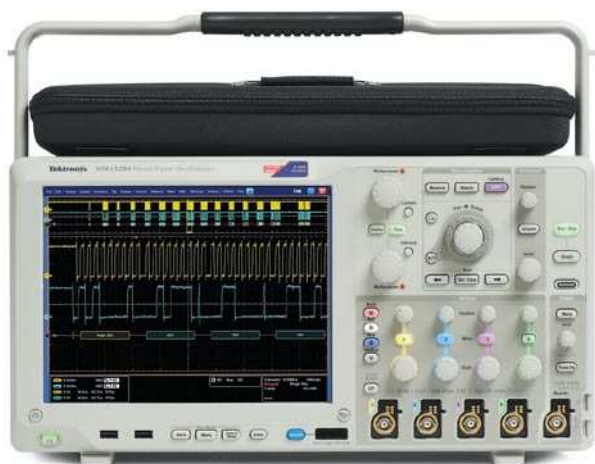


# Осциллографы смешанных сигналов / осциллографы с цифровым люминофором

## Серии MSO5000 / DPO5000



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой 2 ГГц, 1 ГГц, 500 МГц и 350 МГц
- Частота дискретизации в реальном времени до 10 Гвыб/с на одном или двух каналах и до 5 Гвыб/с на всех четырех каналах
- Длина записи с использованием функции MultiView Zoom™ — до 250 млн точек
- Максимальная скорость захвата с использованием функции FastAcq™ — более 250 000 осциллограмм в секунду
- Скорость захвата в режиме FastFrame с использованием сегментированной памяти — более 310 000 кадров в секунду
- Пассивные пробники напряжения с емкостной нагрузкой менее 4 пФ и полосой пропускания аналогового сигнала 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Выбираемые пользователем фильтры ограничения полосы пропускания для повышения точности измерения на низких частотах
- Расширенная система запуска

#### Простота использования

- Органы управления Wave Inspector® обеспечивают простоту перемещения по осциллограммам и автоматизацию поиска
- Настраиваемые окна элементов управления MyScope® и контекстные меню обеспечивают максимальную эффективность
- 53 автоматических измерения, построение гистограмм и БПФ для обеспечения упрощенного анализа осциллограммы

- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает автоматическую установку масштаба и единиц измерения для активных, дифференциальных и токовых пробников
- Яркий дисплей XGA с диагональю 10,4 дюйма (264 мм) и сенсорным экраном
- Компактные размеры — всего 206 мм в глубину и масса менее 6,7 кг.

#### Подключение

- Два хост-порта USB на передней панели и четыре на задней для сохранения данных, печати и подключения периферийных устройств
- Порт USB на задней панели для простого подключения к ПК или устройству с GPIB при помощи адаптера
- Встроенный порт 10/100/1000BASE-T Ethernet для подключения к локальным сетям и выходной порт VGA для внешнего монитора или проектора
- Операционная система Microsoft® Windows 7 (64-разрядная)
- Соответствие стандарту LXI Class C

#### Разработка и анализ систем со смешанными сигналами (серия MSO)

- Автоматический запуск и декодирование по параллельным шинам
- Установка значения порогового напряжения для каждого канала
- Высокоскоростная регистрация в режиме MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени до 60,6 пс на цифровых каналах

#### Запуск и анализ по последовательным шинам (опционально)

- Автоматический запуск и декодирование по шинам I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB
- Автоматический запуск и декодирование по автомобильным протоколам CAN и LIN

#### Прикладное ПО для анализа (опционально)

- Программные пакеты для проверки на соответствие стандартам Ethernet и USB 2.0, а также анализа джиттера и построения глазковых диаграмм, анализа источников питания и шин памяти DDR
- Тестирование в пределах и по маске обеспечивает быстрое определение характеристик сигнала



**Обнаружение.** Высокая скорость захвата — более 250 000 осциллограмм/с — позволяет увеличить вероятность обнаружения глитчей и других редких событий

### Многофункциональный инструмент для отладки систем со смешанными сигналами

Имея всего один осциллограф смешанных сигналов серии MSO/DPO5000, можно анализировать до 20 аналоговых и цифровых сигналов и быстро обнаруживать и диагностировать проблемы, возникающие в сложных системах. Полоса пропускания 2 ГГц и частота дискретизации до 10 Гвыб/с позволяют рассмотреть быстро изменяющиеся особенности сигнала. Для захвата продолжительных фрагментов сигнала с высоким разрешением по времени приборы серии MSO/DPO5000 в стандартной комплектации оснащены памятью 12,5 млн точек на канал с возможностью дальнейшего расширения (опционально) до 125 млн точек (или 250 млн точек для двух каналов).

Благодаря органам управления Wave Inspector®, обеспечивающим быструю навигацию по длинной памяти, и более чем 10 дополнительно поставляемым программным и аналитическим пакетам для решения различных прикладных задач и углубленного анализа, осциллографы серии MSO/DPO5000 компании Tektronix предоставляют полный набор инструментов, необходимых пользователю для упрощения и быстрой отладки сложных аналого-цифровых систем.

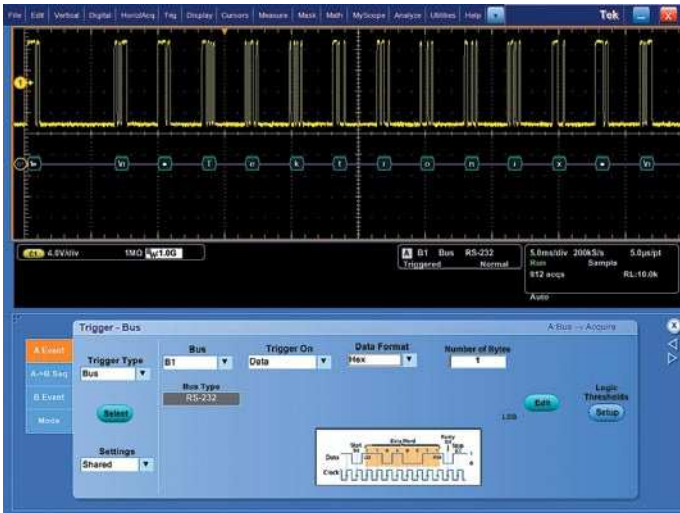
### Широчайший набор функций ускоряет каждый этап отладки

Осциллографы серии MSO/DPO5000 содержат широкий набор функций, ускоряющих каждый этап работы над проектом — от быстрого обнаружения и захвата аномалии до поиска участка записанной осциллограммы, связанного с конкретным событием, анализом характеристик и поведения тестируемого устройства.

### Обнаружение

Для устранения проблемы, возникшей при проектировании, прежде всего нужно узнать о ее существовании. Каждый разработчик тратит определенное время на поиск проблем, которые могут иметь место в его проекте. Отсутствие подходящих инструментов отладки делает это время довольно продолжительным и порождает неверие в собственные силы.

Осциллографы серии MSO/DPO5000 предоставляют наиболее полные возможности по отображению сигналов, обеспечивая быстрое понимание того, как фактически работает устройство. Патентованная технология FastAcq™ компании Tektronix обеспечивает скорость захвата более 250 000 осциллограмм в секунду. Благодаря этому можно увидеть сбои и различные редкие события, длящиеся в течение нескольких секунд, и выяснить истинную природу отказов устройства. Дисплей с цифровым люминофором с цветовой градацией частоты появления событий показывает полную историю активности сигнала.



**Захват.** Запуск по определенному пакету данных на шине RS-232. Полный набор установок для системы запуска, включая содержимое пакетов последовательных шин, гарантирует быстрый захват интересующего события.

## Захват

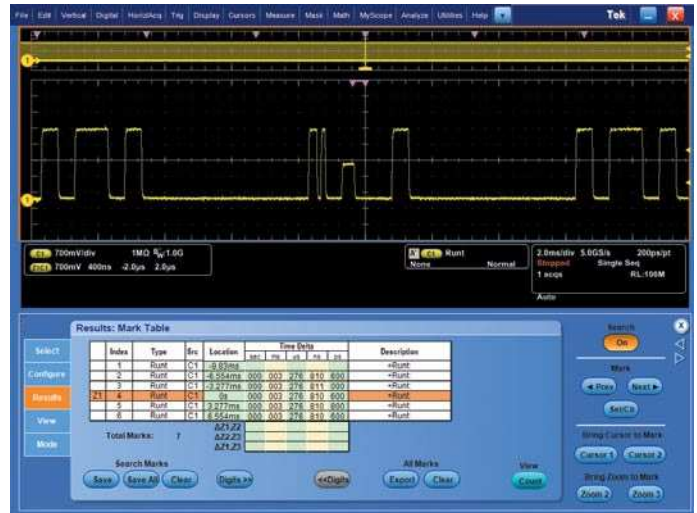
Обнаружение сбоя в работе устройства — это лишь первый шаг. Далее необходимо выполнить захват искомого события, чтобы выявить причину его возникновения.

Точный захват любого сигнала начинается с качественных пробников. В стандартную комплектацию осциллографов серии MSO/DPO5000 входят четыре пассивных высокоомных пробника с малой емкостью — менее 4 пФ — для точного захвата сигнала и минимизации влияния щупа на тестируемое устройство.

Расширенная система запуска приборов серии MSO/DPO5000 позволяет быстро находить следующие события: ранты, глитчи, импульсы заданной ширины, ошибки времени ожидания, переходные процессы, шаблоны, состояния, нарушения времени установки/удержания, а так же пакеты, передаваемые по последовательным или параллельным шинам. Низкий уровень джиттера системы запуска допускает использование точки запуска в качестве опорной для проведения измерений.

