

# Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000



## Осциллографы с цифровым люминофором и осциллографы смешанных сигналов Tektronix серии 4000

Семейство осциллографов серии 4000 включает в себя осциллографы серии DPO4000 и серии MSO4000. Осциллографы с цифровым люминофором серии DPO4000 – это первые осциллографы, предлагающие большую длину памяти на всех каналах и удобство работы с ней, великолепные технические характеристики, запуск на последовательные потоки данных и их анализ и все это в самом компактном корпусе для этого класса приборов. Осциллографы смешанных сигналов (MSO) серии MSO4000 обладают всеми функциональными возможностями и преимуществами осциллографов серии DPO4000, но также имеют 16 встроенных цифровых каналов, позволяющих визуализировать и сопоставлять аналоговые и цифровые сигналы в одном приборе. Благодаря такой интеграции расширяются функциональные возможности запуска на всех 20 каналах, предоставляя идеальные возможности запуска по состоянию и по модели для отладки смешанных аналоговых и цифровых систем.

### Разработаны, чтобы сделать Вашу работу проще.

Так как сложность разработок увеличивается, Вам необходимы инструменты, которые помогут быстро находить возникающие проблемы.

### Простота настройки и использования

Осциллографы серии 4000 имеют большой XGA-дисплей с диагональю 10,4 дюйма и удобной и понятной передней панелью со знакомыми элементами управления – и все это в корпусе глубиной всего 137 мм и массой 5 кг. Возможность автоматического подключения к ПК по шине USB позволяет управлять прибором с помощью ПК для регистрации данных и проведения измерений и для этого требуется просто подсоединить USB кабель от осциллографа к ПК. В число поставляемых приложений входят National Instruments SignalExpress™ Tektronix Edition, OpenChoice® Desktop, а также панели инструментов Microsoft Excel и Word, что позволяет быстро и просто устанавливать прямую связь с компьютером, работающим под управлением Windows. Порты USB и CompactFlash на передней панели предоставляют возможность переноса снимков экрана, настроек прибора и осциллограмм в любое удобное место. Когда приходится выполнять разработку и отладку систем со смешанными сигналами, необходимо иметь интуитивно понятное инструментальное средство, чтобы можно было сразу приступить к поиску неисправностей. Прибор серии MSO4000 работает как осциллограф, т. е. инструмент, с которым Вы уже знаете как обращаться. Вам не придется изучать заново, как пользоваться этим прибором каждый раз, когда Вы включаете его.

### ► Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц
- 2- или 4-канальные осциллографы с цифровым люминофором
- 16 цифровых каналов (MSO4000)
- Расширенная система запуска
- Частота дискретизации на каждом канале до 5 Гвыб/с
- Длина памяти на каждом канале 10 млн. выборок
- Максимальная скорость сбора осциллограмм более 35 000 осциллограмм в секунду

#### Простота использования прибора

- Элементы управления Wave Inspector®, обеспечивающие высокоэффективный анализ осциллограмм
- 10,4 дюйма (264 мм) цветной XGA-дисплей
- Малая занимаемая площадь и небольшая масса: всего 137 мм в глубину и 5 кг
- Гнезда USB и CompactFlash на передней панели для быстрого и легкого подключения устройств хранения данных
- Автоматическое подключение к ПК

#### Запуск на последовательные потоки данных и их анализ

- Запуск на шины I<sup>2</sup>C, SPI, CAN и, RS-232 и их анализ

Разработка и анализ систем со смешанными сигналами (MSO4000)

- Отображение параллельной шины
- Запуск по логической модели
- Технология MagniVu™ 60,6 пс обеспечивает прекрасное временное разрешение
- Настройки порогов напряжения для каждого канала
- Многоканальный запуск по времени установки и удержания
- Дисплей отображения цифровых сигналов следующего поколения

### ► Области применения

- Разработка и отладка встроенных систем
- Разработка и отладка систем со смешанными сигналами
- Исследование переходных процессов
- Измерения в силовых цепях
- Разработка и отладка видеотехники
- Автомобильная электроника

## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000



► Элементы управления Wave Inspector значительно повышают эффективность перемещения по осциллограммам, их просмотра и анализа данных



► Элементы управления Wave Inspector



► Пробник P6516 для осциллографа смешанных сигналов

### Элементы управления Wave Inspector®

Попробуйте представить себе эффективную работу в Интернете без таких поисковых систем как Google и Yahoo, таких функций браузера как «Избранное» и «Ссылки» и без таких поставщиков услуг Интернета как AOL или MSN. Тогда Вы поймете, что чувствуют пользователи большинства современных цифровых осциллографов, пытаясь использовать длинную память их приборов для регистрации сигналов. Длина памяти, то есть количество выборок, которые прибор может оцифровать и сохранить в одном цикле сбора данных, – одна из важнейших характеристик осциллографа. Чем больше длина памяти, тем больше время, в течение которого можно регистрировать сигнал с высоким разрешением (при большой частоте выборки).

Первые цифровые осциллографы могли захватывать и записывать всего 500 точек, что серьезно затрудняло сбор всей нужной информации об исследуемом событии или сигнале. Со временем производители осциллографов, в соответствии с требованиями рынка, стали предлагать приборы с более увеличенной длиной памяти, обеспечивающие захват сигналов с высоким разрешением на продолжительных интервалах времени, так что теперь осциллографы среднего

класса имеют память на несколько миллионов выборок, либо в стандартной, либо в дополнительной комплектации. Для исследования сигналов, захваченных в память, которая имеет длину в миллионы выборок, необходимо просмотреть тысячи экранов осциллографа. В то время как длина памяти со временем значительно увеличилась и удовлетворяет требованиям подавляющего большинства применений, разработке эффективных средств просмотра и анализа осциллограмм большой длины, а также перемещения по ним не уделялось должного внимания.

Приборы Tektronix серии 4000 устанавливают новые стандарты работы с осциллограммами большой длины, благодаря перечисленным далее новым элементам управления Wave Inspector.

**Масштаб/просмотр.** Специальная двухрядная ручка на передней панели служит интуитивно понятным средством управления установкой масштаба и просмотра. Внутренняя ручка служит для установки коэффициента масштабирования (масштаба). При повороте ручки по часовой стрелке включается масштабирование и увеличивается коэффициент масштабирования; при повороте ручки против часовой стрелки коэффициент масштабирования уменьшается, и в конечном счете масштабирование выключается. Внешняя ручка служит

для перемещения окна масштабирования по осциллограмме с целью быстрого доступа к нужной части осциллограммы. Кроме того, внешняя ручка снабжена обратной связью по усилию, определяющей скорость просмотра осциллограммы. Чем сильнее повернута внешняя ручка, тем быстрее перемещается окно масштабирования. Чтобы изменить направление просмотра, достаточно повернуть ручку в другую сторону. Теперь для настройки масштаба не требуется перемещаться по многочисленному меню.

