

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://tektronix.nt-rt.ru> || [txk@nt-rt.ru](mailto:txk@nt-rt.ru)

# КАТАЛОГ

## Решения в области контрольно-измерительной аппаратуры



# О компании Tektronix

Компания Tektronix является ведущим мировым производителем контрольно-измерительного и тестового оборудования, поставщиком решений и услуг для изготовителей коммуникационного и компьютерного оборудования, полупроводниковых приборов, военного и аэрокосмического оборудования, бытовой электроники и широкого диапазона других устройств. Обладая 65-летним опытом работы, Tektronix помогает потребителям проектировать, строить, запускать и эксплуатировать глобальные телекоммуникационные сети нового поколения, использующие передовые и широко распространяющиеся технологии. Tektronix имеет представительства в 19 странах, штаб-квартира компании расположена в г. Бивертон, штат Орегон (США).

## Мировой стандарт осциллографов

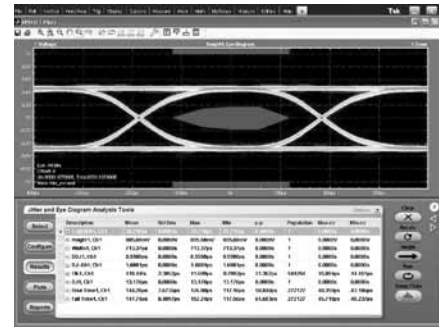
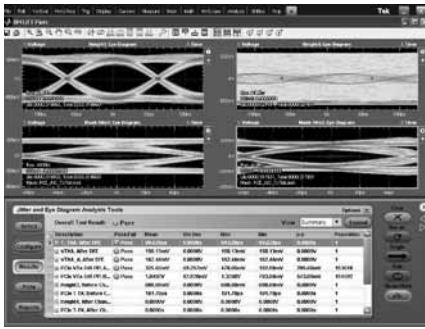
Абсолютное большинство инженеров полагается на передовые технические характеристики, производительность, точность, простоту использования и надежность осциллографов, программного обеспечения и аксессуаров Tektronix. Приборы компании задают мировые стандарты, на которые ориентируются в отрасли уже более 65 лет. Широкий спектр оборудования Tektronix помогает решать любые задачи разработчиков от детальной отладки и анализа до высокоскоростного сбора данных:

- Приборы начального уровня предназначены для анализа сигналов и поиска неисправностей
- Настольные приборы среднего уровня с полосой пропускания до 1 ГГц – для анализа и отладки встраиваемых систем, аналого-цифровых сигналов и последовательных интерфейсов передачи данных.
- Высокопроизводительные осциллографы высшего класса с полосой пропускания до 33 ГГц – для анализа, отладки и проверки на соответствие самым современным стандартам последовательной передачи данных, памяти DDR, тестирования РЧ устройств, различных оптических и электрических систем.



# Содержание

<b>Технологические решения и прикладное ПО</b>	<b>4</b>
<b>Осциллографы</b>	<b>10</b>
Цифровые запоминающие осциллографы серии TDS1000C-EDU <b>NEW</b>	13
Цифровые запоминающие осциллографы серии TDS2000C	19
Цифровые запоминающие осциллографы серии TPS2000B <b>NEW</b>	27
Портативные осциллографы серии THS3000 <b>NEW</b>	37
Осциллографы с цифровым люминофором серии TDS3000C	44
Осциллографы смешанных сигналов / Осциллографы с цифровым люминофором серии MSO2000 и DPO2000	51
Осциллографы с цифровым люминофором и смешанных сигналов серии MSO3000 и DPO3000	66
Осциллографы смешанных сигналов / Осциллографы с цифровым люминофором серии MSO4000B и DPO4000B <b>NEW</b>	82
Комбинированные осциллографы серии MDO4000 <b>NEW</b>	101
Осциллографы смешанных сигналов / Осциллографы с цифровым люминофором серии MSO5000 / DPO5000	120
Осциллографы с цифровым люминофором серии DPO7000C	142
Осциллографы с цифровым люминофором / Цифровые анализаторы последовательных потоков / Осциллографы смешанных сигналов серии DPO/DSA/MSO70000	161
Программное обеспечение для векторного анализа сигналов SignalVu™	190
Стробоскопический осциллограф для анализа высокоскоростных последовательных потоков данных серии DSA8300 <b>NEW</b>	201
<b>Тестеры коэффициента битовых ошибок</b>	<b>219</b>
<b>Анализатор когерентных оптических сигналов</b>	<b>223</b>
Анализатор когерентных оптических сигналов серии OM4000	223
<b>Пробники и принадлежности</b>	<b>237</b>
<b>Цифровые мультиметры</b>	<b>239</b>
<b>Источники питания</b>	<b>241</b>
<b>Частотомеры</b>	<b>243</b>
<b>Датчики/измерители мощности ВЧ и СВЧ диапазона</b>	<b>246</b>
Серии PSM3000, PSM4000 и PSM5000	246
<b>Генераторы сигналов</b>	<b>254</b>
Генераторы сигналов произвольной формы и стандартных функций серии AFG 3000	255
Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG5000	261
Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG7000	275
Генераторы цифровых последовательностей серии PG3A/L	300
RFExpress® – Программное обеспечение для создания и редактирования сигналов РЧ/ПЧ/ЛЧ	303
SerialXpress® – Расширенная генерация джиттера для генераторов сигналов произвольной формы	312
<b>Анализаторы спектра реального времени</b>	<b>317</b>
Анализаторы спектра реального времени серии RSA5000	318
Анализаторы спектра реального времени серии RSA6000 <b>NEW</b>	336
<b>Логические анализаторы</b>	<b>355</b>
Логические анализаторы серии TLA6400	356
Логические анализаторы серии TLA7000	363
Анализатор протокола серии TPI4000	376
<b>Упрощение отладки ПЛИС Xilinx и Altera</b>	<b>386</b>



Технологические решения и прикладное ПО

Последовательная передача данных

Встраиваемые системы

PC/CBC устройства

Цифровое видео



PCI Express®

В процессе проектирования устройств с PCI Express возникают проблемы, требующие быстрого и точного решения

Для тестирования PCI Express 3.0 необходимо одновременно регистрировать данные по двум портам и анализировать до миллиона единичных интервалов. Осциллографы Tektronix обладают необходимой частотой дискретизации и объемом памяти по всем каналам для выполнения тестов на соответствие стандартам. Осциллографы серии DPO70000 позволяют эмулировать канал и выполнять коррекцию АЧХ, а также обладают полосой пропускания до 32 ГГц, что дает возможность точно измерять характеристики последовательных сигналов PCI Express 3-го поколения, скорость которых превышает 8 Гбит/с.

Рекомендуемые приборы и ПО

Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Осциллографы реального времени серии DSA70000
- ПО PCE3 для отладки и автоматизированного тестирования на соответствие стандарту
- Стробоскопический осциллограф DSA8300 с модулем 80E08
- ПО IConnect® и 80SSPAR для измерения S-параметров и волнового сопротивления линии передачи

Пробники:

- Дифференциальная система снятия сигнала SMA серии P7300SMA
- Дифференциальные пробники TriMode серии P7300 и P7500
- Ручные пробники P80318 TDR

Логические анализаторы:

- Серия TLA7000
- Модуль анализатора протокола серии TLASAXX
- Слотовые переходники, пробники Midbus и припаяваемые пробники серии P67SA00

Анализаторы коэффициента битовых ошибок:

- BSA85C, DPP125, CR125

Генераторы сигналов:

- AWG7000, AFG3000

Анализаторы спектра:

- Серия RSA6000

Serial ATA/SAS

Мощный комплект инструментов для автоматизированного тестирования на соответствие спецификациям Serial ATA/SAS экономит время и сокращает трудоемкость

Требования к тестированию Serial ATA/SAS относятся к самым сложным среди современных стандартов последовательной передачи данных. С помощью полного набора инструментов для измерения характеристик этих шин вы узнаете, с каким запасом ваша схема соответствует спецификациям стандарта. Автоматизированное решение компании Tektronix для контроля состояния и тестирования позволит вам сосредоточиться на наиболее важных задачах.

Рекомендуемые приборы и ПО

Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Осциллографы реального времени серии DSA70000
- ПО TekExpress для автоматизированного тестирования на соответствие стандарту SATA/SAS
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET

Генераторы сигналов:

- Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG7000

Анализаторы коэффициента битовых ошибок:

- BSA125C

DisplayPort®

Мощное и эффективное решение для измерения характеристик интерфейса DisplayPort

Тестирование интерфейса DisplayPort на соответствие спецификациям CTS v.1.2 требует измерения временных характеристик и джиттера для проверки источника сигнала, а также измерения импеданса кабелей и контроля восстановления тактовой частоты с малым коэффициентом битовых ошибок для проверки приемника. Упростите тестирование DisplayPort с помощью набора инструментов Tektronix, автоматизирующего проверку источника, приемника и кабелей. Линейка осциллографов, генераторов и анализаторов сигнала компании Tektronix позволяет быстро и эффективно решать сложные проблемы, возникающие при проектировании.

Рекомендуемые приборы и ПО

Тестирование источников:

- Осциллографы реального времени серии MSO/DPO/DSA70000
- ПО DP12 для автоматизированного тестирования на соответствие стандарту
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET
- Пробники P7380SMA
- Тестовая оснастка TF-DP-TPA-x

Тестирование приемников:

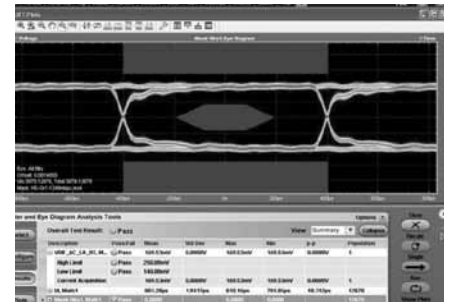
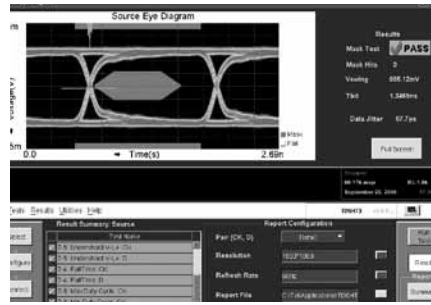
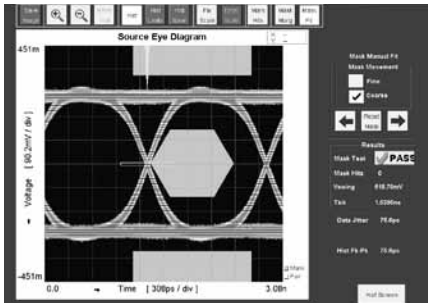
- Тестер коэффициента битовых ошибок BSA85C с опцией STR

- Осциллографы реального времени серии DSA70000

- ПО DP12 для автоматизированного тестирования на соответствие стандарту
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET
- Тестовая оснастка TF-DP-TPA-x

Тестирование кабелей (пассивное и активное):

- Стробоскопический осциллограф DSA8300
- Модуль измерения отраженного сигнала 80E04
- Модуль запуска по заданной последовательности 80A06
- ПО 80SSPAR для измерения отраженного сигнала и S-параметров
- ПО анализа джиттера 80SJNB
- Тестовая оснастка TF-DP-TPA-x



## HDMI

### Решение для комплексного тестирования HDMI на соответствие спецификациям CTS V1.4a

Всеобъемлющее автоматизированное решение компании Tektronix для тестирования приемников, передатчиков и кабелей отвечает всем требованиям последней версии спецификаций тестирования HDMI CTS V1.4a и MHL. Возможность тестирования по четырем каналам обеспечивает более быстрое получение надежных результатов, легко представимых в виде сводного отчета в формате HTML.

### Рекомендуемые приборы и ПО

- Осциллографы и прикладное программное обеспечение:
- Осциллографы реального времени серии MSO/DPO/DSA70000 с ПО TDSHT3 для тестирования на соответствие HDMI, и с опцией MHD для тестирования на соответствие MHL
- Стробоскопический осциллограф DSA8300
- ПО 80SSPAR для измерения отраженного сигнала и S-параметров
- Модуль запуска по заданной последовательности 80A06
- ПО анализа джиттера 80SJNB

### Пробники:

- Дифференциальный пробник P713SMA

### Генераторы сигналов:

- Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG7000

### Тестовая оснастка:

- TF-HDMI-TPA-KIT для HDMI
- MHL-TPA-x-xxxx для MHL

## Память

### Проверка и отладка запоминающих устройств на базе DDR

Инженеры, использующие в своих конструкциях системы памяти DDR, могут столкнуться с множеством проблем, таких как разделение пакетов чтения/записи и устранение нарушений протокола. Имеющиеся в осциллографах серии DPO расширенные функции запуска, программные пакеты для анализа и встроенная поддержка DDR в логических анализаторах Tektronix TLA позволяют инженерам быстро проверять и отлаживать устройства с памятью DDR. Кроме того, уменьшение размеров корпусов создает серьезные проблемы доступа к измеряемым сигналам. Тестовая оснастка и пробники Tektronix упрощают тестирование DDR, создавая минимальную нагрузку на испытываемую систему.

