

# Комбинированные осциллографы

## Серия MDO4000B



Представляем первые и единственные осциллографы со встроенным анализатором спектра. Впервые пользователь имеет возможность захватывать коррелированные по времени аналоговые, цифровые и радиочастотные сигналы, что позволяет получить полное представление о функционировании тестируемого устройства. Теперь можно рассматривать сигналы одновременно во временной и частотной областях. Возможность постоянно отслеживать спектр РЧ сигнала позволяет контролировать его изменения как во времени, так и в зависимости от состояния тестируемого устройства. С помощью комбинированного осциллографа MDO4000B самые сложные проблемы разработки электронных устройств будут решены быстро и эффективно.

### Обладатель 13 отраслевых наград



### Основные технические характеристики

- 4 аналоговых канала
  - модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц и 100 МГц
- 16 цифровых каналов
  - режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс
- 1 радиочастотный канал
  - модели с диапазонами частот от 9 кГц до 3 ГГц или 6 ГГц
  - сверхширокая полоса захвата – более 1 ГГц
- Пассивные пробники с входной емкостью 3,9 пФ и аналоговой полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации

### Основные особенности

- Спектральный анализ
  - Специализированные органы управления на передней панели для самых распространенных задач
  - Автоматический пиковый маркер для определения частоты и амплитуды пиков спектра
  - Ручные маркеры обеспечивают измерение не пиковых параметров сигнала
  - Используемые типы трасс: нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
  - Типы детекторов: положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка
  - Режим спектрограмм облегчает визуальный контроль и анализ медленно изменяющихся событий
  - Автоматические измерения мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и ширины занимаемой полосы частот
  - Запуск по уровню мощности в РЧ канале
  - Возможность проведения анализа автономно или по запуску
- Комбинированный анализ
  - Коррелированный по времени захват аналоговых, цифровых и радиочастотных (РЧ) сигналов с помощью одного прибора
  - Панель управления Wave Inspector® обеспечивает простую навигацию по коррелированным по времени данным как во временной, так и в частотной области
  - Построение зависимости амплитуды, частоты и фазы от времени для сигналов, полученных с РЧ входа
  - Возможность выбора пользователем времени расчёта спектра (функция «Spectrum Time») позволяет наблюдать и анализировать изменение спектра во времени – даже в сохранённом сигнале
- Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин – опции автоматического запуска,

декодирования и поиска для последовательных шин I<sup>2</sup>C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I<sup>2</sup>LJ/RJ/TDM

- Яркий цветной дисплей XGA с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
- Небольшие размеры и вес – всего 147 мм в глубину при массе 5 кг

### Интерфейсы

- Два хост-порта USB 2.0 на передней и два на задней панели облегчают и ускоряют сохранение данных, распечатку и подключение USB клавиатуры
- Порт USB 2.0 на задней панели упрощает подключение к ПК и прямую распечатку на совместимом с PictBridge® принтере
- Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 Base-T для подключения к локальным сетям и видеовыход для вывода изображения на монитор или проектор

### Дополнительное программное обеспечение

- Расширенные возможности запуска по РЧ сигналам
- Анализ источников питания
- Контроль предельных значений и тестирование по маске
- Анализ сигналов HDTV и специальных видеосигналов

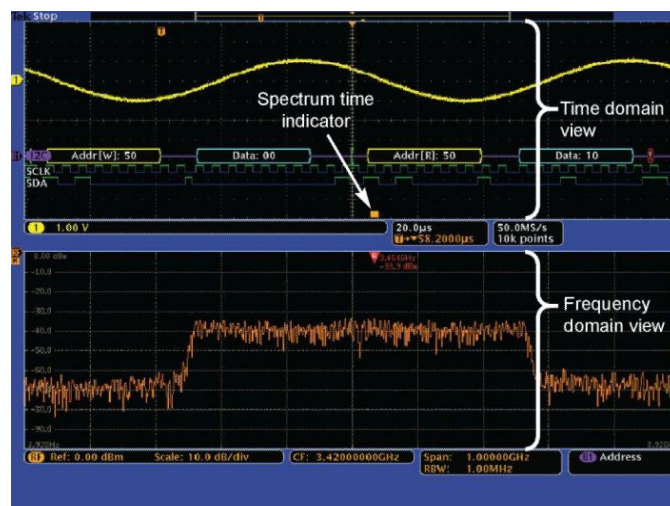
## Представляем комбинированный осциллограф

Комбинированные осциллографы серии MDO4000B – это первые в мире осциллографы со встроенным анализатором спектра. Теперь, чтобы исследовать сигнал в частотной области, вы можете использовать самый популярный прибор – осциллограф, вместо того, чтобы искать и заново осваивать анализатор спектра. При этом функциональные возможности осциллографов серии MDO4000B не ограничены простым отслеживанием сигналов в частотной области, что позволяют делать и обычные анализаторы спектра. Бесспорным преимуществом новых приборов является их способность соотносить явления в частотной области с вызывающими их событиями во временной области.

Если в осциллографе задействованы одновременно радиочастотный и любой из аналоговых или цифровых каналов, дисплей прибора делится на две части. Верхняя часть служит для традиционного представления сигналов во временной области. В нижней части отображается сигнал с РЧ входа в частотной области. Особо подчеркнём, что представление сигнала в частотной области является не обычным быстрым преобразованием Фурье (БПФ) сигналов с аналоговых или цифровых каналов прибора, а полноценным спектром сигнала, полученного с РЧ входа.

Еще одно важное отличие заключается в том, что в традиционном осциллографе с функцией БПФ, как правило, можно увидеть либо представление БПФ, либо представление сигнала во временной области, но никогда оба одновременно. Причина этого кроется в том, что обычные осциллографы имеют только одну систему сбора данных с единственным набором пользовательских настроек, таких как длина записи, частота дискретизации и скорость развертки, определяющих представление данных. В противоположность этому, осциллографы серии MDO4000B имеют независимую систему захвата по РЧ входу, которая коррелирована во времени с системами захвата аналоговых и цифровых каналов. Это позволяет оптимально настраивать представление в каждой области, обеспечивая полную корреляцию по времени при просмотре всех аналоговых, цифровых и РЧ сигналов.

Спектр, отображаемый в частотной области, соответствует периоду времени, обозначенному короткой оранжевой полосой, которая расположена во временной области и называется "временем спектра" (Spectrum Time, ST). Осциллограф серии MDO4000B позволяет перемещать индикатор ST по захваченному сигналу, в результате чего имеется возможность исследовать изменение спектра РЧ сигнала во времени. Следует отметить, что использование ST возможно как на «живом», так и на сохранённом сигнале.



Верхняя часть дисплея осциллографа серии MDO4000B служит для отображения во временной области сигналов, поступающих на аналоговые и цифровые каналы, в то время как нижняя часть дисплея может использоваться для представления в частотной области сигнала с РЧ входа. Оранжевая полоса – индикатор «Spectrum Time» – указывает на период времени, используемый для расчёта РЧ спектра.

На рисунках 1-4 показано выполнение простой прикладной задачи – настройка и регулировка системы с фазовой автоматической подстройкой частоты (ФАПЧ). Эта задача позволяет проиллюстрировать возможности осциллографов серии MDO4000B по корреляции событий во временной и частотной областях. Благодаря широкой полосе захвата и возможности перемещения индикатора ST по сигналу, комбинированный осциллограф за один захват собирает столько же данных, сколько удается захватить обычным анализатором спектра с использованием примерно 1 500 различных настроек. С помощью новых приборов впервые обеспечивается чрезвычайно простое сопоставление событий в частотной и временной областях, наблюдение их взаимодействий или измерение временных задержек между ними, что позволяет быстро разобраться в нюансах функционирования разрабатываемого устройства.

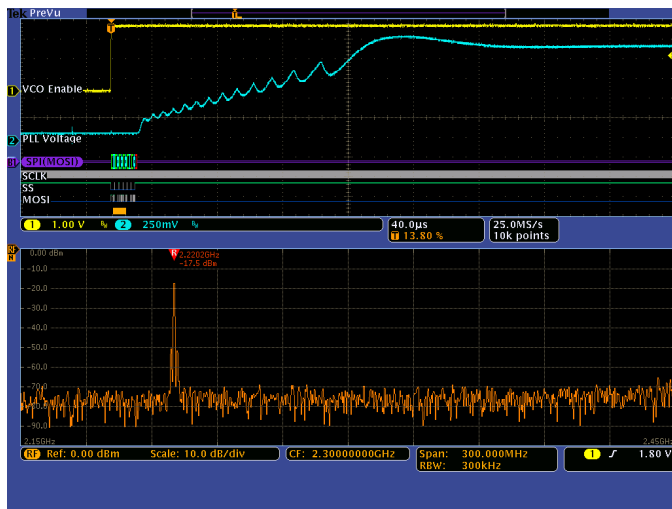


Рис. 1. Представление во временной и частотной областях сигнала ФАПЧ в процессе включения. На канал 1 (жёлтая осциллограмма) подан сигнал, включающий ГУН. Осциллограмма канала 2 (голубая) отображает сигнал управления ГУН. Сигнал шины SPI, по которой производится программирование нужной частоты ФАПЧ, поступает на три цифровых канала и автоматически декодируется. Обратите внимание, что индикатор ST расположен после момента включения ГУН и совпадает по времени с командами шины SPI, задающими нужную частоту ФАПЧ, равную 2,400 ГГц. Заметим, что при включении схемы частота РЧ сигнала равна 2,2202 ГГц.

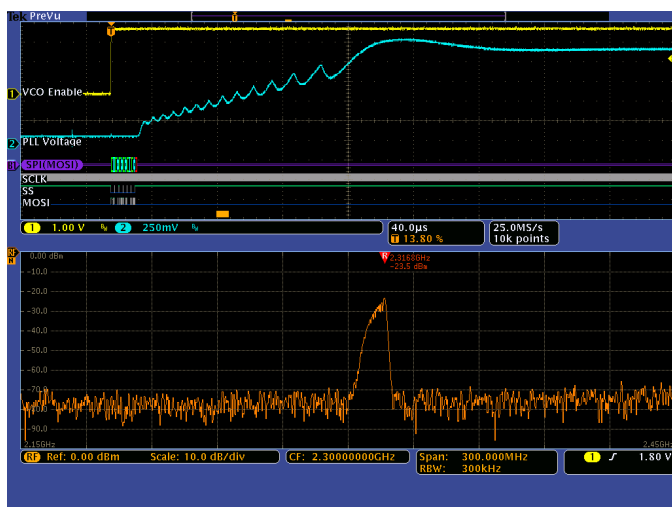


Рис. 2. Индикатор «Spectrum Time» перемещён примерно на 60 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ФАПЧ находится в процессе настройки на заданную частоту (2,400 ГГц). В данный момент частота равна 2,3168 ГГц.

