

# Осциллографы смешанных сигналов

## Серии MSO2000B и DPO2000B



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 200, 100 и 70 МГц
- Модели с 2 и 4 аналоговыми каналами
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Частота дискретизации 1 Гвыб./с по всем каналам
- Длина записи 1 млн. точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата сигнала 5000 осциллограмм в секунду
- Расширенный набор функций запуска

#### Простота в обращении

- Панель управления Wave Inspector® облегчает навигацию и автоматизирует поиск данных
- Перестраиваемый НЧ фильтр FilterVu™ позволяет устранить нежелательные шумы, сохраняя возможность захвата ВЧ сигналов
- 29 автоматических измерений, включая быстрое преобразование Фурье, упрощают анализ сигналов
- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения
- Широкоэкранный цветной ЖК TFT дисплей с диагональю 7 дюймов (180 мм)
- Небольшие размеры и вес – всего 134 мм в глубину при массе 3,6 кг
- Пятилетняя гарантия

#### Интерфейсы

- Хост-порт USB 2.0 на передней панели облегчает и ускоряет сохранение данных
- Порт USB 2.0 на задней панели упрощает подключение к ПК и прямую распечатку на совместимом с PictBridge® принтере
- Опциональный сетевой порт Ethernet 10/100 и видеовыход для вывода экрана осциллографа на монитор или проектор

#### Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин

- Опции для автоматического запуска, декодирования и поиска для последовательных шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART

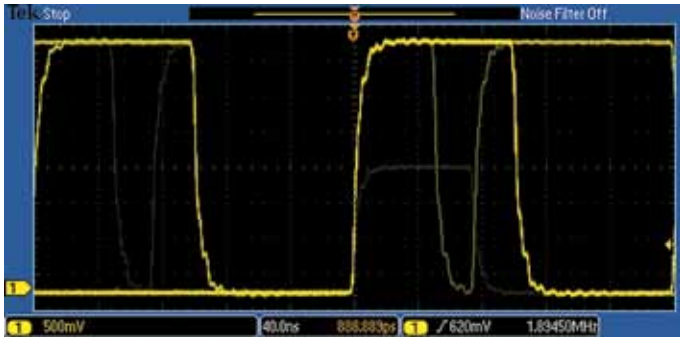
#### Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

- Автоматический запуск, декодирование и поиск для сигналов параллельных шин
- Многоканальный запуск по времени установки и удержания

#### Расширенный набор средств для отладки устройств, работающих со смешанными сигналами

Цена осциллографов смешанных сигналов серии MSO/DPO2000B соответствует цене приборов начального уровня, но их полоса пропускания до 200 МГц и частота дискретизации 1 Гвыб./с предоставляют широкие возможности для отладки устройств. Возможность анализировать на одном приборе до 20 аналоговых и цифровых сигналов позволяет быстро выявлять проблемы в сложных системах. Осциллографы MSO/DPO2000B стандартной конфигурации обеспечивают длину записи до 1 млн. точек по всем каналам, позволяя захватывать длинные фрагменты сигнала при сохранении высокого разрешения по времени.

Благодаря применению системы быстрого поиска и навигации Wave Inspector® и функций автоматизированного анализа сигналов последовательных и параллельных шин, осциллографы серии MSO/DPO2000B компании Tektronix предлагают расширенный набор средств, необходимых для упрощения и ускорения отладки сложных схем.



**Обнаружение:** высокая скорость захвата сигнала – более 5000 осциллограмм в секунду – максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.

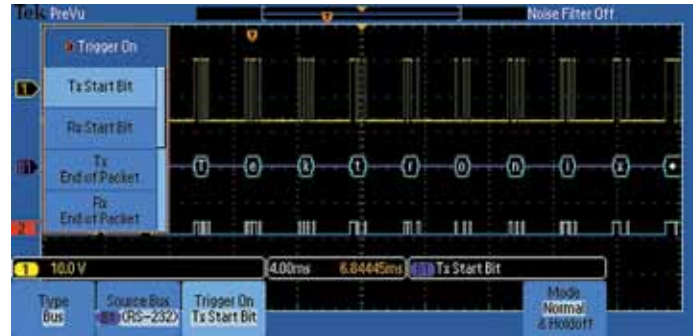
## Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

Осциллографы серии MSO/DPO2000B предлагают широкий набор функций, ускоряющих все этапы отладки – от быстрого обнаружения аномалии и ее захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа их характеристик и поведения вашего устройства.

### Обнаружение

Для того чтобы устранить проблему, нужно ее локализовать. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить время на поиск проблем в разрабатываемом устройстве, что при отсутствии необходимых инструментов превращается в весьма утомительный и трудоемкий процесс.

Осциллографы серии MSO/DPO2000B предлагают полный набор функций визуализации, позволяя глубже понять истинные процессы, происходящие в вашем устройстве. Возможность захвата сигналов со скоростью 5000 осциллограмм в секунду позволяет быстро заметить глитчи и другие кратковременные процессы, вскрывая истинную природу происходящих сбоев. Дисплей с цифровым люминофором показывает историю активности сигнала, окрашивая в более яркие цвета те области экрана, где сигнал появляется чаще, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.



**Захват:** запуск по конкретному пакету данных, передаваемому по шине RS-232. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержанию пакета последовательных данных, позволяет быстро захватывать интересное событие.