### Рекомендуемые приборы и ПО

- Логические анализаторы:
- Серия TLA7000
- Модуль логического анализатора TLA7BB4

### Осциллографы:

- Осциллографы реального времени серии MSO/DPO/DSA70000 с опцией визуального запуска
- Опция анализа DDR (опция DDRA)
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET

### Пробники и тестовая оснастка:

- Дифференциальные пробники P7500 TriMode™
- Дифференциальные логические пробники P6780
- Переходники ИС для осциллографов NEX-DDR3MP78BSC или NEX-DDR3MP78BSCSK

## MIPI®

### Простые системы тестирования с гибкими автоматизированными наборами инструментов для M-PHY и D-PHY экономят время и сокращают трудоемкость

Измерение характеристик M-PHY и тестирование на соответствие стандарту требует применения широкого набора тестов, включая измерение спектральной плотности мощности, измерение ШИМ и подсчет битовых ошибок, причем в различных конфигурациях, при разных скоростях, амплитудах сигнала и режимах согласования. Комплект Tektronix для базовых испытаний передатчиков M-PHY является простым одноприборным решением с функцией тестирования спектральной плотности мощности, интегрированной в осциллограф. Комплект Tektronix для испытаний приемников M-PHY представляет собой простое двухприборное решение для автоматизированного тестирования, основанное на детекторе ошибок, интегрированном в осциллограф. Измерение характеристик и тестирование на соответствие стандарту D-PHY требуют точной идентификации областей малой мощности и высокой скорости для выполнения широкого спектра измерений в различных конфигурациях, при разных скоростях, режимах согласования, с разным числом каналов и при разных температурах. Непревзойденное автоматизированное решение Tektronix D-PHY позволяет тестировать схемы еще быстрее, точнее и эффективнее.

### Рекомендуемые приборы и ПО

- Осциллографы и прикладное программное обеспечение:
  - Осциллографы реального времени серии MSO/DPO/DSA70000
  - Базовая версия ПО, опция D-PHY и опция M-PHY
  - Автоматизированная версия ПО, опция D-PHTY и M-PHYRX
  - ПО для декодирования или проверки, опция SR-DPHY

### Пробники:

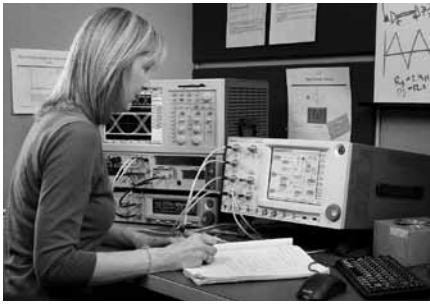
- Дифференциальные пробники TriMode серии P7300 и P7500
- Дифференциальные пробники SMA серии P7300SMA

### Логические анализаторы:

- Серия TLA7000

### Генераторы сигналов:

- Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG7000
- Генераторы цифровых последовательностей серии PG3A



## Анализ джиттера и шума

### Простое решение проблем отладки и анализа джиттера

Компания Tektronix предлагает решения для измерения джиттера в широком диапазоне приложений – от низкоскоростных цифровых схем до высокоскоростных последовательных шин. Осциллографы реального времени серии DPO/DSA70000 позволяют выполнять электрические измерения и предлагают функции отладки, поддерживающие скорости до 20 Гбит/с.

Для анализа электрических сигналов, передаваемых со скоростями более 20 Гбит/с, Tektronix предлагает стробоскопический осциллограф серии DSA8300 с функциями измерений оптических и электрических сигналов для скоростей 40 Гбит/с OC-768 и выше, а также анализаторы коэффициента битовых ошибок BERTScore для скоростей до 26 Гбит/с.

Для анализа джиттера сигналов малого уровня и с низким уровнем шумов, или для измерения очень малого джиттера, свойственного генераторам тактовой частоты, Tektronix предлагает анализаторы спектра реального времени (RTSA), которые позволяют измерять характеристики джиттера в широком динамическом диапазоне.

### Рекомендуемые приборы и ПО

#### Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Осциллографы реального времени серии MSO/DPO/DSA70000
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET
- Стробоскопический осциллограф DSA8300
- ПО анализа джиттера, шума и коэффициента битовых ошибок 80SJNB
- ПО IConnect® и MeasureXtractor™ 80SSPAR для измерения целостности сигнала, отраженного сигнала и S-параметров

#### Анализаторы коэффициента битовых ошибок:

- Анализаторы коэффициента битовых ошибок серии BSA
- Модули восстановления тактовой частоты серии CR

#### Пробники:

- Дифференциальные пробники P7313/P7313SMA
- Пробники P7500 TriMode

#### Анализаторы спектра реального времени:

- Серия RSA3000

## Измерения целостности сигнала, отраженного сигнала во временной области (TDR) и S-параметров

### Улучшенное представление разъема и канала передачи

Измерения целостности сигнала являются важнейшим этапом процесса разработки цифровых систем. Задача выявления и решения проблем целостности сигнала достаточно сложна. Предлагаемые решения позволяют быстро локализовать проблемы и установить причины их возникновения, исключая задержки в работе и не допуская снижения надежности.

### Рекомендуемые приборы и ПО

#### Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Стробоскопический осциллограф DSA8300
- ПО IConnect® и MeasureXtractor™ 80SSPAR для измерения целостности сигнала, отраженного сигнала и S-параметров
- ПО анализа джиттера, шума и коэффициента битовых ошибок 80SJNB

#### Пробники:

- Несимметричные пробники P8018, дифференциальные пробники P80318 для измерения отраженного сигнала

## Тестирование приемников

### Решение проблем тестирования приемников

Если вы специализируетесь на тестировании приемников, вам необходимы доступные способы генерации очень сложных цифровых последовательных сигналов. Компания Tektronix предлагает разнообразные решения, обеспечивающие непревзойденные возможности генерации как идеальных, так и искаженных сигналов.

### Рекомендуемые приборы и ПО

#### Анализаторы коэффициента битовых ошибок:

- BERTScore серии BSA, работающий со скоростями до 26 Гбит/с
- Серия DPP для создания цифровых предсказаний (3/4 TAP)

#### Генераторы сигналов:

- Генератор сигналов произвольной формы AWG7000/AWG5000
- ПО RFXpress® для создания и редактирования сигналов ВЧ/ПЧ/IQ
- ПО SerialXpress® для создания и редактирования высокоскоростных последовательных сигналов

#### Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Осциллографы реального времени серии DSA70000
- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм DPOJET

#### Пробники:

- Дифференциальные пробники P7313/P7313SMA
- Пробники P7500 TriMode

## Шины I<sup>2</sup>C, SPI, USB, Ethernet, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, I<sup>2</sup>S

### Всеобъемлющее решение для быстрой отладки последовательных шин

В современных встроенных системах широко применяются последовательные шины. Поэтому диагностика проблем системного уровня зачастую требует декодирования сложных последовательных сигналов. Tektronix предлагает интегрированные возможности запуска от сигналов последовательных шин, декодирования протокола и всестороннего анализа сигналов, которые помогут ускорить отладку разрабатываемых вами устройств.



### Рекомендуемые приборы и ПО

#### Осциллографы и прикладное программное обеспечение:

- Серия MSO/DPO2000, MSO/DPO3000, MSO/DPO4000B или MDO4000
  - DPO4AERO – модуль запуска по сигналам шин, используемых в аэрокосмических системах, и анализа этих сигналов (MIL-STD-1553)<sup>\*1</sup>
  - DPO4AUTOMAX – модуль расширенного запуска по сигналам автомобильных последовательных шин и анализа этих сигналов (CAN, LIN, FlexRay)<sup>\*1</sup>
  - DPO4USB – модуль запуска по сигналам шин USB и анализа этих сигналов (низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины USB 2.0)<sup>\*1</sup>
  - DPO2AUTO, DPO3AUTO и DPO4AUTO – модуль запуска по сигналам автомобильных шин и анализа этих сигналов (CAN, LIN)
  - DPO2EMBD, DPO3EMBD и DPO4EMBD – модуль запуска по сигналам шин встраиваемых систем и анализа этих сигналов (I2C, SPI)
  - DPO4ENET – модуль запуска по сигналам Ethernet и анализа этих сигналов (10BASE-T и 100BASE-TX)<sup>\*1</sup>
  - DPO2COMP, DPO3COMP и DPO4COMP – модуль запуска по сигналам компьютерных шин и анализа этих сигналов (RS-232/422/485/UART)
  - DPO3AUDIO и DPO4AUDIO – модуль запуска по сигналам аудиосигналов и анализа этих сигналов (I2S/LJ/RJ/TDM)<sup>\*2</sup>

- Серия MSO/DPO5000
  - DDRA – анализ шин памяти DDR
  - DPOJET – ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм (расширенная версия)
  - TDSET3 – ПО для тестирования на соответствие стандарту Ethernet
  - SR-COMP – запуск по сигналам компьютерных шин и анализ этих сигналов (RS-232/422/485/UART)
  - SR-CUST – комплект разработчика для анализа пользовательских последовательных шин
  - SR-EMBD – запуск по сигналам шин встраиваемых систем и анализ этих сигналов (I2C, SPI)
  - SR-USB – запуск по сигналам шин USB и анализ этих сигналов (низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины)
  - TDSUSB2 – ПО для тестирования на соответствие стандарту USB 2.0
  - TDSVNM – ПО измерения временных характеристик и декодирования протокола CAN и LIN
- Серия DPO7000C
  - DDRA – анализ шин памяти DDR
  - DPOJET – ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм (расширенная версия)
  - Базовая версия D-PHY MIPI D-PHY
  - DVI – ПО для тестирования на соответствие стандарту DVI
  - TDSET3 – ПО для тестирования на соответствие стандарту Ethernet
  - SR-CUST – комплект разработчика для анализа пользовательских последовательных шин
  - SR-COMP – запуск по сигналам компьютерных шин и анализ этих сигналов (RS-232/422/485/UART)
  - SR-EMBD – запуск по сигналам шин встраиваемых систем и анализ этих сигналов (I2C, SPI)
  - SR-USB – запуск по сигналам шин USB и анализ этих сигналов (низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины)
  - TDSUSB2 – ПО для тестирования на соответствие стандарту USB 2.0
  - LSA – запуск по сигналам CAN, декодирование и анализ сигналов CAN/LIN

#### Пробники:

- Пассивные пробники P6139B
- Пассивные пробники серии TPP0500 и TPP1000
- Дифференциальные пробники серии TDP0500 и TDP1000

#### Логические анализаторы:

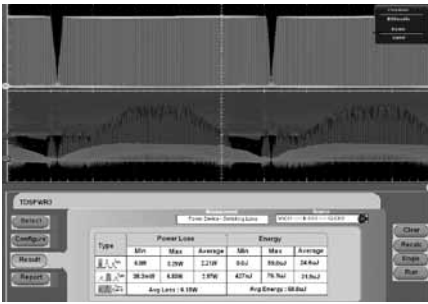
Серия TLA6000  
Серия TLA7000  
Поддержка микропроцессоров/шин

#### Генераторы сигналов:

Генераторы стандартных функций серии AFG3000  
Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG5000

<sup>\*1</sup> Только для серий MSO/DPO4000B и MDO4000

<sup>\*2</sup> Только для серий MSO/DPO4000B, MDO4000 и MSO/DPO3000



## Измерение и анализ параметров ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

**Превратите осциллограф Tektronix в идеальный инструмент для анализа параметров источников питания**

Современные источники питания достигли невиданной ранее эффективности и требуют от разработчиков выполнения множества специальных измерений, которые очень сложны и отнимают много времени. Компания Tektronix предлагает широкий выбор решений для измерения параметров источников питания, которые помогут быстро получить точные и воспроизводимые результаты для вашего конкретного приложения.

### Рекомендуемые приборы и ПО

**Осциллографы и прикладное программное обеспечение:**

- Серия TPS2000
  - ПО измерения и анализа параметров источников питания TPS2PWR1
- Серия MSO/DPO3000
  - Модуль анализа параметров источников питания DPO3PWR
- Серия MSO/DPO4000B
  - Модуль анализа параметров источников питания DPO4PWR
- Серия MDO4000
  - Модуль анализа параметров источников питания DPO4PWR
- Серия MSO/DPO5000
  - ПО измерения и анализа параметров источников питания DPOPWR
- Серия DPO7000, MSO/DPO/DSA70000
  - ПО измерения и анализа параметров источников питания DPOPWR

### Пробники:

- Пробники для измерения постоянного/переменного тока TCP0030/TCP0150
- Токосный пробник TCP202
- Токосные пробники и усилители серии TCRA300/400
- Пассивные высоковольтные пробники P5100
- Дифференциальные высоковольтные пробники TMDP0200/THDP0200, THDP0100
- Дифференциальные высоковольтные пробники TDP0500/TDP1000

### Генераторы сигналов:

- Генераторы стандартных функций серии AFG3000

## Проверка ПЛИС

**Средства оптимизации отладки ПЛИС в режиме реального времени**

Производительность и сложность программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) постоянно растут. При этом увеличение числа вентилей, расширение функций программирования и повышение частоты сигналов с более жесткими временными допусками существенно усложняют отладку и проверку устройств на основе ПЛИС. Осциллографы смешанных сигналов компании Tektronix (MSO) и логические анализаторы с программным обеспечением FPGAView™ позволяют сопоставлять внутренние сигналы ПЛИС с сигналами внешней схемы и мгновенно перемещать точки снятия сигнала в пределах ПЛИС Altera и Xilinx без повторной компиляции схемы.

### Рекомендуемые приборы и ПО

**Логические анализаторы:**

- Серия TLA6000
- Серия TLA7000

**Осциллографы смешанных сигналов:**

- Серия MSO2000
- Серия MSO3000
- Серия MSO4000B
- Серия MDO4000
- Серия MSO5000
- Серия MSO70000

**Прикладное программное обеспечение:**

- ПО FPGAView™

## Проверка микропроцессоров

**Диагностика на системном уровне для быстрой проверки и тестирования микроконтроллеров и микропроцессоров**

Многообразие типов современных микроконтроллеров и микропроцессоров позволяет создавать высокопроизводительные встраиваемые системы, но может существенно усложнить проверку, отладку и тестирование. Растущее число комбинаций переменных при обработке сигнала увеличивает число коммуникационных каналов, дополнительно усложняя систему. Приборы компании Tektronix позволяют глубже изучить поведение сложных смешанных сигналов, что ускоряет отладку и тестирование микроконтроллеров и микропроцессоров встраиваемых систем.