Располагая записью длиной до 250 млн точек, можно проводить исследование множества представляющих интерес событий, вплоть до тысяч последовательных пакетов за один захват с целью последующего анализа, при этом сохраняя высокое разрешение для просмотра в увеличенном виде мелких деталей поведения сигнала. При помощи функции MultiView Zoom™ можно производить исследование одновременно нескольких фрагментов осциллограммы и осуществлять быстрое сравнение событий в режиме реального времени. Режим сегментированной памяти FastFrame™ позволяет эффективно использовать память прибора путем захвата множества событий и их помещения в один кадр (фрейм) без записи длительных временных интервалов между ними. Фрагменты можно просматривать и измерять как по отдельности, так и с наложением их друг на друга.

Приборы серии MSO/DPO5000 обеспечивают комплексную поддержку стандартов последовательной передачи данных — I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB — от запуска по заданному содержимому пакета до автоматического декодирования в различных форматах представления данных. Возможность декодирования одновременно до 16 последовательных и/или параллельных шин дает возможность быстро определять проблемы системного уровня.



**Поиск.** Результаты расширенного поиска импульса типа «рант» в длинной памяти осциллографа. Каждый случай появления рант-импульса автоматически маркируется для облегчения навигации между такими событиями. Органы управления Wave Inspector значительно повышают эффективность просмотра записанных осциллограмм и перемещения по ним.

Для дальнейшего облегчения усилий по устранению неполадок, связанных с взаимодействиями на системном уровне в сложных встроенных системах, приборы серии MSO5000 предлагают 16 цифровых каналов дополнительно к имеющимся аналоговым каналам. Поскольку цифровые каналы полностью интегрированы в осциллограф, можно осуществлять запуск по всем входным каналам с полной временной корреляцией. Режим высокоскоростной регистрации MagniVu™ позволяет анализировать мельчайшие особенности сигнала (с разрешением до 60,6 пс) вокруг точки запуска, обеспечивая высокую точность измерений. MagniVu играет важную роль при проведении временных измерений для определения времени установки/удержания, задержки тактовых сигналов, сдвига и определения характеристик глитчей.

## Поиск

Поиск определенного события в длинной памяти может потребовать больших затрат времени. Объем памяти современных осциллографов может превышать миллион точек данных на канал, и поиск требуемого события может потребовать просмотра содержимого тысяч экранов при помощи обычной ручки прокрутки по горизонтали.

Приборы серии MSO/DPO5000 обеспечивают простой и быстрый поиск и навигацию по осциллограммам благодаря инновационным органам управления Wave Inspector®. Это позволяет ускорить панорамирование и масштабирование интересующих участков исследуемой записи. Благодаря уникальной системе обратной связи по усилию на ручке прокрутки осциллограммы можно переходить от одного конца записи к другому всего за секунды. Пользовательские метки позволяют отмечать любое место, к которому впоследствии необходимо вернуться для проведения дальнейших исследований. Возможно также осуществление автоматического поиска событий в длинной памяти по критериям, заданным пользователем. Wave Inspector мгновенно находит и маркирует интересное событие, проводя поиск по аналоговому и цифровому каналам. В дальнейшем пользователь может быстро переходить от одного события к другому при помощи управляющих клавиш «вперед» и «назад». Возможности системы поиска и маркировки приборов MSO/DPO5000 позволяют искать до восьми различных событий одновременно и прекращать текущую регистрацию данных сразу же после нахождения требуемого события, тем самым дополнительно экономя время.



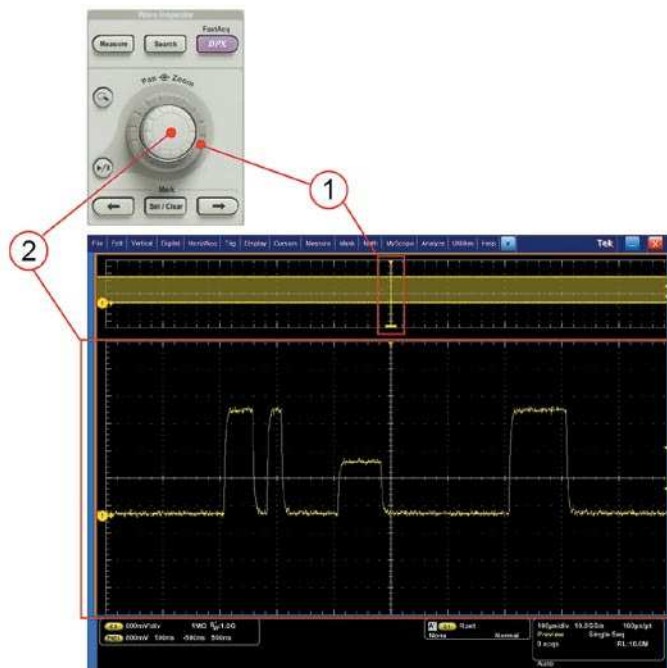
Анализ. Гистограмма спада сигнала, отображающая распределение положения спада (джиттер) во времени. Приведены численные результаты измерений, выполненных на гистограмме сигнала. Обширный набор встроенных средств анализа позволяет ускорить проверку тестируемого устройства

## Анализ

Чтобы убедиться в соответствии тестируемого устройства параметрам технического задания и результатам моделирования, необходимо провести его комплексный анализ. Он может включать в себя как простые проверки времени нарастания и ширины импульсов, так и сложные: анализ потерь мощности, определение характеристик тактовых сигналов, исследование источников помех. Осциллографы серии MSO/DPO5000 предлагают обширный набор встроенных средств анализа, включающий в себя курсоры осциллограмм и экранные, 53 автоматических измерения, расширенные математические средства анализа осциллограмм, в том числе редактор уравнений, гистограммы сигналов и БПФ.

В комплект поставки приборов серии MSO/DPO5000 входит программное обеспечение анализа джиттера и построения глазковых диаграмм DPOJET Essentials, расширяющее измерительные возможности и позволяющее производить измерения в смежных периодах тактового сигнала и сигналов данных в режиме однократного запуска в реальном времени. Это дает возможность измерения ключевых параметров джиттера и синхронизации, таких как ошибки временного интервала и фазовый шум, позволяющих охарактеризовать возможные проблемы в системе. Такие средства анализа, как графики временных трендов и гистограммы, быстро показывают зависимости изменения параметров во времени, а анализ спектра показывает точную частоту и амплитуду источников джиттера и модуляции.

Специальное прикладное программное обеспечение для отладки и проверки на соответствие различным протоколам последовательной передачи данных, анализу источников питания, тестированию по маске и в пределах, анализу шин памяти DDR, доступно в качестве опций для приборов серии MSO/DPO5000.



Органы управления Wave Inspector значительно облегчают навигацию и поиск по длинной памяти. Перемещение осуществляется вращением внешней рукоятки, отвечающей за панорамирование (1). От начала до конца можно переместиться за считанные секунды. Хотите рассмотреть какой-либо участок записи подробно? Поверните внутреннюю ручку, отвечающую за масштабирование (2).

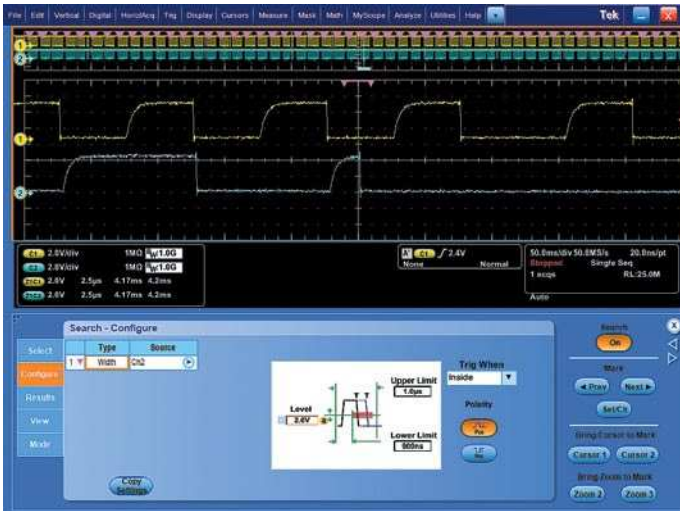
## Навигация и расширенные возможности поиска и маркировки событий с использованием органов управления Wave Inspector®

Стандартная память 12,5 млн точек на канал содержит тысячи экранов информации.

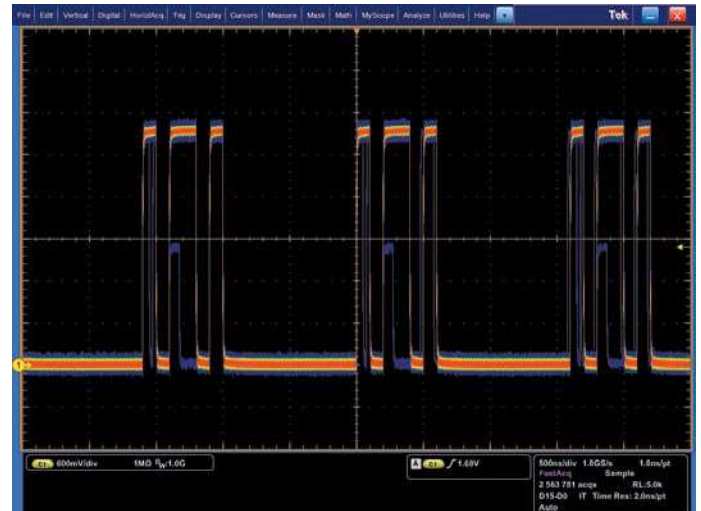
Органы управления Wave Inspector позволяют за секунды находить требуемое событие — это инновационный инструмент навигации и поиска с уникальными возможностями.