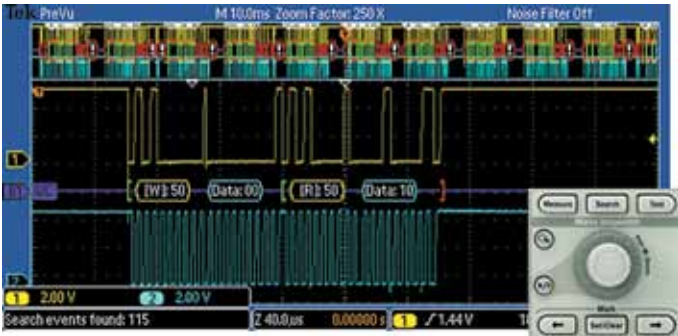
## Захват

Обнаружение сбоев устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие и установить причину его возникновения.

В осциллографах серии MSO/DPO2000B предусмотрен полный набор режимов запуска, в том числе запуск по поврежденным импульсам, по логическим комбинациям параметров, по длительности импульса или глитча, по нарушению условий установки/удержания, по последовательным пакетам и параллельным данным, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 1 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересных событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Широкие возможности осциллографов серии MSO/DPO2000B – от запуска по содержимому конкретного пакета до автоматического декодирования разных форматов данных – обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин – I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART. Способность одновременного декодирования до двух последовательных и/или параллельных шин позволяет быстро распознавать проблемы системного уровня.

Для более глубокой диагностики взаимодействий системного уровня в сложных встраиваемых системах, осциллографы серии MSO2000B, кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку эти цифровые каналы полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск от любых входных каналов, автоматически связывая по времени все аналоговые, цифровые и последовательные сигналы.

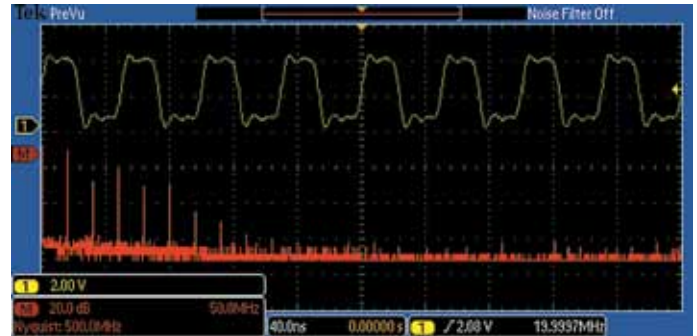


**Поиск:** функция декодирования шины I<sup>2</sup>C, показывающая результаты поиска адреса 50. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра и навигации.

## Поиск

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной записи сигнала может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что длина записи достигает миллиона точек, поиск события может означать пролистывание нескольких тысяч экранов осциллограмм.

Осциллографы серии MSO/DPO2000B предлагают наиболее совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель ускоряет панорамирование и растяжение фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, вы можете перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Специальные маркеры позволяют отметить любое место, куда вы хотите вернуться в дальнейшем. Можно также выполнять автоматический поиск по заданным критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые, цифровые и последовательные данные. По пути он автоматически отмечает все появления указанного события и позволяет быстро перемещаться между ними.

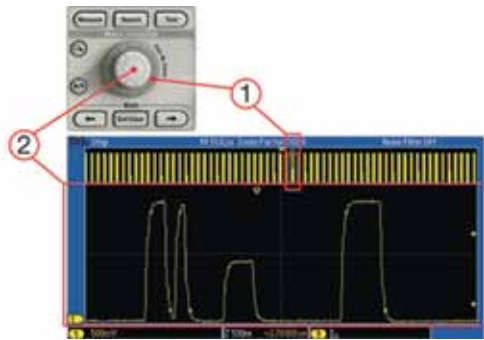


**Анализ:** быстрое преобразование Фурье импульсных сигналов. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик схемы.

## Анализ

Для того чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в том, что он способен решать поставленные перед ним задачи, необходимо проанализировать все режимы работы прототипа. Эта задача может потребовать самых разнообразных измерений – от простой проверки длительности фронтов и импульсов до сложного анализа ослабления мощности и исследования источников шумов.

Осциллографы серии MSO/DPO2000B предлагают всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, 29 автоматических измерений и быстрое преобразование Фурье. Имеются также специальные программные средства анализа сигналов последовательных шин.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования можно пролистать весь 1 млн. точек записи (1). Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. А если вы увидели нечто интересное и хотите подробнее это рассмотреть? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

## Поиск и навигация с помощью панели управления Wave Inspector®

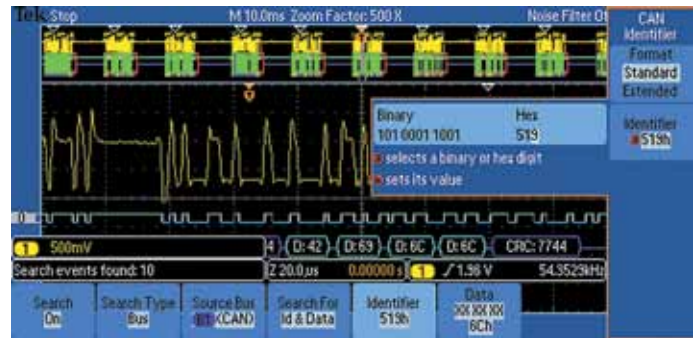
Запись длиной 1 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. С помощью панели Wave Inspector, лучшего в отрасли средства навигации и поиска, осциллографы серии MSO/DPO2000B позволяют отыскивать нужные события за считанные секунды. Wave Inspector предлагает следующие инновационные возможности.

### Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

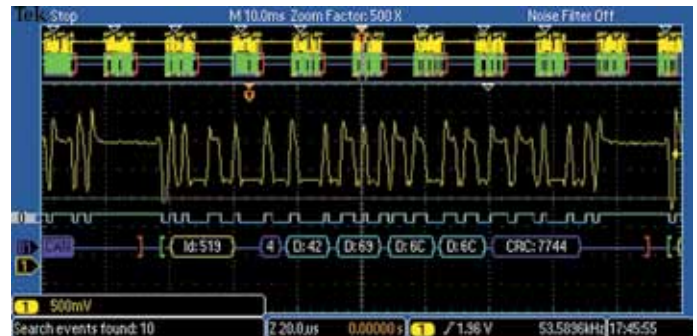
Специальная сдвоенная поворотная ручка на передней панели позволяет интуитивно управлять масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка управляет коэффициентом увеличения (или масштабированием); поворот ее по часовой стрелке включает растяжку сигнала и постепенно переходит к все более высоким коэффициентам увеличения, тогда как поворот против часовой стрелки приводит к уменьшению коэффициента увеличения и, в конце концов, отключает масштабирование. Вам больше не придется открывать несколько меню для настройки масштаба изображения. Внешняя ручка перемещает окно обзора по сигналу, позволяя быстро добраться до нужного фрагмента. Кроме того, внешняя ручка оснащена механизмом обратной связи, который позволяет контролировать скорость панорамирования осциллограммы пропорционально углу поворота. Чем больше вы поворачиваете внешнюю ручку, тем быстрее перемещается окно просмотра. Направление панорамирования изменяется простым поворотом ручки в другую сторону.

### Пауза/воспроизведение (Play/Pause)

Расположенная на передней панели специальная кнопка **Play/Pause** (пауза/воспроизведение) позволяет автоматически прокручивать осциллограмму через экран и искать аномалии и интересные события. Скорость и направление воспроизведения можно регулировать ручкой панорамирования. И снова, чем больше угол поворота ручки, тем быстрее перемещается осциллограмма, а поворот ручки в другую сторону изменяет направление прокрутки.



Первый этап поиска: вы определяете, что хотите найти.



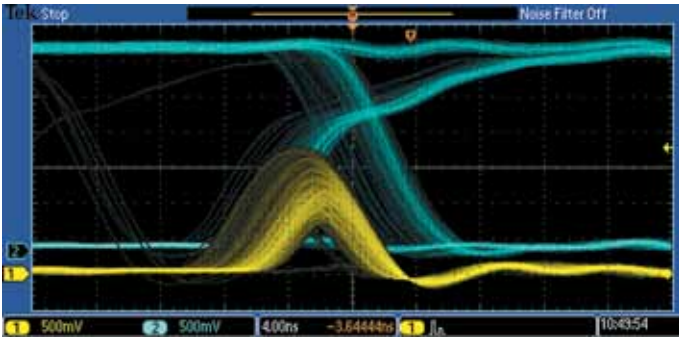
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между событиями с помощью кнопок **Previous** (назад) и **Next** (вперед).

### Метки пользователя

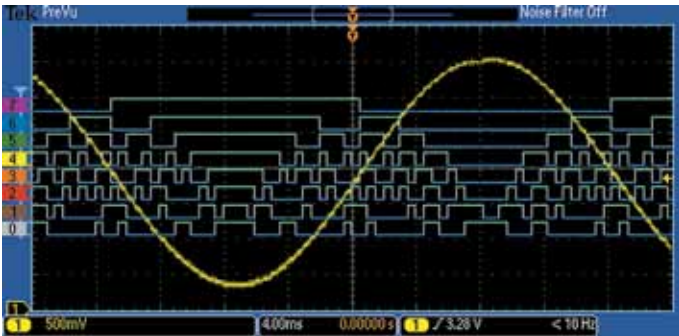
Расположенная на передней панели кнопка **Set Mark** (поставить метку) позволяет отметить одно или несколько мест на осциллограмме. Перемещение между метками выполняется с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и далее).

### Поиск меток

Кнопка **Search** (поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и искать определенные пользователем события. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед). Возможен поиск фронтов, импульсов/глитчей определенной длительности, поврежденных импульсов, логических комбинаций, условий установки и удержания, переднего/заднего фронта определенной длительности для сигналов параллельных шин и содержимого пакета шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART.



Технология цифрового люминофора осциллографов MSO/DPO2000B поддерживает скорость захвата более 5000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в реальном времени.

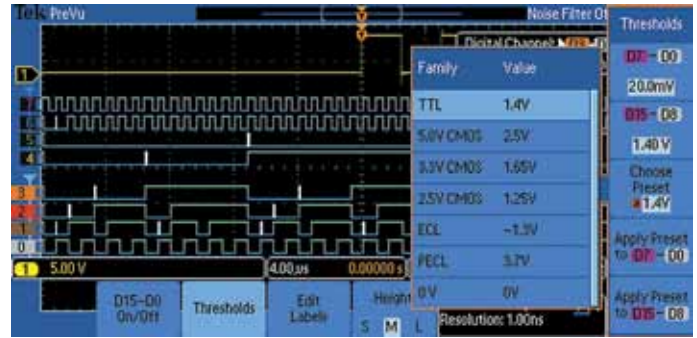


Серия MSO имеет 16 цифровых каналов, позволяющих наблюдать и анализировать связанные по времени аналоговые и цифровые сигналы.