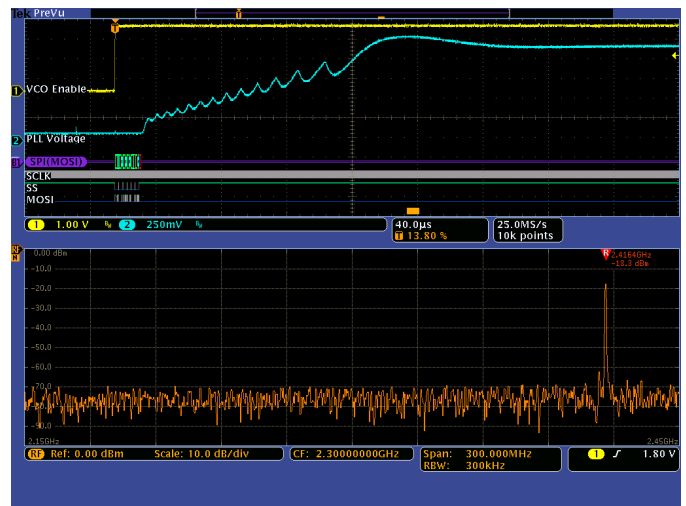


Рис. 3. Индикатор «Spectrum Time» перемещён ещё на 120 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ФАПЧ фактически «проскочила» заданное значение частоты, значение которой теперь равно 2,4164 ГГц.

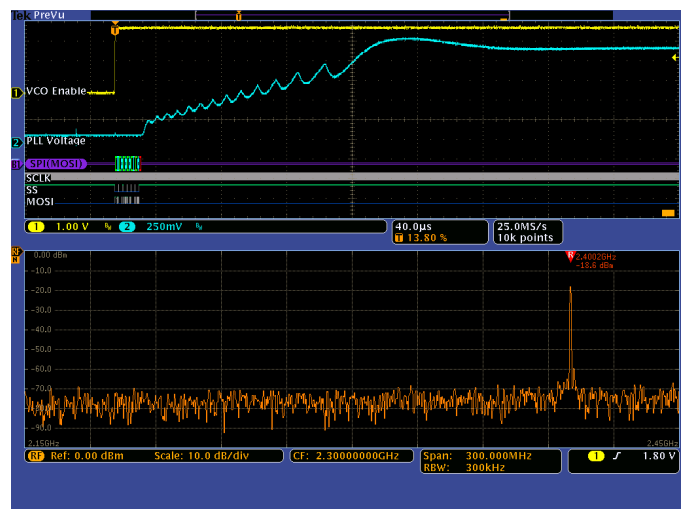


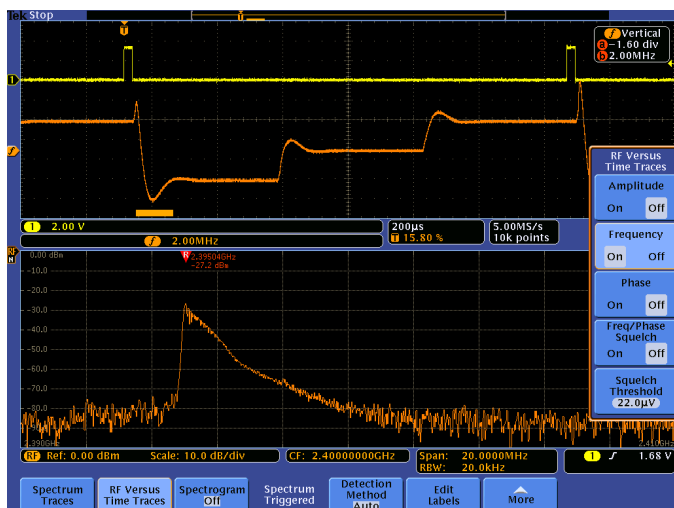
Рис. 4. В конечном итоге примерно через 340 мкс после включения ГУН система ФАПЧ настраивается на требуемое значение частоты 2,400 ГГц.

## Визуализация РЧ сигнала

Окно временной области дисплея осциллографа серии MDO4000B обеспечивает отображение трёх осциллограмм, которые получаются из основных I и Q параметров сигнала, подаваемого на РЧ вход:

- амплитуда – график зависимости мгновенных значений амплитуды подаваемого на РЧ вход сигнала от времени;
- частота – график зависимости от времени мгновенных значений частоты РЧ сигнала относительно центральной частоты;
- фаза – график зависимости от времени мгновенных значений фазы РЧ сигнала относительно центральной частоты.

Все три осциллограммы могут отображаться на дисплее одновременно, причём каждая из них может быть включена или выключена независимо от других осциллограмм. Представление РЧ осциллограмм во временной области помогает лучше понять поведение изменяющегося во времени радиочастотного сигнала.



Оранжевая осциллограмма, отображаемая во временной области, представляет собой график зависимости частоты от времени для сигнала, подаваемого на РЧ вход. Обратите внимание, что индикатор ST расположен в области перехода с высшей частоты на низшую, таким образом, энергия распределена между несколькими частотами. С помощью графика зависимости частоты от времени можно легко отслеживать различные скачки частоты, что упрощает описание поведения устройства при переключении между частотами.

## Расширенные возможности запуска по сигналам аналоговых, цифровых и РЧ каналов

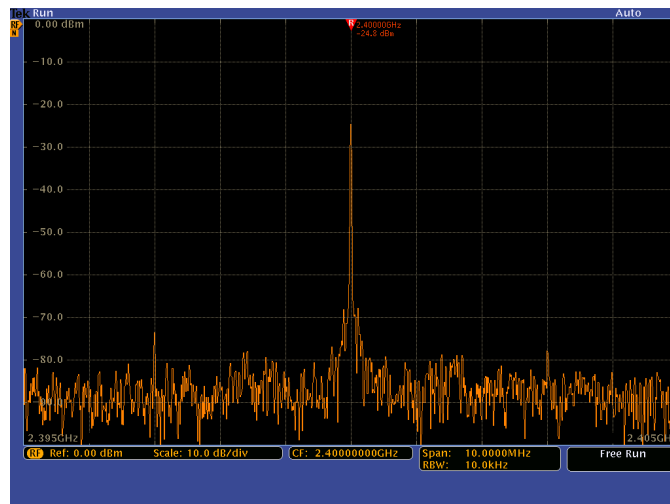
Для работы с быстро изменяющимися во времени сигналами, свойственными современным РЧ приложениям, осциллографы серии MDO4000B оснащены системой запуска, которая полностью интегрирована с РЧ, аналоговыми и цифровыми каналами. Это означает, что одно событие запуска позволяет согласовать сбор данных сразу по всем каналам, в результате чего можно захватить спектр точно в тот момент времени, в который произошло интересное событие во временной области. Приборы оснащены полным набором режимов запуска во временной области, включая запуск по фронту, последовательности, длительности импульса, времени ожидания, вырожденным импульсам (рантам), логическим состояниям, нарушению времени установки/удержания, времени нарастания/спада, видеосигналу, а также различными типами запуска по пакетам последовательных и параллельных шин. Кроме того, можно настроить запуск по уровню мощности на РЧ входе. В качестве примера можно привести осуществление запуска по событию включения или выключения РЧ передатчика.

Дополнительный модуль MDO4TRIG обеспечивает расширенные возможности запуска по РЧ сигналам. Этот модуль позволяет использовать уровень мощности на РЧ входе в качестве источника для различных типов запуска: по последовательности, длительности импульса, времени ожидания, вырожденным импульсам (рантам) и логическим состояниям. Так, в частности, можно осуществлять запуск по РЧ импульсу определённой длительности или использовать РЧ канал в качестве входа для запуска по логическим состояниям, что позволяет запускать осциллограф только тогда, когда РЧ, и остальные сигналы активны.

## Быстрый и точный анализ спектра

При использовании только радиочастотного входа дисплей осциллографа серии MDO4000B переходит в режим полноэкранного отображения частотной области.

Все основные параметры спектра, такие как центральная частота, полоса обзора, опорный уровень и полоса разрешения, могут быть легко и быстро настроены с помощью специализированных кнопок меню и цифровой клавиатуры на передней панели.



Отображение частотной области на экране MDO4000B.



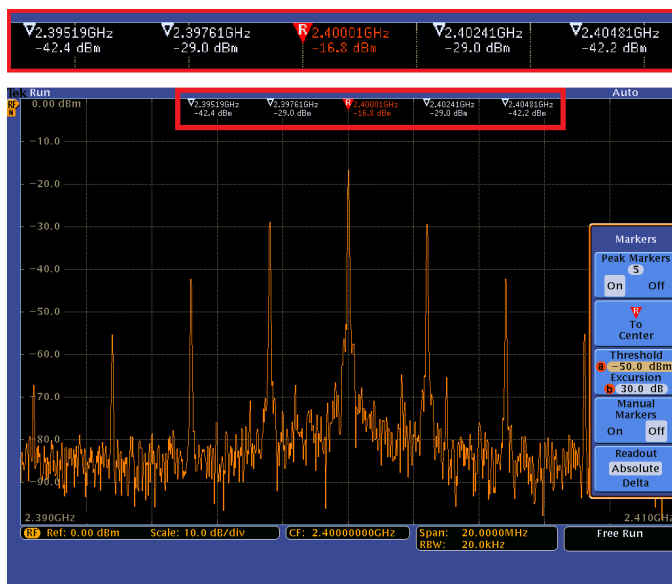
Основные параметры спектра могут быть быстро настроены с помощью специализированных органов управления на передней панели.

## Удобные интеллектуальные маркеры

В традиционных анализаторах спектра включение и размещение достаточно большого количества маркеров для обозначения всех представляющих интерес пиков может стать довольно трудоёмкой и утомительной задачей. Осциллографы серии MDO4000B делают этот процесс намного более эффективным благодаря возможности автоматической расстановки маркеров на пики и отображения значений частоты и амплитуды для каждого пика. Критерии, используемые для определения, что является пиком, могут настраиваться пользователем.

Маркер, обозначающий самый высокий пик, называется опорным (контрольным) маркером и выделяется красным цветом. Отображаемые возле маркеров параметры пика могут выводиться в виде либо абсолютных значений (режим «Absolute»), либо относительных (режим «Delta»). В режиме «Delta» отображаются значения частоты и амплитуды пика относительно опорного маркера.