## Масштабирование и панорамирование

Две concentric ручки на передней панели — интуитивно понятные органы управления панорамированием и масштабированием. Внутренняя ручка служит для установки коэффициента масштабирования (масштаба). При ее повороте по часовой стрелке включается функция масштабирования и увеличивается коэффициент масштабирования; а при повороте против часовой стрелки коэффициент масштабирования уменьшается и, в конечном счете, функция масштабирования отключается. Теперь для изменения масштаба не требуется перемещаться по многочисленному меню. Внешняя ручка управления служит для перемещения окна масштабирования по осциллограмме с целью быстрого доступа к нужной части сигнала. Кроме того, она снабжена обратной связью по усилию, определяющей скорость прокрутки сигнала. Чем больше угол, на который повернута внешняя ручка, тем быстрее перемещается окно масштабирования. Чтобы изменить направление прокрутки, достаточно повернуть её в обратную сторону.



Шаг поиска 1. Определяем критерии поиска.



На приборах серии MSO/DPO5000 технология DPX позволяет осуществлять захват сигналов со скоростью свыше 250 000 осциллограмм/с. Цветовая градация частоты появления событий на экране позволяет идентифицировать редкие события и сбои в реальном времени.

### Пользовательские метки

Чтобы поместить одну или несколько меток на интересующий участок осциллограммы, нажмите кнопку **Set Mark** (поставить метку) на передней панели. Для перемещения по меткам достаточно нажимать на передней панели кнопки **Previous** (назад) (←) и **Next** (→) (вперед).

### Метки поиска

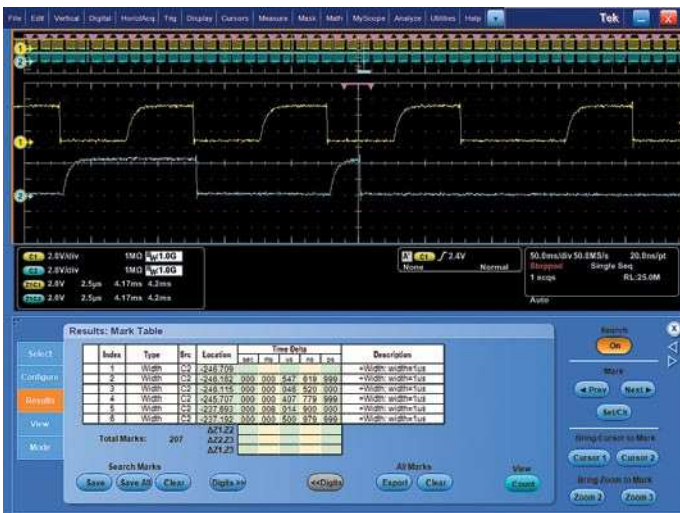
Кнопка **Search** (поиск) позволяет осуществлять автоматический поиск по длинной памяти прибора. Все события, соответствующие заданным критериям поиска, выделяются метками, что упрощает перемещение между ними с помощью кнопок **Previous** (назад) (←) и **Next** (→) (вперед). Поиск может осуществляться по следующим критериям: фронт, глитч, ширина импульса, время ожидания, рант, шаблон, состояние, время установки/удержания, переходной процесс и окно.

### Технология цифрового люминофора

Технология цифрового люминофора, используемая в приборах серии MSO/DPO5000, обеспечивает быстрое выявление особенностей реальной работы тестируемого устройства. Высокая скорость захвата — свыше 250 000 осциллограмм/с — обеспечивает высокую вероятность обнаружения редких проблем в цифровых системах, таких как ранты, глитчи, временные нарушения и т. д.

Осциллограммы накладываются одна на другую, а их точки маркируются цветами в соответствии с частотой появления. Таким образом, быстро выделяются события, которые происходят наиболее часто или — в случае эпизодических аномалий, наименее часто.

В приборах серии MSO/DPO5000 можно выбрать бесконечное или переменное послесвечение, определяющее длительность сохранения на экране изображения данных предыдущей осциллограммы. Это позволяет определить, насколько часто происходит то или иное событие.



Шаг поиска 2. Wave Inspector осуществляет автоматический поиск по записи и отмечает каждое событие маркером в виде треугольника. После этого при помощи кнопок **Previous** (назад) и **Next** (вперед) можно перемещаться от одного события к другому.

### Воспроизведение/пауза

Специальная кнопка **Play/Pause** (воспроизведение/пауза) на передней панели обеспечивает автоматическую прокрутку осциллограммы на экране для просмотра и поиска аномалий и событий, представляющих интерес. Скорость и направление воспроизведения задаются с помощью внешней рукоятки. В этом случае поворот рукоятки на большой угол также приводит к ускорению прокрутки осциллограммы, а для изменения направления прокрутки достаточно повернуть рукоятку в обратную сторону.



Цветовое кодирование логических состояний цифровых сигналов позволяет с легкостью определять уровни независимо от того, видны ли переходные процессы или нет. Зеленым цветом кодируются состояния логической «1», синим — логического «0». Значения пороговых напряжений для цифровых сигналов можно устанавливать для каждого канала, обеспечивая возможность работы с 16 различными логическими элементами.

### Точность измерений

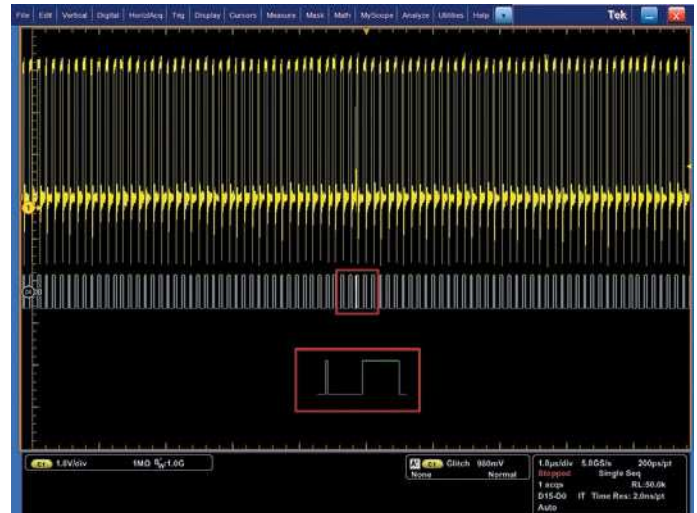
Пробники серии TPP, входящие в комплект поставки осциллографов серии MSO/DPO5000, обеспечивают полосу пропускания аналогового сигнала шириной до 1 ГГц и емкостную нагрузку менее 4 пФ. Эти характеристики сводят к минимуму неблагоприятные воздействия пробников на исследуемые цепи и делают менее критичной длину заземляющего проводника. Благодаря широкой полосе пропускания пробников серии TPP можно видеть высокочастотные составляющие исследуемого сигнала, что важно при исследовании высокоскоростных сигналов. Данные пробники обладают всеми преимуществами пассивных пробников, такими как большой динамический диапазон, возможности подключения и прочная механическая конструкция, обеспечивая такую же эффективность, как у активных пробников.

### Разработка и анализ систем со смешанными сигналами (серия MSO)

Осциллографы смешанных сигналов серии MSO5000 оснащены 4 аналоговыми и 16 цифровыми каналами. Эти каналы непосредственно встроены в пользовательский интерфейс осциллографа, упрощая работу и делая возможным более простое разрешение затруднений, связанных с использованием смешанных сигналов.

### Цветовое кодирование логических состояний

В приборах серии MSO5000 пересмотрен способ просмотра цифровых осциллограмм. Одна общая проблема, имеющая место



Режим регистрации сигналов MagniVu, обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс, позволяя производить точные временные измерения на диаграммах логических состояний.

в осциллографах смешанных сигналов — это определение логических состояний «0» и «1» при таком значении развертки по горизонтали, когда переходов между логическими состояниями не видно. Для решения этой проблемы в осциллографах серии MSO5000 используется цветовая кодировка событий: единицы отображаются зеленым цветом, а нули — синим.

Способность обнаружения множественных переходных процессов в осциллографах серии MSO5000 позволяет пометить на экране соответствующие участки диаграмм логических состояний. Это означает, что при увеличении масштаба или повторной регистрации данных с большей частотой дискретизации будет доступна дополнительная информация о переходах. В большинстве случаев при увеличении будет виден сбой, который не просматривался при предыдущих настройках.

### Высокоскоростная регистрация в режиме MagniVu™

При работе в стандартном режиме регистрации цифровых сигналов осциллограф серии MSO5000 будет запоминать до 40 млн точек со скоростью 500 Мвыб/с (с разрешением 2 нс). Режим записи со сверхвысоким разрешением, называемый MagniVu, обеспечивает регистрацию 10 000 точек со скоростью до 16,5 Гвыб/с (с разрешением 60,6 пс). Регистрация как в основном режиме, так и в режиме MagniVu осуществляется при каждом запуске, и в любое время можно переключаться между ними на дисплее. Режим MagniVu обеспечивает значительно более высокое разрешение, чем разрешение в аналогичных по параметрам осциллографах смешанных сигналов других производителей, что придает дополнительную уверенность в случае проведения важных временных измерений на цифровых осциллограммах.