### Рекомендуемые приборы и ПО

**Логические анализаторы:**

- Серия TLA6000
- Серия TLA7000
- Пробники серии P6400 и P6800/P6900
- Поддержка микропроцессоров/шин

**Осциллографы:**

- Серия MSO/DPO2000
- Серия MSO/DPO3000
- Серия MDO4000
- Серия MSO/DPO4000B
- Серия MSO/DPO5000
- Серия DPO7000
- Серия MSO/DPO/DSA70000

**Пробники:**

- Высоковольтные дифференциальные пробники TDP0500/TDP1000/TDP1500/TDP3500/TMDP0200/THDP0200/THDP0100
- Активные пробники TAP1500/TAP2500/TAP3500

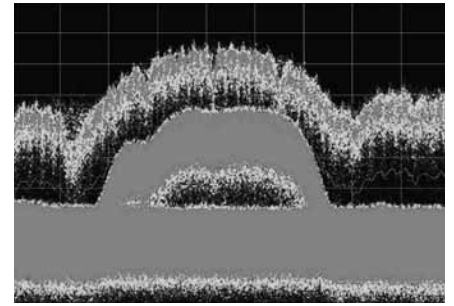
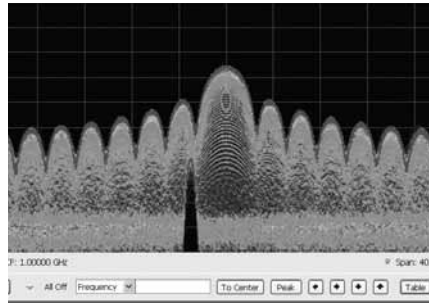
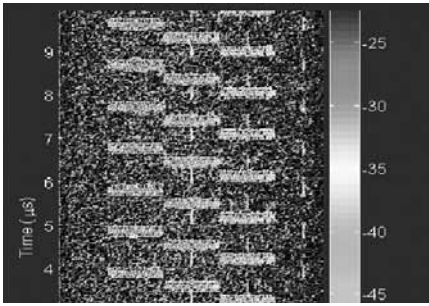
**Генераторы сигналов:**

- Генераторы сигналов произвольной формы и стандартных функций серии AFG3000
- Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG5000
- Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG7000

**Прикладное программное обеспечение:**

- ПО анализа джиттера и глазковых диаграмм PROJET
- Пакет интеграции логического анализатора/осциллографа iLink™





## Сверхширокополосные устройства WiMedia

Быстрые, простые и недорогие СШП устройства

Рекомендуемые приборы и ПО

### Тестирование приемников:

- Генератор сигналов произвольной формы серии AWG7000 с ПО RFXpress®

### Тестирование передатчиков:

- Осциллографы серии MSO/DPO/DSA70000 с опциональным ПО SignalVu

## РЛС и радиоэлектронное противодействие

**Производительность, точность и глубокий анализ характеристик РЛС и средств РЭБ**

В современных условиях быстрого развития технологий радиолокации и радиоэлектронного противодействия для разработки и изготовления специализированного электронного оборудования требуется применение самых передовых технологий и инструментов. Наше инновационное контрольно-измерительное оборудование снижает неопределенность в процессе проектирования и обеспечивает уверенность в качестве постоянно усложняющихся конструкций.

Рекомендуемые приборы и ПО

### Тестирование приемников/источников сигнала:

- Генератор сигналов произвольной формы серии AWG5000 с ПО RFXpress®
- Генератор сигналов произвольной формы серии AWG7000 с ПО RFXpress®

### Анализ передатчиков:

- Анализатор спектра серии RSA6000
- Анализатор спектра серии RSA5000
- Осциллограф серии DPO/DSA70000 с ПО SignalVu™
- Осциллограф серии DPO5000/7000 с ПО SignalVu™

## Мониторинг спектра

**Точность и глубокий анализ всех параметров спектра**

Решите сложные современные проблемы обнаружения и анализа сигналов с помощью приборов высшего класса, предназначенных для поиска, идентификации и локализации сигналов или источников помех. Режим отображения РЧ спектра DPX™ Live предоставит все необходимое для поиска трудно обнаруживаемых сигналов.

Рекомендуемые приборы и ПО

### Мониторинг спектра:

- Анализатор спектра серии RSA5000
- Анализатор спектра серии RSA6000

Сравнительная таблица осциллографов

	TDS1000C-EDU NEW	TDS2000C	TPS2000	THS3000 NEW	TDS3000C
<b>Число каналов</b>	2	2, 4	2, 4 (с гальв. развязкой)	4 (с гальв. развязкой)	2, 4
<b>Полоса пропускания</b>	от 40 до 100 МГц	от 50 до 200 МГц	от 100 до 200 МГц	от 100 до 200 МГц	от 100 до 500 МГц
<b>Время нарастания импульса</b>	от 8,4 до 3,5 нс	от 7,0 до 2,1 нс	от 3,5 нс до 2,1 нс	от 3,5 до 1,7 нс	от 3,5 до 700 пс
<b>Частота дискретизации</b>	от 500 Мвыб./с до 1 Гвыб./с	от 500 Мвыб./с до 2 Гвыб./с	от 1 до 2 Гвыб./с	от 2,5 до 5 Гвыб./с	от 1,25 до 5 Гвыб./с
<b>Макс. длина записи</b>	2,5 к точек	2,5 к точек	2,5 к точек	10 к точек	10 к точек
<b>Типы запуска</b>	Фронт, ширина импульса, видеосигнал	Фронт, ширина импульса, видеосигнал	Фронт, ширина импульса, видеосигнал	Фронт, ширина импульса, событие, видеосигнал, видеосигнал с прогрессивной разверткой	Фронт, логическое выражение (последовательность, состояние), импульс (глитч, ширина, уровень, скорость нарастания), видеосигнал, коммуникационные сигналы* * Опция
<b>Интерфейсы</b>	USB хост, USB, GPIB* *Опция	USB хост, USB, GPIB* *Опция	RS-232, CompactFlash	USB хост, USB	USB хост, LAN (10Base-T Ethernet)*, GPIB*, RS-232*, видео выход* *Опция
<b>Математическая обработка и анализ сигналов</b>	16 Автоматических измерений, Арифметические функции, БПФ	16 Автоматических измерений, Арифметические функции, БПФ, контроль предельных значений, автоматизированная расширенная функция регистрации данных	11 Автоматических измерений, Арифметические функции, БПФ	21 Автоматических измерений, Арифметические функции, БПФ	25 Автоматических измерений, Арифметические функции, БПФ, расширенные математические функции *Опция
<b>Программное обеспечение</b>	<b>Компакт-диск с курсом обучения. Программное обеспечение: OpenChoice® PC Communications</b>	Коммуникационное ПО для ПК: OpenChoice® Desktop, NI LabVIEW Signal Express™ Tektronix Edition	Коммуникационное ПО для ПК: OpenChoice® Desktop, NI LabVIEW Signal Express™ Tektronix Edition	Коммуникационное ПО для ПК: OpenChoice® Desktop	Коммуникационное ПО для ПК: OpenChoice® Desktop, NI LabVIEW Signal Express™ Tektronix Edition
<b>Применение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Образование и обучение</li> <li>▪ Проектирование и отладка</li> <li>▪ Производственное тестирование</li> <li>▪ Устранение неполадок и анализ ошибок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Проектирование и отладка</li> <li>▪ Образование и обучение</li> <li>▪ Производственное тестирование и контроль качества</li> <li>▪ Сервис и ремонт</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Диагностика источников питания</li> <li>▪ Разработка и наладка сложных электронных устройств</li> <li>▪ Автомобильная электроника</li> <li>▪ Образование</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Разработка встраиваемых аналоговых и цифровых систем</li> <li>▪ Силовые электронных приборы</li> <li>▪ Авиационная и автомобильная отрасли</li> <li>▪ Промышленное оборудование</li> <li>▪ Тестирование и обслуживание оборудования на месте</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Проектирование и отладка</li> <li>▪ Проектирование и обслуживание видеоборудования</li> <li>▪ Тестирование по маске и производство телекоммуникационных устройств</li> <li>▪ Производственное тестирование и контроль качества</li> <li>▪ Сервис и ремонт</li> </ul>

## Сравнительная таблица осциллографов

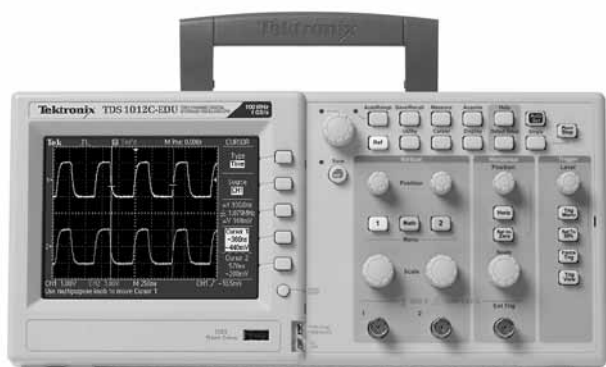
	<b>MSO/DPO2000</b>	<b>MSO/DPO3000</b>	<b>MSO/DPO4000B NEW</b>	<b>MDO4000 NEW</b>
<b>Число каналов</b>	2, 4 аналоговых канала 16 цифровых каналов (Серия MSO)	2, 4 аналоговых канала 16 цифровых каналов (Серия MSO)	4 аналоговых канала 16 цифровых каналов (Серия MSO)	2, 4 аналоговых канала 16 цифровых каналов, 1 РЧ канал
<b>Полоса пропускания</b>	100 и 200 МГц	от 100 до 500 МГц	от 350 МГц до 1 ГГц	от 500 МГц до 1 ГГц (аналог.) 3-6 ГГц (радиочастотный)
<b>Время нарастания импульса</b>	от 3,5 нс до 2,1 нс	от 3,5 нс до 700 пс	от 1 нс до 350 пс	от 700 пс до 350 пс
<b>Частота дискретизации</b>	1 Гвыб./с (аналог. вх.) 1 Гвыб./с (цифр. вх., только 1 группа контактов) 500 Мвыб./с (цифр. вх., обе группы контактов)	2,5 Гвыб./с (аналог. вх.) 121,2 пс (8,25 Гвыб./с) в режиме MagniVU™ (цифр. вх.)	от 2,5 до 5 Гвыб./с (аналог. вх.) 60,6 пс (16,5 Гвыб./с) MagniVU™ (цифр. вх.)	от 2,5 до 5 Гвыб./с (аналог. вх.) 60,6 пс (16,5 Гвыб./с) MagniVU™ (цифр. вх.)
<b>Макс. длина записи</b>	1 М точек	5 М точек	20 М точек	20 М точек
<b>Типы запуска</b>	Фронт, логическое выражение, ширина импульса, уровень импульса, установка и удержание, длительность переднего/заднего фронта, видеосигнал, I <sup>2</sup> C*, SPI*, CAN*, LIN*, RS232/422/485/UART*, параллельные шины (MSO2000) * Опция	Фронт, последовательность, логическое выражение, ширина импульса, уровень импульса, установка и удержание, длительность переднего/заднего фронта, видеосигнал, расширенный видеосигнал, I <sup>2</sup> C*, SPI*, CAN*, LIN*, RS-232/422/485/UART*, I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM*, параллельные шины (MSO3000) * Опция	Фронт, последовательность, логическое выражение, ширина импульса, время ожидания, уровень импульса, установка и удержание, длительность переднего/заднего фронта, видеосигнал, расширенный видеосигнал*, I <sup>2</sup> C*, SPI*, USB*, Ethernet*, CAN*, LIN*, FlexRay*, RS-232/422/485/UART*, I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM*, MIL-STD-1553*, параллельные шины (MSO4000B) * Опция	Фронт, последовательность, логическое выражение (В-триггер), ширина импульса, уровень импульса, время ожидания, установка и удержание, длительность переднего/заднего фронта, видеосигнал, параллельные шины, расширенный видеосигнал*, I <sup>2</sup> C*, SPI*, USB*, Ethernet*, CAN*, LIN*, FlexRay*, RS-232/422/485/UART*, MIL-STD-1553*, I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM* * Опция
<b>Модули для анализа</b>	<b>DPO2AUTO: CAN и LIN</b> <b>DPO2COMP: RS-232/422/485/UART</b> <b>DPO2EMBD: I<sup>2</sup>C, SPI</b>	<b>DPO3AUDIO: I<sup>2</sup>C, LJ, RJ, TDM</b> <b>DPO3AUTO: CAN и LIN</b> <b>DPO3COMP: RS-232/422/485/UART</b> <b>DPO3EMBD: I<sup>2</sup>C, SPI</b>	<b>DPO4AERO: MIL-STD-1553</b> <b>DPO4AUDIO: I<sup>2</sup>C, LJ, RJ, TDM</b> <b>DPO4AUTO: CAN и LIN</b> <b>DPO4AUTOMAX: CAN, LIN и FlexRay</b> <b>DPO4COMP: RS-232/422/485/UART</b> <b>DPO4EMBD: I<sup>2</sup>C, SPI</b> <b>DPO4ENET: Ethernet</b> <b>DPO4USB: USB</b>	<b>DPO4AERO: MIL-STD-1553</b> <b>DPO4AUDIO: I<sup>2</sup>C, LJ, RJ, TDM</b> <b>DPO4AUTO: CAN и LIN</b> <b>DPO4AUTOMAX: CAN, LIN и FlexRay</b> <b>DPO4COMP: RS-232/422/485/UART</b> <b>DPO4EMBD: I<sup>2</sup>C, SPI</b> <b>DPO4ENET: Ethernet</b> <b>DPO4USB: USB</b>
<b>Интерфейсы</b>	USB хост, USB, GBIP*, LAN (10/100 Base-T Ethernet), видео выход * Опция	USB хост (x2), USB, LAN (10/100 Base-T Ethernet), видео выход, GPIB* * Опция	USB хост (x4), USB, LAN (10/100 Base-T Ethernet), видео выход, GPIB* * Опция	USB хост (x4), USB, LAN (10/100 Base-T Ethernet), видео выход, GPIB* * Опция
<b>Математическая обработка и анализ сигналов</b>	29 автоматических измерений, курсоры (осциллограмма и экран), арифметические функции, БПФ	29 автоматических измерений, курсоры (осциллограмма и экран), арифметические функции, БПФ, расширенные математические функции, статистика измерений, анализ источников питания* * Опция	41 автоматическое измерение, курсоры (осциллограмма и экран), арифметические функции, БПФ, расширенные математические функции, статистика измерений, гистограммы сигналов, создание и масштабирование маски*, анализ источников питания* * Опция	41 автоматическое измерение, курсоры (осциллограмма и экран), арифметические функции, БПФ, расширенные математические функции, статистика измерений, гистограммы сигналов, создание и масштабирование маски*, анализ источников питания* * Опция
<b>Программное обеспечение</b>	Коммуникационное ПО для ПК: OpenChoice® Desktop, NI LabVIEW Signal Express™ Tektronix Edition			
<b>Применение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Проектирование и отладка схем со смешанными сигналами</li> <li>▪ Проектирование и отладка встроенных систем</li> <li>▪ Исследование переходных процессов</li> <li>▪ Автомобильная электроника</li> <li>▪ Производственное тестирование и контроль качества</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Проектирование и отладка схем со смешанными сигналами</li> <li>▪ Проектирование и отладка встроенных систем</li> <li>▪ Исследование переходных процессов</li> <li>▪ Измерение параметров источников питания</li> <li>▪ Проектирование и отладка видеоборудования</li> <li>▪ Автомобильная электроника</li> <li>▪ Производственное тестирование и контроль качества</li> <li>▪ Проектирование и отладка встроенных систем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Проектирование и отладка схем со смешанными сигналами</li> <li>▪ Проектирование и отладка беспроводных встроенных систем</li> <li>▪ Исследование переходных процессов</li> <li>▪ Измерение параметров источников питания</li> <li>▪ Анализ шума и ЭМП</li> <li>▪ Автомобильная электроника</li> <li>▪ Производственное тестирование и контроль качества</li> </ul>	