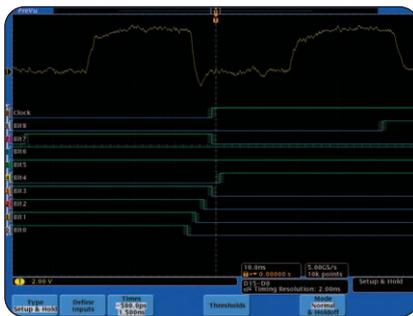
**Воспроизведение/пауза.** Специальная кнопка воспроизведения-паузы на передней панели служит для автоматической прокрутки осциллограммы на экране для просмотра и поиска аномалий и событий, представляющих интерес. Скорость и направление воспроизведения задаются с помощью интуитивно понятных операций с ручкой просмотра. В этом случае поворот ручки на больший угол также приводит к ускорению прокрутки осциллограммы, а для изменения направления прокрутки достаточно повернуть ручку в другую сторону.

**Метки пользователя.** На осциллограмме обнаружилось что-то интересное? Чтобы установить на осциллограмме одну или несколько «закладок», нажмите на передней панели кнопку установки меток. Для перемещения по меткам достаточно нажимать на передней панели кнопки «Предыдущая» и «Следующая».

**Метки поиска.** Вам жалко тратить время на просмотр всей записи в поисках нужного события? В осциллографах серии DPO4000 имеется надежное средство поиска по осциллограмме, позволяющее проводить поиск в Вашей длинной памяти по условиям, заданным пользователем. Все имеющиеся события выделяются метками поиска, что упрощает перемещение между ними с помощью кнопок «**Предыдущая**» и «**Следующая**» на передней панели. В число условий поиска входят фронты, длительность импульса, рант, логические условия, время установки и удержания, время нарастания или спада, а также содержимое пакетов шин I<sup>2</sup>C, SPI RS-232 и CAN.

## Пробник P6516 для осциллографа смешанных сигналов

Конструктивно этот уникальный пробник содержит два восьмиканальных комплекта выводов. Для упрощения подсоединения к испытываемому устройству каждый канал заканчивается наконечником пробника новой конструкции, которая включает углубленный заземляющий контакт. Этот новый пробник с обтекаемой формой упрощает процедуру подсоединения к испытываемому устройству. Коаксиальный кабель на первом канале каждого комплекта выводов окрашен в синий цвет для упрощения его идентификации. Общая шина заземления использует разъем автомобильного типа, что упрощает создание специальных шин заземления для подсоединения к испытываемому устройству. Для подсоединения к контактам квадратной формы в пробнике P6516 имеется адаптер, который крепится к головке пробника, удлиняющий углубленный заземляющий контакт с помощью наконечника пробника с тем, чтобы можно было подключиться к монтажной плате. Пробник P6516 характеризуется прекрасными электрическими характеристиками и входной емкостью всего 3 пФ.



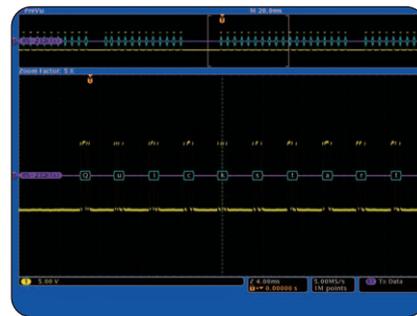
► Многоканальный запуск по времени установки и удержания с выявлением множества (MSO4000)

## Возможности для быстрого решения задач отладки

### Великолепные рабочие характеристики и функциональные возможности прибора

Осциллографы серии 4000 обеспечивают рабочие характеристики необходимые для представления самых сложных сигналов. Полоса пропускания от 350 МГц до 1 ГГц, и минимальное значение соотношения максимальной частоты выборки / верхняя частота полосы пропускания равное 5 на каждом канале со встроенной интерполяцией  $\sin^2/x$  позволяет уверенно захватывать и точно отображать самые быстрые изменения сигнала. Стандартная длина памяти 10 млн выборок на каждом канале обеспечивает захват сигналов в длинную память с высоким разрешением по времени. В осциллографах серии 4000 реализованы различные средства анализа сигнала, в том числе курсоры, 25 автоматических измерений, статистика и расчет осциллограмм. Несмотря на малые размеры (всего 137 мм в глубину) и массу (5 кг), приборы серии 4000 обеспечивают исключительные рабочие характеристики. У них крупный 10,4-дюймовый экран XGA и органы управления по вертикали с ручками для каждого канала.

Новый интерфейс пробников TekVPI™ может служить эталоном простоты в использовании. Пробники TekVPI оснащены индикаторами состояния элементами управления, а также



► Запуск на определенный пакет данных, который передается по шине RS-232. На дисплее отображения шины представлено содержимое декодированного пакета в коде ASCII

кнопкой меню пробника, размещенной непосредственно на корпусе компенсатора. Эта кнопка вызывает на экран осциллографа меню пробника со всеми настройками и элементами управления, относящимися к пробнику. В интерфейсе TekVPI используется новая архитектура управления питанием пробника, позволяющая непосредственно подсоединять токовые пробники без громоздкого отдельного источника питания. И наконец, пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что обеспечивает высокую гибкость решений в автоматизированных измерительных системах.

## MagniVu™

При работе в основном режиме регистрации цифровых сигналов осциллограф серии MSO4000 будет осуществлять сбор данных в память, которая имеет длину вплоть до 10 млн точек с частотой дискретизации 500 Мвыб/с (с временным разрешением 2 нс). В дополнение к основному режиму регистрации сигналов, в осциллографе серии MSO4000 имеется режим сбора данных с сверхвысоким временным разрешением, называемый MagniVu, который обеспечивает сбор данных в память, которая имеет длину 10 000 точек с частотой дискретизации до 16,5 Гвыб/с (с временным разрешением 60,6 пс).

## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

При каждом запуске прибора, регистрация сигналов происходит как в основном режиме, так и в режиме MagniVu, и в любое время можно переключаться между этими режимами, запускать или останавливать сбор данных в этих режимах. В режиме MagniVu временное разрешение почти в десять раз выше, чем в любом другом осциллографе типа MSO на рынке, что придает дополнительную уверенность в случае проведения критически важных измерений временных соотношений между цифровыми сигналами.

### Запуск на последовательные потоки данных и их анализ

Длинная память чаще всего используется при анализе последовательных данных во встроенных системах. Встроенные системы можно встретить буквально повсюду. В них могут входить самые разнообразные виды устройств, в том числе микропроцессоры, микроконтроллеры, устройства цифровой обработки сигналов, ОЗУ, EPROMs, микросхемы программируемой логики, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и микросхемы ввода-вывода. Обмен информацией между всеми этими устройствами и внешним миром, как правило, осуществляется по многоразрядным параллельным шинам. Но в настоящее время параллельные шины во встроенных системах все чаще заменяются последовательными, занимающими меньше места на плате, требующими меньшего числа выводов и потребляющими меньше энергии. Эти системы оснащаются встроенными тактовыми генераторами; для повышения помехоустойчивости применяется дифференциальная передача сигналов, и что всего важнее, подобные системы стоят дешевле. Кроме того, имеется богатый выбор готовых компонентов, выпущенных хорошо зарекомендовавшими себя производителями, что позволяет ускорить разработку данных устройств.