## Технология цифрового люминофора

Технология цифрового люминофора, используемая в осциллографах серии MSO/DPO2000B, позволяет глубже понять истинные процессы, происходящие в вашем устройстве. Высокая скорость захвата – более 5000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность обнаружения кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах: поврежденных импульсов, глитчей, нарушений синхронизации и многого другого.

Осциллограммы накладываются друг на друга, причем те участки осциллограмм, которые появляются чаще, окрашиваются в более яркий цвет. За счет этого сразу выделяются часто повторяющиеся события или, в случае неперiodических аномалий, редко возникающие сигналы.



Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто располагая на экране рядом друг с другом. Затем помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой. Для каждой группы из восьми каналов можно установить отдельные пороги, что обеспечивает поддержку логических устройств двух разных типов.

Осциллографы серии MSO/DPO2000B позволяют установить бесконечное или переменное время удержания, определяющее срок, в течение которого захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.

## Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

Осциллографы смешанных сигналов серии MSO2000B имеют 16 цифровых каналов. Эти каналы органично интегрированы в интерфейс пользователя осциллографа, что упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих со смешанными сигналами.

### Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы серии MSO2000B позволяют по-новому взглянуть на цифровые сигналы. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присуща одна общая проблема – невозможность отличить нули от единиц при выборе такого режима развертки, при котором осциллограмма цифрового сигнала представляет собой одну сплошную горизонтальную линию. Осциллографы серии MSO2000 поддерживают цветовое кодирование цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим.



Белые фронты означают, что растяжка изображения может дать дополнительную информацию.



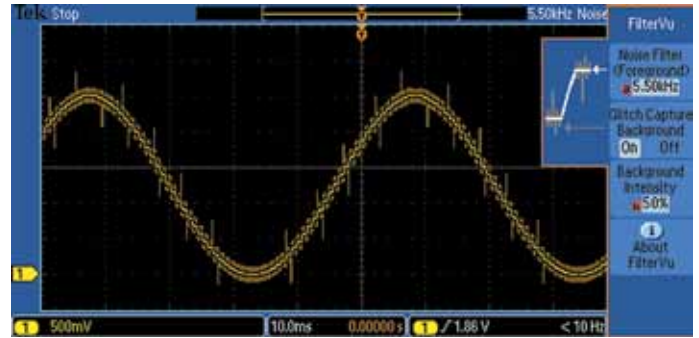
Пробник R6316 MSO имеет две группы по восемь контактов, упрощая подключение к испытуемому устройству.

Встроенная в осциллографы серии MSO2000B схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала в белый цвет при обнаружении в этой точке множества переходов. Белые фронты говорят о том, что растяжение сигнала или захват его с более высокой частотой дискретизации может дать дополнительную информацию.

Осциллографы серии MSO2000B упрощают процесс настройки канала, позволяя группировать цифровые сигналы и снабжать их метками, вводимыми с USB клавиатуры. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их на экране рядом друг с другом. Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать одновременно. Это существенно сокращает время настройки, связанное с отдельным перемещением каждого канала.

### Пробник R6316 MSO

Этот уникальный пробник имеет две группы по восемь каналов, упрощая подключение к испытуемому устройству. Пробник R6316 может подключаться к группам штыревых контактов 8x2 (шаг 2,54 мм), расположенным на печатных платах. Также можно использовать прилагаемый комплект гибких проводников и зажимов для подключения к элементам поверхностного монтажа или контрольным точкам. Кроме этого, R6316 обладает превосходными электрическими характеристиками – входной емкостью всего 8 пФ и входным сопротивлением 101 кОм.



Выходной сигнал ЦАП – обратите внимание, как четко FilterVu™ выявляет на основной осциллограмме (желтой) свободные от шума ступеньки сигнала ЦАП, из которого были удалены все частоты выше 5,5 кГц. На фоновой осциллограмме (оранжевой) видны высокочастотные глитчи, которые FilterVu позволяет захватывать в полной полосе пропускания осциллографа.

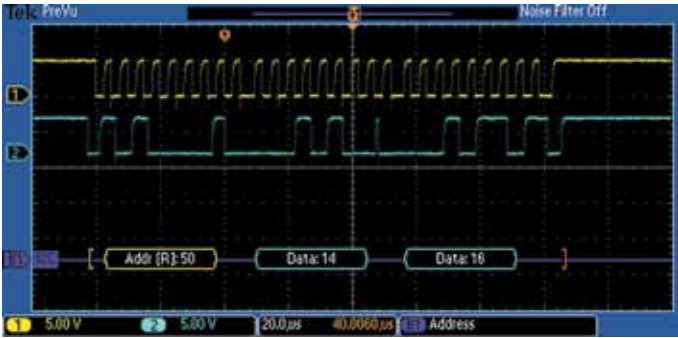
### Перестраиваемый фильтр нижних частот FilterVu™

Вам уже недостаточно стандартного ограничения полосы пропускания до 20 МГц в вашем осциллографе? Просто включите FilterVu и регулируйте низкочастотный фильтр шумов. В отличие от других перестраиваемых фильтров, FilterVu устраняет нежелательные шумы отображаемого сигнала и в то же время позволяет захватывать глитчи и другие детали сигнала в полной полосе пропускания осциллографа. При этом на экран выводятся две развертки сигнала: чистый отфильтрованный сигнал (основная осциллограмма) и сигнал с захваченными глитчами (фоновая осциллограмма).