Для проведения измерений не пиковых участков спектра можно воспользоваться двумя ручными маркерами. При их включении один из ручных маркеров выполняет роль опорного маркера, что позволяет проводить измерения в любой части спектра. В зависимости от выбранного режима («Absolute» или «Delta»), помимо значений частоты и амплитуды показания ручных маркеров могут также включать значения плотности шумов и фазовых шумов. С помощью функции «Reference Marker to Center» («Опорный маркер в центр») можно мгновенно переместить частоту, обозначенную опорным маркером, в положение центральной частоты.

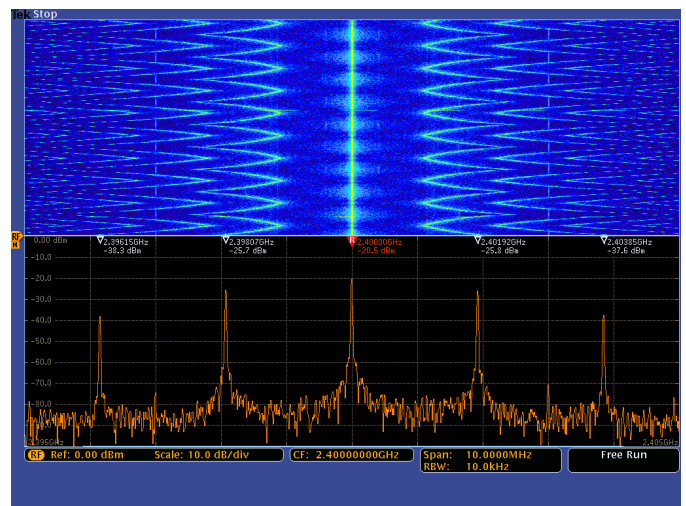


Автоматические маркеры пиковых значений позволяют наглядно представить важную информацию. На рисунке показаны пять самых высоких амплитудных пиков. Они автоматически обозначены маркерами, поскольку превышают пороговые значения и величину показателя отклонения; для каждого маркера приведены значения пиковой амплитуды и частоты.

## Спектрограмма

Осциллографы серии MDO4000B позволяют отображать спектры в виде спектрограммы, которая является идеальным средством для отслеживания медленно изменяющихся событий в РЧ сигналах. По оси X откладываются значения частоты (как на обычном графике представления спектра), по оси Y – время, а цветом обозначается амплитуда.

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



В режиме спектрограммы отображаются медленно изменяющиеся события в РЧ сигналах. На данном рисунке показан сигнал с несколькими пиками. По мере изменения во времени значений частоты и амплитуды этих пиков, эти изменения легко отслеживаются на спектрограмме.

## Режим работы: с запуском или автономный?

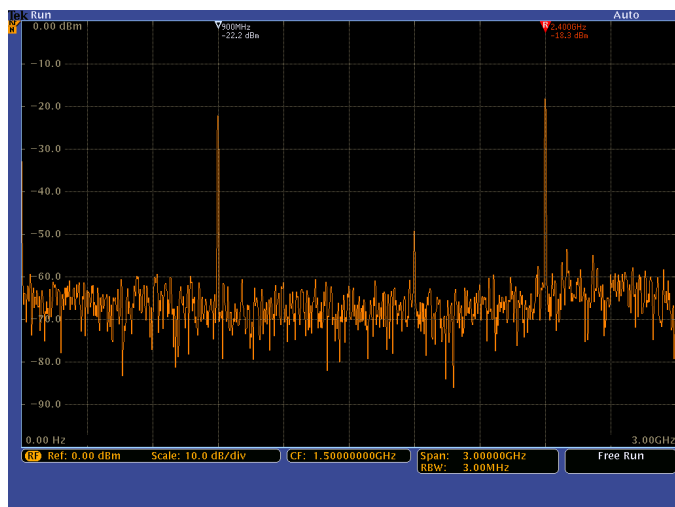
Когда временная и частотная области отображаются на экране одновременно, захват спектра всегда осуществляется с запуском по событию синхронизации, при этом спектр коррелирован по времени с осциллограммами во временной области. Однако если на дисплее отображается только частотная область, РЧ вход может быть настроен на работу в автономном режиме. Этот режим полезен в случаях, когда данные в частотной области непрерывны и не связаны с событиями во временной области.

## Сверхширокая полоса захвата

Современные средства беспроводной связи развиваются очень быстро. В них зачастую используются технологии, которые включают в себя пакетную передачу данных, а также сложные схемы цифровой модуляции. Эти виды модуляции имеют очень широкую полосу частот. Традиционные анализаторы спектра последовательного (сканирующие) или параллельного (дискретные) типа плохо приспособлены для исследования таких сигналов, так как они могут видеть лишь узкую часть спектра в каждый момент времени.

Ширина спектра, захватываемого за один цикл сбора данных, называется полосой захвата. Традиционные анализаторы спектра сканируют полосу захвата в установленных пределах для построения нужного изображения. В результате, пока анализатор захватывает и обрабатывает один участок спектра, представляющее интерес событие может произойти в другой части спектра. Большая часть анализаторов спектра, доступных сегодня на рынке, имеют полосу захвата 10 МГц, иногда с помощью дорогостоящих опций она может быть расширена до 20, 40 или даже 140 МГц.

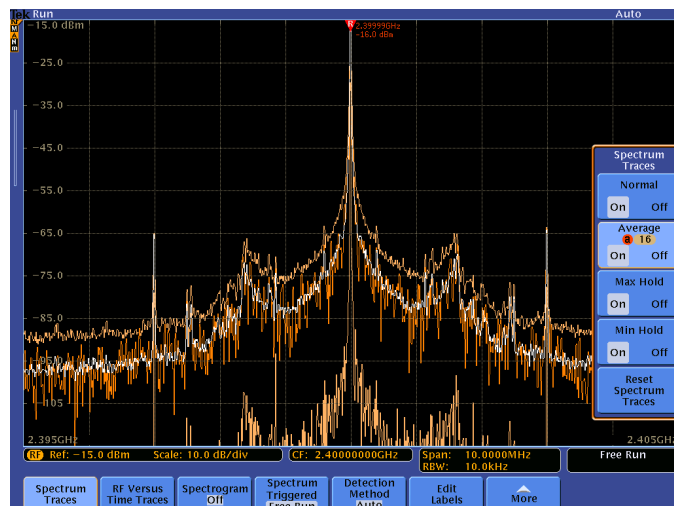
Чтобы соответствовать требованиям современных PC приложений по ширине полосы частот, осциллографы серии MDO4000B обеспечивают полосу захвата более 1 ГГц. При установке значения полосы обзора 1 ГГц и менее сканирование всего диапазона не требуется. Спектр генерируется из данных, полученных за один захват, таким образом обеспечивается гарантия того, что вы увидите все события, которые искали в частотной области.



Отображение спектров сигналов пакетной передачи данных от устройства Zigbee на частоте 900 МГц и устройства Bluetooth на частоте 2,4 ГГц, полученных за один захват.

## Трассы спектра

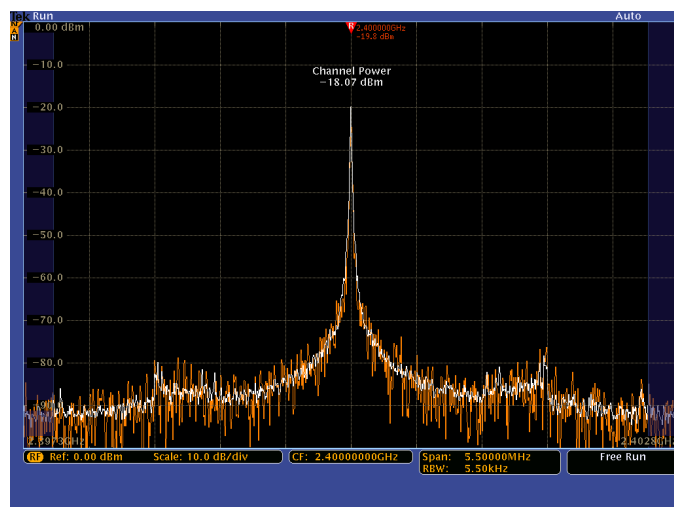
Приборы серии MDO4000B обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов с PC входа: нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума. Метод детектирования может быть установлен независимо для каждого типа трассы. Кроме того, можно оставить осциллограф работать в режиме «Auto», который используется по умолчанию и позволяет автоматически устанавливать тип детектирования, оптимальный для текущей конфигурации. Доступны следующие типы детекторов: положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка.



Используемые типы трасс спектра: нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума

## PC измерения

Осциллографы серии MDO4000B позволяют проводить три вида автоматизированных PC измерений: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и ширины занимаемой полосы частот. При активации какого-либо из этих режимов измерений осциллограф автоматически включает режим отображения спектра и метод детектирования «Усреднение» («Average») для оптимизации результатов измерений.



Автоматическое измерение мощности в канале

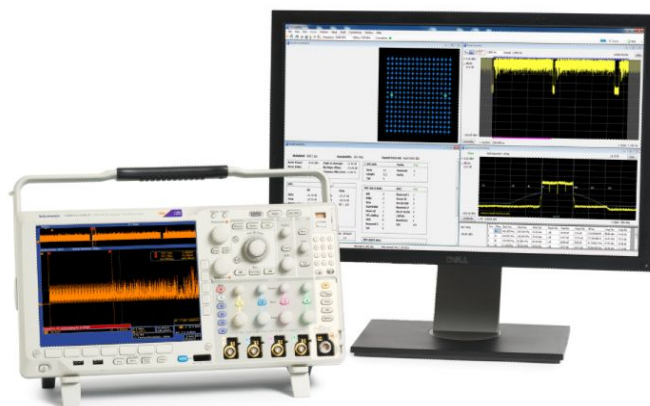
## Анализ электромагнитных помех

Тестирование на электромагнитную совместимость (ЭМС) обходится довольно дорого, независимо от того, приобретаете ли вы оборудование для самостоятельного тестирования, или вы оплачиваете сторонние услуги по тестированию для сертификации вашей продукции. При этом предполагается, что ваше изделие проходит сертификацию впервые. Несколько визитов в тестовую лабораторию может существенно повысить стоимость и увеличить время выполнения проекта. Минимизировать издержки можно за счет выявления проблем ЭМС на ранних этапах проектирования. Для определения частоты и амплитуды паразитных сигналов обычно использовались анализаторы спектра с комплектами пробников ближнего поля, но их возможности определить причину появления проблемы довольно ограничены. Теперь разработчики все чаще стали применять осциллографы и логические анализаторы, поскольку большинство проблем, связанных с ЭМП, возникают в результате сложного взаимодействия множества цифровых сигналов в современных устройствах.