У систем с последовательными шинами много преимуществ, но вместе с тем в них появляются проблемы, отсутствующие у их предшественников (параллельных систем). Устранение неполадок в последовательных шинах и системах затруднено тем, что в них сложнее выявить нужные события и нелегко понять, что же отображается на экране осциллографа. Осциллографы серии 4000 позволяют решить эти проблемы. Они являются лучшими приборами для работы с низкоскоростными последовательными шинами, такими как I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232 и CAN.

**Отображение шины.** Обеспечивает представление шины на более высоком уровне с отображением на экране осциллографа отдельных сигналов, (тактовый сигнал, данные, chip enable и т. п.), составляющих шину, что упрощает идентификацию начала и конца пакетов и выделение компонентов пакета, таких как адрес, данные, идентификатор, циклический код проверки и т. п.

**Синхронизация на последовательные потоки данных.** Запуск по содержимому пакета, например по началу пакета, заданным адресам, указанному содержимому (данным), уникальным идентификаторам и т. п. широко применяемых в низкоскоростных последовательных интерфейсах, например I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232 и CAN.

**Декодирование шины.** Вы устали от просмотра осциллограмм и подсчета тактовых импульсов, в попытке установить, какой бит представляет 1, какой – 0, собирания битов в байты и определения шестнадцатиразрядного значения? Пусть осциллограф сам сделает это! После настройки шины осциллограф расшифровывает каждый пакет, проходящий по ней, и отображает его значение в шестнадцатиразрядном, двоичном или ASCII (только для RS-232) представлении на дисплее отображения шины.



► В таблице декодированных пакетов отображаются декодированные части пакета CAN: идентификатор, управление каналом передачи данных (DLC), данные и контрольный циклический избыточный код (CRC) для каждого пакета в длинной памяти.

### Таблица декодированных пакетов.

Помимо просмотра декодированных данных пакета непосредственно на осциллограмме можно вывести на экран табличное представление всех захваченных пакетов, так же как в логическом анализаторе. Пакеты организованы в последовательный список со столбцами для каждого компонента (адрес, данные и т. п.).

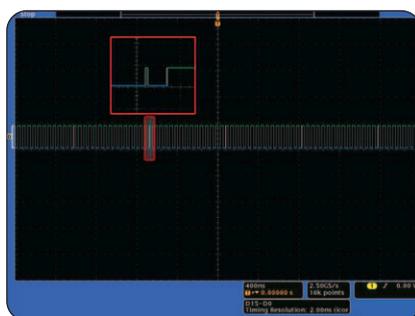
**Поиск.** Запуск на последовательные потоки данных помогает выделить нужное событие, но что делать, если после его захвата требуется изучить соседние данные? Ранее пользователям приходилось искать событие, вручную прокручивая осциллограмму, подсчитывая и преобразуя биты. Осциллографы серии 4000 производят поиск по условиям, заданным пользователем, в собранных данных, в том числе в содержимом последовательных пакетов. Каждое совпадение с условиями отмечается меткой поиска. Для быстрого перемещения между метками достаточно нажать на передней панели кнопку «Предыдущая» или «Следующая».

## Разработка и анализ систем со смешанными сигналами (MSO4000)

Инженеры, которые разрабатывают встраиваемые системы, сталкиваются с проблемой постоянно возрастающей сложности систем. Обычная встраиваемая система может включать различные аналоговые сигналы, высоко- и низкоскоростные шины для связи и микропроцессоры. Перечислим некоторые из них. Часто для связи между микросхемами используются такие последовательные протоколы, как I<sup>2</sup>C и SPI, но во многих приложениях, по-прежнему, используются параллельные шины. Микропроцессоры, микросхемы программируемой логики FPGA, аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) – это все примеры интегральных схем, которые создают определенные сложности при проведении измерений в современных встраиваемых системах. В осциллографах смешанных сигналов серии MSO4000 дополнительно имеются 16 цифровых каналов. Эти каналы непосредственно встроены в пользовательский интерфейс осциллографа, упрощая работу и делая возможным более простое решение проблем при разработке систем со смешанными сигналами.

### Дисплей отображения цифровых сигналов следующего поколения

Постоянные попытки создания простого в использовании осциллографа, работающего со смешанными сигналами, привели к созданию осциллографов серии MSO4000, в которых применен другой способ отображения цифровых осциллограмм. Одна общая проблема, имеющая место как в логических анализаторах, так и в осциллографах смешанных сигналов – это определение, являются ли данные единицей или нулем, когда используется достаточно большое увеличение, такое, что кривая цифровой осциллограммы остается плоской на всем экране. На осциллографах

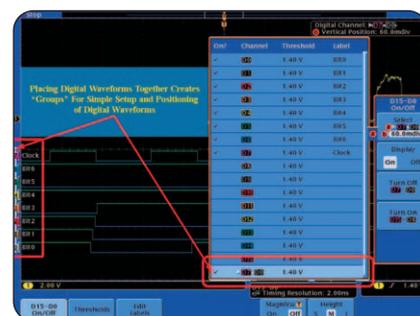


► Фронты, обозначенные белым цветом, показывают, что в этом месте находится дополнительная информация и необходимо увеличить масштаб просмотра для получения детального отображения этой информации

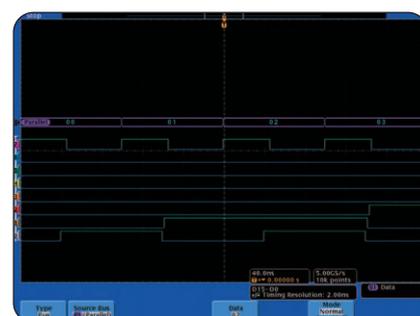
MSO4000 используется цифровая кодировка цифровых осциллограмм: единицы отображаются зеленым цветом, а нули – синим.

В осциллографах MSO4000 имеются аппаратные средства обнаружения нескольких переходных процессов. Когда система обнаруживает несколько переходных процессов, пользователь увидит на экране фронт, обозначенный белым цветом. Фронты белого цвета показывают, что в этом месте находится дополнительная информация и необходимо увеличить масштаб просмотра или осуществить регистрацию данных с большей частотой дискретизации для получения детального отображения этой информации. В большинстве случаев при увеличении масштаба просмотра будет виден импульс, который не просматривался при предыдущих настройках. Если после самого сильного увеличения, фронт белого цвета по-прежнему присутствует, то это означает, что необходимо увеличить частоту дискретизации при следующей регистрации сигналов, которая предоставит вам больше информации о частоте, сигналах более высокой частоты, которые не могли быть захвачены при предыдущих настройках.