Полученная в результате НЧ фильтрации очищенная от шумов осциллограмма позволяет точнее определить положения фронтов и уровни сигнала. В результате увеличивается достоверность измерений, выполненных с помощью курсоров, а отчеты о важных характеристиках сигнала будут содержать меньше погрешностей. Если установить самую низкую частоту среза фильтра, то он пропустит не более 1 % высокочастотных составляющих, способных вызвать наложение спектров.

При захвате глитчей можно увидеть мельчайшие детали сигнала во всей полосе пропускания осциллографа. Осциллограф захватывает импульсы длительностью от 5 нс в режиме выборки с детектированием мин./макс. пиковых значений, не пропуская неперiodических глитчей или других высокочастотных событий.

FilterVu – идеальное средство для анализа периодических, неперiodических и однократных событий.



Запуск по конкретному пакету данных, проходящему по шине I<sup>2</sup>C. Желтая осциллограмма представляет собой сигнал тактовой частоты, а синяя – данные. Осциллограмма сигнала шины показывает декодированное содержимое пакета, включая Старт, Адрес, Чтение/Запись, Данные и Стоп.

Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-44.53ms	1FFFFFFF	8	FFFF FFFF FFFF FFFF	1863	
-33.61ms	BEBEBE	4	787E 9A3C	37EE	
-33.40ms	100	0		380A	
-33.23ms	101	2	0103	582D	
-33.16ms	10000001	5	1122 3344 55	6A65	
-33.34ms	12345678	8	1122 3344 5566 7788	4C2	
-33.87ms	1537EEB2	8	FFFF 0000 EEEE 1111	216E	
-38.33ms	513	4	4263 6C6C	7744	
-38.23ms	1537EEB2	8	AE4F FFF1 0272 DF6B	2180	
-37.96ms	527DE32	1	11	7F3D	
-37.80ms	140014	3	1122 33	5EDC	
-37.61ms	160016	5	1122 3344 55	3911	
-37.33ms	18161818	7	F1F2 F3F4 F5F6 F7	5F38	

Таблица событий отображает декодированные идентификатор, DLC, данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN при долговременном измерении.

## Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опция)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересующих событий. Осциллографы серии MSO/DPO2000B предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, таких как I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART, обеспечивая автоматический запуск, декодирование и поиск.

### Запуск по сигналам последовательных шин

Осциллографы серии MSO/DPO2000B поддерживают запуск по содержимому пакета, например, по началу пакета, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п. таких популярных последовательных интерфейсов, как I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART.

### Представление шины

Высокоуровневое комбинированное представление отдельных составляющих сигнала шины (тактовой частоты, данных, выбора кристалла и т. п.) упрощает поиск начала и конца пакетов и идентификацию их компонентов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и т. п.

### Декодирование сигналов шины

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы

определите шину, осциллографы серии MSO/DPO2000B будут декодировать каждый пакет на этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только LIN) или ASCII (только RS-232/422/485/UART) виде.

### Таблица событий

Кроме отображения декодированных данных на самой осциллограмме, можно представить все захваченные пакеты в табличной форме примерно так, как они представляются в листинге программы. При этом пакеты снабжаются метками времени и разбиваются на столбцы для каждого отдельного компонента (адрес, данные и т. п.).

### Поиск

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересующих событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? В былые времена в поисках причины возникновения того или иного события вам пришлось бы вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Осциллографы серии MSO/DPO2000B позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержимому пакетов. Каждое обнаруженное событие отмечается поисковой меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и далее).



MSO/DPO2000B призван облегчить вашу работу. На ярком широкоформатном экране можно рассмотреть мельчайшие подробности сигнала. Специальные органы управления на передней панели упрощают работу. Хост-порт USB на передней панели позволяет сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях.

## Прибор, облегчающий вашу работу

### Яркий, широкоформатный дисплей

Осциллографы серии MSO/DPO2000B оборудованы широкоформатным 7-дюймовым (180 мм) ЖК TFT дисплеем, позволяющим рассмотреть мельчайшие особенности сигнала.

### Специальные органы управления на передней панели

Органы управления параметрами вертикального отклонения для каждого канала упрощают работу с прибором. Вам больше не придется пользоваться одним набором регуляторов для всех четырех каналов.

### Интерфейсы

Хост-порт USB на передней панели позволяет сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях. На задней панели расположен порт USB для дистанционного управления осциллографом с компьютера или для подключения USB клавиатуры. Порт USB можно использовать для прямой распечатки на совместимом с PictBridge® принтере. Встроенный порт Ethernet 10/100 обеспечивает подключение к сети, а опциональный видеовыход позволяет выводить изображение экрана осциллографа на внешний монитор или проектор.

### Небольшие размеры

Небольшие размеры и удобное конструктивное исполнение осциллографа серии MSO/DPO2000B позволяют легко переносить его между лабораториями, а глубина, всего 134 мм, экономит драгоценное место на рабочем столе.



Небольшие размеры осциллографов серии MSO/DPO2000B экономят драгоценное место на рабочем столе или стенде.



Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.