Сравнительная таблица осциллографов

	MSO/DPO5000	DPO7000C	MSO/DPO/DSA70000	DSA8300 NEW
<b>Число каналов</b>	4 (+16 цифровых для MSO5000)	4	4 (+16 цифровых для MSO70000)	до 8
<b>Полоса пропускания</b>	от 350 МГц до 2 ГГц	от 500 МГц до 3.5 ГГц	от 4 до 33 ГГц	от 0 Гц до 80+ ГГц
<b>Время нарастания импульса</b>	от 175 пс до 1 нс	от 95 до 310 пс	от 9 до 69 пс *1 Полностью отключаемая цифровая коррекция	5 пс
<b>Частота дискретизации</b>	до 10 Гвыб./с	до 40 Гвыб./с	25 Гвыб./с в моделях 4, 6, 8 ГГц 50 Гвыб./с в моделях 12.5, 16, 20, 25, 33 ГГц 100 Гвыб./с в моделях 12.5, 16, 20 ГГц (для двух каналов)	300 квыб./с (последовательно)
<b>Макс. длина записи</b>	до 250 М точек	до 500 М точек	до 100 М точек в моделях 4, 6, 8 ГГц до 250 М точек в моделях 12.5, 16, 20, 25, 33 ГГц	—
<b>Типы запуска</b>	Фронт, логическое выражение (последовательность, состояние, установка, удержание), импульс (глитч, ширина, уровень импульса, таймаут, переходной процесс), I <sup>2</sup> C*, SPI*, RS-232/422/485/UART*, USB*, визуальный запуск* * Опция	Система запуска Pinpoint™, фронт, логическое выражение (последовательность, состояние, установка, удержание), импульс (глитч, ширина, уровень импульса, таймаут, переходной процесс), коммуникационные сигналы*, заданная последовательность, I <sup>2</sup> C*, SPI*, RS-232*, CAN*, USB2.0 (LS, FS)*, визуальный запуск* Опция	Коммуникационные сигналы, Bus, I <sup>2</sup> C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB, фронт, В event scan, логическое выражение (последовательность, состояние, установка, удержание), импульс (глитч, ширина, уровень импульса, таймаут, переходной процесс), заданная последовательность 6.2 Гбит/с	Фронты, внутренняя тактовая частота, восстановленная тактовая частота
<b>Интерфейсы</b>	USB, VGA, LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet), открытый доступ к платформе Windows	RS-232, GBIP, DVI, LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet), открытый доступ к платформе Windows, USB хост, CD-RW/DVD-R	RS-232, GBIP, Centronic, Ethernet, LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet), открытый доступ к платформе Windows, USB, DVD-ROM	RS-232, GBIP, Centronic, Ethernet, LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet), открытый доступ к платформе Windows, USB, PCMCIA, CD-ROM, DVD
<b>Математическая обработка и анализ сигналов</b>	Расширенные математические функции, БПФ, 53 автоматических измерения, статистика измерений, гистограммы сигналов, анализ джиттера, совместимость с ПО анализа производительности для Windows	Расширенные математические функции, БПФ, 53 автоматических измерения, статистика измерений, гистограммы сигналов, анализ джиттера, совместимость с ПО анализа производительности для Windows	Расширенные математические функции, БПФ или спектральные функции, совместимость с ПО анализа производительности для Windows	Расширенные математические функции, БПФ или спектральные функции, совместимость с ПО анализа производительности для Windows
<b>Программное обеспечение</b>	DPOJET, PWR, ET3, USB2, VNM, DDRA, MTM, SR-EMBD, SR-COMP, SR-USB, SVE, SVM, SVP, SVT, LT, SR-CUST, VET	DPOJET, PWR, D-RHY, DVI, ET3, LT, SR-COMP, SR-CUST, SR-DPHY, SR-EMBD, SR-USB, ST1G, VET, USB2, DDRA, LSA, MTM, SVE, SVM, SVO, SVP, SVT	MIPI@D-PHY Testing (D-PHY), DDRA, DPOJET, ET3, HT3, PCE3, SLE, SLA, SVE, USB3, USB2	ICConnect® 80SICON, 80SOCMX, 80SSPAR, 80SJNB
<b>Применение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверка целостности сигналов, анализ джиттера и временных параметров</li> <li>■ Проверка, отладка и характеристика сложных электронных схем</li> <li>■ Исследование длинных записей</li> <li>■ Тестирование предельных значений</li> <li>■ Идентификация сигналов чтения и записи DDR и запуск от них</li> <li>■ Отладка и проверка совместимости потоков последовательных данных для телекоммуникационных стандартов и стандартов передачи данных</li> <li>■ Исследование переходных процессов</li> <li>■ Измерение и анализ параметров источников питания</li> <li>■ Анализ спектра</li> <li>■ Тестирование совместимости сети Ethernet и USB2.0</li> <li>■ Разработка радаров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверка целостности сигналов, анализ джиттера и временных параметров</li> <li>■ Проверка, отладка и характеристика сложных электронных схем</li> <li>■ Исследование длинных записей</li> <li>■ Тестирование предельных значений</li> <li>■ Отладка и проверка совместимости потоков последовательных данных для телекоммуникационных стандартов и стандартов передачи данных</li> <li>■ Исследование переходных процессов</li> <li>■ Измерение и анализ параметров источников питания</li> <li>■ Анализ спектра</li> <li>■ Тестирование совместимости сети Ethernet и USB2.0</li> <li>■ Низкоскоростной серийный анализ I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232, CAN, LIN, MIPI и USB2.0</li> <li>■ Разработка радаров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проверка целостности сигналов, анализ джиттера и временных параметров</li> <li>■ Проверка, отладка и характеристика сложных электронных схем</li> <li>■ Исследование длинных записей</li> <li>■ Тестирование предельных значений</li> <li>■ Системная разработка и проверка памяти DDR2/3</li> <li>■ Отладка и проверка совместимости потоков последовательных данных со скоростью до 20 Гбит/с</li> <li>■ Анализ последовательных каналов передачи данных (SDLA)</li> <li>■ Спектральный анализ неустановившихся радиосигналов и радио-сигналов с широкой полосой частот</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Проектирование и проверка компонентов и систем связи и передачи данных</li> <li>■ Производство и тестирование на соответствие стандартам ITU/ANSI/IEEE/SONET/SDH</li> <li>■ Точные, истинно дифференциальные измерения отраженного сигнала во временной области (TDR)</li> <li>■ Расширенный анализ джиттера, шума, BER и последовательных каналов передачи данных</li> <li>■ Измерение импеданса и анализ цепей для последовательных шин, включая измерение S-параметров</li> <li>■ Имитация канала и глазковой диаграммы и моделирование SPICE по результатам измерений</li> <li>■ Анализ последовательных каналов передачи данных (SDLA)</li> </ul>

# Цифровые запоминающие осциллографы

## Серия TDS1000C-EDU



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Полоса пропускания 100 МГц, 60 МГц, 40 МГц
- 2 канала
- Частота дискретизации до 1 Гвыб/с для всех каналов
- Длина записи 2500 отсчетов для всех каналов
- Расширенные возможности запуска, включая запуск по длительности импульса и запуск по выбранным строкам видеосигнала

#### Простота применения

- 16 автоматических измерений, применение БПФ для упрощения анализа сигналов
- Режим автонастройки, а также автоматический выбор диапазона в зависимости от подаваемого сигнала
- Мастер проверки пробника
- Интерфейс пользователя на 11 языках и контекстно-зависимая справка
- Активный TFT цветной дисплей с диагональю 5,7 дюймов (144 мм)
- Небольшие размеры и масса – глубина 124 мм, масса 2 кг

#### Возможности подключения

- Хост-порт USB 2.0 на передней панели для быстрого и удобного подключения съемных запоминающих устройств
- Порт USB на задней панели для удобного подключения к персональному компьютеру или к принтеру, поддерживающему стандарт PictBridge®

3 года гарантии

#### Прибор с требуемыми характеристиками по приемлемой цене

Серия цифровых осциллографов TDS1000C-EDU разработана с учетом требований современных образовательных учреждений. Оснащенный широким набором функций и встроенных инструментов, осциллограф TDS1000C-EDU легок в освоении и прост в эксплуатации – это идеальное решение для начинающих пользователей и учащихся. Пользовательский интерфейс прибора – такой же, как и у всех остальных осциллографов семейства Tektronix TDS, поэтому студенты научатся работать на осциллографе самой популярной в мире платформы, которая служит основой 500 000 приборов, работающих по всей планете.

С целью упрощения интеграции с действующей учебной программой, TDS1000C-EDU снабжен компакт-диск с курсом обучения, который поможет учащимся освоить работу на осциллографе. Серия TDS1000C-EDU обладает всеми необходимыми функциями и характеристиками по приемлемой цене.

### Доступная цифровая точность

Ни один из других цифровых запоминающих осциллографов не обладает полосой пропускания до 100 МГц и частотой дискретизации 1 Гвыб/с при сопоставимой цене. Фирменная технология Tektronix позволяет непрерывно осуществлять выборку в режиме реального времени по всем каналам с десятикратным запасом по частоте для точного захвата сигналов. Характеристики выборки не снижаются при одновременном использовании нескольких каналов.

### Важные инструменты для диагностики ваших устройств

Расширенные возможности запуска – по положительному или отрицательному перепаду, по длительности импульса, по заданному параметру видеосигнала – позволяют быстро выделить нужный сигнал. Ускорить анализ после захвата сигнала поможет широкий выбор математических функций и автоматизированные измерения. В вашем распоряжении БПФ, функции сложения, вычитания и перемножения сигналов. Шестнадцать автоматических измерений позволяют быстро и достоверно рассчитать такие важные характеристики сигнала, как частота и время нарастания, а встроенная функция тестирования по маске позволяет легко выявить проблемы при отладке схем.

### Ваша работа станет легче

Осциллографы серии TDS1000C-EDU предельно просты в работе, но особенно легко будет тем, кто уже знаком с приборами Tektronix.

### Интуитивно понятное управление

Интуитивно понятный пользовательский интерфейс с отдельным управлением системой вертикального отклонения каждого канала, автонастройкой, и автоматическим выбором диапазона делает эти приборы простыми в использовании, сокращая время обучения и повышая эффективность.

### Помощь в нужном месте в нужное время

Встроенное меню справки содержит информацию о всех функциях и характеристиках осциллографа. Справка дается на том же языке, что и в интерфейсе пользователя.

### Мастер проверки пробника

Перед измерениями выполните простую и быструю процедуру компенсации пробника путем нажатия одной кнопки.

### Удобная передача данных

Хост-порт USB на передней панели позволяет сохранить на внешнем накопителе настройки прибора, снимки экрана и осциллограммы.

### Легкое подключение к ПК

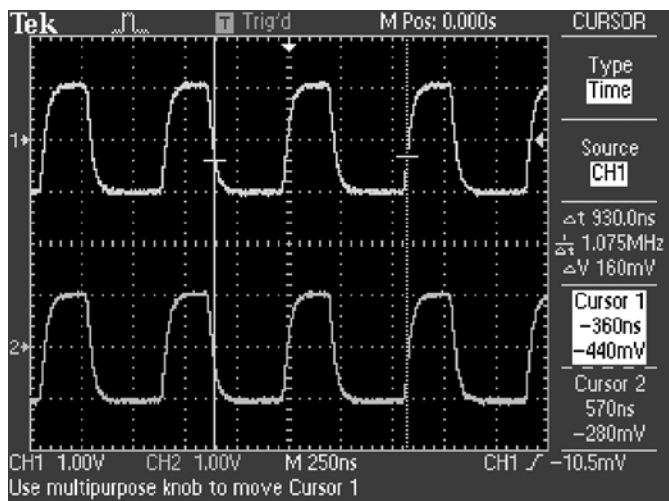
Легкий захват сигналов, сохранение и анализ результатов измерений обеспечивается с помощью USB-порта на задней панели прибора и входящего в комплект поставки программного обеспечения OpenChoice® PC Communications. Изображение с экрана и осциллограммы просто переносятся в автономное приложение на рабочем столе или непосредственно в Microsoft Word или Excel. Кроме того, если использование компьютера нежелательно, можно просто распечатать изображение непосредственно на любом принтере, поддерживающем стандарт PictBridge®.