По сравнению с обычным осциллографом для настройки канала на осциллографе MSO может потребоваться больше времени. Эта процедура часто включает подключение пробника к испытываемому устройству, обозначение и размещение

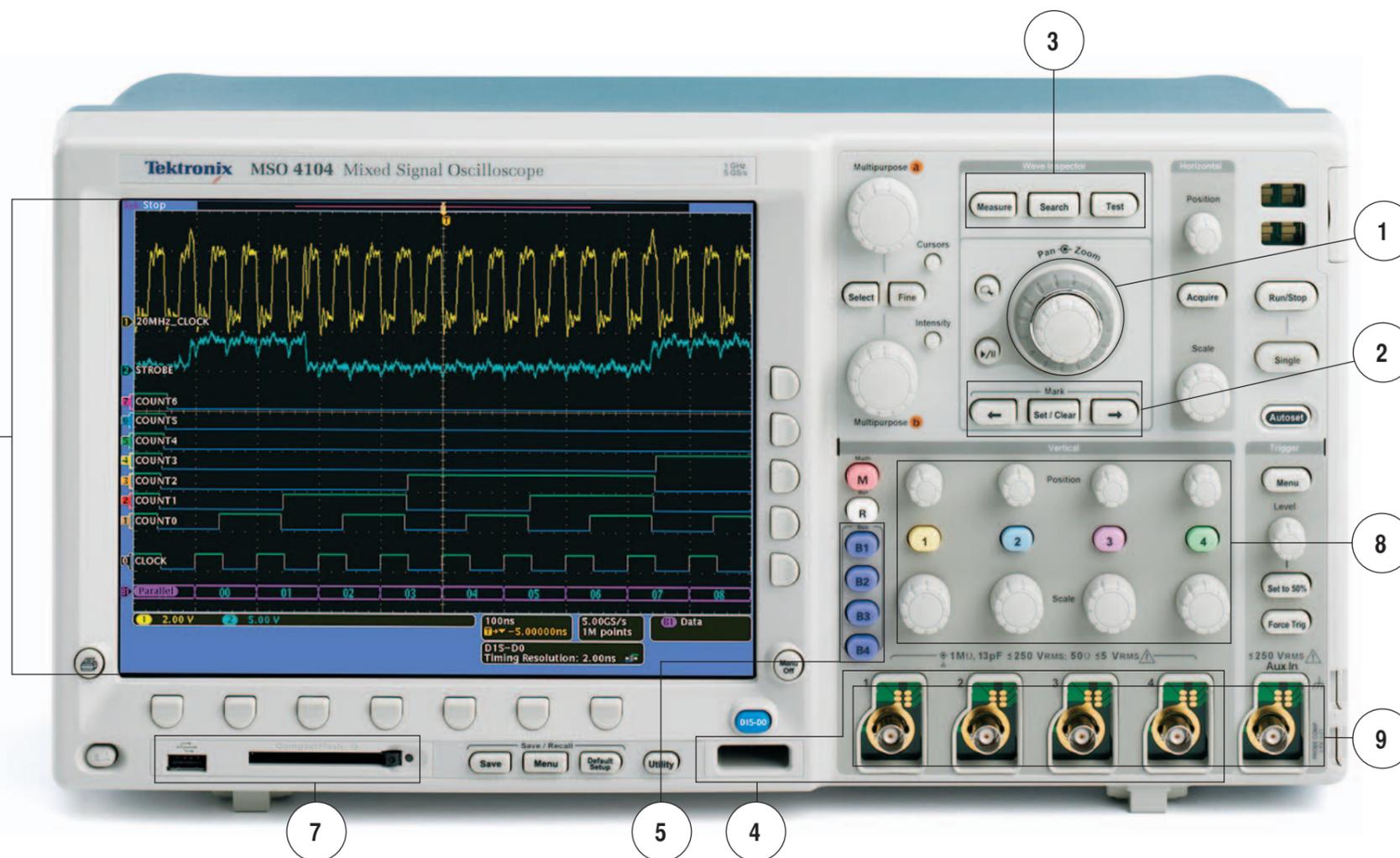


► Группы создаются простым размещением цифровых каналов рядом на экране. Можно размещать и устанавливать значения порогового напряжения для группы в одно действие



► Отображение синхронизированной, параллельной шины с декодированием 7-разрядного счетчика

каналов на экране. Осциллограф MSO4000 упрощает эту процедуру, позволяя пользователю группировать цифровые осциллограммы. При простом размещении цифровых осциллограмм рядом друг с другом они образуют группу. Сразу после формирования группы можно размещать все каналы, содержащиеся в этой группе, одновременно. Это значительно уменьшает время обычной настройки, связанное с индивидуальным размещением каналов.



**1 Масштаб и просмотр.** Для масштабирования и просмотра выделены специальные ручки на передней панели. Внутренняя ручка предназначена для управления коэффициентом масштабирования, а внешняя ручка – для перемещения окна масштабирования по осциллограмме. Перемещаться по осциллограмме становится совсем просто.

**2 Метки.** Вы хотите поставить метку на осциллограмме, чтобы потом быстро найти нужный участок? Нажмите кнопку «Установить метку», и на осциллограмме появится «закладка». Кнопки ← и → позволяют перемещаться по меткам, установленным пользователем, и находить установленные метки.

**3 Поиск.** Вы устали постоянно крутить ручку положения по горизонтали, чтобы найти нужной событие? Воспользуйтесь мощной функцией поиска в осциллографе серии 4000, чтобы найти и пометить все события, отвечающие заданным условиям. В число условий поиска входят фронт, длительность импульса, рант, логические условия, время установки и удержания, время нарастания или спада, а также содержимое пакетов шин I2C, SPI, RS-232 и CAN.

**4 2 или 4 аналоговых канала и 16 цифровых каналов.** Просмотр и запуск по вплоть до 20 скоррелированным по времени сигналам на одном экране.

(16 цифровых каналов имеются только на моделях MSO.)

**5 Параллельные и последовательные шины.** Запуск по содержимому пакета параллельной или последовательной шины, просмотр собранных данных в виде шины с пакетами, декодированными в шестнадцатизначном, двоичном или ASCII представлении, поиск определенного содержимого пакета в собранных данных и даже декодирование и просмотр всех пакетов в табличном формате, как на логическом анализаторе. Поддерживаются стандарты I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232 и CAN. Одновременно можно анализировать до двух шин на осциллографах серии DPO4000 и до четырех – на осциллографах серии MSO4000.

(Анализ параллельных шин возможен только осциллографах смешанных сигналов MSO.)

**6 Великолепный экран.** Осциллографы серии 4000 отличаются самым большим экраном с самым высоким разрешением среди приборов своего класса. Диагональ экрана 10,4 дюйма (264 мм), а разрешение 1 024x768 (XGA).

**7 Устройства хранения информации большой емкости.** Порты USB и CompactFlash, расположенные на передней панели, позволяют использовать простые и удобные средства хранения информации для сохранения снимков экрана осциллографа, данных осциллограмм и настроек осциллографа. Еще два хост-порта USB, расположенные на задней панели, предназначены для подключения периферийных устройств, так же как и порт устройств USB для управления прибором с помощью интерфейса USBTMC.