Прибор MDO4000B, объединяющий в себе осциллограф, логический анализатор и анализатор спектра, является идеальным инструментом для выявления проблем электромагнитной совместимости при разработке современных устройств. Многие проблемы, связанные с ЭМП и возникающие в таких устройствах, как генераторы тактовой частоты, источники питания и каналы последовательной передачи данных, выявляются в результате анализа во временной области. Обеспечивая коррелированное по времени отображение аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов, MDO4000 является единственным прибором, который может установить связь между событиями во временной и частотной областях.

## Расширенный анализ РЧ сигналов

При совместной работе с ПО SignalVu-PC и опцией Live Link осциллографы серии MDO4000B становятся векторным анализатором сигналов с самой широкой в отрасли полосой захвата до 1 ГГц. Программное обеспечение векторного анализа SignalVu-PC позволяет ускорить анализ, отображая все изменения широкополосных сигналов во времени при проведении аттестационных испытаний устройств беспроводной связи WLAN, широкополосных РЛС, высокоскоростных систем спутниковой связи или систем со скачкообразной перестройкой частоты. Среди доступных опций анализа – анализ качества сигналов Wi-Fi (IEEE 802.11 a/b/g/j/n/p/ac), анализ импульсных сигналов, измерения параметров аудиосигналов, анализ аналоговой модуляции AM/ЧМ/ФМ, общий анализ цифровой модуляции и многое другое.

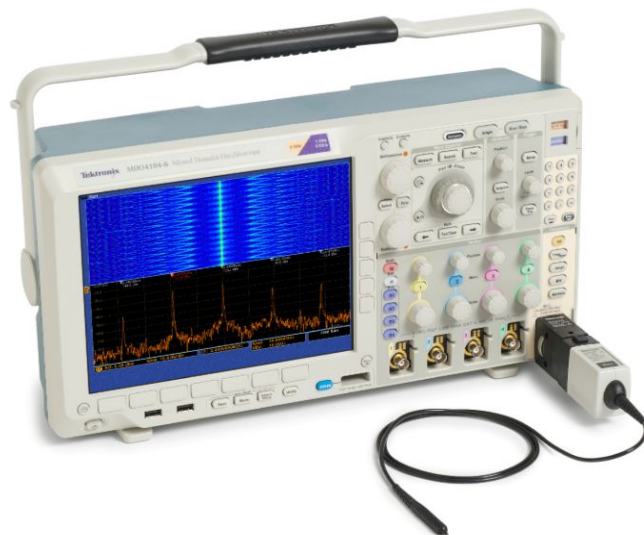


Осциллограф MDO4000B совместно с ПО SignalVu-PC анализирует модулированные сигналы стандарта 802.11ac.

## Возможности подачи РЧ сигналов на вход

Возможности подачи сигналов на РЧ вход в анализаторах спектра обычно ограничены возможностью подключения кабелей или антенн. В осциллографах серии MDO4000B, благодаря дополнительному адаптеру TPA-N-VPI, для этих целей может использоваться любой активный пробник TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом. Это обеспечивает дополнительную гибкость при поиске источников помех и позволяет облегчить анализ спектра благодаря возможности поиска и просмотра сигналов на РЧ входе.

Кроме того, дополнительный предусилитель поможет исследовать сигналы малой амплитуды. Предусилитель TPA-N-PRE обеспечивает номинальный коэффициент усиления 12 дБ в полосе частот от 9 кГц до 6 ГГц.



Для подключения к анализатору спектра любого активного пробника TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом используется дополнительный адаптер TPA-N-VPI.



Предусилитель TPA-N-PRE обеспечивает номинальный коэффициент усиления 12 дБ в полосе частот от 9 кГц до 6 ГГц.

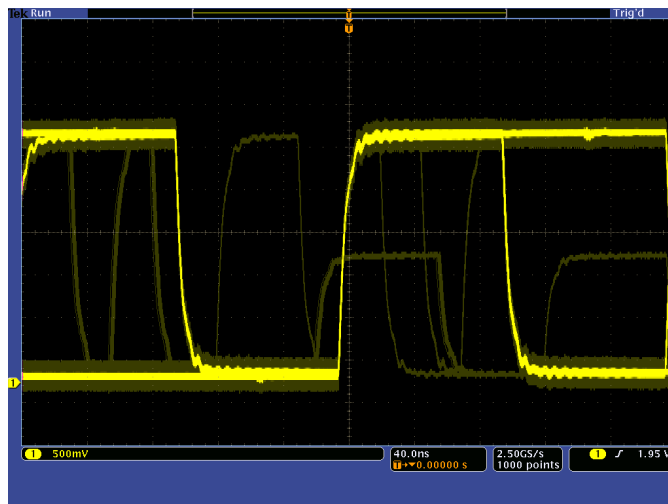
## Созданы на базе отмеченных наградами осциллографов смешанных сигналов серии MSO4000B

Осциллографы серии MDO4000B обеспечивают тот же полный спектр возможностей, что и их прототип – осциллографы смешанных сигналов серии MSO4000B. Широкий набор функций позволяет ускорить проведение всех этапов отладки – от быстрого обнаружения аномалии и её захвата до поиска событий в записанных сигналах и анализа их характеристик и поведения разрабатываемого устройства.

### Обнаружение

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

Самый полный в отрасли набор функций визуализации сигналов позволяет глубже понять истинные процессы, происходящие в вашем устройстве. Возможность захвата сигналов со скоростью 50 000 осциллограмм в секунду позволяет за считанные секунды обнаружить глитчи и другие кратковременные процессы, вскрывая истинную природу происходящих сбоев. Дисплей с цифровым люминофором показывает историю активности сигнала, окрашивая те области экрана, где сигнал появляется чаще, в более яркие цвета, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.



Обнаружение: высокая скорость захвата сигнала — более 50 000 осциллограмм в секунду — максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.

### Захват

Обнаружение неисправности устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересующее событие, чтобы можно было установить причину его возникновения.

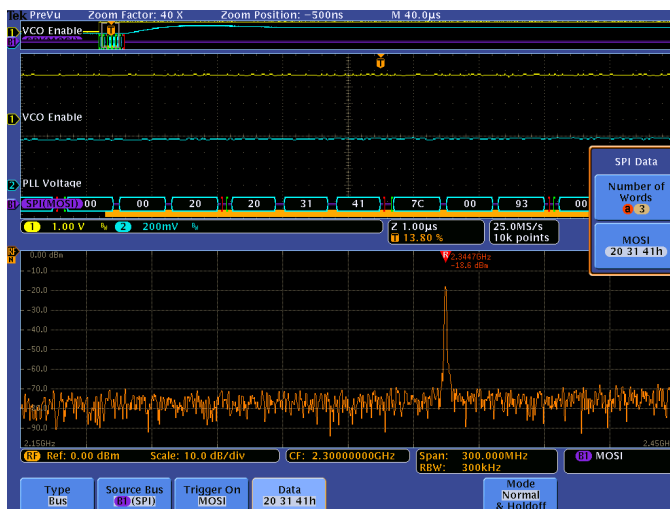
Точный захват любого сигнала обеспечивается правильным подбором пробников. Осциллографы MDO4000B комплектуются четырьмя пробниками с малой входной емкостью. Эти первые в отрасли пассивные пробники напряжения с высоким импедансом имеют входную ёмкость менее 4 пФ, что позволяет уменьшить воздействие на измеряемую цепь. При этом они сочетают высокие характеристики, свойственные активным пробникам, с гибкостью пассивных.

Осциллографы серии MDO4000B предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по вырожденным импульсам (рантам), времени ожидания, логическим состояниям, длительности импульса/глитча, нарушению времени установки/ удержания, последовательным пакетам и параллельным данным, что помогает быстро обнаружить интересующее событие. Благодаря длине записи до 20 млн. точек, за один захват можно зафиксировать сразу много событий – вплоть до нескольких тысяч последовательных пакетов данных. При этом сохраняется высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Осциллографы серии MDO4000B имеют широкие функциональные возможности – от запуска по определённому содержимому пакета данных до автоматического декодирования данных различных форматов. При этом они обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин: I<sup>2</sup>C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM. Способность одновременного декодирования до четырех последовательных и/или параллельных шин позволяет быстро распознавать проблемы на системном уровне.



Для более эффективного выявления и устранения неполадок во взаимосвязях на системном уровне в сложных встраиваемых системах, осциллографы серии MDO4000B кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку цифровые каналы полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск по сигналам любых входных каналов с полной временной корреляцией всех аналоговых, цифровых и последовательных сигналов. Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ позволяет отображать мельчайшие подробности сигнала вокруг точки запуска (с разрешением до 60,6 пс). Режим MagniVu особенно полезен для точного измерения временных интервалов, что необходимо при определении времени установки и удержания, задержки тактовой частоты, фазовых сдвигов и характеристик глитчей.

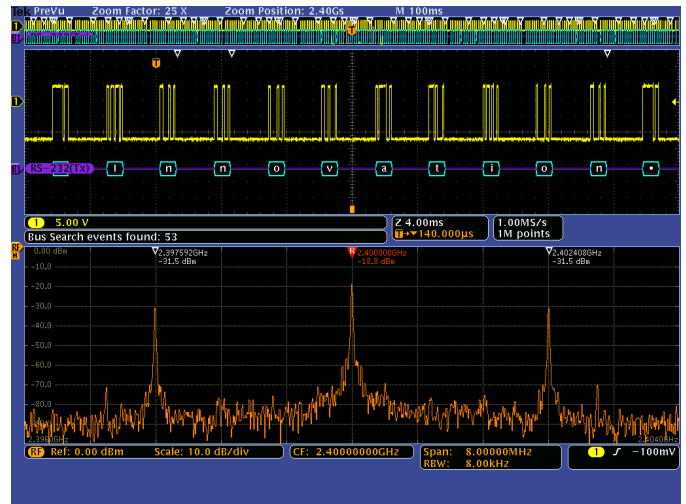


**Захват:** запуск по конкретному пакету данных, передаваемому по шине SPI. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, позволяет быстро захватывать интересующее событие.

## Поиск

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

Осциллографы серии MDO4000 предлагают наиболее совершенные средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель помогает ускорить панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, вы можете перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Специальные маркеры позволяют отметить любое место на осциллограмме, к которому вы хотите вернуться в дальнейшем. Можно также выполнять автоматический поиск по заданным критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые, цифровые и последовательные данные, а также зависимость РЧ сигнала от времени. При этом он автоматически отмечает все моменты появления заданного события и позволяет быстро перемещаться между ними.