### Качество, на которое можно положиться

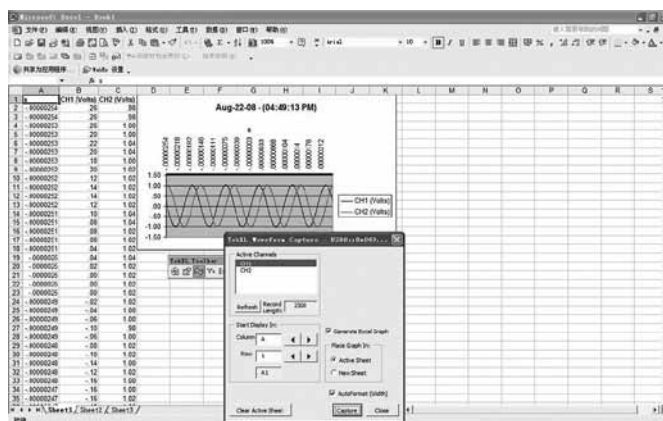
Каждый осциллограф серии TDS1000C-EDU не только обеспечивается лучшими в отрасли обслуживанием и поддержкой, но и сопровождается трехлетней гарантией.

### Обучение

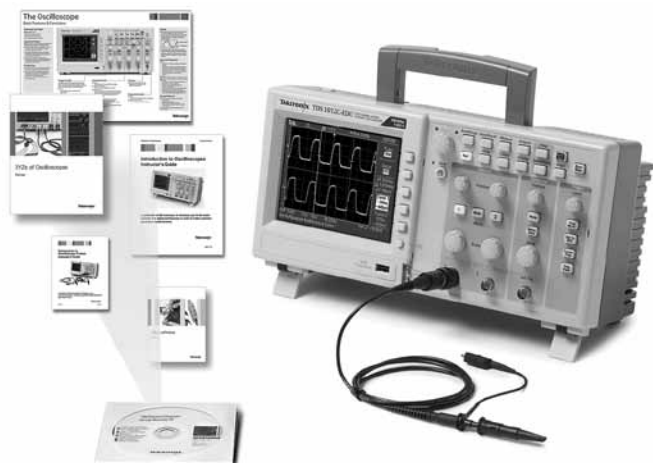
В комплект поставки каждой модели TDS1000C-EDU включен курс обучения на компакт-диске, позволяющий студентам освоить работу с осциллографом. Курс содержит два руководства для лаборантов и преподавателей и два учебных материала для начинающих. В руководстве «Введение в осциллографы для лаборантов и преподавателей» изложены принципы работы осциллографа и даны практические упражнения для студентов. В руководстве «Осциллографические пробники для лаборантов и преподавателей» изложены принципы работы пробников и объяснено, как пробник может повлиять на качество измерений. Два пособия для начинающих представляют собой наиболее популярные учебники компании Tektronix – «Осциллографы от А до Я» и «Азбука пробников».



Быстрая и простая регистрация сигналов.



Программное обеспечение OpenChoice® PC Communications обеспечивает простоту регистрации сигнала, сохранения и анализа результатов измерений.



Освоить работу с осциллографом студентам помогает курс обучения на компакт-диске, поставляемый вместе с осциллографом.

Технические характеристики

Параметр	TDS1001C-EDU	TDS1002C-EDU	TDS1012C-EDU
Дисплей (QVGA)	Цветной TFT	Цветной TFT	Цветной TFT
Полоса пропускания *1	40 МГц	60 МГц	100 МГц
Число каналов	2	2	2
Вход внешнего запуска	Имеется на всех моделях		
Частота дискретизации в каждом канале	500 Мвыб/с	1,0 Гвыб/с	1,0 Гвыб/с
Длина записи	2,5 тыс. отсчетов на всех скоростях развертки для всех моделей		
Разрешение по вертикали	8 бит		
Чувствительность по вертикали	2 мВ/дел - 5 В/дел на всех моделях с калиброванной точной настройкой		
Погрешность по постоянному току по вертикали	±3% на всех моделях		
Масштабирование по вертикали	Увеличение или уменьшение вертикального размера осциллограммы, в реальном времени и остановленной		
Максимальное входное напряжение	300 В <sub>ор.кв.</sub> КАТ II; снижается на 20 дБ/декаду на частоте свыше 100 кГц до 13 В <sub>пик-пик</sub> пер. тока на частоте 3 МГц		
Диапазон положений	2 мВ/дел - 200 мВ/дел +2В; >200 мВ/дел - 5 В/дел +50 В		
Ограничение полосы пропускания	20 МГц на всех моделях		
Режим связи по входу	Связь по постоянному току, по переменному току и заземление входа во всех моделях		
Входной импеданс	1 МОм параллельно с емкостью 20 пФ		
Диапазон скоростей развертки	5 нс/дел – 50 с/дел	5 нс/дел – 50 с/дел	5 нс/дел – 50 с/дел
Погрешность генератора горизонтальной развертки	50x10 <sup>-6</sup>		
Масштабирование по горизонтали	Увеличение или уменьшение горизонтального размера осциллограммы, в реальном времени и остановленной		

\*1 При 2 мВ/дел полоса пропускания 20 МГц на всех моделях.

Параметр	TDS1001C-EDU	TDS1002C-EDU	TDS1012C-EDU
Интерфейсы ввода/вывода			
Порты USB	Во всех моделях: 2 порта USB 2.0 Хост-порт USB на передней панели поддерживает запоминающие устройства USB USB-порт, расположенный на задней панели прибора, обеспечивает подключение к персональному компьютеру и любому принтеру, совместимому с PictBridge		
GPIO	Приобретается дополнительно		
Энергонезависимая память			
Отображение опорной осциллограммы	(2) 2,5 тыс. точек опорной осциллограммы		
Хранение осциллограммы без USB накопителя	(2) 2,5 тыс. точек	(2) 2,5 тыс. точек	(2) 2,5 тыс. точек
Хранение осциллограммы в USB накопителе	96 и более опорных осциллограмм по 8 МБ		
Настройки без USB накопителя	10 настроек для передней панели		
Настройки с USB накопителем	4 000 и более настроек для передней панели по 8 МБ		
Снимки экрана в USB накопителе	128 и более снимков экрана по 8 МБ (количество снимков зависит от выбранного формата файлов)		
Сохранение всей информации в USB накопителе	12 и более операций «Сохранить все» по 8 МБ При одной операции «Сохранить все» создается от 3 до 9 файлов (настройка, снимок экрана и по одному файлу для каждой отображаемой осциллограммы)		

Режимы захвата

Режим	Описание
Режим обнаружения пиков	Захват высокочастотных сигналов и случайных выбросов. Захватываются выбросы длительностью всего 12 нс (типичное значение) при использовании оборудования для сбора данных на всех настройках горизонтальной развертки от 5 мкс/дел до 50 с/дел
Выборка	Только выборка данных
Усреднение	Выбирается число усредняемых осциллограмм: 4, 16, 64, 128.
Однократный запуск	Кнопка однократного запуска используется для запуска одиночного цикла регистрации данных
Режим прокрутки	При скорости горизонтальной развертки >100 мс/дел

Система запуска

Параметр	Описание
Режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный

Типы запуска

Параметр	Описание
По перепаду (положительному или отрицательному)	Обычный запуск по уровню. По положительному или отрицательному перепаду в любом канале. Режимы связи по входу: связь по переменному току, по постоянному току, с подавлением шума, ФВЧ, ФНЧ
По видеосигналу	Запуск по всем строкам, по выбранным строкам, по нечетным или четным кадрам, по всем кадрам композитного видеосигнала или телевещательных стандартов NTSC, PAL, SECAM
По длительности импульса (или большей выбранного значения, равной или не равной глитча)	Запуск по длительности импульса, меньшей или большей выбранного значения, равной или не равной выбранному значению в диапазоне от 33 нс до 10 с.

Источник сигнала запуска

Кан.1, Кан.2, Внешний, Внешний/5, Сеть.

Отображение сигнала запуска

Сигнал запуска выводится на экран, пока нажата кнопка просмотра запуска.

Отображение частоты сигнала запуска

Выводится значение частоты сигнала запуска.

Курсоры

Параметр	Описание
Типы	Напряжение, время
Измерения	$\Delta T$ , $1/\Delta T$ (частота), $\Delta V$

Автоматизированные измерения осциллограмм

Период, частота, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность положительного перепада, длительность отрицательного перепада, максимальное значение, минимальное значение, двойной размах, среднее значение, среднеквадратическое значение за период, среднеквадратическое значение сигнала между двумя курсорами, коэффициент заполнения, фаза, задержка.

Обработка осциллограмм

Параметр	Описание
Операции	Сложение, вычитание, умножение, БПФ.
БПФ	Окна: Хеннинга, с плоской вершиной, прямоугольное, 2048 выборки
Источники	Кан.1 – Кан.2, Кан.2 – Кан.1, Кан.1+ Кан.2, Кан.1 x Кан.2

Меню автонастройки

Автоматическая настройка параметров вертикальной, горизонтальной развертки и системы запуска для выбранного входного сигнала с помощью одной кнопки, с возможностью отмены автонастройки.

Тип сигнала	Варианты в меню автонастройки
Сигнал прямоугольной формы	Один период, несколько периодов, положительный или отрицательный перепад
Синусоидальный сигнал	Один период, несколько периодов, спектр БПФ
Видеосигнал (NTSC, PAL, SECAM)	Кадры: все, нечетные, четные Строки: все или строка с выбранным номером



**Автоматический выбор диапазона**

Автоматическая настройка параметров вертикальной и горизонтальной развертки при переключении пробника между контрольными точками или при значительном изменении сигнала.

**Характеристики экрана**

Параметр	Описание
Экран	Цветной TFT дисплей с разрешением QVGA
Интерполяция	Sin(x)/x
Режимы отображения	Точечный, векторный
Послесвечение	Выкл, 1 с, 2 с, 5 с, бесконечно
Формат	YТ и XY

**Характеристики окружающей среды**

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от 0 до +50 °С
Хранения	от –40 до +71 °С
Относительная влажность	
Рабочая и хранения	до 80% при температуре +40 °С и ниже до 45% при температуре до +50 °С

**Нормы безопасности**

Параметр	Описание
Электромагнитная совместимость	Соответствует требованиям директивы по ЭМС 2004/108/EC, соответствует стандарту EN61326 Class A; соответствует требованиям австралийского стандарта по ЭМС
Безопасность	UL610100-1:2004 CSA, C22.2 No. 61010-1:2004, EN61010-1:2001, МЭК61010-1:2001, директива EC для низковольтного оборудования 2006/95/EC

**Габариты и масса**

Прибор	
<b>Размеры, мм</b>	
Ширина	326,3
Высота	158,0
Глубина	124,2
<b>Масса, кг</b>	
Прибор без принадлежностей	2,0
Прибор с принадлежностями	2,2
<b>Прибор в упаковке</b>	
Размеры упаковки, мм	
Ширина	476,2
Высота	266,7
Глубина	228,6
<b>Набор для монтажа в стойку RM2000B</b>	
Ширина	482,6
Высота	177,8
Глубина	108,0

**Информация для заказа**

Модель	Описание
TDS1001C-EDU	Цифровой запоминающий осциллограф, 40 МГц, 2 канала, 500 Мвыб/с, цветной экран
TDS1002C-EDU	Цифровой запоминающий осциллограф, 60 МГц, 2 канала, 1 Гвыб/с, цветной экран
TDS1012C-EDU	Цифровой запоминающий осциллограф, 100 МГц, 2 канала, 1 Гвыб/с, цветной экран

**Стандартные принадлежности**

Принадлежность	Описание
TRP0101	Два пассивных пробника 100 МГц, 10x
Кабель питания	Необходимо выбрать вариант вилки
NIM/NIST	Отслеживаемый сертификат калибровки
Документация	Руководство пользователя (язык выбирается при заказе)
Компакт-диск с курсом обучения	Содержит описания практических занятий по работе с осциллографом и пробниками, а также учебники для начинающих – «Осциллографы от А до Я» и «Азбука пробников»
Программное обеспечение OpenChoice® PC Communications	Позволяет быстро и просто соединить персональный компьютер под управлением ОС Windows и осциллограф серии TDS1000C-EDU с помощью шины USB. Поддерживает передачу и сохранение настроек, осциллограмм, результатов измерений и снимков экрана
Трехлетняя гарантия	Гарантируется бесплатный ремонт и замена деталей при обнаружении дефектов материалов и изготовления, не распространяется на пробники и принадлежности <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Гарантия на осциллограф и предложения по ремонту не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантии и условия калибровки пробников и принадлежностей см. в соответствующих технических описаниях.