**8 Элементы управления отображением по вертикали.** Элементы управления отображением по вертикали с ручками для каждого канала упрощают работу и делают ее интуитивно понятной. Теперь не требуется использовать один комплект элементов управления отображением по вертикали для всех четырех каналов!

**9 TekVPI™.** Новый интерфейс пробников TekVPI позволяет напрямую подключать токовые пробники к прибору. Имеются интуитивно понятные органы управления на корпусе компенсатора, возможность дистанционного управления настройками пробника и усовершенствованные средства обмена информацией между осциллографом и пробником.



**Глубина всего 137 мм!** При впечатляющих рабочих характеристиках, большом экране и управлении с ручками для каждого канала осциллографы серии 4000 имеют размер всего 137 мм в глубину и занимают мало места на рабочем столе.

Посмотри на осциллограф серии 4000 в работе.

Проведите виртуальный тест-драйв осциллографа MSO4000 по адресу: [www.tektronix.com/virtualmso](http://www.tektronix.com/virtualmso)

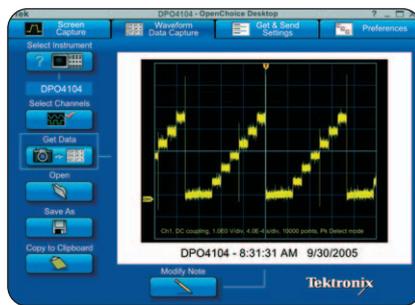
## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

### Другие применения

#### Разработка видеотехники

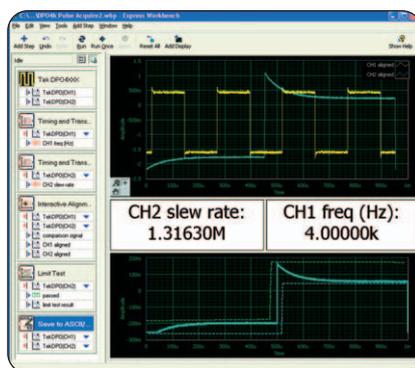
Многие разработчики видеотехники до сих пор остаются верны аналоговым осциллографам, считая, что только градации интенсивности свечения аналогового экрана позволяют разглядеть некоторые детали осциллограмм видеосигналов. Высокая скорость сбора осциллограмм осциллографов серии 4000 и возможность просмотра сигнала с различной яркостью вместе позволяют получить такое же насыщенное информацией изображение, как и аналоговый осциллограф, но значительно более детализированное. Вместе с тем приборы обладают всеми преимуществами цифровых осциллографов. Имея полосу пропускания до 1 ГГц и четыре канала, осциллографы семейства 4000 обеспечивают вполне достаточное быстродействие для применения в аналоговой и цифровой видеотехнике.



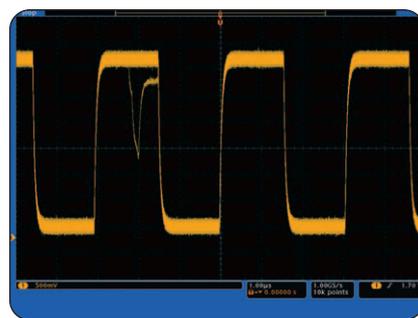
► OpenChoice® Desktop – стандартное программное обеспечение для быстрого подключения осциллографа к ПК.



► Просмотр видеосигнала NTSC. Следует отметить возможность просмотра сигнала с различной яркостью, благодаря которой осциллограф с цифровым люминофором серии 4000 может представлять на экране время, амплитуду и распределение амплитуды во времени.



► National Instruments SignalExpress™ Tektronix Edition – программное обеспечение для полностью интерактивного сбора данных, измерений и анализа, разработанное совместно с компанией NI и оптимизированное для осциллографов серии 4000.



► Высокая скорость сбора осциллограмм позволяет обнаруживать и захватывать источники трудноуловимых глитчей и другие редкие события.

## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

### ► Характеристики

Система вертикального отклонения	DPO4032 MSO4032	DPO4034 MSO4034	DPO4054 MSO4054	DPO4104 MSO4104
Аналоговые каналы				
Входные каналы	2	4	4	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ) от 5 мВ/дел до 1 В/дел	350 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания 5 мВ/дел (типичное значение)	1 нс	1 нс	700 пс	350 пс
Аппаратные пределы полосы пропускания	20 МГц или 250 МГц			
Тип входа	по переменному току, по постоянному току, заземленный вход			
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%			
Чувствительность по входу 1 МОм	1 мВ/дел – 10 В/дел			
Чувствительность по входу 50 Ом	1 мВ/дел – 1 В/дел			
Разрешение по вертикали	8 бит			
Максимальное входное напряжение 1 МОм	250 В <sub>ср. кв.</sub> с пиковым значением ≤ ±400 В			
Максимальное входное напряжение 50 Ом	5 В <sub>ср. кв.</sub> с пиковым значением < ±20 В			
Погрешность коэффициента усиления по постоянному напряжению	±1,5% при установке смещения 0 В			
Диапазон значений смещения (применяется ко всем моделям серии 4000)	1 МОм			50 Ом
1 мВ/дел – 50 мВ/дел	±1 В			±1 В
50,5 мВ/дел – 99,5 мВ/дел	±0,5 В			±0,5 В
100 мВ/дел – 500 мВ/дел	±10 В			±10 В
505 мВ/дел – 995 мВ/дел	±5 В			±5 В
1 В/дел – 5 В/дел	±100 В			±5 В
5,05 В/дел – 10 В/дел	±50 В			Нет данных
Изоляция между каналами Любые два канала с одинаковой шкалой по вертикали	≥ 100:1 при ≤ 100 МГц и ≥ 30:1 при > 100 МГц вплоть до номинальной полосы пропускания			
Система горизонтального отклонения Цифровые каналы	MSO4032	MSO4034	MSO4054	MSO4104
Входные каналы	16 цифровых (D15 – D0)			
Пороговые напряжения	Пороговые напряжения для каждого канала			
Выбранные значения порогового напряжения	TTL, CMOS, задаваемые пользователем			
Задаваемый пользователем диапазон пороговых напряжений	от +5 до -2 В			
Максимальное входное напряжение	±15 В			
Погрешность установки порогового напряжения	±(100 мВ + 3% от значения порога)			
Входной динамический диапазон	6 В <sub>размах</sub> с центром около порогового значения			
Минимальный перепад входного напряжения	500 мВ			
Входное сопротивление	20 кОм			
Фазовый сдвиг между каналами	1 нс типичное значение			
Нагрузка пробника	3 пФ			
Разрешение по вертикали	1 бит			

## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

Система горизонтального отклонения	DPO4032	DPO4034	DPO4054	DPO4104
Аналоговые каналы	MSO4032	MSO4034	MSO4054	MSO4104
Максимальная частота дискретизации (на каждом канале)	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Максимальная длина памяти (на каждом канале)	10 млн точек			
Максимальная продолжительность записи при максимальной частоте дискретизации (все каналы)	4 мс	4 мс	4 мс	2 мс
Диапазон временной развертки	От 1 нс до 1 000 с			400 пс – 1 000 с
Диапазон задержки временной развертки	–10 делений – 50 с			
Диапазон межканального фазового сдвига	±100 нс			
Погрешность временной развертки	±5 x 10 <sup>-6</sup> на любом интервале длительностью ≥1 мс			

Система горизонтального отклонения	MSO4032	MSO4034	MSO4054	MSO4104
Цифровые каналы				
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб/с			
Максимальная длина памяти (основной режим)	10 млн точек			
Максимальная частота дискретизации (режим MagniVu™)	16,5 Гвыб/с			
Максимальная длина памяти (режим MagniVu)	10 000 точек с центром в точке запуска			
Минимальная длительность обнаруживаемых импульсов	1,5 нс			

### Система запуска

**Основные режимы запуска** – автоматический, нормальный и однократный.

**Тип входа запуска** – Связь по входу запуска по постоянному току, подавление ВЧ (ослабление частот > 50 кГц), подавление НЧ (ослабление частот < 50 кГц), подавление шума (с уменьшением чувствительности).

**Диапазон выдержки запуска** – от 20 нс до 8 с.

### Чувствительность

**Внутренняя при связи по постоянному току** – 0,4 деления от 0 до 50 МГц с увеличением до 1 деления при номинальной полосе пропускания.

**Внешняя (дополнительный вход)** – 200 мВ от постоянного тока до 50 МГц, с увеличением до 500 мВ на частоте 250 МГц.

### Диапазон уровней запуска

**По всем каналам** – ±8 делений от центра экрана.

**Внешний (дополнительный вход)** – ±8 В.

### Режимы запуска

**По фронту** – положительный или отрицательный наклон на любом канале или на дополнительном входе на передней панели. Связь по постоянному току, с подавлением ВЧ, с подавлением НЧ и подавлением шума.

**По последовательности (синхронизация В)** – задержка запуска по времени – от 4 нс до 8 с. Или задержка запуска по числу событий – от 1 до 9 999 999 событий.

**По длительности импульса** – запуск по длительности положительного или отрицательного импульса, которая >, <, = или ≠ заданному периоду времени.

**По ранту** – запуск по импульсу, пересекающему первый пороговый уровень, но не пересекающему второй пороговый уровень до повторного пересечения первого.

**Логический** – запуск по ложному или истинному значению логической функции каналов в течение заданного периода времени. В качестве тактового сигнала можно использовать любой вход, логическая функция определяется по фронтам тактового сигнала. Функции (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ) задаются для всех аналоговых и цифровых входных каналов, представленных значениями уровней «Высокий», «Низкий» и «Не учитывается».

**Время установки и удержания** – запуск по нарушению времени установки и удержания между тактовым сигналом и сигналом данных, представленных во всех входных каналах.

**Время нарастания и спада** – запуск по фронту импульса с наклоном больше или меньше заданного. Можно выбрать положительный наклон, отрицательный или оба наклона.

**Видео** – запуск по строкам, нечетным, четным и любым полям в видеосигналах стандартов NTSC, PAL и SECAM.

**I<sup>2</sup>C (дополнительная опция)** – запуск по сигналам «Start», «Repeated Start», «Stop», «Missing ACK», «Address» (7 или 10 бит), «Data» или «Address and Data» на шинах I<sup>2</sup>C с быстродействием до 3,4 Мб/с.

**SPI (дополнительная опция, только на 4-канальных моделях)** – запуск по сигналам «SS», «MOSI», «MISO» или «MOSI and MISO» на шинах SPI быстродействием до 50 Мбит/с.

**CAN (дополнительная опция)** – запуск по сигналам «Start of Frame», «Frame Type» (данные,

дистанционный сигнал, ошибка, перегрузка), «Identifier» (стандартный или расширенный), «Data», «Identifier and Data», «End of Frame» или «Missing ACK» на шинах CAN с быстродействием до 1 Мб/с. Дополнительно можно задать условия запуска по данным ≤, <, =, >, ≥ или ≠ установленному значению данных. Точка выборки настраивается пользователем; настройка по умолчанию 50%.

**RS-232 (дополнительная опция)** – запуск типов «Стартовый бит передачи», «Стартовый бит приема», «Конец пакета передачи», «Конец пакета приема», «Данные передачи» или «Данные приема». **Параллельный (доступен только на осциллографах модели MSO)** – запуск на значения данных параллельной шины.

### Режимы регистрации данных

**Выборка** – сбор значений выборок.

**Пиковый детектор** – фиксация узких выбросов (глитчей) при выборке в режиме реального времени.

**Усреднение** – усредняется от 2 до 512 осциллограмм.

**Огибающая** – огибающая по минимумам и максимумам отображает данные пикового детектирования за несколько циклов сбора данных. **Высокое разрешение** – узкополосное усреднение в реальном времени позволяет снизить случайные шумы и повысить разрешение.

**Прокрутка** – перемещение осциллограмм по экрану справа налево при скорости развертки ниже или равной 40 мс/дел.

### Измерения осциллограмм

**Курсоры** – осциллограмма и экран.

**Автоматические измерения** – 25 измерений; до 4 из них могут одновременно отображаться на

# Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

экране. В их число входят измерения периода, частоты, задержки, времени нарастания, времени спада, положительной скважности, отрицательной скважности, длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, длительности вспышки, фазы, положительного выброса, отрицательного выброса, размаха, амплитуды, верхнего уровня, нижнего уровня, максимума, минимума, среднего значения, среднего значения цикла, среднеквадратичного значения, среднеквадратичного значения цикла, площади и площади цикла.

**Статистика измерений** – среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.

**Опорные уровни** – опорные уровни для измерений задаются пользователем в процентах или в единицах измерения.

**Стробирование** – выделение места измерения внутри накопленного сигнала, с помощью экранных курсоров или курсоров осциллограммы.

## Расчет осциллограмм

**Арифметические операции** – сложение, вычитание, умножение и деление осциллограмм.

**Математические функции** – интегрирование, дифференцирование, БПФ.

**БПФ** – амплитудный спектр. Настройка вертикального масштаба БПФ линейный среднеквадратичный или дБВ среднеквадратичные и окна БПФ – «Выпр.», «Хемминг», «Хеннинг» или «Blackman-Harris».

**Дополнительные математические операции** – задание сложных математических выражений, включающих осциллограммы, математические функции, скаляры, до двух переменных, настраиваемых пользователем, а также результаты параметрических измерений, например  $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1,414 \times \text{VAR1})$ .