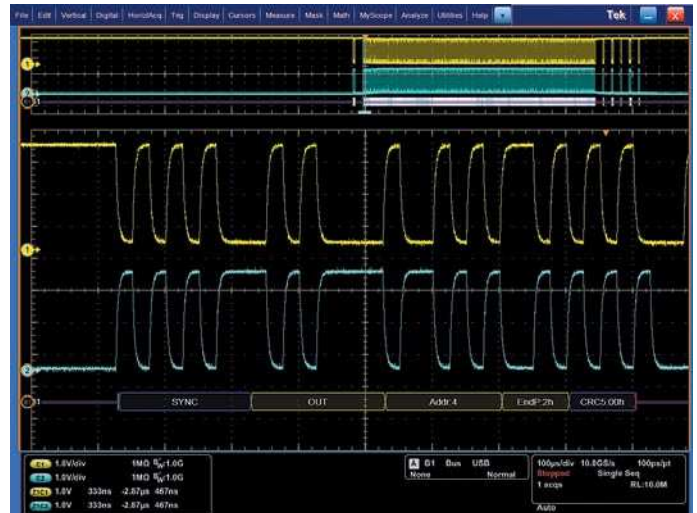
В комплект поставки осциллографов MSO5000 входит 16-ти канальный цифровой пробник P6616 с двумя подами по 8 каналов для облегчения подключения к тестируемому устройству.

## Пробник P6616 для цифровых сигналов

Конструктивно этот уникальный пробник содержит два восьми-канальных пода. Для упрощения подсоединения к тестируемому устройству каждый сигнальный провод заканчивается наконечником с «утопленным» заземляющим контактом. Коаксиальный кабель первого канала каждого пода окрашен в синий цвет для упрощения его идентификации. Общая шина заземления использует клемму автомобильного типа, что упрощает создание специальных точек заземления для подсоединения к испытываемому устройству. Для подсоединения к штыревым контактам квадратной формы в пробнике P6616 имеется адаптер, который крепится к головке пробника, удлиняющий утопленный заземляющий контакт. Пробник P6616 обладает выдающимися характеристиками: емкостная нагрузка — всего 3 пФ, входное сопротивление — 100 кОм, полоса до 500 МГц, регистрация импульсов длительностью до 1 нс.

## Запуск по последовательным интерфейсам и анализ (опционально)

Сигналы последовательных шин могут содержать информацию о данных, адресе, управлении и тактовом сигнале. Это может усложнять выделение представляющих интерес событий. Осциллографы серии MSO/DPO5000 предлагают набор инструментов для отладки последовательных шин с возможностью автоматического запуска и декодирования таких протоколов последовательной передачи данных, как I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB.



Запуск по пакету OUT Token высокоскоростной последовательной шины USB. Шинное отображение сигнала включает декодированное содержимое пакета, в том числе Start (пуск), Sync (синхронизация), PID, Address (адрес), End Point (конечная точка), CRC, Data values (значения данных) и Stop (стоп).

## Запуск по последовательным шинам

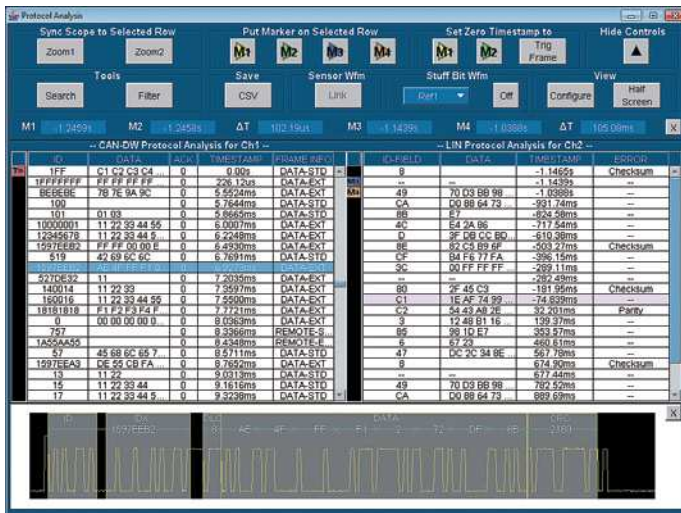
Запуск по содержимому пакета, такому как начало пакета, конкретные адреса, конкретные данные, уникальные идентификаторы и т. д. для таких популярных низкоскоростных последовательных интерфейсов, как I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB.

## Отображение шины

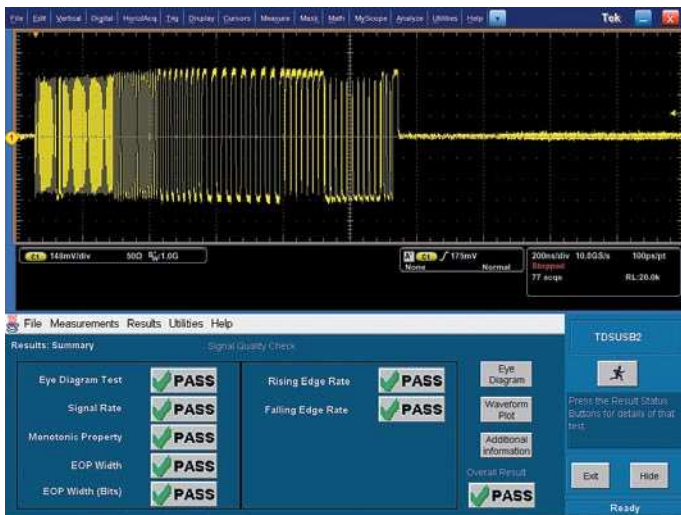
Обеспечивается представление высокого уровня для комбинации отдельных сигналов (тактовых импульсов, данных, разрешающих сигналов ИС и т. д.), которые формируют шину, что упрощает идентификацию начала и конца пакетов и выделение компонентов пакета, таких как адрес, данные, идентификаторы, CRC и др.

## Декодирование шины

Вы устали от просмотра осциллограмм и подсчета тактов, от попыток установить значения битов, от объединения битов в байты и определения шестнадцатеричного значения? Теперь осциллограф может делать это сам! После настройки параметров шины осциллограф серии MSO/DPO5000 декодирует каждый проходящий по ней пакет и отображает его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только для USB) представлениях или в кодах ASCII (только USB и RS-232/422/485/UART).



Временные соотношения и декодировка протоколов CAN и LIN.



Тестирование на соответствие USB 2.0.

## Программное обеспечение для автоматического декодирования протоколов CAN и LIN (опционально)

Опциональный пакет программ для анализа последовательных шин CAN/LIN (опция VNM) предоставляет возможность исследования и тестирования данных протоколов. С помощью этого ПО можно проводить измерения допустимых отклонений тактовых сигналов и задержки распространения с одновременным декодированием пакетов.

## Тестирование на соответствие последовательным интерфейсам (опционально)

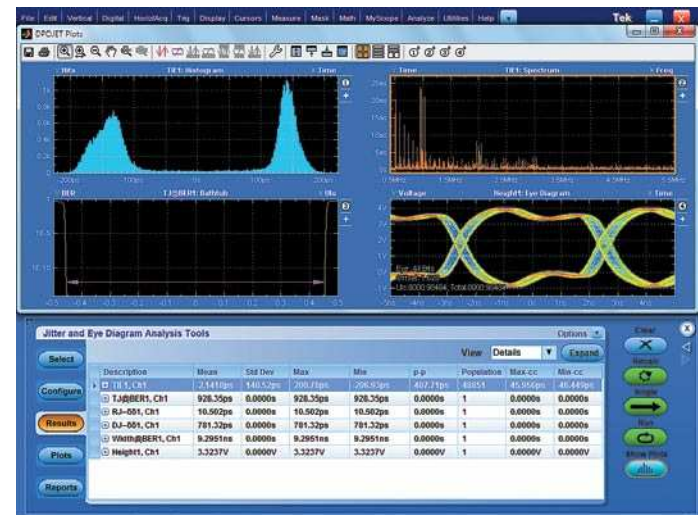
Пакеты программ для проведения автоматического тестирования на соответствие имеются для устройств физического уровня Ethernet 10BASE-T и 100BASE-T (опция ET3) и USB 2.0 (опция USB). Эти пакеты программ позволяют производить тестирование на основе специализированных тестов для каждого интерфейса.

## Анализ источников питания (опционально)

Дополнительный пакет программ для анализа источников питания (опция PWR) позволяет выполнить быстрый и точный анализ качества электропитания, потерь при переключениях, гармоник,



Измерение безопасной рабочей зоны. Автоматический анализ источников питания позволяет быстро и точно выполнять анализ типовых параметров.



ПО для расширенного анализа джиттера и построения глазковых диаграмм.

магнитных измерений, безопасной рабочей зоны (SOA), модуляции, пульсации и крутизны сигнала (di/dt, dv/dt). Автоматизированные и повторяемые измерения доступны простым нажатием кнопки — никаких внешних компьютеров или установки сложных программ не требуется. Этот пакет включает в себя настраиваемый генератор подробных отчетов для документирования результатов проведенных измерений.

## ПО для расширенного анализа джиттера и построения глазковых диаграмм (опционально)

Пакет программ DPOJET Advanced (опция DJA) предлагает расширенные возможности, обеспечивающие полный набор средств анализа джиттера, временных параметров сигналов и других проблем. DPOJET Advanced предлагает дополнительные инструменты анализа, такие как разделение компонентов джиттера Rj/Dj, маски глазковых диаграмм для тестирования на соответствие, тестирование в пределах типа «годен/негоден». Запускаемый одним касанием мастер предельно упрощает настройку измерений джиттера. Программное обеспечение DPOJET Advanced работает совместно с пакетами тестирования на соответствие таким стандартам последовательных шин как DDR и USB.