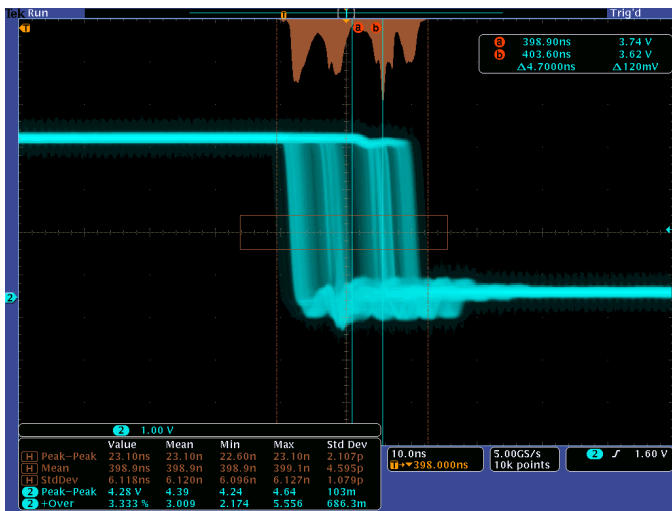


**Поиск:** декодирование сигнала шины RS-232 с отображением результатов поиска данных, имеющих значение «n», с помощью функции Wave Inspector. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность при навигации и просмотре данных.

## Анализ

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

Осциллографы серии MDO4000B предлагают всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, автоматизированные измерения, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, построение гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов во времени. Имеются также специальные прикладные программы анализа сигналов последовательных шин, проектирования источников питания и разработки видеосистем.



Анализ: гистограмма сигнала, построенная по спаду импульса, помогает оценить зависимость положения перепада от времени (джиттер). На экране отображаются числовые значения результатов измерений, полученные на основе гистограммы. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик тестируемого устройства.

## Технические характеристики

Все технические характеристики относятся ко всем моделям, если не оговорено обратное.

### Обзор моделей

	MDO4014B-3	MDO4034B-3	MDO4054B-3	MDO4054B-6	MDO4104B-3	MDO4104B-6
Число аналоговых каналов	4	4	4	4	4	4
Аналоговая полоса пропускания	100 МГц	350 МГц	500 МГц	500 МГц	1 ГГц	1 ГГц
Время нарастания	3,5 нс	1 нс	700 пс	700 пс	350 пс	350 пс
Частота дискретизации (1 канал)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (2 канала)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (4 канала)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с
Длина записи (1 канал)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Длина записи (2 канала)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Длина записи (4 канала)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Число цифровых каналов	16	16	16	16	16	16
Число РЧ каналов	1	1	1	1	1	1
Диапазон частот анализатора спектра	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 6 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 6 ГГц

### РЧ вход (анализатор спектра)

**Полоса обзора** 1 кГц ... 3 ГГц (для моделей MDO4XX4B-3) или 1 кГц ... 6 ГГц (для моделей MDO4XX4B-6)

Полоса обзора регулируется с кратностью шага 1-2-5

Переменное разрешение = 1 % от следующей настройки полосы обзора

**Полоса разрешения** Полоса разрешения для различных функций взвешивания (окон):

Кайзера (по умолчанию): 20 Гц ... 200 МГц

Прямоугольное: 10 Гц ... 200 МГц

Хемминга: 10 Гц ... 200 МГц

Хеннинга: 10 Гц ... 200 МГц

Блекмана-Харриса 20 Гц ... 200 МГц

Окно с плоской вершиной: 30 Гц ... 200 МГц

Настраивается с кратностью шага 1-2-3-5

**Коэффициент формы фильтра ПЧ (для окна Кайзера)** коэффициент формы по уровню 60 дБ/3 дБ:  $\geq 4:1$

**Опорные уровни** диапазон: -140 дБм ... +30 дБм, шагами по 1 дБм

**Диапазон входных сигналов** Диапазон измерений по вертикали: от среднего уровня собственных шумов до +30 дБм

Цена деления вертикальной шкалы от 1 дБ/дел. до 20 дБ/дел. с кратностью шага 1-2-5

**Положение по вертикали** от -100 дел. до +100 дел.

**Единицы измерения по вертикали** дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкВт, дБмА, дБмкА

**РЧ вход (анализатор спектра)**

Средний уровень собственных шумов	Диапазон частот	Средний уровень собственных шумов
	9 кГц ...50 кГц	менее -116 дБм/Гц (менее -120 дБм/Гц тип.)
	50 кГц ...5 МГц	менее -130 дБм/Гц (менее -134 дБм/Гц тип.)
	5 МГц ...400 МГц	менее -146 дБм/Гц (менее -148 дБм/Гц тип.)
	400 МГц ...3 ГГц	менее -147 дБм/Гц (менее -149 дБм/Гц тип.)
	3 ГГц ... 4 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -148 дБм/Гц (менее -152 дБм/Гц тип.)
	4 ГГц ... 6 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -140 дБм/Гц (менее -144 дБм/Гц тип.)

Средний уровень собственных шумов при подключенном предусилителе TRA-N-PRE

Предусилитель в режиме Авто, опорный уровень -40 дБм

Средний уровень собственных шумов MDO4000B с предусилителем в режиме байпаса на ≤3 дБ выше, чем без предусилителя.

Диапазон частот	Средний уровень собственных шумов
9 кГц ... 50 кГц	менее -119 дБм/Гц (менее -123 дБм/Гц тип.)
50 кГц ... 5 МГц	менее -140 дБм/Гц (менее -144 дБм/Гц тип.)
5 МГц ... 400 МГц	менее -156 дБм/Гц (менее -158 дБм/Гц тип.)
400 МГц ... 3 ГГц	менее -157 дБм/Гц (менее -159 дБм/Гц тип.)
3 ГГц ... 4 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -158 дБм/Гц (менее -162 дБм/Гц тип.)
4 ГГц ... 6 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -150 дБм/Гц (менее -154 дБм/Гц тип.)

**Паразитные составляющие**

**Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (> 100 МГц)** < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня

**Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (от 9 кГц до 100 МГц)** < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм

**Интермодуляционные искажения 2-го порядка (>100 МГц)** < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня

**Интермодуляционные искажения 2-го порядка (от 9 кГц до 100 МГц)** < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм

**Интермодуляционные искажения 3-го порядка: > 15 МГц** < -62 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня

**Интермодуляционные искажения 3-го порядка: от 9 кГц до 15 МГц** < -62 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм

**Искажения АЦП** < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 5 дБ ниже опорного уровня. Исключая искажения АЦП за счет наложения спектров

**Искажения АЦП за счет наложения спектров** При (5 ГГц - F<sub>вх.</sub>) и (8 ГГц - F<sub>вх.</sub>): < -55 дБн (< -60 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 5 дБ ниже опорного уровня

**Характеристики только для моделей MDO4XX4-6** Подавление ПЧ (для всех входных частот, за исключением частот от 1,00 до 1,25 ГГц и от 2 до 2,4 ГГц): < -55 дБн (тип.)

Искажения ПЧ при (5 ГГц - F<sub>вх.</sub>) для входных частот от 1 до 1,25 ГГц < -50 дБн (тип.)

Искажения ПЧ при (6,5 ГГц - F<sub>вх.</sub>) для входных частот от 2 до 2,4 ГГц < -50 дБн (тип.)

Подавление помех от зеркального канала: < -50 дБн (для входных частот от 5,5 до 9,5 ГГц)

**Остаточные составляющие**

< -85 дБм (< -78 дБм на частотах 2,5 ГГц, 3,75 ГГц, 4,0 ГГц, и 5,0 ГГц) для опорного уровня ≤ -25 дБм и входного сопротивления 50 Ом

**РЧ вход (анализатор спектра)****Абсолютная погрешность измерения уровня**

Погрешность измерения уровня мощности на центральной частоте. При отстройке от центральной частоты следует к абсолютной погрешности добавить погрешность в канале. Характеристики приведены для отношения с/ш > 40 дБ

< ±1,0 дБ (< ±0,5 дБ, тип.), в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, опорные уровни -25, -20, -15, -10, -5, 0, 5, 10 дБм

< ±1,0 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, при любом опорном уровне

< ±1,5 дБ, тип., в диапазоне температур 0 ... +50 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, при любом опорном уровне

< ±2,0 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 9 кГц до 50 кГц, при любом опорном уровне

< ±3,0 дБ, тип., в диапазоне температур 0 ... +50 °С, диапазон частот от 9 кГц до 50 кГц, при любом опорном уровне

**Типовые характеристики канала** Действительны при температуре +18 ... +28 °С

Характеристики приведены для отношения с/ш > 40 дБ

Диапазон измерения центральной частоты	Полоса обзора	Неравномерность АЧХ, пик-пик, типовая	Неравномерность АЧХ, ср. кв., типовая	Фазовые искажения, ср. кв., тип.
15 МГц ... 6 ГГц	10 МГц	0,3 дБ	0,15 дБ	1,5 °
60 МГц ... 6 ГГц	≤ 100 МГц	0,75 дБ	0,27 дБ	1,5 °
170 МГц ... 6 ГГц	≤ 320 МГц	0,85 дБ	0,27 дБ	2,5 °
510 МГц ... 6 ГГц	≤ 1000 МГц	1,0 дБ	0,3 дБ	3,0 °
Любой, при начальной частоте > 10 МГц	> 1000 МГц	1,2 дБ	нет	нет

**Абсолютная погрешность измерения уровня (АП) и искажения в канале (ИК) при подключенном предусилителе TRA-N-PRE**

АП: < ±1,5 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, независимо от предусилителя

АП: < ±2,3 дБ, тип., во всем рабочем диапазоне температур, независимо от предусилителя

ИК: 0,0 дБ

**Перекрытые помехи в РЧ канале от осциллографических каналов**

частота на входе ≤ 1 ГГц: < -68 дБ от опорного уровня

частота на входе от 1 ГГц до 2 ГГц: < -48 дБ от опорного уровня

**Фазовые шумы на частоте 1 ГГц при отстройке**

1 кГц < -104 дБн/Гц (тип.)

10 кГц < -108 дБн/Гц (< -111 дБн/Гц тип.)

100 кГц < -110 дБн/Гц (< -113 дБн/Гц тип.)

1 МГц < -120 дБн/Гц (< -123 дБн/Гц тип.)