## Программное обеспечение

**National Instruments SignalExpress™ Tektronix Edition** – полностью интерактивная программная среда измерений, оптимизированная для осциллографов серии 4000; позволяет мгновенно собирать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять данные измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного и не требующего программирования пользовательского интерфейса, основанного на операции перетаскивания. Программное обеспечение предоставляет постоянный доступ к стандартной поддержке сбора данных, управления, просмотра и экспорта сигналов в реальное время для осциллографов серии 4000. Версия Professional предоставляет возможность дополнительной обработки сигналов, расширенного анализа, обработки смешанных сигналов, развертывания осциллограмм, проверки пределов, возможность пошаговой обработки, задаваемой пользователем, и доступна в каждом приборе в течение 30-дневного пробного периода.

**OpenChoice® Desktop** – позволяет быстро и просто осуществлять связь между ПК, работающим под управлением Windows, и осциллографом серии 4000 через шину USB или LAN.

Поддерживает передачу и сохранение настроек, осциллограмм, измерений и снимков экрана.

**Драйвер IVI** – предоставляет стандартный интерфейс программирования прибора для распространенных приложений, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET и MATLAB.

## Характеристики экрана

**Тип экрана** – 10,4 дюйма (264 мм), цветной жидкокристаллический TFT-экран.

**Разрешение экрана** – 1 024 пиксела по горизонтали x 768 пикселей по вертикали (XGA).

**Виды осциллограмм** – векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.

## Порты ввода-вывода

**Драйвер CompactFlash** – доступ на передней панели (Тип 1).

**Полноскоростной порт USB 2.0** – поддерживает съемные запоминающие USB-устройства, принтеры и клавиатуру. Два порта размещены на задней панели, один – на передней.

**Порт USB 2.0 высокоскоростных устройств** – Разъем, расположенный на задней панели, позволяет управлять осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с помощью адаптера TEK-USB-488.

**Порт LAN** – разъем RJ-45, поддерживает стандарт 10/100Base-T.

**Видеопорт XGA** – разъем DB-15, розетка, используется для отображения экрана осциллографа на внешнем мониторе или проекторе. **Дополнительный вход** – Разъем BNC на передней панели. Входной импеданс 1 МОм. Максимальное напряжение на входе 250 В<sub>р.кв.</sub> с пиковым значением ±400 В.

**Выход компенсатора пробника** – Контакты на передней панели. Амплитуда 2,5 В. Частота 1 кГц.

**Выход запуска** – байонетный разъем (BNC) на задней панели; при запуске осциллографа на нем появляется импульс положительной полярности.

**Замок Kensington** – прорезь на задней панели под стандартный замок Kensington (для защиты от краж).

## Источник питания

**Напряжение источника питания** – от 100 до 240 В ±10%

**Частота источника питания** – от 47 до 66 Гц (от 90 до 264 В), от 360 до 440 Гц (от 100 до 132 В).

**Потребляемая мощность** – 250 Вт максимум.

## Физические характеристики

Размеры	мм	дюймы
Высота	229	9,0
Ширина	439	17,3
Длина	137	5,4
Масса	кг	фунты
Нетто	5	11
В упаковке	9,5	22
Вариант для монтажа в стойку		5U

## Общие характеристики

**Посвет для охлаждения** – 51 мм, обязательно с левой стороны и на задней панели прибора.

## Условия окружающей среды

### Температура

**В рабочем состоянии** – от 0 до +50 °С.

**При хранении** – от –20 до +60 °С

### Влажность

**В рабочем состоянии** – Верхнее значение: от 40 до 50 °С, относительная влажность от 10 до 60%. Нижнее значение: от 0 до 40 °С, относительная влажность от 10 до 90%.

**При хранении** – Верхнее значение: от 40 до 60 °С, относительная влажность от 5 до 60%. Нижнее значение: от 0 до 40 °С, относительная влажность от 5 до 90%.

### Высота над уровнем моря

**В рабочем состоянии** – 3 000 метров.

**При хранении** – 12 000 метров.

## Случайная вибрация

**В рабочем состоянии** – 0,31 G<sub>р.кв.</sub> от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут.

**При хранении** – 2,46 G<sub>р.кв.</sub> от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут.

## Соответствие нормативам

**Электромагнитная совместимость** – 89/336/EEC  
Безопасность – UL61010-1 второе издание;  
CSA61010-1 второе издание, EN61010-1:2001;  
IEC 61010-1:2001.

## ► Информация для заказа

### Модели DPO4000

**DPO4032** – 350 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, 2-канальный осциллограф с цифровым люминофором

**DPO4034** – 350 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, 4-канальный осциллограф с цифровым люминофором

**DPO4054** – 500 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, 4-канальный осциллограф с цифровым люминофором

**DPO4104** – 1 ГГц, 5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, 4-канальный осциллограф с цифровым люминофором

### Модели MSO4000

**MSO4032** – 350 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, осциллограф смешанных сигналов, имеющий 2+16 каналов.

**MSO4034** – 350 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, осциллограф смешанных сигналов, имеющий 4+16 каналов.

**MSO4054** – 500 МГц, 2,5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, осциллограф смешанных сигналов, имеющий 4+16 каналов.

**MSO4104** – 1 ГГц, 5 Гбайт/с, длина памяти 10 млн выборок, осциллограф смешанных сигналов, имеющий 4+16 каналов.

Со всеми моделями поставляются следующие принадлежности. Один пробник P6139A 500 МГц, 10x пассивный пробник для каждого аналогового канала, передняя крышка (200-4908-00), карта памяти CompactFlash, 32 MB (156-9413-00), руководство пользователя, компакт-диск с документацией (063-3903-00), программное обеспечение OpenChoice Desktop, программное обеспечение National Instruments SignalExpress Tektronix Edition, сертификат калибровки со схемой сопоставления эталонов для национальных метрологических учреждений и регистрация в системе качества ISO9001, шнур питания, сумка для принадлежностей (016-1967-00) и гарантия на 3 года. При заказе необходимо указать тип шнура питания и вариант руководства пользователя. Модели MSO также включают один 16-канальный логический пробник P6516 и комплект принадлежностей для логического пробника (020-2662-00).

## Программные модули

**DPO4AUTO** – встраиваемый, опциональный модуль запуска на последовательные потоки данных автоматизированных систем и их анализа. Позволяет запускать осциллограф по информации на уровне пакета на шине CAN, а также предоставляет средства анализа для просмотра сигнала в цифровом виде, просмотра шины, декодирования пакета, поиска и представления таблиц декодированных пакетов с метками времени.

**DPO4EMBD** – встраиваемый, опциональный модуль запуска на последовательные потоки данных, встроенных систем и их анализа. Позволяет запускать осциллограф по информации на уровне пакета на шинах I2C и SPI, а также предоставляет средства анализа для просмотра сигнала в цифровом виде,

## Осциллографы с цифровым люминофором Осциллографы смешанных сигналов

► Семейство осциллографов Tektronix серии 4000 • Серия DPO4000 • Серия MSO4000

просмотра шины, декодирования пакета, поиска и представления таблиц декодирования пакета с метками времени. Работа с шиной SPI доступна только на четырехканальных моделях.