Тестирование сигнала OC-12 при помощи маски, захват всех нарушений маски.

### Тестирование в пределах и по маске (опционально)

Дополнительные пакеты программ для тестирования в пределах (опция LT) и по маске (опция MTM) полезны при долговременном мониторинге сигнала, определении характеристик в процессе разработки и тестировании на производственной линии. ПО тестирования в пределах осуществляет сравнение тестируемого сигнала с заведомо образцовой, или «золотой», версией того же сигнала с определенными пользователем допусками по вертикали и горизонтали. Программа тестирования по маске включает в себя широкий набор масок для телекоммуникационных и компьютерных стандартов с целью облегчения проверки на соответствие. Кроме того, для описания сигналов могут создаваться пользовательские маски. Используя оба этих пакета программ, можно настроить тест со своими конкретными требованиями, определив длительность тестирования числом осциллограмм, установив порог нарушения, который должен быть преодолен, прежде чем тест может быть рассмотрен, как неудавшийся, установив подсчет событий наряду со статистической информацией, определив действия в случае возникновения нарушений, сбоя тестирования и успешного завершения тестирования. Будь то задание шаблона предельного значения или задание маски, прохождение теста типа «годен/негоден», заключающегося в поиске аномалий (например, сбоев) на осциллограмме, никогда не было проще.

### Анализ шины памяти DDR (опционально)

Дополнительный пакет программ для анализа шин памяти DDR (опция DDRA) автоматически идентифицирует пакеты чтения и записи стандартов DDR1, DDR2, LP-DDR1 и LP-DDR2 и производит измерения в соответствии с методиками JEDEC типа «годен/негоден» на всех фронтах в каждом пакете чтения и записи; является совершенным средством отладки и устранения неполадок на шинах памяти DDR. Возможны также обычные измерения параметров тактового сигнала, адреса и параметров управляющих сигналов. Использование опции DDRA совместно с DPOJET (опция DJA) — кратчайший путь к решению сложных проблем передачи сигналов по шинам памяти.

### Конструкция прибора позволяет существенно облегчить работу

#### Большой дисплей с высоким разрешением

Прибор серии MSO/DPO5000 оборудован цветным сенсорным дисплеем XGA с диагональю 10,4 дюйма (264 мм).

#### Специальные элементы управления на передней панели

Отдельные органы управления по вертикали на каждый канал обеспечивают простое и интуитивно понятное управление. Теперь не требуется пользоваться одним комплектом ручек для всех четырех каналов.

#### Подключения

Два хост-порта USB на передней панели позволяют легко передавать снимки экрана, настройки прибора и данные осциллограмм на флеш-накопители. На задней панели находятся четыре дополнительных хост-порта USB и порт устройства USB для дистанционного управления осциллографом при помощи ПК или для подключения периферийных устройств. Встроенный порт Ethernet 10/100/1000BASE-T обеспечивает простое подключение к локальным сетям, а порт Video Out (выход видеосигнала) позволяет выводить информацию на внешний монитор или проектор. Порты PS/2 для клавиатуры и мыши предусмотрены для конфигураций с защитой от несанкционированного доступа, требующей блокировки портов USB. Съёмный жесткий диск облегчает пользовательскую настройку для различных пользователей, а также допускает использование в защищенной среде.



Компактные размеры приборов серии MSO/DPO5000 освобождают ценное пространство на рабочем столе.



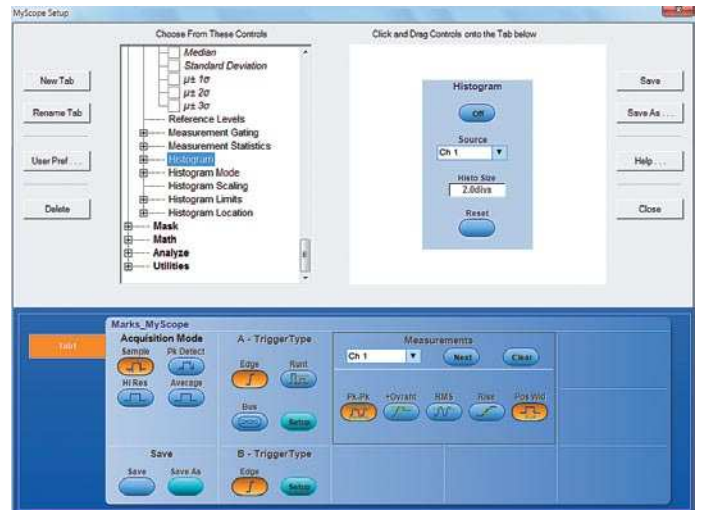
Интерфейс пробника TekVPI упрощает подключение к осциллографу.

### Компактные размеры

Приборы серии MSO/DPO5000 легко перемещать благодаря небольшому размеру, а глубина, составляющая всего 206 мм, позволяет сэкономить массу ценного пространства на рабочем столе. Кроме того, высота 5U приборов MSO/DPO5000 делает их идеальными для встраивания в стойки автоматических измерительных систем с ограниченным пространством.

### Интерфейс пробников TekVPI®

Интерфейс пробников TekVPI устанавливает стандарт простоты использования. Пробники TekVPI оснащены индикаторами состояния и органами управления, а также кнопкой меню пробника, размещенной непосредственно на корпусе пробника. Эта кнопка



Настраиваемые окна управления MyScore создаются путем простого «перетаскивания», позволяя каждому пользователю создавать свой собственный интерфейс.

вызывает на экран осциллографа меню со всеми настройками и элементами управления, относящимися к пробнику. Интерфейс TekVPI позволяет подключать пробник тока напрямую, не требуя для него отдельного источника питания. Пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что обеспечивает высокую гибкость решений при использовании прибора в составе автоматических измерительных систем.

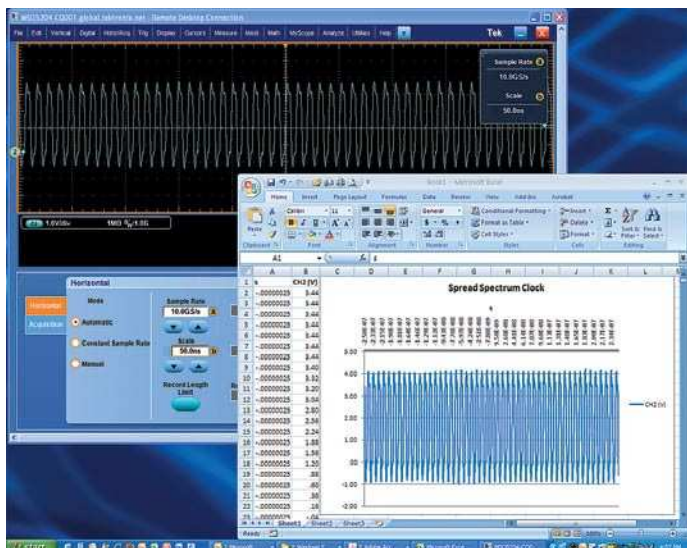
### Настраиваемые окна управления MyScope®

Пользователь может создавать собственные панели инструментов осциллографа в считанные минуты с помощью простого процесса «перетаскивания». Созданные однажды настраиваемые окна управления легко открываются через специальное меню вызова на осциллографе. Это идеальное решение для среды с разделенными ресурсами, где каждый пользователь может иметь свой собственный интерфейс управления, приспособленный под решение конкретных задач. Окна управления MyScore будут полезны всем пользователям благодаря сокращению времени перехода в рабочий режим, с чем многие сталкиваются после некоторого перерыва в работе с осциллографом; при этом опытные пользователи могут работать намного эффективнее.

### Плавающие лицензии

Плавающие лицензии предлагают альтернативный метод управления ресурсами Tektronix. Система плавающих лицензий позволяет легко перемещать активированные при помощи лицензионного ключа лицензии между всеми имеющимися у вас осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Чтобы заказать для опции плавающую версию лицензии, добавьте к имени опции приставку «DPOFL-» (например, DPOFL-ET3).

Дополнительную информацию о вариантах плавающих лицензий см. на веб-узле [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).



Захват данных в Microsoft Excel с помощью уникальной панели инструментов Excel и создание пользовательских отчетов с использованием панели инструментов Word.

### Дистанционное управление и расширенный анализ

Существует множество способов подключения к осциллографу серии MSO/DPO5000 для проведения расширенного анализа. Первый способ использует функцию Windows Remote Desktop — подключение выполняется напрямую, а управление пользовательским интерфейсом осуществляется дистанционно через встро-

енную функцию Remote Desktop. Второй способ подключения осуществляется при помощи программы Tektronix OpenChoice®, которая использует быструю встроенную шину, передавая данные осциллограммы напрямую от устройства регистрации к устройству анализа на рабочем столе Windows с гораздо большими скоростями, чем это происходит при передаче по GPIB. Стандартные промышленные протоколы, такие как интерфейс TekVISA™ и элементы управления ActiveX, позволяют использовать и совершенствовать приложения для Windows, применяемые для анализа и документирования данных. Для обеспечения удобной связи с осциллографом с использованием интерфейса GPIB, последовательной передачи данных и сетевых соединений из программ, выполняющихся на приборе или на внешнем ПК, включены приборные драйверы IVI-COM. Можно также воспользоваться комплектом разработчика Software Developer's Kit (SDK) и создать пользовательское программное обеспечение для автоматизации многоступенчатых процессов регистрации и анализа осциллограмм с помощью Visual BASIC, C, C++, MATLAB, LabVIEW, LabWindows/CVI или другой общедоступной среды разработки приложений. Для упрощения захвата данных и их прямой передачи в программы, работающие на рабочем столе Windows, включены панели инструментов Microsoft® Excel и Word. Третий способ подключения к осциллографу — подключение через NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition, позволяющее мгновенно регистрировать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять измеренные данные и сигналы при помощи интуитивно понятного пользовательского интерфейса, основанного на «перетаскивании» объектов и не требующего никакого программирования.

