    - Временная и частотная области, 23
  - Компенсировать
    - пробник TRP500B или TRP1000, 16
  - Конфиденциальные данные, 189
  - Копирование диска, каталога или файла, 184
  - Крепления VESA, 50
  - Кривая
    - усредненная, 122
    - фиксации максимума, 122
    - фиксации минимума, 122
  - Кривая фиксации максимума, 122
  - Кривая фиксации минимума, 122
  - Крышка, передняя, 2
  - Курсоры
    - измерения, 140
    - связь, 140
- ## Л
- Логический пробник, 3
  - Логический пробник P6616, 3
- ## М
- Масштаб
    - Вертикальный, 112
    - Горизонтальный, 150
  - Масштаб по горизонтали, 150
  - Масштабирование
    - размер сетки, 158
  - Математические операции
    - Две осциллограммы, 147
  - Математические операции с двумя осциллограммами, 147
  - Математические функции
    - БПФ, 149
    - Расширенные, 152
  - Меню
    - кнопки, 36
    - Опорные осциллограммы, 156
    - Сохранение/Вызов, 175
  - Меню «Сохранение/Вызов», 175
  - Меню опорных осциллограмм, 156
  - Метка, 159
  - Метки пользователя, 159
  - Микропрограммное обеспечение
    - обновить, 25
  - Многофункциональная ручка, 178

Монтаж в стойку, 6  
Монтирование и размонтирование сетевого диска, 184  
Монтирование или размонтирование диска, 184

## Н

Накладка, 21  
Накладка на переднюю панель, 21  
Настройка  
    по умолчанию, 182  
Настройка по умолчанию, 182  
Настройки для шины  
    ARINC429, 69  
Настройки по умолчанию, 53  
Нормальная зависимость, 122

## О

Обнаружение множественных переходных процессов,  
    118  
Обновление микропрограммного обеспечения, 25  
Обычный режим синхронизации,  
Одиночный цикл регистрации,  
Однократный запуск, 106  
Окно Блэкмана-Харриса БПФ, 151  
Окно Хеннинга БПФ, 151  
Окно Хэмминга БПФ, 151  
Опорные осциллограммы  
    отображение, 179  
    сохранение осциллограмм 10 млн и 20 млн, 156  
    удаление, 156, 179  
Опорный уровень, 123  
Органы управления, 34  
Органы управления на передней панели, 33  
Останов сбора данных, 106  
осциллогр.  
    метки пользователя, 159  
Осциллограмма  
    измерения гистограммы, 134  
    поиск и маркирование, 159  
Отключение автоустановки, 54  
Отображение, опорные осциллограммы, 179  
Очистить настройку и оперативную память, 189

## П

Память, очистка, 189

Панорама  
    кнопка, 159  
    ручка, 159  
Панорамирование  
    ручка, 158  
Параллельная шина  
    синхронизация, 98  
Перед установкой прибора, 1  
Передняя крышка, 2  
Передняя панель, 34  
Переименование диска, каталога или файла, 184  
Переходник  
    ТЕК-USB-488, 6  
    ТРА-BNC, 8  
    ТРА-N-VPI, 8  
Переходник ТЕК-USB-488, 6  
Переходник ТРА-BNC, 8  
Переходник ТРА-N-VPI, 8  
Печатная копия, 185  
Печать  
    печатная копия, 185  
Питание  
    выключение, 13  
    отключение, 13  
Подключение  
    USB-клавиатуры, 31  
    к ПК, 27  
    осциллографа, 27  
Поиск, 159  
поиск по шине, 162  
Показание  
    Частота синхронизации, 120  
Показания  
    синхронизации, 104  
Положение  
    Вертикальное, 112  
    Горизонтальное, 150  
Положение и смещение, 115  
Положение по горизонтали, 150  
Полоса пропускания, xix, 113  
Последовательная шина  
    синхронизация, 98  
Последовательность (запуск В), настройка, 93  
Последовательность (Запуск В), настройка, 93  
Предварительно определенные математические  
    выражения, 147

Прикладной модуль  
   DPO4VID, 97  
   тип шины, 64  
 Прикладные модули  
   30-дневная пробная бесплатная версия, 19  
   DPO4AERO, 3  
   DPO4AUDIO, 3  
   DPO4AUTO, 4  
   DPO4AUTOMAX, 4  
   DPO4COMP, 4  
   DPO4EMBD, 4  
   DPO4ENET, 5  
   DPO4LMT, 5  
   DPO4PWR, 5  
   DPO4USB, 6  
   DPO4VID, 6  
   MDO4TRIG, 6  
 Прикладные модули программного обеспечения, 195  
 Принадлежности, 1  
 Пробник  
   логический, 3  
   принадлежности, 3  
 Пробник TPP0500, 2  
 Пробник TPP1000, 2  
 Пробники  
   BNC, 11  
   P6616, 205  
   TekVPI, 8, 10  
   TPP0500, 2, 199  
   TPP1000, 2, 199  
   Адаптер TPA-BNC, 10  
   логический, 11  
   Переходник ТЕК-USB-488, 6  
   Переходник TPA-BNC, 8  
   подключение, 10  
   провод заземления, 18  
 Пробники TekVPI, 8  
 Провод  
   заземления, 18  
 Просмотр  
   цифровые каналы, 118  
 Прямоугольное окно БПФ, 151