**Рекомендуемые принадлежности**

Принадлежность	Описание
TEK-USB-488	Конвертер GPIB-USB
AC2100	Мягкая сумка для переноски прибора
HCTEK4321	Жесткий пластмассовый кейс для переноски прибора (требуется AC2100)
RM2000B	Набор для монтажа в стойку
077-044-xx	Руководство по программированию (только на английском языке)
077-0446-xx	Руководство по обслуживанию (только на английском языке)
174-4401-00	Кабель USB для соединения хост-порта с устройством, длина 0,9 м

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**Рекомендуемые пробники**

Пробник	Описание
TRP0101	Пассивный пробник с ослаблением 10X, 100 МГц
TRP0201	Пассивный пробник с ослаблением 10X, 200 МГц
P2220	Пассивный, с переключением ослабления 10x и 1x (200 МГц при ослаблении на 10x)
P6101B	Пассивный пробник с коэффициентом передачи 1X (15 МГц, 300 В <sub>ср.кв.</sub> , CAT II)
P6015A	Высоковольтный пассивный пробник с ослаблением 1000X, 75 МГц
P5100	Высоковольтный пассивный пробник с ослаблением 100X, 250 МГц
P5200	Высоковольтный дифференциальный активный пробник, 25 МГц
P6021	Пробник переменного тока, 15 А, 60 МГц
P6022	Пробник переменного тока, 6 А, 120 МГц
A621	Пробник переменного тока, 2000 А, от 5 до 50 кГц
A622	Токовый пробник постоянного и переменного тока 100 А, 100 кГц с разъемом BNC
TCP303/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока 150 А, 15 МГц
TCP305/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока 50 А, 50 МГц
TCP312/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока 30 А, 100 МГц
TCP404XL/ТСРА400	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока 500 А, 2 МГц

**Сервисные опции<sup>2</sup>**

Опция	Описание
D1	Отчёт о калибровке
R5	Ремонт в течение 5 лет

<sup>2</sup> Гарантийные обязательства и предложения по обслуживанию не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

**Предложения по обслуживанию (предоставляются после приобретения)**

Опция	Описание
TDS10xxC-EDU-R1PW	Ремонт в течение 1 года после окончания срока гарантии
TDS10xxC-EDU-R2PW	Ремонт в течение 2 лет после окончания срока гарантии
TDS10xxC-EDU-R5DW	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийный срок на прибор). Пятилетний период начинается в момент покупки прибора.

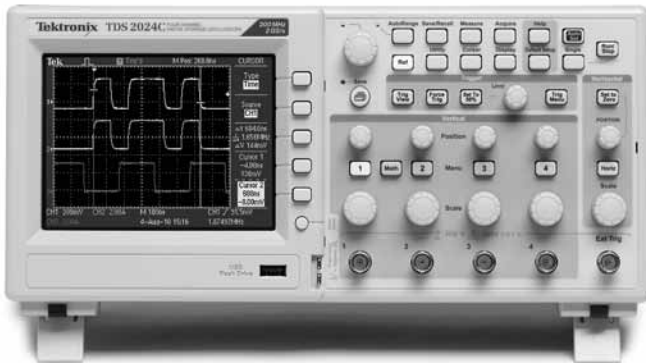
**Преимущества сервисных служб Tektronix**

Позвольте компании Tektronix предложить вам свой непревзойденный инженерный опыт и подход, ориентированный на клиента, чтобы обеспечить оптимальные характеристики приборов Tektronix и поддержать максимальную эффективность в течение всего срока службы. Сервисные службы Tektronix обеспечивают следующие преимущества:

- Доступ к источникам сведений о приборах и непревзойденным техническим знаниям
- Ваши проблемы будут решать передовые технические специалисты, инженеры-разработчики и интерактивные средства поддержки
- Во всех странах мира предоставляется полная и тщательная поддержка, включая обновления программного и микропрограммного обеспечения, данные калибровок и настройки
- Эффективность и удобство, отсутствие задержек в сервисном обслуживании, от первого обращения до возврата и доставки
- Службы ремонта и калибровки имеют возможность обращаться к лучшему в отрасли персоналу технической поддержки с более чем 20-летним опытом работы
- Подход, ориентированный на клиента, предполагает обслуживание, постоянно направленное на оптимизацию характеристик прибора, повышение производительности и окупаемости затрат путем обеспечения фиксированных расходов на эксплуатацию и эффективного управления обслуживанием

# Цифровые запоминающие осциллографы

## Серия TDS2000C



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

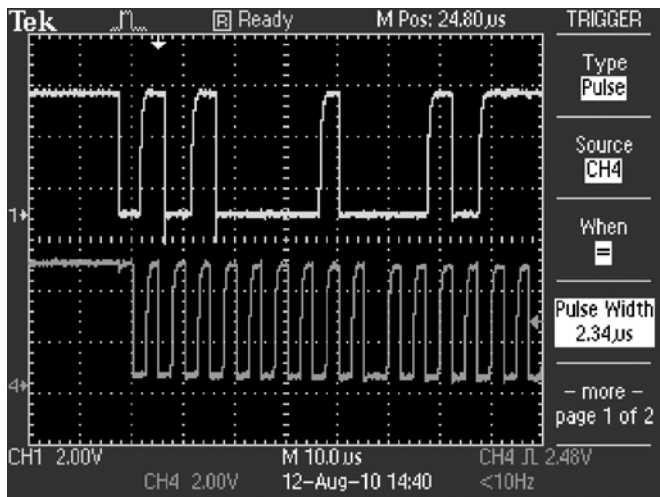
- Модели с полосой пропускания 200, 100, 70 и 50 МГц
- 2 или 4 канала
- Частота дискретизации до 2 Гвыб/с по всем каналам
- Длина записи 2,5 тыс. точек по всем каналам
- Расширенный набор функций запуска, включая запуск по длительности импульса и запуск по выбранной строке видеосигнала

#### Простота в обращении

- 16 автоматических измерений, включая быстрое преобразование Фурье, упрощают анализ сигнала
- Встроенная функция контроля предельных значений
- Автоматизированная расширенная функция регистрации данных
- Автонастройка и автоматический выбор диапазона
- Встроенная контекстная справка
- Мастер проверки пробников
- Многоязычный интерфейс пользователя
- Цветной ЖК-дисплей с диагональю 5,7 дюйма (144 мм)
- Небольшие размеры и вес – всего 124 мм в глубину при массе 2 кг

#### Интерфейсы

- Хост-порт USB 2.0 на передней панели облегчает и ускоряет сохранение данных
- Порт USB 2.0 на задней панели упрощает подключение к ПК и прямую распечатку на совместимом с PictBridge® принтере
- Входящая в комплект поставки базовая версия ПО LabVIEW SignalExpress™ TE компании National Instrument и ПО Tektronix OpenChoice® позволяют интегрировать осциллограф в контрольно-измерительные системы



Быстрый и простой захват сигналов с расширенными возможностями запуска.

### Оптимальные характеристики по доступной цене

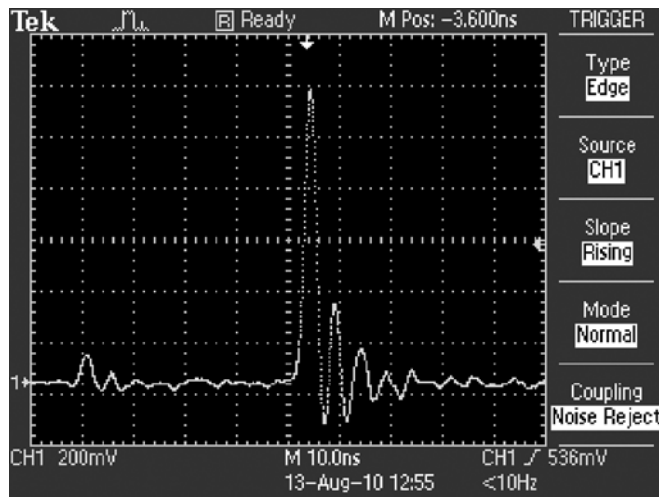
Цифровые запоминающие осциллографы серии TDS2000C предлагают доступную по цене производительность в удобном компактном корпусе. Обладая стандартным набором возможностей – включая порт USB, 16 автоматических измерений, контроль предельных значений, регистрацию данных и контекстную справку – осциллографы серии TDS2000C помогают сделать больше за меньшее время.

### Цифровая точность измерений

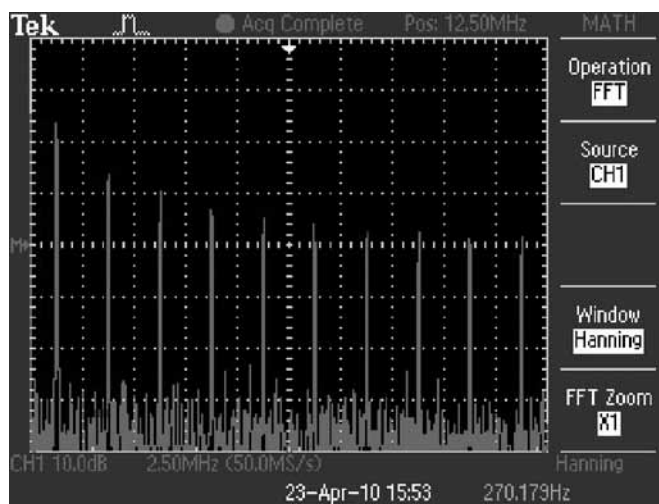
Полоса пропускания 200 МГц и максимальная частота дискретизации 2 Гвыб/с – ни один осциллограф не обладает такими характеристиками при столь низкой цене. Специальная технология компании Tektronix обеспечивает дискретизацию в реальном времени, минимум с 10-кратной передискретизацией по всем каналам, что позволяет точно регистрировать нужные вам сигналы. Параметры дискретизации не ухудшаются при использовании нескольких каналов.

### Незаменимые средства поиска неисправностей

Расширенные возможности запуска – по фронтам/спадам, по длительности импульса и по видеосигналу – помогают быстро локализовать интересующие вас сигналы. А захватив сигнал, вы можете ускорить анализ, воспользовавшись расширенным набором математических функций и автоматическими измерениями. Сигналы можно складывать, вычитать, перемножать или применять к ним быстрое преобразование Фурье (БПФ). Шестнадцать автоматических измерений быстро и надежно рассчитывают важные характеристики сигнала, такие как частота или длительность фронта, тогда как встроенная функция контроля предельных значений упрощает выявление существующих проблем.



Цифровая дискретизация в реальном времени компании Tektronix позволяет увидеть то, что недоступно другим осциллографам.



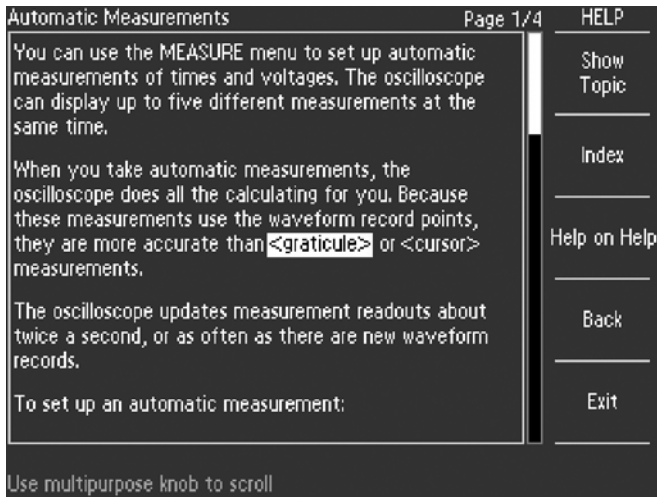
Быстрое преобразование Фурье с расширенным набором математических функций

### Созданы для облегчения работы

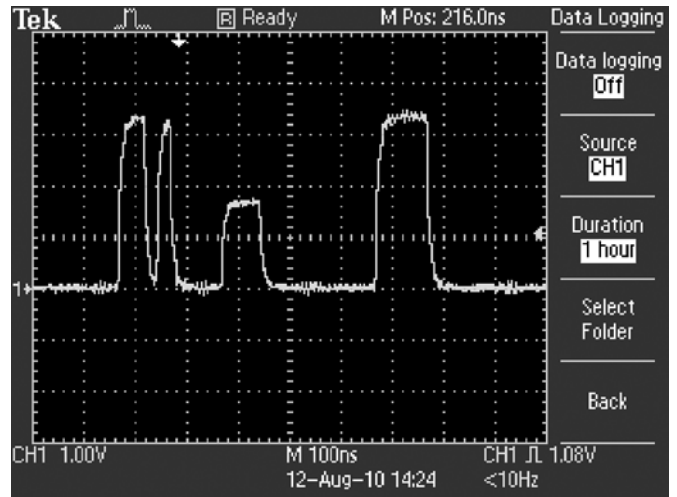
Осциллографы серии TDS2000C просты в обращении и обладают интерфейсом, хорошо знакомым по другим приборам компании Tektronix.

### Интуитивно понятное управление

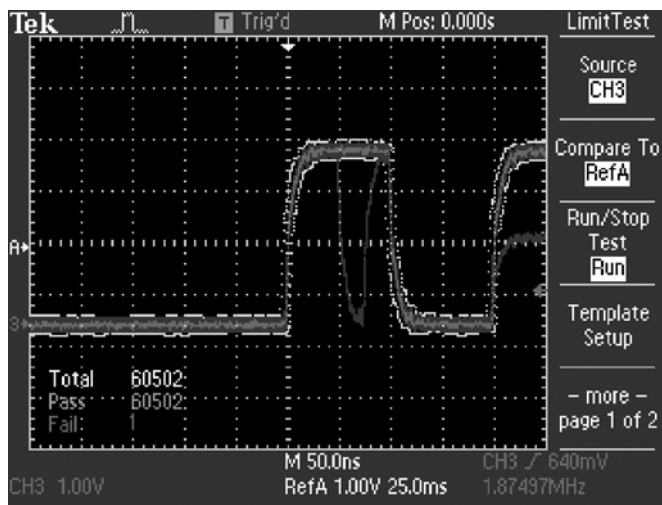
Интуитивно понятный интерфейс пользователя с отдельной регулировкой параметров вертикального отклонения каждого канала, автонастройкой и автоматическим выбором диапазона предельно упрощает работу с прибором, сокращая время на обучение и повышая эффективность использования.