## Технические характеристики

### Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO5034 DPO5034	MSO5054 DPO5054	MSO5104 DPO5104	MSO5204 DPO5204
Число входных каналов	4			
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ)	350 МГц	500 МГц	1 ГГц	2 ГГц
Расчетное время нарастания	1 нс	700 пс	350 пс	175 пс
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1,5 %, с ухудшением на 0,1 %/°C при температуре более 30 °C			
Аппаратное ограничение полосы пропускания	1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, 250 МГц или 20 МГц (в зависимости от модели)			
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току			
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%			
Диапазон входной чувствительности	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел. (1 МОм) от 1 мВ/дел. до 1 В/дел. (50 Ом)			
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)			
Макс. входное напряжение, 1 МОм	300 В <sub>ср.кв.</sub> (КАТ II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В Для <100 мВ/дел. снижается на 20 дБ/декаду на частотах более 100 кГц до 30 В <sub>ср.кв.</sub> на частоте 1 МГц, 10 дБ/декаду на частотах более 1 МГц Для ≥100 мВ/дел. снижается на 20 дБ/декаду на частотах более 3 МГц до 30 В <sub>ср.кв.</sub> на частоте 30 МГц, 10 дБ/декаду на частотах более 30 МГц			
Макс. входное напряжение, 50 Ом	5 В <sub>ср.кв.</sub> с пиковыми значениями ≤ ±20 В			
Диапазон положений осциллограмм	±5 делений			
Задержка между любыми двумя каналами (тип.)	≤100 пс (50 Ом, связь по постоянному току, при одинаковой чувствительности не менее 10 мВ/дел.)			
Диапазон смещения				
от 1 мВ/дел до 50 мВ/дел	±1 В (1 МОм) ±1 В (50 Ом)			
от 50,5 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±0,5 В (1 МОм) ±0,5 В (50 Ом)			
от 100 мВ/дел до 500 мВ/дел	±10 В (1 МОм) ±10 В (50 Ом)			
от 505 мВ/дел до 995 мВ/дел	±5 В (1 МОм) ±5 В (50 Ом)			
от 1 В/дел до 5 В/дел	±100 В (1 МОм) ±5 В (50 Ом)			
от 5,05 В/дел до 10 В/дел	±50 В (1 МОм) - (50 Ом)			
Погрешность смещения	±(0,005 x  положение - смещение  + постоянная составляющая) Значения положения и смещение должны быть выражены в вольтах в соответствие с выбранной чувствительностью (В/дел)			
Развязка между каналами (для любых двух каналов при одинаковой чувствительности) (тип.)	≥100:1 на частоте ≤100 МГц и ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания			

### Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO5000
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, ЭСЛ, определяемое пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
Максимальное входное напряжение	±42 В <sub>пик</sub>
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	30 В <sub>пик-пик</sub> (≤200 МГц) 10 В <sub>пик-пик</sub> (>200 МГц)
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление	100 кОм
Входная емкость пробника	3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

## Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO5034 DPO5034	MSO5054 DPO5054	MSO5104 DPO5104	MSO5204 DPO5204
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Максимальная частота дискретизации (1 или 2 канала)	–	–	10 Гвыб./с	10 Гвыб./с
Максимальная частота дискретизации в эквивалентном масштабе времени	400 Гвыб./с			
Максимальная длина записи в базовом исполнении	12,5 млн. точек		12,5 млн. точек (4 канала) 25 млн. точек (1 или 2 канала)	
Максимальная длина записи с опцией 2RL	25 млн. точек		25 млн. точек (4 канала) 50 млн. точек (1 или 2 канала)	
Максимальная длина записи с опцией 5RL	50 млн. точек		50 млн. точек (4 канала) 125 млн. точек (1 или 2 канала)	
Максимальная длина записи с опцией 10RL	125 млн. точек		125 млн. точек (4 канала) 250 млн. точек (1 или 2 канала)	
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации в режиме реального времени	25 мс			
Диапазон скорости развертки	от 250 пс/дел до 1000 с/дел			
Разрешение по времени (в режиме ET/IT)	2,5 пс/дел			
Диапазон задержки развертки	от –5 делений до 5000 с			
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±75 нс			
Джиттер запуска	≤10 пс <sub>ср.кв.</sub> для запуска по перепаду ≤100 пс <sub>ср.кв.</sub> для других типов запуска			
Погрешность развертки	±5 × 10 <sup>-6</sup> в любом интервале ≥1 мс			

## Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO5000
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	12,5 млн. точек в базовом исполнении до 40 млн. точек с опциями увеличения длины записи
Максимальная частота дискретизации (MagneVu)	16,5 Гвыб./с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (MagneVu)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная длительность импульса	1 нс
Сдвиг фаз между каналами	200 пс (ном.)
Максимальная частота переключения входа	500 МГц при минимальной амплитуде входного сигнала; при больших амплитудах можно получить большую частоту переключения

## Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный
Режим входа запуска	Связь по постоянному току, по переменному току, ФНЧ (подавление частоты >50 кГц), ФВЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон выдержки запуска	от 250 нс до 8 с
<b>Чувствительность схемы запуска</b>	
Внутренний запуск, связь по постоянному току	Для входа 1 МОм: 0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел до 4,98 мВ/дел) 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (более 5 мВ/дел)
Внешний запуск (дополнительный вход 1 МОм)	Для входа 50 Ом: 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе 200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ на частоте 250 МГц
<b>Диапазон уровней запуска</b>	
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Внешний запуск (дополнительный вход)	±8 В
Сеть	Около 50% от значения напряжения сети (не регулируется)

## Режимы запуска

Режим	Описание
Перепад	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.
Глитч	Запуск или блокировка запуска по глитчам положительной, отрицательной, или обеих полярностей. Длительность глитча устанавливается в диапазоне от 4 нс до 8 с
Поврежденный импульс	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых меньше или больше указанного значения (от 4 нс до 8 с).
Время ожидания	Запуск случае, если в течение указанного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного перепада
Длительность положительного/отрицательного перепада	Запуск по перепадам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Перепад может быть положительным, отрицательным или любым.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени (от 4 нс до 1 с). Логические значения (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Состояние	Любое логическое выражение состояния аналоговых и цифровых каналов (модели MSO), тактируемое перепадом сигнала другого канала. Запуск по положительному или отрицательному перепаду тактового сигнала.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, заданной строке, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL, SECAM или HDTV формата 480p/60, 576p/50, 875i/60, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 1080/24sF, 1080i/50, 1080p/25, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/25, 1080p/50, 1080p/60, двухуровневым, трехуровневым.
Сценарии запуска	Основной режим, задержка по времени, задержка по событиям. Все сценарии могут включать независимую задержку события запуска для позиционирования окна выборки во времени
Последовательность событий A/B	Перепад
Задержка запуска по времени	Задержка запуска на время от 4 нс до 8 с
Задержка запуска по событиям	Задержка запуска до некоторого события – от 1 до 4 000 000 событий
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 10 Мбит/с.
SPI (опционально)	Запуск по SS или данным на шинах SPI со скоростью до 10 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Запуск по стартовому биту, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, данным, ошибке четности со скоростью до 10 Мбит/с.
USB (опционально)	<p>Низкоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.</p> <p>Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который ≤, &lt;, =, &gt;, ≥, ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате.</p> <p>Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые ≤, &lt;, =, &gt;, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL.</p> <p>Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.</p> <p>Полноскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.</p> <p>Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который ≤, &lt;, =, &gt;, ≥, ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате.</p> <p>Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые ≤, &lt;, =, &gt;, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET.</p> <p>Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая:</p> <p>Адрес концентратора, Пуск/Завершение – безразлично, пуск (SSPLIT), завершение (CSPLIT), Адрес порта, Начальные и конечные биты – безразлично, управление/основная часть/прерывание (полноскоростное устройство, низкоскоростное устройство), равномерный (данные в середине, данные в конце, данные в начале, данные везде), Тип конечного пункта – безразлично, управление, равномерный, основная часть, прерывание. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая. Поддержка высокоскоростной шины реализована только в моделях с полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц.</p>

## Характеристики запуска

Характеристика	Описание
Расширенный запуск	Настраивается пользователем. Компенсирует рассогласование синхронизации между системой запуска и АЦП (недоступно в режиме FastAcq)

## Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват выбираемых значений.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 100 пс (модели с полосой 1 ГГц и 2 ГГц) или от 200 пс (модели с полосой 350 и 500 МГц) на всех частотах дискретизации в режиме реального времени.
Усреднение	Усреднение от 2 до 10 000 осциллограмм.
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отражающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	Усреднение серии захватов в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает вертикальное разрешение.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 50 мс/дел. До 20 Мвыб/с с макс. длиной записи 10 млн. точек
Режим захвата FastAcq	FastAcq оптимизирует прибор для анализа динамических сигналов и захвата редко происходящих событий
Максимальная частота захвата в режиме FastAcq	>250 000 осциллограмм в секунду по всем 4 каналам одновременно
База данных сигналов	Ведение базы данных сигналов позволяет получить трехмерный массив значений амплитуды, времени и числа отсчетов.
Режим захвата FastFrame™	Память захвата делится на сегменты; максимальная частота запуска >310 000 осциллограмм в секунду. С каждым событием регистрируется время его появления. Средство поиска фреймов облегчает визуальную идентификацию переходных процессов.