### Интерфейс пробников TekVPI®

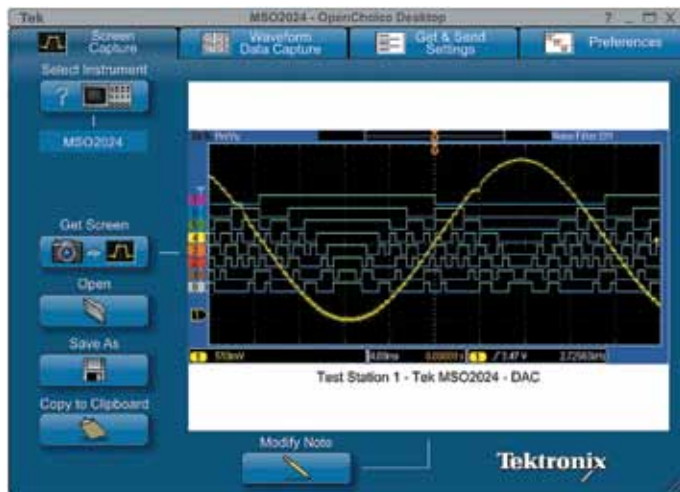
Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI оборудованы индикаторами состояния и органами управления, а также кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной прямо на блоке. Эта кнопка позволяет отобразить на экране осциллографа меню пробника со всеми необходимыми настройками и средствами управления пробником. Пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что позволяет гибко использовать их в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем.



### Расширенные средства анализа

Для вывода данных и результатов измерений осциллографов серии MSO/DPO2000B достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Все необходимое программное обеспечение – OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word – входят в стандартный комплект поставки и обеспечивают быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Для упрощения работы можно использовать входящее в комплект поставки ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через интерфейсы USB, GPIB или LAN для передачи настроек, сигналов и снимков экрана.



ПО OpenChoice® Desktop обеспечивает совместную работу осциллографа с компьютером.

## Технические характеристики

### Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO2002B DPO2002B	MSO2004B DPO2004B	MSO2012B DPO2012B	MSO2014B DPO2014B	MSO2022B DPO2022B	MSO2024B DPO2024B
Число входных каналов	2	4	2	4	2	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ)* <sup>1</sup>	70 МГц	70 МГц	100 МГц	100 МГц	200 МГц	200 МГц
Расчетное время нарастания	5 нс	5 нс	3,5 нс	3,5 нс	2,1 нс	2,1 нс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц					
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля					
Входной импеданс	1 МОм ±2%, 11,5 пФ ±2 пФ					
Диапазон входной чувствительности	от 2 мВ/дел. до 5 В/дел.					
Разрешение по вертикали	8 бит					
Макс. входное напряжение, 1 МОм	300 В (ср.кв.) с пиковыми значениями ≤ ±450 В					
Погрешность усиления постоянного напряжения	±3 % от 10 мВ/дел. до 5 В/дел. ±4 % от 2 мВ/дел. до 5 мВ/дел.					
Развязка между каналами (любые два канала с одинаковой чувствительностью)	≥100:1 на частоте ≤70 МГц		≥100:1 на частоте ≤100 МГц		≥100:1 на частоте ≤200 МГц	

\*<sup>1</sup> При чувствительности 2 мВ/дел. полоса пропускания составляет 20 МГц для всех моделей.

### Диапазон смещения

Диапазон	1МОм
от 2 мВ/дел. до 200 мВ/дел.	±1 В
>200 мВ/дел. до 5 В/дел.	±25 В

### Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO2000B
Число входных каналов	16 цифровых (от D15 до D0)
Пороги	Общая настройка для группы из 8 каналов
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, настраивается пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±20 В
Максимальное входное напряжение	±40 В
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3 % от установленного значения)
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	80 В (ампл.) (зависит от установленного порога)
Минимальный размах напряжения	500 мВ (ампл.)
Входной импеданс	101 кОм
Входная емкость пробника	8 пФ
Разрешение по вертикали	1 бит

### Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO2002B/2004B /2012B/2014B DPO2002B/2004B /2012B/2014B	MSO2022B/2024B DPO2022B/2024B
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	1 Гвыб./с	
Максимальная длина записи (все каналы)	1 млн. точек	
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы)	1 мс	
Диапазон скорости развертки	От 4 нс/дел. до 100 с/дел.	От 2 нс/дел. до 100 с/дел.
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 5000 с	
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±100 нс	
Погрешность развертки	±25x10 <sup>-6</sup>	

### Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO2000B
Макс. частота дискретизации (для любых каналов D7-D0)	1 Гвыб./с (разрешение 1 нс)
Макс. частота дискретизации (для любых каналов D15-D8)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (все каналы)	1 млн. точек
Минимальная длительность импульса (все каналы)	5 нс
Сдвиг фаз между каналами	2 нс (тип.)

## Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный
Тип входа запуска	Связь по постоянному току, ФНЧ (подавление частот >85 кГц), ФВЧ (подавление частот <65 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон выдержки запуска	от 20 нс до 8 с
Частотомер сигналов запуска	Обеспечивает повышенную точность определения частоты сигналов запуска, обладает разрешением 6 разрядов

## Чувствительность схемы запуска

Параметр	Описание
Внутренний запуск, связь по постоянному току	0,4 деления от 0 до 50 МГц 0,6 деления от 50 до 100 МГц 0,8 деления от 100 до 200 МГц
Внешний запуск (дополнительный вход)	200 мВ от 0 до 100 МГц, ослабление 1X

## Диапазон уровней запуска

Параметр	Описание
Любой канал	±4,92 деления от центра экрана
Внешний запуск (дополнительный вход)	±6,25 В, ослабление 1X ±12,5 В, ослабление 10X

## Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный перепад на любом канале или на дополнительном входе передней панели. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению.
Поврежденный импульс	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по фронту которого проверяется логическое выражение. Логические значения (AND, OR, NAND, NOR), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Длительность переднего/заднего фронта	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Фронт может быть передним, задним или любым.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
I <sup>2</sup> C (опционально)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному ACK, адресу (7 или 10 бит), данным или адресу и данным на шинах I <sup>2</sup> C со скоростью до 3,4 Мбит/с.
SPI (опционально)	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 10,0 Мбит/с.
CAN (опционально)	Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия ≤, <, =, >, ≥ или ≠ для некоторого указанного значения. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема.
LIN (опционально)	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по таким ошибкам, как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы.
Параллельная шина (только на моделях MSO)	Запуск по значениям данных на параллельной шине.

## Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват выбираемых значений.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей шириной от 3,5 нс на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 осциллограмм.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

## Измерение параметров осциллограмм

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	29, четыре из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, скажность положительных импульсов, скажность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фаза, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее по периоду, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое по периоду, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных перепадов, число отрицательных перепадов, площадь и площадь периода.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.

## Математическая обработка осциллограмм

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение.
БПФ (быстрое преобразование Фурье)	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольного, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.

## Программное обеспечение

Продукт	Описание
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO200B с компьютерами, работающими под управлением Windows. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав этого ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для быстрого составления отчетов и дальнейшего анализа
IVI Driver	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
eScope	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO2000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.

## Характеристики дисплея

Характеристика	Описание
Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 7 дюймов (180 мм)
Разрешение	480 пикселей по горизонтали x 234 пикселя по вертикали (WQVGA).
Представление сигналов	Векторы, точки (в режиме запуска по видеосигналу), переменное время удержания, бесконечное удержание.
Координатная сетка	Полная, сетка, перекрестие, рамка.
Формат	YТ и XY.
Максимальная скорость захвата	До 5000 осциллограмм в секунду

## Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители и клавиатуры. На задней панели расположен один порт
Высокоскоростной порт USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с TEK-USB-488 и прямую распечатку на все принтеры, совместимые с PictBridge.
Сетевой порт	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100Base-T (требуется DPO2CONN).
Выход видеосигнала	Розетка DB-15, позволяет вывести экран осциллографа на внешний монитор или проектор (требуется DPO2CONN).
Дополнительный вход	Разъем BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм ±2 %. Макс. входное напряжение 300 В (ср.кв.) KAT II с пиковыми значениями ≤ ±450 В.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели. Амплитуда 5 В, частота 1 кГц.
Замок Кенсингтона	Слот на задней панели для стандартного замка Кенсингтона.

## Источник питания

Параметр	Описание
Напряжение	От 100 до 240 В ±10 %
Частота	От 45 до 65 Гц (от 90 до 264 В) от 360 до 440 Гц (от 100 до 132 В)
Потребляемая мощность	Не более 80 Вт.
Дополнительный внешний источник питания TekVPI® (119-7465-xx)	Выходное напряжение: 12 В Выходной ток: 5 А Потребляемая мощность: 50 Вт

## Механические характеристики

Размеры	мм
Высота	180
Ширина	377
Глубина	134
Масса	кг
Нетто	3,6
Брутто	6,2
Конфигурация для установки в стойку	4U
Зазор для охлаждения	50 мм с левой и с задней стороны прибора

## Условия окружающей среды

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	От 0 до +50 °C
Хранения	От -40 до +71 °C
Относительная влажность	
Рабочая	от 5 до 60 % (от +30 до +50 °C) от 5 до 95 % (от 0 до +30 °C)
Хранения	от 5 до 60 % (от +30 до +55 °C) от 5 до 95 % (от 0 до +30 °C)
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3000 м
Хранения	12 000 м
Случайные вибрации	
В рабочем состоянии	0,31 г (ср.кв.) от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, 30 минут всего
При хранении	2,46 г (ср.кв.) от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, 30 минут всего
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива Совета ЕС 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1:2004; CAN/CSA C22.2 №. 61010.1-04; EN61010-1:2001; соответствует требованиям Директивы по низковольтному оборудованию 2004/108/ЕС.

## Информация для заказа

## Модели DPO2000B

Изделие	Описание
DPO2002B	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 70 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
DPO2004B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 70 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
DPO2012B	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
DPO2014B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
DPO2022B	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
DPO2024B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек

## Модели MSO2000B

Изделие	Описание
MSO2002B	(2+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 70 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
MSO2004B	(4+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 70 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
MSO2012B	(2+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
MSO2014B	(4+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
MSO2022B	(2+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек
MSO2024B	(4+16)-канальный осциллограф смешанных сигналов, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 млн. точек

**В комплект поставки всех моделей входят:** один 10x пассивный пробник на каждый аналоговый канал (пробник TPO200 200 МГц для моделей 100 и 200 МГц, пробник TPO100 100 МГц для моделей 70 МГц), руководство по установке и обслуживанию, накладка на переднюю панель на требуемом языке, компакт-диск с документацией (063-4472-xx), ПО OpenChoice® Desktop, калибровочный сертификат с прослеживанием средств калибровки до Национального института метрологии и Системы регистрации качества ISO9001, кабель питания, пятилетняя гарантия. При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

**Кроме того, в комплект поставки моделей MSO входят:** один 16-канальный логический пробник P6316 с комплектом принадлежностей и сумка для принадлежностей (016-2008-xx).

## Прикладные программные модули

Модули	Описание
DPO2AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах CAN и LIN, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.
DPO2COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам компьютерных последовательных шин. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах RS-232/422/485/UART, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.
DPO2EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах I <sup>2</sup> C и SPI, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Двухканальные модели поддерживают только двухпроводные шины SPI.