**Погрешность опорной частоты (суммарная)**

Суммарная погрешность:  $1,6 \times 10^{-6}$

Учитывает погрешности за счет старения в течении года, калибровки опорной частоты и температурной нестабильности

Действительно при проведении ежегодной калибровки, при температуре от 0 до +50 °С

**Погрешность измерения частоты с помощью маркера**

$\pm((1,6 \times 10^{-6} \times \text{частота маркера}) + (0,001 \times \text{полоса обзора} + 2)) \text{ Гц}$

Пример: при полосе обзора 10 кГц и частоте маркера 1500 МГц погрешность измерения частоты составит  $\pm((1,6 \times 10^{-6} \times 1500 \text{ МГц}) + (0,001 \times 10 \text{ кГц} + 2)) = \pm 2,412 \text{ кГц}$ .

Частота маркера при соотношении (полоса обзора)/(разрешение по частоте) ≤ 1000:1

Погрешность опорной частоты при отношении амплитуды маркера к уровню собственных шумов > 30 дБ

## РЧ вход (анализатор спектра)

Разрешение при измерении частоты 1 Гц

### Максимальный рабочий уровень входного сигнала

Средняя долговременная мощность	+30 дБм (1 Вт) для опорного уровня $\geq -20$ дБм +24 дБм (0,25 Вт) для опорного уровня $< -20$ дБм
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	$\pm 40$ В <sub>пост.</sub>
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+32 дБм (1,6 Вт) для опорного уровня $\geq -20$ дБм +25 дБм (0,32 Вт) для опорного уровня $< -20$ дБм
Максимальная безопасная мощность (импульс)	Пиковая мощность импульса +45 дБм (32 Вт) при длительности импульса $< 10$ мкс, скважности $< 1$ %, опорном уровне $\geq +10$ дБм

### Максимальный рабочий входной уровень при подключенном предусилителе TRA-N-PRE

Средняя долговременная мощность	+30 дБм (1 Вт)
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	$\pm 20$ В <sub>пост.</sub>
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+30 дБм (1 Вт)
Максимальная безопасная мощность (импульс)	+45 дБм (32 Вт) при длительности импульса $< 10$ мкс, скважности $< 1$ %, опорном уровне $\geq +10$ дБм

### Запуск по уровню мощности РЧ сигнала

Диапазон частот	MDO4XX4B-3: 1 МГц ... 3 ГГц MDO4XX4B-6: 1 МГц ... 3,75 ГГц; 2,75 ГГц ... 4,5 ГГц; 3,5 ГГц ... 6 ГГц
Рабочий уровень амплитуды	от 0 до $-30$ дБ от опорного уровня
Диапазон амплитуды	от +10 до $-40$ дБ от опорного уровня внутри диапазона от $-65$ до +30 дБм
Минимальная длительность импульса	длительность высокого уровня 10 мкс при минимальном времени установления низкого уровня 10 мкс

Временной сдвиг между РЧ и аналоговым каналом  $< 5$  нс

### Продолжительность захвата РЧ сигнала

Полоса обзора	Максимальное время захвата
$> 2$ ГГц	5 мс
$> 1$ ГГц ... 2 ГГц	10 мс
$> 800$ МГц ... 1 ГГц	20 мс
$> 500$ МГц ... 800 МГц	25 мс
$> 400$ МГц ... 500 МГц	40 мс
$> 250$ МГц ... 400 МГц	50 мс
$> 200$ МГц ... 250 МГц	80 мс
$> 160$ МГц ... 200 МГц	100 мс
$> 125$ МГц ... 160 МГц	125 мс
$< 125$ МГц	158 мс

**РЧ вход (анализатор спектра)**

Типы окон БПФ, коэффициенты и погрешность фильтра ПЧ	Окно БПФ	Коэффициент	Погрешность фильтра ПЧ
	Кайзера	2.23	0.90%
	Прямоугольное	0.89	2.25%
	Хемминга	1.30	1.54%
	Хеннинга	1.44	1.39%
	Блекмана-Харриса	1.90	1.05%
	С плоской вершиной	3.77	0.53%

**Система вертикального отклонения аналоговых каналов**

Аппаратное ограничение  
полосы пропускания

Модели с полосой  $\geq 500$  МГц 20 или 250 МГц

Модели с полосой 100 МГц 20 МГц

Режим входа Связь по постоянному току, связь по переменному току

Полное входное сопротивление 1 МОм  $\pm 1\%$ , 50 Ом  $\pm 1\%$

Диапазон входной  
чувствительности

1 МОм 1 мВ/дел — 10 В/дел

50 Ом 1 мВ/дел — 1 В/дел

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  $\leq \pm 425$  В

50 Ом 5 В<sub>ср. кв.</sub> с пиковыми значениями  $\leq \pm 20$  В (коэффициент затухания  $\leq 6,25\%$ )

Погрешность коэффициента  
усиления по постоянному току  $\pm 1,5\%$ , снижение 0,10 %/°C свыше 30 °C

Развязка между каналами Для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью  $\geq 100:1$  при  $\leq 100$  МГц и  $\geq 30:1$  при  $> 100$  МГц до верхней границы полосы пропускания

Диапазон смещения

Значение В/дел	Диапазон смещения	
	1 МОм на входе	50 Ом
1—50 мВ/дел	$\pm 1$ В	$\pm 1$ В
50,5—99,5 мВ/дел	$\pm 0,5$ В	$\pm 0,5$ В
100—500 мВ/дел	$\pm 10$ В	$\pm 10$ В
505—995 мВ/дел	$\pm 5$ В	$\pm 5$ В
1—5 В/дел	$\pm 100$ В	$\pm 5$ В
5,05—10 В/дел	$\pm 50$ В	—

### Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число входных каналов	16 цифровых (D15—D0)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, определяемое пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	$\pm 40$ В
Погрешность установки порога	$\pm(100 \text{ мВ} + 3 \% \text{ от значения порога})$
Максимальное входное напряжение	$\pm 42 \text{ В}_{\text{пик}}$
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	$30 \text{ В}_{\text{размах}} \leq 200 \text{ МГц}$ $10 \text{ В}_{\text{размах}} > 200 \text{ МГц}$
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление и входная емкость пробника	100 кОм с параллельной емкостью 3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

### Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Диапазон скорости развертки	
Для моделей с полосой пропускания 1 ГГц	от 400 пс/дел. до 1000 с/дел.
Для моделей с полосой пропускания $\leq 500$ МГц	от 1 нс/дел. до 1000 с/дел.
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы/ половина каналов)	
Модели с полосой пропускания 1 ГГц	8/4 мс
Модели с полосой пропускания $\leq 500$ МГц	8/8 мс
Диапазон задержки развертки	От $-10$ делений до 5000 с.
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	$\pm 125$ нс
Погрешность развертки	$\pm 5 \times 10^{-6}$ в любом интервале $\geq 1$ мс



**Система горизонтального отклонения цифровых каналов**

Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб/с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (MagniVu)	16,5 Гвыб/с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (режим MagniVu)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная распознаваемая длительность импульса (тип.)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	200 пс
Максимальная частота переключения на входе	500 МГц (максимальная частота синусоидального сигнала, который можно воспроизвести в виде меандра. Необходим короткий удлинитель земли в каждом канале. Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.)

**Система синхронизации**

Режимы синхронизации	Автоматический, нормальный и однократный									
Тип входа запуска	Связь по постоянному току, по переменному току, ФНЧ (подавление частоты >50 кГц), ФВЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)									
Диапазон задержки синхронизации	От 20 нс до 8 с									
Чувствительность по входу запуска	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Источник сигнала синхронизации</th> <th>Чувствительность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Вход 1 МОм (все модели)</td> <td>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)</td> </tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)</td> <td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)</td> </tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)</td> <td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе</td> </tr> </tbody> </table>		Источник сигнала синхронизации	Чувствительность	Вход 1 МОм (все модели)	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)	Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)	Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
Источник сигнала синхронизации	Чувствительность									
Вход 1 МОм (все модели)	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)									
Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)									
Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе									
Диапазон уровней запуска	<p>Любой входной канал ±8 делений от центра экрана, ±8 делений от 0 В, если выбран вход с ФНЧ</p> <p>Сеть Фиксированный уровень, приблизительно 50 % от напряжения сети</p>									
Индикация частоты сигнала	Шестиразрядный частотомер для сигнала запуска.									
Типы синхронизации	<p><b>Фронт</b> Нарастающий или нисходящий фронт в любом канале. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума</p> <p><b>Последовательность (В-триггер)</b> задержка запуска на время от 4 нс до 8 с. Или задержка запуска до некоторого события: от 1 до 4 000 000 событий.</p> <p><b>Длительность импульса</b> Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых &gt;, &lt;, = или ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p><b>Тайм-аут</b> Запуск по событию, уровень которого остается высоким, низким либо высоким/низким на протяжении заданного периода времени (от 4 до 8 нс).</p>									

## Система синхронизации

<b>Поврежденный импульс (рант)</b>	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
<b>Логическое выражение</b>	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по перепаду которого проверяется логическое выражение Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
<b>Установка и удержание</b>	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
<b>Длительность положительного/отрицательного фронта</b>	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым.
<b>Видеосигнал</b>	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
<b>Расширенный набор видеосигналов (опция)</b>	Запуск по видеосигналам 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
<b>I<sup>2</sup>C (опция)</b>	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.
<b>SPI (опция)</b>	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с.
<b>RS-232/422/485/UART (опция)</b>	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема со скоростью до 10 Мбит/с
<b>USB: низкоскоростная шина (опция)</b>	<p>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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> 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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> 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>
<b>USB: полноскоростная шина (опция)</b>	<p>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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> 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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> 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>

## Система синхронизации

**USB: высокоскоростная шина USB<sup>1</sup>**

Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.

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  $\leq$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\neq$  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.

Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, MDATA; можно определить запуск по данным, которые  $\leq$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\neq$  указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.

Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET.

Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая:

- 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.

**Ethernet (опция)<sup>2</sup>.**

10BASE-T и 100BASE-TX: Запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ошибке FCS (CRC).

100BASE-TX: не задействован.

MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.

Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag.

Длина и тип MAC – запуск по величине, которая  $\leq$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\neq$  указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.

Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника.

Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack.

Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая  $\leq$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\neq$  указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499.

**CAN (опция)**

Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия  $\leq$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$  или  $\neq$  для некоторого указанного значения. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.

**LIN (опция)**

Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по таким ошибкам, как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы, со скоростью до 100 кбит/с (по определению LIN, 20 кбит/с).

**FlexRay (опция)**

Запуск по началу фрейма, типу фрейма (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого фрейма, фрейма синхронизации или стартового фрейма со скоростью до 100 Мбит/с.