## Поиск и маркировка событий

Параметр	Описание
Автоматический поиск и маркировка	Автоматически маркирует события и документирует осциллограммы. Поиск положительных/отрицательных перепадов, глитчей, поврежденных импульсов, импульсов определенной длительности, а также поиск по скорости перехода, по времени установки и удержания, по времени ожидания, по окнам, или поиск любой логической комбинации или комбинации состояний в любом числе каналов. С опцией DDRA поиск пакетов записи и чтения шины DDR. Все найденные события заносятся в таблицу событий. Все события снабжаются метками времени, прошедшего с момента запуска.

## Измерение параметров осциллограмм

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	53, восемь из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность положительного и отрицательного перепада, скважность положительных импульсов, скважность 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, площадь и площадь периода.

Измерение	Описание
Измерения глазковой диаграммы	Коэффициент контрастности (абсолютное значение, %, дБ), высота глаза, ширина глаза, вершина глаза, основание глаза, % пересечения, джиттер (пик-пик, ср.кв., 6 сигма), уровень шума (пик-пик, ср.кв.), отношение сигнал/шум, циклические искажения, добротность.
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений можно указывать в процентах или в физических единицах.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.
Гистограмма	Гистограмма представляет собой массив значений, отражающих полное число попаданий в заданную пользователем область экрана. Гистограмма выводится в виде графика распределения числа попаданий, а также в виде массива численных значений, которые можно измерять. Источники – Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4, Опорный сигнал 1, Опорный сигнал 2, Опорный сигнал 3, Опорный сигнал 4, математическая функция 1, математическая функция 2, математическая функция 3, математическая функция 4 Типы – вертикальная, горизонтальная
Статистические параметры сигнала на основе гистограммы	Число осциллограмм, число попаданий в прямоугольник, число пиковых значений, медиана, максимум, минимум, размах от пика до пика, среднее значение ( $\mu$ ), стандартное отклонение (сигма), $\mu + 1$ сигма, $\mu + 2$ сигма, $\mu + 3$ сигма.

## Математическая обработка осциллограмм

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление осциллограмм и скалярных величин.
Алгебраические выражения	Возможно определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений. Выполнение расчетов с использованием комплексных уравнений, например, $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1,414 \times \text{VAR1})$ .
Математические функции	Среднее, обратная величина, интеграл, производная, корень квадратный, экспонента, lg, ln, абсолютное значение, округление вверх, округление вниз, минимум, максимум, sin, cos, tg, arcsin, arccos, arctg, sh, ch, th
Сравнение	Результат логического сравнения >, <, ≥, ≤, =, ≠
Операции в частотной области (БПФ)	Амплитудный и фазовый спектр, действительный и мнимый спектр
Единицы измерения по вертикальной шкале (БПФ)	Амплитуда: линейная, дБ, дБм Фаза: градусы, радианы, групповая задержка Шкала IRE и мВ
Оконные функции БПФ	Прямоугольник, Хемминг, Хеннинг, Кайзер-Бессель, Блэкман-Харрис, Гаусс, Flattop2, Tek Exponential
Определение сигналов	Произвольное математическое выражение
Функции фильтрации	Определяемые пользователем фильтры. Пользователь выбирает файл с необходимыми коэффициентами фильтра. Образцы файлов входят в комплект поставки.
Функция маскирования	Функция, создающая базы данных сигналов на основе захваченных сигналов. Можно определить счетчик образцов.

## Программное обеспечение

Продукт	Описание
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MSO/DPO5000, позволяющая захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять сигналы и результаты измерений путем простого перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Стандартная версия ПО поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPT) добавляет функции обработки сигнала, расширенные функции анализа, функции измерения смешанных сигналов, свипирования, проверку граничных условий и определяемые пользователем пошаговые операции. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
ДрайверIVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
Веб-интерфейс LXI Класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу MSO/DPO5000 через стандартный браузер путем ввода IP адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять сетевые настройки. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C.

## Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной сенсорный дисплей
Размер по диагонали	10,4 дюйма (264 мм)
Разрешение	1024 пикселей по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA).
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Цветовая палитра	Обычная, зеленая, серая, температурная, спектральная и определяемая пользователем.
Формат	YТ, XY

## Компьютерная платформа и периферийные устройства

Параметр	Описание
Операционная система	Windows 7 Ultimate 64 разряда
Процессор	Intel Core 2 Duo, ≥2 ГГц
Память	≥4 ГБ
Жесткий диск	Съемный жесткий диск, емкость ≥160 ГБ, 2,5 дюйма, SATA
Мышь	Оптическая мышь с колесиком, интерфейс USB
Клавиатура	Малогабаритная клавиатура (код заказа 119-7083-xx), интерфейс USB и концентратор

## Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры, клавиатуры и мыши. Два порта расположены на передней панели, и четыре – на задней. Возможно отключение отдельных портов.
Порт ведомого устройства USB 1.1	Расположен на задней панели. Поддерживает передачу данных управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с переходником TEK-USB-488).
Сетевой порт	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100/1000Base-T.
Выход видеосигнала	Розетка DB-15, позволяет вывести экран осциллографа на внешний монитор или проектор. Поддерживает расширенный рабочий стол и режим клонирования
Аудиопорты	Миниатюрные гнезда 3,5 мм
Порт клавиатуры	PS/2-совместимый
Порт мыши	PS/2-совместимый
Дополнительный вход	Разъем BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм. Макс. входное напряжение 300 В <sub>ср.кв.</sub> с пиковыми значениями ≤ ±425 В.
Дополнительный выход (переключается программно)	Выход запуска: импульсный сигнал с уровнем ТТЛ, подаваемый при запуске осциллографа. Выход тактовой частоты: сигнал внутренней тактовой частоты осциллографа 10 МГц с уровнем ТТЛ.
Вход внешнего опорного сигнала	Генератор тактовой частоты может синхронизироваться с внешним опорным генератором частотой 10 МГц (10 МГц ±1 %)
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели Амплитуда 2,5 В Частота 1 кГц

## LXI (Расширение локальной сети для измерительных приборов)

Параметр	Описание
Класс	LXI Класс C
Версия	V1.3

## Источник питания

Параметр	Описание
Напряжение	от 100 до 240 В ±10 %
Частота	от 45 до 66 Гц (85-264 В) от 360 до 440 Гц (100-132 В)
Потребляемая мощность	275 Вт (макс.)

## Габариты и масса

Размеры, мм	
Высота	233
Ширина	439
Глубина	206
Масса, кг	
Нетто	6,7
Брутто	12,5
Конфигурация для установки в стойку	5 U
Зазор для охлаждения	51 мм с левой и с задней стороны прибора



## Климатические условия

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от +5 до +50 °С
Хранения	от –20 до +60 °С
Относительная влажность	
Рабочая	от 8 до 90 % при температуре по влажному термометру не более +29 °С (верхний предел снижается до 20,6 % при температуре до +50 °С) (без конденсации)
Хранения	от 5 до 98 % при температуре по влажному термометру не более +40 °С (верхний предел снижается до 29,8 % при температуре до +60 °С) (без конденсации)
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3 000 метров
Хранения	9 144 метров
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива Евросоюза 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1, вторая редакция; CSA61010-1, вторая редакция; EN61010-1:2001; IEC61010-1:2001

## Информация для заказа

## Модели DPO5000

Наименование	Описание
DPO5034	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 350 МГц, 5 Гвыб./с, длина записи 12,5 млн. точек
DPO5054	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 5 Гвыб./с, длина записи 12,5 млн. точек
DPO5104	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 10/5 Гвыб./с (2/4 канала), длина записи 12,5 млн. точек
DPO5204	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 2 ГГц, 10/5 Гвыб./с (2/4 канала), длина записи 12,5 млн. точек

## Модели MSO5000

Наименование	Описание
MSO5034	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 350 МГц, 5 Гвыб./с, длина записи 12,5 млн. точек
MSO5054	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 500 МГц, 5 Гвыб./с, длина записи 12,5 млн. точек
MSO5104	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 10/5 Гвыб./с (2/4 канала), длина записи 12,5 млн. точек
MSO5204	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 2 ГГц, 10/5 Гвыб./с (2/4 канала), длина записи 12,5 млн. точек

**В комплект поставки всех моделей входит:** один пассивный пробник на каждый аналоговый канал (TRP0500 500 МГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 500 МГц и 350 МГц; TRP1000 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 2 ГГц и 1 ГГц), передняя крышка (200-5130-xx), стилус для сенсорного экрана (119-6107-xx), руководство пользователя (071-2790-xx), ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, сумка с принадлежностями, мышь, калибровочный сертификат, свидетельство о совместимости с Z 540-1 и ISO9001, кабель питания, гарантия на один год.

**Кроме того, в комплект поставки моделей MSO входит:** один 16-канальный логический пробник P6616 и комплект принадлежностей (020-2662-xx).

При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства.

## Программное обеспечение для отладки ПЛИС

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO5000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-A-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO5000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК.
FPGAVIEW-X-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO5000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-X-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO5000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК.