## Опции

### Кабели питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

### Опции локализации\*2

Опция	Описание
L10	Накладка для передней панели на русском языке

\*2 На компакт-диске имеется руководство пользователя в формате PDF на 11 языках. Его также можно загрузить по ссылке [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals). Печатный вариант руководства не предусмотрен.

### Сервисные опции\*3

Опция	Описание
D1	Перечень калибровочных значений.

\*3 Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

### Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TAP1500*4	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TDP0500*4,6	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI, 500 МГц, напряжение $\pm 42$ В
TSP0020*4	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI, 50 МГц, 20 А
TSP0030*4	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI, 120 МГц, 30 А
TSP0150*4	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI, 20 МГц, 150 А
TSP2020	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI, 50 МГц, 20 А
ТСРА300/400*7	Усилитель для систем измерения тока
TSP305	Пробник тока 50 А, от 0 до 50 МГц, для использования с ТСРА300
TSP404XL	Пробник тока 500 А, от 0 до 2 МГц, для использования с ТСРА400
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник с делителем на 100, 2,5 кВ, 500 МГц
TMDP0200*4	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, $\pm 750$ В
THDP0200*4	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, $\pm 1,5$ кВ
THDP0100*4	Высоковольтный дифференциальный пробник, 100 МГц, $\pm 6$ кВ
ADA400A*4,5	Дифференциальный усилитель с коэффициентом усиления 100X, 10X, 1X, 0,1X

## Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
DPO2CONN	Дополнительный порт Ethernet (10/100Base-T) и видео-выход
077-0737-xx	Руководство по обслуживанию в формате pdf (только на английском языке) (можно загрузить по ссылке <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> )
TPA-BNC*4	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-DPG*4	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов TekVPI
067-1686-xx	Крепежное приспособление для генератора с компенсацией фазовых сдвигов и калибровкой
196-3508-xx	Набор кабелей цифрового пробника (8-каналов)
119-7465-xx	Внешний источник питания TekVPI®
TEK-USB-488	Переходник GPIB-USB
ACD2000	Мягкая сумка для переноски и защитная крышка передней панели
200-5045-xx	Защитная крышка передней панели
НСТЕК4321	Чемодан для переноски (требуется ACD2000)
RMD2000	Комплект для монтажа в стойку (без направляющих)

\*4 Требуется внешний источник питания TekVPI (119-7465-00); по одному на осциллограф.

\*5 Требуется переходник TPA-BNC.

\*6 Пробники рассчитаны на нагрузку 50 Ом, но осциллограф будет автоматически пересчитывать результаты для входа 1 МОм.

\*7 Между входом осциллографа и кабелем BNC требуется оконечная нагрузка 50 Ом.

## Гарантия

Пятилетняя гарантия на все детали и работу, за исключением пробников.



Компания Tektronix имеет сертификаты ISO 9001 и ISO 14001 от SRI Quality System Registrar.



Продукты соответствуют стандарту IEEE 488.1-1987, RS-232-C, а также стандартам и техническим условиям компании Tektronix.

## Контактная информация:

Россия и СНГ +7 (495) 7484900

Австрия +41 52 675 3777  
Ассоциация государств Юго-Восточной Азии / Австралия (65) 6356 3900  
Балканы, Израиль, Южная Африка и другие страны ISE +41 52 675 3777  
Бельгия 07 81 60166  
Ближний Восток, Азия и Северная Африка +41 52 675 3777  
Бразилия и Южная Америка (55) 40669400  
Великобритания и Ирландия +44 (0) 1344 392400  
Германия +49 (221) 94 77 400  
Гонконг (852) 2585-6688  
Дания +45 80 88 1401  
Индия (91) 80-22275577  
Испания (+34) 901 988 054  
Италия +39 (02) 25086 1  
Канада 1 (800) 661-5625  
Китайская Народная Республика 86 (10) 6235 1230  
Люксембург +44 (0) 1344 392400  
Мексика, Центральная Америка и страны Карибского бассейна 52 (55) 54247900  
Нидерланды 090 02 021797  
Норвегия 800 16098  
Польша +41 52 675 3777  
Португалия 80 08 12370  
Республика Корея 82 (2) 6917-5000  
США 1 (800) 426-2200  
Тайвань 886 (2) 2722-9622  
Финляндия +41 52 675 3777  
Франция +33 (0) 1 69 86 81 81  
Центральная и Восточная Европа, страны Балтии +41 52 675 3777  
Центральная Европа и Греция +41 52 675 3777  
Швейцария +41 52 675 3777  
Швеция 020 08 80371  
Южная Африка +27 11 206 8360  
Япония 81 (3) 6714-3010  
Из других стран звоните по телефону: 1 (503) 627-7111

### Дополнительная информация

Компания Tektronix может предложить вам богатую, постоянно пополняемую библиотеку указаний по применению, технических описаний и других документов, которые адресованы инженерам, разрабатывающим высокотехнологичное оборудование. Посетите сайт [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).



Продукты изготовлены на предприятиях, сертифицированных согласно стандарту ISO.

Copyright © 2010, Tektronix, Inc. Все права защищены. Продукты Tektronix защищены патентами США и иностранными патентами как действующими, так и находящимися на рассмотрении. Информация, приведенная в этой публикации, заменяет информацию, приведенную во всех ранее опубликованных материалах. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками компании Tektronix, Inc. Все другие упоминаемые торговые наименования являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.

29 августа 2012 г.

3GU-28413-0

**Tektronix**<sup>®</sup>