<sup>1</sup> поддерживается только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.

<sup>2</sup> Для 100BASE-TX рекомендуются модели с полосой пропускания  $\geq 350$  МГц.

## Система синхронизации

<b>MIL-STD-1553 (опция)</b>	Запуск по синхросигналу, типу слова <sup>3</sup> (команда, статус, данные), командному слову (отдельно задается RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, четность), слову статуса (отдельно задается RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, прием широковещательной команды, занятость, флаг подсистемы, принятие запроса динамического управления шиной (DBCA), флаг терминала, четность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, четности, кода манчестер, связности данных), времени ожидания (мин. время от 2 до 100 мкс, макс. время от 2 до 100 мкс; запуск осуществляется, если время меньше <минимального>, больше максимального, попадает или не попадает в диапазон). RT адрес можно настроить так, чтобы запуск происходил в том случае, если его значение =, ≠, <, >, ≤, ≥ заданному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы заданного диапазона.
<b>I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM (опция)</b>	Запуск по выбору слова, по синхросигналу фрейма или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия ≤, <, >, ≥ или ≠ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I <sup>2</sup> S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных для TDM равна 25 Мбит/с.
<b>Параллельная шина</b>	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит (от цифровых и аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

## Система регистрации данных

### Режимы сбора данных

<b>Захват выбираемых значений</b>	Регистрируются выборочные значения.
<b>Обнаружение пиковых значений</b>	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой ≤ 500 МГц) на всех режимах развертки.
<b>Усреднение</b>	Усреднение от 2 до 512 осциллограмм.
<b>Огибающая</b>	Огибающая минимумов-максимумов, отражающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
<b>Высокое разрешение</b>	Усреднение серии захватов в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает вертикальное разрешение.
<b>Режим прокрутки</b>	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

## Измерение параметров осциллограмм

<b>Курсоры</b>	Осциллограмма и экран
<b>Автоматические измерения (во временной области)</b>	29 видов, восемь из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, 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, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных фронтов, число отрицательных фронтов, площадь и площадь периода.
<b>Автоматические измерения (в частотной области)</b>	3 вида, один которых может быть отображён на экране. Возможно измерение следующих параметров: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR) и ширины занимаемой полосы частот (OBW)
<b>Статистическая обработка результатов</b>	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
<b>Опорные уровни</b>	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений можно указывать в процентах или в физических единицах.
<b>Стробирование</b>	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.

<sup>3</sup> При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по слову статуса будет происходить запуск по статусу и неопределенным словам команды/статуса.

## Измерение параметров осциллограмм

<b>Гистограмма</b>	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, математические функции  Типы – вертикальная, горизонтальная
<b>Статистические параметры сигнала на основе гистограммы</b>	Число осциллограмм, число попаданий в прямоугольник, число пиковых значений, медиана, максимум, минимум, размах от пика до пика, среднее значение, стандартное отклонение, сигма 1, сигма 2, сигма 3.

## Математическая обработка осциллограмм

<b>Арифметические операции</b>	Сложение, вычитание, умножение и деление.
<b>Математические операции</b>	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье.
<b>Быстрое преобразование Фурье (БПФ)</b>	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
<b>Математическая обработка спектра</b>	Сложение и вычитание трасс в частотной области.
<b>Расширенные математические функции</b>	Задание сложных математических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические операции (БПФ, интеграл, дифференциал, логарифм, экспонента, квадратный корень, абсолютная величина, синус, косинус, тангенс, рад, степень), скаляры, до двух переменных, настраиваемых пользователем, а также результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, нарастание, спад, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, Длительность пачки импульсов, фаза, положительная скважность, отрицательная скважность, положительный выброс, отрицательный выброс, размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое значение цикла, верхний уровень, нижний уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее значение цикла, площадь, площадь цикла и графики трендов), например (интеграл (K1 - среднее (K1)) × 1,414 × ПЕРЕМ1).

## Измерение параметров источников питания (опция)

<b>Качество питающих напряжений</b>	$V_{\text{ср. кв.}}$ , $V_{\text{амплитудный коэффициент}}$ , частота, $I_{\text{ср. кв.}}$ , $I_{\text{амплитудный коэффициент}}$ , активная мощность, кажущаяся мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, фазовый сдвиг.
<b>Коммутационные потери</b>	
<b>Потери мощности</b>	$T_{\text{вкл.}}$ , $T_{\text{откл.}}$ , проводимость, всего.
<b>Потери энергии</b>	$T_{\text{вкл.}}$ , $T_{\text{откл.}}$ , проводимость, всего.
<b>Гармонические составляющие</b>	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2 Класс A и MIL-STD-1399, раздел 300A
<b>Пульсации</b>	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
<b>Анализ модуляции</b>	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
<b>Область устойчивой работы</b>	Графическое представление и тестирование по маске области устойчивой работы импульсных источников питания.
<b>Измерения dV/dt и dI/dt</b>	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

## Контроль предельных значений и тестирование по маске (опционально)

<b>Встроенные стандартные маски<sup>4</sup></b>	ITU-T, ANSI T1.102, USB
<b>Источник сигнала</b>	Контроль предельных значений: любой Канал1 — Канал4 или любой R1 — R4 Тестирование по маске: любой Канал1 — Канал4
<b>Создание маски</b>	Вертикальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 1 деления с шагом 0,001 деления; горизонтальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 0,5 деления с шагом 0,001 деления. Загрузка стандартной маски из внутренней памяти Загрузка специальной маски из текстового файла с числом сегментов до 8
<b>Масштабирование маски</b>	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника) Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника)
<b>Критерии остановки теста</b>	Минимальное число осциллограмм (от 1 до 1 000 000; бесконечно) Минимальный интервал времени (от 1 секунды до 48 часов; бесконечно)
<b>Порог превышения</b>	От 1 до 1 000 000
<b>Действия при неудачном завершении теста</b>	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
<b>Действия при удачном завершении теста</b>	Вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
<b>Отображение результатов</b>	Состояние теста, общее число осциллограмм, число нарушений, частота появления нарушений, общее число тестов, число неудачных тестов, частота появления неудачных тестов, прошедшее время, общее число попаданий в каждый сегмент маски

## Программное обеспечение

<b>OpenChoice® Desktop</b>	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO4000B с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейс USB или LAN. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для составления отчетов и дальнейшего анализа.
<b>ДрайверIVI</b>	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
<b>e*Score® (ПО дистанционного управления через веб-интерфейс)</b>	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO4000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.
<b>Веб-интерфейс LXI Класс C</b>	Обеспечивает подключение к осциллографу 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, а также управлять осциллографом с помощью ПО e*Score®. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C, версия 1.3.

<sup>4</sup> Для тестирования по маске на соответствие телекоммуникационным стандартам со скоростью передачи данных более >55 Мбит/с рекомендуются модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для тестирования по маске высокоскоростных шин USB рекомендуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.

**Характеристики дисплея**

Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
Разрешение экрана	1 024 пикселя по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA)
Интерполяция	Sin(x)/x
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	Полная, сетка, перекрестие, рамка, IRE и MB.
Формат	YT и одновременно XY/YT
Максимальная скорость захвата входного сигнала	>50 000 осциллограмм в секунду.

**Порты ввода/вывода**

Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Два порта на передней и два порта на задней панели прибора.
Порт ведомого устройства USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с переходником TEK-USB-488) и прямую распечатку на принтеры, совместимые с PictBridge.
Порт LAN	Порт RJ-45, поддерживает 10/100/1000 Мбит/с
Выход видеосигнала	Порт DB-15, позволяет вывести изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор Разрешение XGA.
Выход компенсатора пробника Амплитуда Частота	Контакты на передней панели 0—2,5 В 1 кГц
Дополнительный выход	Разъем BNC на передней панели. $V_{\text{вых}}$ (высокий): $\geq 2,5$ В без нагрузки, $\geq 1,0$ В с нагрузкой на землю 50 Ом $V_{\text{вых}}$ (низкий): $\leq 0,7$ В при выходном токе $\leq 4$ мА; $\leq 0,25$ В с нагрузкой на землю 50 Ом Выход можно настроить на вывод импульсного сигнала при запуске осциллографа, вывод внутренней тактовой частоты осциллографа или вывод сигнала при контроле предельных значений и тестировании по маске
Вход внешнего опорного сигнала	Генератор тактовой частоты может синхронизироваться с внешним опорным генератором частотой 10 МГц (10 МГц $\pm 1$ %)
Замок Kensington	Слот на задней панели для стандартного замка Kensington.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA (MIS-D 100) 100 мм на задней панели прибора.

## LXI (расширение локальной сети для измерительных приборов)

Класс	LXI класса C
Версия	V1.3

### Источник питания

Напряжение источника питания	От 100 до 240 В $\pm 10\%$
Частота источника питания	От 50 до 60 Гц $\pm 10\%$ при 100—240 В $\pm 10\%$ 400 Гц $\pm 10\%$ при 115 В $\pm 13\%$
Потребляемая мощность	Не более 250 Вт

### Габариты и масса

Размеры	мм	дюйм
	Высота	229
Ширина	439	17,3
Глубина	147	5,8

Масса	кг	фунт
	Нетто	5
В упаковке	10,7	23,6

Конфигурация для установки в стойку	5U
Зазор для охлаждения	2 дюйма (51 мм) с левой и с задней стороны прибора

### Условия окружающей среды

Температура	
Рабочая	От 0 до +50 °C (от +32 до 122 °F)
Хранения	От -20 до +60 °C (от -4 до 140 °F)

Относительная влажность	
Рабочая	Верхнее значение: от 40 до 50 °C, относительная влажность от 10 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 10 до 90 %
Хранения	Верхнее значение: от 40 до 60 °C, относительная влажность от 5 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 5 до 90 %

Высота над уровнем моря	
Рабочая	9 843 фута (3 000 м)
Хранения	30 000 футов (9 144 м)

Соответствие нормативным документам	
Электромагнитная совместимость	Директива ЕС 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004, Директива о низковольтном оборудовании 2006/95/ЕС и EN61010-1:2001, IEC 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01



## Информация для заказа

### Серия MDO4000B

MDO4014B-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 100 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4034B-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 350 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4054B-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4054B-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц
MDO4104B-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4104B-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц

### Стандартные принадлежности

#### Пробники

Для моделей с полосой пропускания ≤500 МГц	TPP0500/B, 500 МГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник на каждый аналоговый канал.
Для моделей с полосой пропускания 1 ГГц	TPP1000, 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник на каждый аналоговый канал.
Все модели	Один 16-канальный логический пробник P6616 с комплектом принадлежностей (020-2662-xx).