## Опции

### Увеличение длины записи

Опция	MSO5034	MSO5104
	DPO5034	DPO5104
	MSO5054	MSO5204
	DPO5054	DPO5204
2RL	25 млн. точек	до 50 млн. точек, 25 млн. точек на канал
5RL	50 млн. точек	до 125 млн. точек, 50 млн. точек на канал
10RL	125 млн. точек	до 250 млн. точек, 125 млн. точек на канал

### Программные опции

Опция	Описание
DDRA <sup>1</sup>	Анализ шины памяти DDR
DJA	Программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм
ET3 <sup>2</sup>	Проверка на соответствие спецификациям Ethernet
LT	Тестирование по предельным значениям
MTM	Тестирование по маске <ul style="list-style-type: none"> <li>– ITU-T (от 64 кбит/с до 155 Мбит/с)</li> <li>– ANSI T1.102 (от 1,544 Мбит/с до 155 Мбит/с)</li> <li>– Ethernet IEEE 802.3, ANSI X3.263 (от 125 Мбит/с до 1,25 Гбит/с)</li> <li>– Sonet/SDH (от 51,84 Мбит/с до 622 Мбит/с)</li> <li>– Fibre Channel (от 133 Мбит/с до 2,125 Гбит/с)</li> <li>– Fibre Channel Electrical (от 133 Мбит/с до 1,06 Гбит/с)</li> <li>– USB (от 12 Мбит/с до 480 Мбит/с)</li> <li>– IEEE 1394b (от 491,5 Мбит/с до 1,966 Гбит/с)</li> <li>– Rapid I/O Serial (до 1,25 Гбит/с)</li> <li>– Rapid I/O LP-LVDS (от 500 Мбит/с до 1 Гбит/с)</li> <li>– OIF Standards (1,244 Гбит/с)</li> <li>– CPRI, V4.0 (1,228 Гбит/с)</li> <li>– Video (от 143,18 Мбит/с до 360 Мбит/с)</li> </ul>
PWR	Анализ источников питания
SR-COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам компьютерных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам RS-232/422/485/UART, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный; RS-422/485: дифференциальный
SR-EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I <sup>2</sup> C и SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов. Входы сигнала – I <sup>2</sup> C: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); SPI: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – I <sup>2</sup> C, SPI: несимметричный.

Опция	Описание
SR-USB	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин USB. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по низкоскоростным, полноскоростным и высокоскоростным шинам USB. Кроме того, предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Входы сигнала – низкоскоростные и полноскоростные шины: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) с несимметричным пробником, любой канал 1-4 с дифференциальным пробником; высокоскоростные шины: любой канал 1-4 Рекомендуемые пробники – низкоскоростные и полноскоростные шины: несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины: дифференциальный. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями MSO5204, DPO5204, MSO5104 и DPO5104.
USB <sup>3</sup>	Проверка на соответствие спецификациям USB 2.0
VNM	ПО для анализа протокола CAN и LIN
<b>Набор опций</b>	
PS1	Набор опций для измерения мощности: DPOPOWER, P5205, TSP0030, TPA-BNC, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)

Плавающие лицензии предлагают альтернативный способ управления оборудованием Tektronix. Плавающие лицензии позволяют легко перемещать активируемые ключами опции между любыми осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Плавающие лицензии имеются для множества активируемых ключами опций. Чтобы заказать плавающую лицензию на определенную опцию, добавьте к наименованию опции префикс «DPOFL-» (например, DPOFL-ET3).  
Дополнительную информацию о плавающих лицензиях можно найти на сайте [www.tek.com/products/oscilloscopes/floatinglicenses](http://www.tek.com/products/oscilloscopes/floatinglicenses).

<sup>1</sup> Требуется опция DJA, для моделей с полосой пропускания 1 ГГц или 2 ГГц

<sup>2</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet

<sup>3</sup> Требуется опция TDSUSB (тестовая оснастка USB), для высокоскоростной шины USB необходима модель с полосой пропускания 2 ГГц

### Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

### Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

### Сервисные опции<sup>4</sup>

Опция	Описание
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря, что наступит раньше
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчёт о калибровке
D3	Отчёт о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)
D5	Отчёт о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)
G3	Комплексное обслуживание в течение 3 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.)
G5	Комплексное обслуживание в течение 5 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.)
R3	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантийное обслуживание)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

<sup>4</sup> Гарантийные обязательства не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

## Рекомендуемые принадлежности

### Пробники

Tektronix предлагает более 100 типов различных пробников, рассчитанных на широкий круг приложений. Полный перечень выпускаемых пробников см. на странице [www.tektronix.com/probes](http://www.tektronix.com/probes).

Пробник	Описание
TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TAP2500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 2,5 ГГц
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TDP3500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 3,5 ГГц, входное напряжение ±25 В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±25 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, входное напряжение ±42 В
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, входное напряжение ±42 В
TSP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 МГц, 150 А
TSP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 120 МГц, 30 А
P5200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 25 МГц
P5205 <sup>5</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 100 МГц
P5210 <sup>5</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 5,6 кВ, 50 МГц
P5100	Высоковольтный пассивный пробник с делителем на 100, 2,5 кВ

<sup>5</sup> Необходим переходник с TekVPI® на TekProbe BNC (TPA-BNC).

### Принадлежности

Принадлежность	Описание
077-0076-xx	Сервисное руководство
077-0010-10	Руководство по программированию
077-0063-05	Руководство по проверке технических характеристик
SIGEXPTE	ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition (полная версия)
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
НСТЕК54	Чемодан для переноски
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку
119-7083-xx	Компактная клавиатура (интерфейс USB)
119-6297-xx	Клавиатура с 4-портовым концентратором USB
119-7766-xx	Внешний привод DVD R/W
065-0851-xx	Съемный запасной жесткий диск
K420	Тележка для осциллографа

### Кабели

Кабель	Описание
012-0991-xx	Кабель GPIB (1 м)
012-0991-xx	Кабель GPIB (2 м)

### Тестовая оснастка

Тестовая оснастка	Описание
TDSUSB	Тестовая оснастка для опций USB
TF-GBE-BTP	Базовый комплект для тестирования 10/100/1000BASE-T Ethernet
TF-GBE-ATP	Расширенный комплект для тестирования 10/100/1000BASE-T Ethernet (включает кабель для измерения джиттера в канале 1000BASE-T)
TF-GBE-EE	Дополнительная оснастка для измерения параметров энергоэффективного Ethernet (EEE)
Тестовая оснастка Ethernet	Заказывается в Crescent Heart Software ( <a href="http://www.c-h-s.com">http://www.c-h-s.com</a> )

### Адаптеры

Адаптер	Описание
P6701B <sup>4</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (многомодовый)
P6703B <sup>4</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (одномодовый)

<sup>4</sup> Гарантийные обязательства не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

### Обновления прибора

Плавающие лицензии предлагают альтернативный способ управления оборудованием Tektronix. Плавающие лицензии позволяют легко перемещать активируемые ключами опции между любыми осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Плавающие лицензии имеются для множества активируемых ключами опций. Чтобы заказать плавающую лицензию на определенную опцию, добавьте к наименованию опции префикс «DPOFL-» (например, DPOFL-ET3). Дополнительную информацию о плавающих лицензиях можно найти на сайте [www.tek.com/products/oscilloscopes/floatinglicenses](http://www.tek.com/products/oscilloscopes/floatinglicenses).

Для обновления осциллографов серии MSO/DPO5000 закажите DPO-UP и перечисленные ниже опции. Например, DPO-UP DDRA.

Опция	Описание
<b>Увеличение длины записи</b>	
RL02E	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 2RL
RL05E	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 5RL
RL010E	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 10RL
RL25E	От конфигурации с опцией 2RL до конфигурации с опцией 5RL
RL210E	От конфигурации с опцией 2RL до конфигурации с опцией 10RL
RL510E	От конфигурации с опцией 5RL до конфигурации с опцией 10RL

### Обновление серии MSO/DPO5000:

DDRA <sup>1</sup>	Добавляет опцию DDRA
DJAE	Добавляет опцию DJA – расширенные средства анализа джиттера и глазковых диаграмм (DPOJET)
ET3 <sup>2</sup>	Добавляет опцию ET3 – проверка на соответствие спецификациям Ethernet
LT	Добавляет опцию LT – контроль предельных значений осциллограмм
MTM	Добавляет опцию MTM – тестирование по маске
PWR	Добавляет опцию PWR – измерение и анализ источников питания
SR-COMP	Добавляет опцию SR-COMP – анализ и запуск по сигналам компьютерных последовательных шин (RS-232/422/485/UART)
SR-EMBD	Добавляет опцию SR-EMBD – анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C, SPI)
SR-USB	Добавляет опцию SR-USB – анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (низко-, полно- и высокоскоростные шины)
USB <sup>3</sup>	Добавляет опцию USB – на соответствие спецификациям USB
VNM	Добавляет опцию VNM – декодирование последовательного протокола CAN/LIN

### Обновление серии DPO5000:

MSOE	Добавляет в DPO5000 16 цифровых каналов
------	---

<sup>1</sup> Требуется опция DJA, для моделей с полосой пропускания 1 ГГц или 2 ГГц

<sup>2</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet

<sup>3</sup> Требуется опция TDSUSB (тестовая оснастка USB), для высокоскоростной шины USB необходима модель с полосой пропускания 2 ГГц



Продукты изготовлены на предприятиях, сертифицированных согласно стандарту ISO.