**DPO4COMP** – встраиваемый, опциональный модуль запуска на последовательные потоки данных компьютерных систем и их анализа. Позволяет запускать осциллограф по информации на уровне пакета на шине RS-232, а также предоставляет средства анализа для просмотра сигнала в цифровом виде, просмотра шины, декодирования пакета, поиска и представления таблиц декодированных пакетов с метками времени.

### Варианты поставки Тип шнура питания

**Опция A0** – Северная Америка.

**Опция A1** – Универсальный, Европейский

**Опция A2** – Великобритания.

**Опция A3** – Австралия.

**Опция A5** – Швейцария.

**Опция A6** – Япония.

**Опция A10** – Китай.

**Опция A11** – Индия.

**Опция A99** – без шнура питания и адаптера переменного тока.

### Руководство пользователя языковые варианты<sup>1</sup>

**Опция L0** – руководство пользователя на английском языке.

**Опция L1** – руководство пользователя на французском языке.

**Опция L2** – руководство пользователя на итальянском языке.

**Опция L3** – руководство пользователя на немецком языке.

**Опция L4** – руководство пользователя на испанском языке.

**Опция L5** – руководство пользователя на японском языке.

**Опция L6** – руководство пользователя на португальском языке.

**Опция L7** – руководство пользователя на китайском языке, упрощенное письмо.

**Опция L8** – руководство пользователя на китайском языке, традиционное письмо.

**Опция L9** – руководство пользователя на корейском языке.

**Опция L10** – руководство пользователя на русском языке.

**Опция L99** – без руководства пользователя.

### Варианты обслуживания<sup>2</sup>

**Опция C3** – услуги по калибровке в течение 3 лет.

**Опция C5** – услуги по калибровке в течение 5 лет.

**Опция CA1** – обеспечивается одна калибровка или техническое обслуживание в течение назначенного интервала калибровки, в зависимости от того, какое из событий наступит первым.

**Опция D1** – отчет с данными калибровки.

**Опция D3** – отчет с данными калибровки в течение 3 лет (с опцией C3).

**Опция D5** – отчет с данными калибровки в течение 5 лет (с опцией C5).

**Опция R5** – услуги по ремонту в течение 5 лет (включая гарантию).

### Рекомендуемые пробники

**TAP1500** – активный пробник TekVPI™ 1,5 ГГц.

**TDP0500** – дифференциальный пробник TekVPI 42 В 500 МГц.

**TDP1000** – дифференциальный пробник TekVPI 42 В 1 ГГц.

**TSP0030** – токовый пробник TekVPI 120 МГц, 30 А постоянного и переменного тока.

**TCPA300/400<sup>3</sup>** – системы измерения тока.

**P6246<sup>3</sup>** – дифференциальный пробник 400 МГц.

**P6247<sup>3</sup>** – дифференциальный пробник 1,0 ГГц.

**P5205<sup>3</sup>** – высоковольтный дифференциальный пробник 1,3 кВ, 100 МГц.

**P5210<sup>3</sup>** – высоковольтный дифференциальный пробник 5,6 кВ, 50 МГц.

**P5100** – высоковольтный пассивный пробник 2,5 кВ, 100X.

**ADA400A<sup>3</sup>** – высокочувствительный дифференциальный усилитель 100X, 10X, 1X, 0,1X.

**NEX-HD2HEADER** – от выхода разъема типа MicroD до контактов головки 2,5 мм.

### Рекомендуемые принадлежности

**071-1844-XX** – руководство по сервисному обслуживанию (только на английском языке).

**SIGEXPTE** – программное обеспечение National Instruments SignalExpress™ Tektronix Edition Software Professional Edition.

**TPA-BNC** – BNC адаптер TekVPI для подключения пробников с интерфейсом TekProbe™.

**TEK-USB-488** – адаптер GPIB к USB.

**119-6827-00** – считывающее устройство карт памяти CompactFlash с интерфейсом USB.

**AC4000** – мягкий транспортный футляр.

**HCSTEK4321** – жесткий транспортный футляр (необходима сумка AC4000).

**RM4000** – монтажный набор.

**AMT75<sup>3</sup>** – адаптер 1 ГГц, 75 Ом.

### Гарантия

Гарантия 3 года (все детали и потраченное на ремонт рабочее время) за исключением пробников.

<sup>1</sup> В некоторые языковые варианты входит наклейка на переднюю панель с переводом названий элементов управления.

<sup>2</sup> Гарантия на осциллограф и предложения по ремонту не относятся к пробникам и принадлежностям. Конкретные гарантии и условия калибровки пробников и принадлежностей см. в соответствующих технических описаниях.

<sup>3</sup> Требуется BNC адаптер TekVPI к TekProbe (TPA-BNC).

Как связаться с корпорацией Tektronix:

АСЕАН, Океания (65) 6356 3900

Австрия +41 52 675 3777

Балканы, Израиль,

Южная Африка и страны региона ISE +41 52 675 3777

Бельгия 07 81 60166

Бразилия и Южная Америка (11) 40669400

Канада 1 (800) 661-5625

Центр Восточной Европы, Украина, Прибалтика +41 52 675 3777

Центральная Европа и Греция +41 52 675 3777

Дания 80 88 1401

Финляндия +41 52 675 3777

Франция 33 (0) 1 69 86 81 81

Германия +49 (221) 94 77 400

Гонконг (852) 2585-6688

Индия (91) 80-22275577

Италия +39 (02) 25086 1

Япония 81 (3) 6714-3010

Люксембург +44 (0) 1344 392400

Мексика, Центральная Америка,

страны Карибского бассейна 52 (55) 5424700

Ближний Восток, Азия и Северная Африка +41 52 675 3777

Нидерланды 090 02 021797

Норвегия 800 16098

Китайская Народная Республика 86 (10) 6235 1230

Польша +41 52 675 3777

Португалия 80 08 12370

Корейская Республика 82 (2) 528-5299

Россия, СНГ +7 (495) 7484900

Южная Африка +27 11 254 8360

Испания (+34) 901 988 054

Швеция 020 08 80371

Швейцария +41 52 675 3777

Тайвань 886 (2) 2722-9622

Великобритания и Ирландия +44 (0) 1344 392400

США 1 (800) 426-2200

Жителям других стран следует

обращаться в компанию Tektronix, Inc.: 1 (503) 627-7111

Последнее обновление: 15 сентября 2006 г.

Новейшую информацию о наших продуктах можно найти по адресу: [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)



Приборы производятся на предприятиях, сертифицированных на соответствие стандартам ISO.

Приборы соответствуют требованиям стандарта IEEE 488.1-1987, RS-232-C и стандартным сводам правил и форматам Tektronix.

© Tektronix, 2006. Все права защищены. 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 технических характеристик и цен сохранены. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc. Все остальные упомянутые торговые названия являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих владельцев.

12/06 HB/WOW

3GU-20156-0

**Tektronix**

Enabling Innovation