Контекстная справка предоставляет основную информацию о выполняемой операции



Функция регистрации данных позволяет автоматически и синхронно сохранять сигналы



Функция контроля предельных значений выполняет быструю разбраковку типа «годен/не годен», сравнивая входные сигналы с определенными пользователем шаблонами.



Удобное сохранение снимков экрана и сигналов на USB-накопителе.

## Своевременная помощь

Встроенная справочная система предоставляет важную информацию о функциях и возможностях осциллографа. Справка выдается на языке интерфейса пользователя.

## Мастер проверки пробников

Проверьте компенсацию пробника перед измерением, нажав всего лишь одну кнопку, которая запустит быструю и простую процедуру.

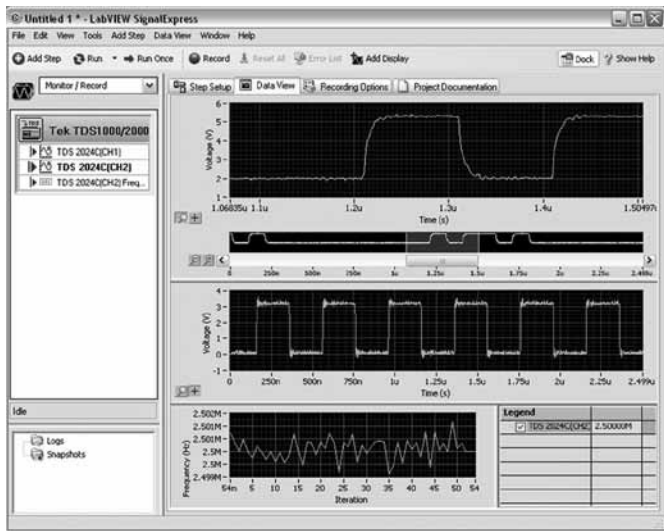
## Проверка предельных значений

Осциллограф может автоматически контролировать входные сигналы и выполнять разбраковку типа «годен/не годен», сравнивая эти сигналы с заданными граничными значениями. По результатам проверки осциллограф может выполнять те или иные действия, например, прекращать захват

сигнала, отключать функцию проверки предельных значений, сохранять параметры ошибочного сигнала или снимок экрана на USB накопителе или выполнять комбинацию описанных выше операций. Это решение идеально подходит для производственных и сервисных приложений, где нужно быстро принимать решения.

## Гибкая передача данных

Хост-порт USB на передней панели позволяет сохранять на флэш-накопителе настройки прибора, снимки экрана и сигналы. Встроенная функция регистрации данных позволяет настроить осциллограф на сохранение указанных сигналов на USB накопителе общей продолжительностью до 24 часов. Вы можете также выбрать режим «Infinite» для непрерывного мониторинга сигналов. В этом режиме можно сохранить зарегистрированные сигналы на USB накопителе столько угодно долго, пока память устройства не будет заполнена. Затем осциллограф предложит вам вставить другой USB накопитель, чтобы продолжить сохранение сигналов.



Простой захват, сохранение и анализ результатов с помощью прилагаемой базовой версии ПО LabVIEW SignalExpress от компании National Instrument.

### Простое подключение к ПК

Подключив осциллограф к ПК через порт USB на задней панели, вы можете просто захватывать, сохранять и анализировать результаты измерений с помощью прилагаемого программного обеспечения OpenChoice PC Communications. Просто перетащите мышью снимки экрана или результаты измерений в автономное приложение или прямо в Microsoft Word и Excel. Если же вы предпочитаете обходиться без ПК, то можно просто распечатать изображение на любом совместимом с PictBridge принтере.

### Создание контрольно-измерительной системы для интеллектуальной отладки

В комплект поставки каждого осциллографа серии TDS2000C входит базовая версия программного обеспечения LabVIEW SignalExpress от компании National Instrument, которая позволяет управлять прибором, регистрировать и анализировать данные.

ПО SignalExpress поддерживает широкий диапазон настольных приборов Tektronix<sup>2</sup>, обеспечивая подключение к вашей контрольно-измерительной системе. В результате, вы получаете доступ к богатым возможностям каждого прибора посредством единого интуитивно понятного программного интерфейса. Это позволяет автоматизировать сложные измерения, требующие применения нескольких приборов, регистрировать данные в течение длительных интервалов времени, сопоставлять данные, полученные от разных приборов, и легко захватывать и анализировать результаты на ПК. Только Tektronix предлагает объединение комплекса интеллектуальных приборов для упрощения и ускорения отладки сложных устройств.

### Производительность, на которую можно положиться

Кроме лучших в отрасли сервиса и поддержки, осциллографы серии TDS2000C обеспечиваются пожизненной гарантией<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> С некоторыми ограничениями.

<sup>2</sup> Полный перечень приборов Tektronix, поддерживаемых ПО NI LabVIEW Signal

## Технические характеристики

## Цифровые запоминающие осциллографы серии TDS2000C

	TDS2001C	TDS2002C	TDS2004C	TDS2012C	TDS2014C	TDS2022C	TDS2024C
Дисплей (QVGA ЖК)	TFT	TFT	TFT	TFT	TFT	TFT	TFT
Полоса пропускания <sup>3</sup>	50 МГц	70 МГц	70 МГц	100 МГц	100 МГц	200 МГц	200 МГц
Число каналов	2	2	4	2	4	2	4
Вход внешнего запуска	Присутствует во всех моделях						
Частота дискретизации в каждом канале	500 Мвыб/с	1,0 Гвыб/с	1,0 Гвыб/с	2,0 Гвыб/с	2,0 Гвыб/с	2,0 Гвыб/с	2,0 Гвыб/с
Длина записи	2,5 тыс. точек при всех скоростях развертки во всех моделях						
Вертикальное разрешение	8 бит						
Вертикальная чувствительность	от 2 мВ/дел до 5 В/дел во всех моделях с калиброванной тонкой настройкой						
Погрешность вертикального отклонения по постоянному току	±3 % во всех моделях						
Масштабирование по вертикали	Расширение или сжатие живых или сохраненных сигналов						
Максимальное входное напряжение	300 В <sub>ср.кв.</sub> (КАТ II); снижается со скоростью 20 дБ/декаду при частоте более 100 кГц до 13 В <sub>пик-пик</sub> при 3 МГц						
Диапазон положений осциллограмм	от 2 мВ/дел до 200 мВ/дел +2 В от 200 мВ/дел до 5 В/дел +50 В						
Ограничение полосы пропускания	20 МГц во всех моделях						
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля во всех моделях						
Входное сопротивление	1 МОм параллельно с 20 пФ						
Диапазон скорости развертки	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 2,5 нс/дел до 50 с/дел	от 2,5 нс/дел до 50 с/дел	от 2,5 нс/дел до 50 с/дел	от 2,5 нс/дел до 50 с/дел
Погрешность развертки	50 x 10 <sup>-6</sup>						
Горизонтальная растяжка	Расширение или сжатие живых или сохраненных сигналов						
<b>Интерфейсы ввода/вывода</b>							
Порты USB	Хост-порт USB на передней панели поддерживает USB накопители Порт USB на задней панели поддерживает подключение к ПК и все совместимые с PictBridge принтеры						
GPIB	Опция						
<b>Энергонезависимая память</b>							
Отображение сохраненных сигналов	Сохраненные сигналы длиной (2) 2,5 тыс. точек						
Сохранение сигналов без USB накопителя	(2) 2,5 тыс. точек	(2) 2,5 тыс. точек	(4) 2,5 тыс. точек	(2) 2,5 тыс. точек	(4) 2,5 тыс. точек	(2) 2,5 тыс. точек	(4) 2,5 тыс. точек
Максимальный объем USB накопителя	64 ГБ						
Сохранение сигналов на USB накопителе	96 и более опорных сигналов на каждые 8 МБ						
Сохранение настроек без USB накопителя	10 настроек органов управления передней панели						
Сохранение настроек на USB накопителе	4000 и более настроек органов управления передней панели на каждые 8 МБ						
Сохранение снимков экрана на USB накопителе	128 и более снимков экрана на каждые 8 МБ (число снимков зависит от выбранного формата файлов)						
Сохранение всех параметров на USB накопителе	12 и более операций сохранения на каждые 8 МБ Одна операция сохранения всех параметров создает от 3 до 9 файлов (настройка, снимок экрана, плюс один файл на каждый отображаемый сигнал)						

<sup>3</sup> Полоса пропускания 20 МГц при развертке 2 мВ/дел, для всех моделей.

## Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Обнаружение пиковых значений	Захват высокочастотных и случайных глитчей. Захватывает глитчи длительностью от 12 нс (тип.) на всех скоростях развертки от 5 мкс/дел до 50 с/дел
Выборка	Только дискретизация данных
Усреднение	Усреднение 4, 16, 64 или 128 осциллограмм
Однократный запуск	Кнопка однократного запуска выполняет захват одной последовательности
Прокрутка	Все значения скорости развертки >100 мс/дел

## Система запуска

Параметр	Описание
Режимы запуска	Автоматический, нормальный, однократный

## Типы запуска

Запуск	Описание
По перепаду (положительному или отрицательному)	Обычный запуск по уровню. По положительному или отрицательному перепаду в любом канале. Режимы входа схемы запуска: связь по переменному току, связь по постоянному току, подавление шума, ФВЧ, ФНЧ
По видеосигналу	Запуск во всем строкам или отдельным строкам, по четным/нечетным или всем полям композитного видеосигнала, или запуск по вещательным стандартам (NTSC, PAL, SECAM)
По длительности импульса (или глитча)	Запуск по длительности импульса, меньшей, большей, равной или неравной установленному значению в диапазоне от 33 нс до 10 с

## Источник сигнала запуска

Параметр	Описание
2-канальные модели	Канал 1, Канал 2, Внешний, Внешний/5, сеть переменного тока
4-канальные модели	Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4, Внешний, Внешний/5, сеть переменного тока

## Просмотр сигнала запуска

Показывает сигнал запуска при нажатой кнопке Trigger View

## Измерение частоты сигнала запуска

Показывает значение частоты источника сигнала запуска.

## Курсоры

Параметр	Описание
Типы	Амплитуда, время
Измерения	$\Delta T$ , $1/\Delta T$ , $\Delta V$

## Автоматически измеряемые параметры

Период, частота, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность фронта, длительность спада, максимум, минимум, двойной размах, среднее значение, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое значение за период, среднеквадратическое значение по курсору, скважность, фаза, задержка.

## Математические функции

Параметр	Описание
Операции	Сложение, вычитание, умножение, БПФ
БПФ	Окна: Ганна, с плоской вершиной, прямоугольник с 2048 точками
Источники сигнала	
2-канальные модели	Кан.1 – Кан.2, Кан.2 – Кан.1, Кан.1 + Кан.2, Кан.1 x Кан.2
4-канальные модели	Кан.1 – Кан.2, Кан.2 – Кан.1, Кан.3 – Кан.4, Кан.4 – Кан.3, Кан.1 + Кан.2, Кан.3 + Кан.4, Кан.1 x Кан.2, Кан.3 x Кан.4

## Меню автонастройки

Автоматическая настройка одной кнопкой параметров систем запуска, вертикального и горизонтального отклонения для всех каналов (с возможностью отмены).

Тип сигнала	Пункты меню автонастройки
Меандр	Один период, несколько периодов, положительный или отрицательный перепад
Синусоида	Один период, несколько периодов, спектр БПФ
Видеосигнал (NTSC, PAL, SECAM)	Поля: все, нечетные или четные Строки: все или строка с выбранным номером

## Автоматический выбор диапазона

Автоматически настраивает параметры систем вертикального и/или горизонтального отклонения осциллографа при перемещении пробника от точки к точке, или при больших изменениях сигнала.

## Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Дисплей	Активная цветная TFT матрица, QVGA
Интерполяция	$\sin(x)/x$
Режимы отображения	Точки, векторы
Послесвечение	Выкл, 1 с, 2 с, 5 с, бесконечно
Формат	YТ и XY

## Многоязычный интерфейс пользователя и контекстная справка

Параметр	Описание
Доступные языки	Английский, французский, немецкий, итальянский, японский, корейский, португальский, русский <sup>4</sup> , упрощенный китайский, испанский, традиционный китайский

<sup>4</sup> Необходимо русифицированное микропрограммное обеспечение, обозначаемое суффиксом «RUS».