## Р

Размытые фронты, 118

Разъемы на задней панели, 49  
 Расширенные математические функции, 152  
 Регистрация  
   Однократная,  
   Режим автоувеличения, 163  
   Режим выборки, 60  
   Режим огибающей, 60  
   Режим пикового детектирования, 60  
   Режим прокрутки, 63  
   Режим регистрации с высоким разрешением, 60  
   Режим синхронизации  
     Автоматический,  
     Обычный,  
   Режим усреднения, 60  
   Режим, прокрутка, 63  
 Ручка  
   внутренняя, 148  
   изменение масштаба, 148  
   Многофункциональная, 178  
   панорама, 159  
   панорамирования, 158  
 Ручки  
   , См. Органы управления на передней панели

## С

Сдвиг, 115  
 Сертификат калибровки, 1  
 Сетевые диски, монтирование и размонтирование, 184  
 Синие линии, 118  
 Синхронизация  
   ARINC429, 99  
   Аудиошина, 101  
   Видео, настройка, 97  
   Параллельная шина, 98  
   По сигналам шины, настройка, 97  
   По фронту, настройка, 93  
   Показание частоты, 120  
   показаний, 104  
   согласование данных параллельной шины, 103  
   согласование значений данных MIL-STD-1553, 103  
   согласование значений данных RS-232, 103  
   Шина Can, 100  
   Шина Ethernet, 101

Шина MIL-STD-1553, 101  
шина RS-232, 100  
Шина SPI, 99  
Шина USB, 101  
шины, 98  
Синхронизация по видеосигналу, настройка, 97  
Синхронизация по длительности импульса, настройка, 94  
Синхронизация по сигналам шины, настройка, 97  
Синхронизация по фронту, настройка, 93  
Синхронизация по шинам, 98  
Синхронизация по шине SPI, 99  
Синхронный сдвиг, 140  
Скорость изменения, 5  
Смещение и положение, 115  
Смещение по вертикали, 114  
Собственный формат файлов прибора (.ISF), 179  
Согласование значений данных, 103  
Согласованная нагрузка, 113  
Создание папки, 184  
Сообщение «Низкое разрешение», 130  
Сохранение  
настроек, 181  
осциллограммы, 175  
снимки экрана, 175  
Сохранение и вызов информации, 173  
Спектральные вычисления, 153  
Сумка  
мягкая для переноски, 6  
Сумка для переноски  
мягкая, 6

## Т

Тип шины  
прикладной модуль, 64  
Трассы спектра, 121

## У

Удаление каталога или файла, 184  
удаление опорных осциллограмм, 156  
Удаление опорных осциллограмм, 179  
Универсальный интерфейс пробника, 10  
Усредненная кривая, 122

## Ф

файл firmware.img, 25

Файловая система, 173, 178  
Формат ISF, 179  
Формат файла  
Собственный формат файлов прибора (.ISF), 179  
Электронная таблица, 179  
Формат файла электронной таблицы, 179  
Форматирование диска, 184  
Фронты  
Белые, 118  
Размытые, 118  
Функциональная проверка, 14  
Футляр  
жесткий для транспортировки, 6  
Футляр для транспортировки  
жесткий, 6  
Футляр, пробник и принадлежности, 3

## Ц

Цифровые каналы, 118

## Ч

Частоты выборки, хix

## Ш

Шина  
кнопка, 98  
Шины, 98  
Шнур  
питания, 3

## Я

Язык  
изменение, 21  
накладка, 21  
Язык пользовательского интерфейса, 21

## А

ACD4000B, 6  
AFG OUT, 49  
ARINC429  
Синхронизация по сигналам шины, 99  
Autoset, кнопка, 15



AUX OUT (Дополнит. выход), 49

## B

B1 / B2 / B3 / B4, 98

## C

CAN

запуск по шине, 100

интервал точек выборки, 74

настройка параметров шины, 73

синхронизация по шине, 100

CAN FD

запуск по шине, 100

интервал точек выборки, 74

настройка параметров шины, 73

точка выборки, 73

## D

dI/dt, 5

DPO4AERO, 3, 195

DPO4AUDIO, 3, 195

DPO4AUTO, 4, 195

DPO4AUTOMAX, 4, 195

DPO4BND, 195

DPO4COMP, 4, 195

DPO4EMBD, 4, 195

DPO4ENET, 5, 196

DPO4LMT, 5, 196

DPO4PWR, 5, 196

DPO4USB, 6, 196

DPO4VID, 6, 97, 196

dV/dt, 5

## E

Ethernet

синхронизация по шине, 101

## F

FlexRay

запуск по шине, 101

## H

НСТЕК54 жесткий футляр для транспортировки, 6

## I

I2C, 98

I2S, 98

## L

Left Justified (LJ) (выравнивание по левому полю), 98

LIN, 98

## M

MagniVu, 82

MDO4TRIG, 6, 196

MIL-STD-1553

синхронизация по шине, 101

согласование значений данных, 103

## N

NEX-HD2HEADER, 6

## P

P6616, 81

PictBridge, 185

## R

REF IN, 49

Right Justified (RJ) (выравнивание по правому полю), 98

RS-232

, синхронизация по шине, 100

согласование значений данных, 103

## S

SPI, 98

## T

TDM, 98

TekSecure, 189

TekVPI, 10

## U

### USB

- порт устройства, 49
- порт хоста, 49

синхронизация по шине, 101

## W

Wave Inspector, 157