#### Принадлежности

200-5130-xx	Передняя крышка
103-0045-00	Переходник N-BNC
063-4367-xx	Компакт-диск с документацией
016-2030-xx	Сумка с принадлежностями
—	Руководство пользователя
—	Кабель питания
—	ПО OpenChoice® Desktop
—	Калибровочный сертификат подтверждает прослеживаемость калибровки до Национальных институтов метрологии и соответствие системе качества ISO9001

#### Гарантия

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

## Прикладные программные модули

Прикладные программные модули работают по лицензии, которая может передаваться между модулем и осциллографом. Лицензия может храниться в модуле, что позволяет ему работать и на другом приборе. Лицензия может находиться и в осциллографе, что позволяет удалить модуль и хранить его отдельно. Передача лицензии на осциллограф и удаление модуля позволяет работать более чем с четырьмя приложениями одновременно.

<b>DPO4AERO</b>	<p>Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала – любой канал 1-4, результат математической обработки, опорный 1-4</p> <p>Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный пробник)</p>
<b>DPO4AUDIO</b>	<p>Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных аудиошин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по аудиошинам I<sup>2</sup>S, LJ, RJ и TDM, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала — любой канал 1—4, любой D0—D15</p> <p>Рекомендуемые пробники – несимметричный</p>
<b>DPO4AUTO</b>	<p>Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN и LIN, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала – LIN: любой канал 1—4, любой D0—D15; CAN: любой канал 1—4, любой D0—D15</p> <p>Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN: несимметричный или дифференциальный</p>
<b>DPO4AUTOMAX</b>	<p>Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени, а также ПО анализа глазковых диаграмм.</p> <p>Входы сигнала – LIN: любой канал 1—4, любой D0—D15; CAN: Любой канал 1—4, любой D0—D15; FlexRay: любой канал 1—4, любой D0—D15</p> <p>Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN, FlexRay: несимметричный или дифференциальный</p>
<b>DPO4COMP</b>	<p>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, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала — любой канал 1—4, любой D0—D15</p> <p>Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный; RS-422/485: дифференциальный</p>
<b>DPO4EMBD</b>	<p>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, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала — I<sup>2</sup>C: Любой канал 1—4, любой D0—D15; SPI: любой канал 1—4, любой D0—D15</p> <p>Рекомендуемые пробники – несимметричный</p>
<b>DPO4ENET</b>	<p>Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX<sup>5</sup>, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.</p> <p>Входы сигнала – любой канал 1-4, результат математической обработки, опорный 1-4</p> <p>Рекомендуемые пробники – 10BASE-T: несимметричный или дифференциальный; 100BASE-TX: дифференциальный</p>

<sup>5</sup> Для 100BASE-TX рекомендуются модели с полосой пропускания  $\geq 350$  МГц

<b>DPO4USB</b>	<p>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, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB.<sup>6</sup></p> <p>Входы сигнала — низкоскоростные и полноскоростные шины: любой канал 1-4 и любой из D0—D15; низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины: любой канал 1-4, математические функции, опорный сигнал 1-4</p> <p>Рекомендуемые пробники – низкоскоростные и полноскоростные шины: несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины: дифференциальный</p>
<b>DPO4PWR</b>	<p>Модуль анализа источников питания. Позволяет быстро и точно анализировать качество питающих напряжений, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации, скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dV/dt).</p>
<b>DPO4LMT</b>	<p>Модуль контроля предельных значений и тестирования по маске. Позволяет выполнять сравнение с предельными значениями, полученными на основе опорных сигналов, или выполнять сравнение со специальными или стандартными шаблонами телекоммуникационных или компьютерных стандартов.<sup>7</sup></p>
<b>DPO4VID</b>	<p>Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.</p>
<b>MDO4TRIG</b>	<p>Расширенный модуль синхронизации по уровню мощности радиочастотного сигнала. Позволяет использовать уровень мощности на входе анализатора спектра в качестве источника следующих типов синхронизации: по длительности импульса, по огибающей, по времени ожидания, по логическому выражению и последовательности.</p>

## Опции прибора

### Варианты шнура питания и разъема

Опция A0	Вилка питания для сетей Северной Америки (115 В, 60 Гц)
Опция A1	Вилка питания для сетей Европы (220 В, 50 Гц)
Опция A2	Вилка питания для сетей Великобритании (240 В, 50 Гц)
Опция A3	Вилка питания для сетей Австралии (240 В, 50 Гц)
Опция A5	Вилка питания для сетей Швейцарии (220 В, 50 Гц)
Опция A6	Вилка питания для сетей Японии (100 В, 110/120 В, 60 Гц)
Опция A10	Вилка питания для сетей Китая (50 Гц)
Опция A11	Вилка питания для сетей Индии (50 Гц)
Опция A12	Вилка питания для сетей Бразилии (60 Гц)
Опция A99	Шнур электропитания отсутствует

### Языковые опции

Опция L0	Руководство на английском языке
Опция L1	Руководство на французском языке
Опция L2	Руководство на итальянском языке
Опция L3	Руководство на немецком языке
Опция L4	Руководство на испанском языке
Опция L5	Руководство на японском языке
Опция L6	Руководство на португальском языке

<sup>6</sup> Высокоскоростная шина USB поддерживаются только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.

<sup>7</sup> Для тестирования по маске на соответствие телекоммуникационным стандартам со скоростью передачи данных более >55 Мбит/с рекомендуются модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для тестирования по маске высокоскоростных шин USB рекомендуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.

## Техническое описание

Опция L7	Руководство на китайском языке (упрощенное письмо)
Опция L8	Руководство на китайском языке (традиционное письмо)
Опция L9	Руководство на корейском языке
Опция L10	Руководство на русском языке
Опция L99	Без руководства

Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.

## Сервисные опции

Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Протокол с данными калибровки
Опция D3	Протокол с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
Опция D5	Протокол с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)
Опция G3	Полное обслуживание в течение 3 лет (включая замену на время ремонта, плановую калибровку и многое другое)
Опция G5	Полное обслуживание в течение 5 лет (включая замену на время ремонта, плановую калибровку и многое другое)
Опция R5	Услуги по ремонту в течение 5 лет (включая гарантию)
Опция SILV900	Продление стандартной гарантии до 5 лет

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

## Рекомендуемые 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).

TRP0500/B	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 500 МГц, 2X, входная емкость 12,7 пФ
TRP0850	Высоковольтный пассивный пробник TekVPI® 800 МГц, 50X, 2,5 кВ
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 1 ГГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 1,5 ГГц
TAP2500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 2,5 ГГц
TAP3500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 3,5 ГГц
TSP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI® 120 МГц, 30 А
TSP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI® 20 МГц, 150 А
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®500 МГц, входное напряжение $\pm 42$ В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®1 ГГц, входное напряжение $\pm 42$ В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®1,5 ГГц, входное напряжение $\pm 8,5$ В
TDP3500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®3,5 ГГц, входное напряжение $\pm 2$ В
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI® 200 МГц, $\pm 1,5$ кВ
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI® 100 МГц, $\pm 6$ кВ
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI® 200 МГц, $\pm 750$ В

P5100A	Высоковольтный пассивный пробник 100X, 2,5 кВ, 500 МГц
P5200A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 50 МГц, 1,3 кВ

### Принадлежности

TPA-N-PRE	Предусилитель, ном. усиление 12 дБ, 9 кГц ... 6 ГГц
119-4146-00	Комплект пробника поля в ближней зоне, 100 кГц – 1 ГГц
119-6609-00	Гибкая несимметричная вибраторная антенна
TPA-N-VPI	Адаптер N-TekVPI
077-0585-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
TPA-BNC	Переходник с TekVPI® на TekProbe™ BNC
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников
SignalVu-PC-SVE	Программное обеспечение векторного анализа сигналов
TEK-USB-488	Переходник GPIB-USB
ACD4000B	Мягкая сумка для переноски
НСТЕК54	Жесткий кейс для переноски (требуется ACD4000B)
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку

### Другие РЧ пробники

Для заказа обращайтесь в [компанию Beehive Electronics:](http://beehive-electronics.com/probes.html)

101A	Комплект пробника ЭМП
150A	Усилитель пробника ЭМП
110A	Кабель пробника
0309-0001	Переходник пробника на разъем SMA
0309-0006	Переходник пробника на разъем BNC



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



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

Юго-Восточная Азия/Австралия (65) 6356 3900  
Бельгия 00800 2255 4835\*  
Центральная и Восточная Европа и Прибалтика +41 52 675 3777  
Финляндия +41 52 675 3777  
Гонконг 400 820 5835  
Япония 81 (3) 6714 3010  
Ближний Восток, Азия и Северная Америка +41 52 675 3777  
КНР 400 820 5835  
Республика Корея 001 800 8255 2835  
Испания 00800 2255 4835\*  
Тайвань 886 (2) 2722 9622

Австрия 00800 2255 4835\*  
Бразилия +55 (11) 3759 7627  
Центральная Европа & Греция +41 52 675 3777  
Франция 00800 2255 4835\*  
Индия 000 800 650 1835  
Люксембург +41 52 675 3777  
Нидерланды 00800 2255 4835\*  
Польша +41 52 675 3777  
Россия & СНГ +7 (495) 6647564  
Швеция 00800 2255 4835\*  
Великобритания & Ирландия 00800 2255 4835\*

Балканские страны, Израиль, ЮАР и другие страны ISE +41 52 675 3777  
Канада 1 800 833 9200  
Дания +45 80 88 1401  
Германия 00800 2255 4835\*  
Италия 00800 2255 4835\*  
Мексика, Центральная и Южная Америка, Карибы 52 (55) 56 04 50 90  
Норвегия 800 16098  
Португалия 80 08 12370  
ЮАР +41 52 675 3777  
Швейцария 00800 2255 4835\*  
США 1 800 833 9200

\* Европейский бесплатный номер. Если он недоступен, звоните: +41 52 675 3777

Обновлено 10 апреля 2013

**Дополнительная информация.** Компания Tektronix располагает обширной и постоянно расширяющейся коллекцией указаний по применению, технических описаний и других ресурсов в помощь инженерам, работающим над передовыми технологиями. Посетите сайт [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).

Copyright © Tektronix, Inc. Все права защищены. Изделия Tektronix защищены патентами США и других стран, выданными и находящимися на рассмотрении. Информация в этой публикации заменяет все опубликованные ранее материалы. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc. Все другие торговые марки являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.



48U-26875-7