## Климатические условия и безопасность

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от 0 до +50 °C
Хранения	от –40 до +71 °C
Относительная влажность	
Рабочая	до 80 % при темп. не более +40 °C
Хранения	до 45 % при темп. до +50 °C
Высота над уровнем моря	
Рабочая и хранения	до 3000 м
Электромагнитная совместимость	Соответствует директиве 2004/108/EC, EN 61326-2-1 Класс А; Австралийские нормы на электромагнитную совместимость
Безопасность	UL61010-1:2004, CSA22.2 № 61010-1:2004, EN61010-1:2001, IEC61010-1:2001



## Габариты и масса

Размеры прибора	мм
Ширина	326,3
Высота	158,0
Глубина	124,2
<b>Масса</b>	<b>кг</b>
Только прибор	2,0
Прибор с принадлежностями	2,2

Размеры упаковки	мм
Ширина	476,2
Высота	266,7
Глубина	228,6

Комплект для монтажа в стойку RM2000B	мм
Ширина	482,6
Высота	177,8
Глубина	108,0

## Информация для заказа

### Модели

Модель	Описание
TDS2001C	Цифровой запоминающий осциллограф, 50 МГц, 2 канала, 500 Мвыб/с, TFT
TDS2002C	Цифровой запоминающий осциллограф, 70 МГц, 2 канала, 1 Гвыб/с, TFT
TDS2004C	Цифровой запоминающий осциллограф, 70 МГц, 4 канала, 1 Гвыб/с, TFT
TDS2012C	Цифровой запоминающий осциллограф, 100 МГц, 2 канала, 2 Гвыб/с, TFT
TDS2014C	Цифровой запоминающий осциллограф, 100 МГц, 4 канала, 2 Гвыб/с, TFT
TDS2022C	Цифровой запоминающий осциллограф, 200 МГц, 2 канала, 2 Гвыб/с, TFT
TDS2024C	Цифровой запоминающий осциллограф, 200 МГц, 4 канала, 2 Гвыб/с, TFT

## Стандартные принадлежности

Принадлежность	Описание
Пассивные пробники, по одному на канал	TRP0101: 100 МГц пассивный пробник для TDS2001C/TDS2002C/TDS2004C TRP0201: 200 МГц пассивный пробник для TDS2012C/TDS2014C/TDS2022C/TDS2024C
Кабель питания	(Указывайте вариант вилки)
NIM/NIST	Отслеживаемый сертификат калибровки
Документация	Руководство пользователя (указывайте нужный язык)
ПО для связи с ПК OpenChoice	Обеспечивает быструю и простую связь между ПК с Windows и TDS2000C через USB. Передача и сохранение настроек, сигналов и снимков экрана.
Интерактивное измерительное ПО National Instruments SignalExpress Tektronix Edition – базовая версия	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии TDS2000C. Позволяет захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью простого перетаскивания мышью без какого-либо программирования. Базовая версия для TDS2000C поддерживает управление захватом, просмотр и экспорт живых сигналов. 30-дневная пробная Профессиональная версия поддерживает дополнительные возможности обработки сигнала, расширенные средства анализа, функции работы со смешанными сигналами, свипирование, контроль предельных значений и определяемую пользователем величину шага. Для постоянного использования возможностей Профессиональной версии закажите SIGEXPTЕ
Ограниченная пожизненная гарантия <sup>5</sup>	На детали и работу в течение минимум 10 лет, кроме пробников и принадлежностей <sup>6</sup>

<sup>5</sup> Пожизненная гарантия действует в течение 5 лет после прекращения выпуска данного продукта компанией Tektronix, но не менее десяти лет с момента приобретения. Пожизненная гарантия не подлежит передаче, необходимо представить доказательства исходной покупки.

<sup>6</sup> На пробники и принадлежности гарантия и сервисные предложения не распространяются. Гарантийные обязательства и условия калибровки приведены в индивидуальных технических описаниях на пробники и принадлежности.

### Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

### Руководство пользователя

К руководству пользователя прилагается соответствующая переведенная наклейка на переднюю панель

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

### Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
SIGEXPTЕ	Интерактивное измерительное ПО National Instruments SignalExpress Tektronix Edition – профессиональная версия
AC2100	Мягкая сумка для переноски прибора
HCTEK4321	Жесткий пластиковый чемодан для переноски прибора (требуется AC2100)
RM2000B	Комплект для монтажа в стойку
077-0444-xx	Руководство программиста – только на английском языке
077-0446-xx	Руководство по техническому обслуживанию – только на английском языке
174-4401-xx	USB кабель «Хост-порт – устройство», длина 0,9 м

## Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TRP0101	Пассивный пробник 10X, полоса 100 МГц
TRP0201	Пассивный пробник 10X, полоса 200 МГц
P2220	Пассивный пробник 1X/10X, полоса 200 МГц
P6101B	Пассивный пробник 1X (15 МГц, 300 В <sub>ср.кв.</sub> , КАТ II)
P6015A	Высоковольтный пассивный пробник 1000X (75 МГц)
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник 100X (500 МГц)
P5200	Высоковольтный активный дифференциальный пробник (25 МГц)
P6021	Пробник переменного тока 15 А, 60 МГц
P6022	Пробник переменного тока 6 А, 120 МГц
A621	Пробник переменного тока 2000 А, от 5 до 50 кГц
A622	Пробник переменного/постоянного тока / BNC 100 А, 100 кГц
TCP303/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока, 150 А, 15 МГц
TCP305/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока, 50 А, 50 МГц
TCP312/ТСРА300	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока, 30 А, 100 МГц
TCP404XL/ТСРА400	Усилитель для пробников постоянного/переменного тока, 500 А, 2 МГц

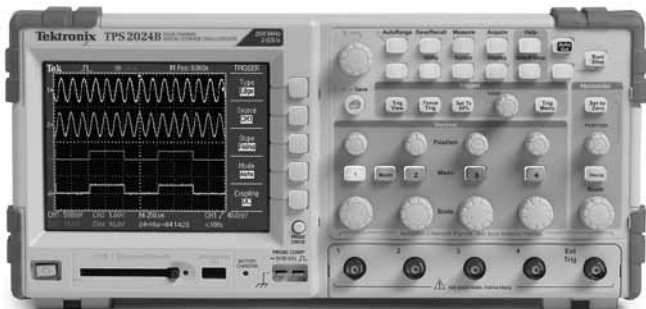
## Сервисные опции\*<sup>6</sup>

Опция	Описание
D1	Отчёт о калибровке

\*<sup>6</sup> На пробники и принадлежности гарантия и сервисные предложения не распространяются. Гарантийные обязательства и условия калибровки приведены в индивидуальных технических описаниях на пробники и принадлежности.

# Цифровые запоминающие осциллографы

## TPS2000B



### Возможности и преимущества

- Полоса пропускания 100 и 200 МГц
- Частота дискретизации до 2 Гвыб/с в режиме реального времени
- 2 или 4 канала с полной гальванической развязкой, плюс вход внешнего запуска с гальванической развязкой
- 8 часов непрерывной работы в автономном режиме с двумя установленными аккумуляторами, возможность горячей замены аккумуляторов обеспечивает полную независимость от сети питания
- Опциональное программное обеспечение для измерения параметров источников питания обладает наиболее широкими возможностями в данной ценовой категории
- Быстрое документирование и анализ результатов измерений с помощью программного обеспечения OpenChoice®. Имеется гнездо для карт памяти CompactFlash®
- Функция БПФ в стандартной конфигурации для всех моделей
- Расширенные функции запуска для быстрого захвата интересных событий

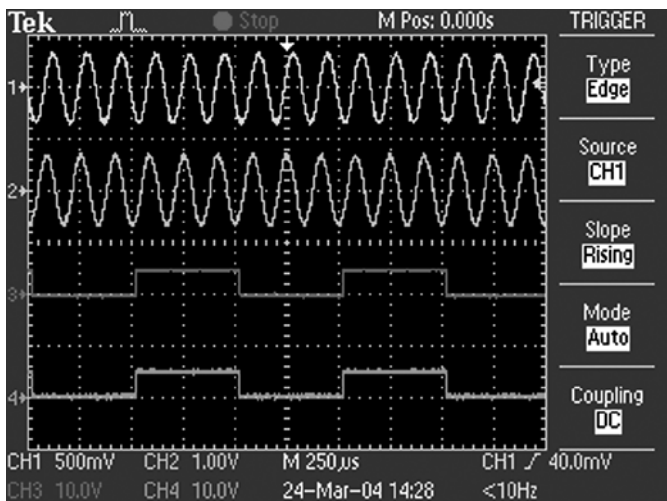
- Традиционные органы управления, характерные для аналогового прибора, и многоязычный интерфейс пользователя значительно упрощают работу
- Быстрая настройка и управление с помощью меню автонастройки, автоматического выбора диапазона, памяти сигналов и настроек и встроенной контекстной справочной системы
- Кнопки меню с подсветкой
- 11 видов автоматических измерений для наиболее важных параметров сигнала

### Применение

- Разработка, диагностика, монтаж и техническое обслуживание промышленных систем электропитания
- Разработка, диагностика, монтаж и техническое обслуживание электронного оборудования
- Разработка и тестирование автомобильной электроники
- Образование

### Осциллографы серии TPS2000B повышают производительность и в лаборатории, и в полевых условиях

Осциллографы TPS2000B обладают широким спектром возможностей, а также хорошо знакомыми и простыми в обращении функциями управления и меню. В состав серии TPS2000B входят приборы с двумя или с четырьмя каналами; все они используют технологию IsolatedChannel™, обеспечивающую изоляцию от земли и между каналами, что снижает вероятность повреждения исследуемых цепей во время измерения. Входящая в стандартную конфигурацию система автономного питания делает их удобными для применения в полевых условиях. Опциональное программное обеспечение включает все распространенные виды измерений для работы с силовыми электронными устройствами, ускоряя диагностику и анализ их характеристик.

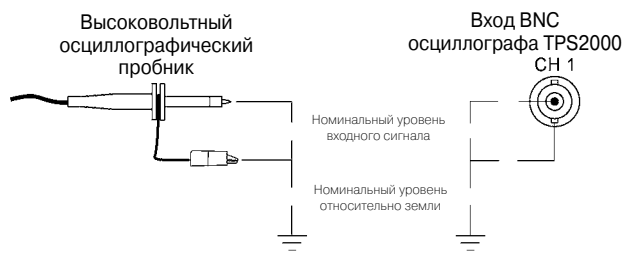


Четыре входа, выполненные по технологии IsolatedChannel™, и вход внешнего запуска позволяют быстро и точно выполнять измерения с гальванической развязкой от земли и измерения дифференциальных сигналов.

**Выполнение измерений с гальванической развязкой от земли и измерений дифференциальных сигналов – быстро, точно, недорого**

Непреднамеренное заземление измеряемой цепи часто служит причиной получения недостоверных результатов и повреждения схемы. Подключение двух и более заземленных пробников может создавать паразитные контуры заземления, что при достаточно большом токе может привести к повреждению компонентов и оборудования. Но самое главное – выполнение таких измерений без соответствующих приборов и пробников может быть небезопасным.

Технология IsolatedChannel компании Tektronix упрощает выполнение измерений с гальванической развязкой от земли. В отличие от осциллографов, выполняющих измерения относительно земли, корпуса входных разъемов TPS2000B изолированы друг от друга и от земли. Технология IsolatedChannel предотвращает протекание тока между корпусами входных разъемов BNC или между корпусом BNC и землей в пределах максимального напряжения 600 В<sub>ср.кв.</sub> относительно земли.



Максимальный уровень безопасности для входного сигнала и потенциала относительно земли

Имеются также различные пассивные пробники для разных приложений. Входящие в комплект поставки пассивные пробники TRP0101/TRP0201 позволяют измерять напряжения до 400 В<sub>пик-пик</sub>. Однако для удовлетворения требований безопасности напряжение на общем проводнике пробника TRP0101/TRP0201 должно поддерживаться в пределах 30 В<sub>ср.кв.</sub> относительно земли. В связи с этим, пробники TRP0101/TRP0201 отлично подходят для работы с цифровыми и аналоговыми схемами, максимальное напряжение в которых никогда не превышает 30 В<sub>ср.кв.</sub>

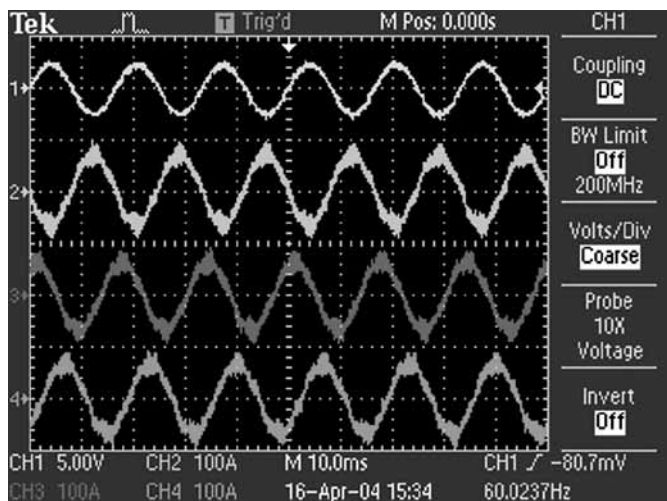
Для измерения характеристик электронных силовых преобразователей обычно нужны пробники, рассчитанные на высокое напряжение. Tektronix предлагает два специализированных пассивных пробника, предназначенных для измерений с гальванической развязкой от земли. Осциллограф TPS2000B с опциональными пробниками P5122 позволяет измерять напряжения до 480 В<sub>ср.кв.</sub> в условиях, соответствующих категории измерений II (КАТ II) с максимальным напряжением относительно земли не более 600 В<sub>ср.кв.</sub>. С опциональным пробником P5120 TPS2000B может измерять напряжения до 800 В<sub>пик-пик</sub> с максимальным напряжением относительно земли 600 В<sub>ср.кв.</sub>. В режиме связи по переменному току P5120 отлично справляется с измерением пульсаций высоковольтных источников питания постоянного тока. Полный перечень характеристик и требований безопасности приведен в разделе «Технические характеристики».

Таблица выбора пробников

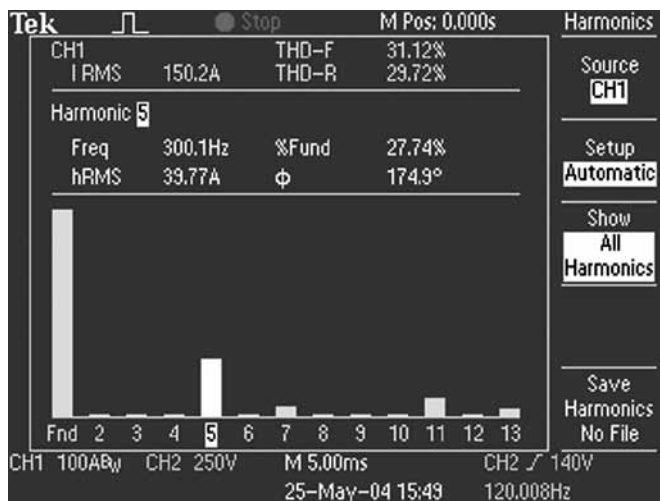
Осциллограф/пробник (ослабление)	Максимальный уровень безопасности		Наблюдаемый сигнал TPS2000B	
	Напряжение относительно земли <sup>1</sup>	Входной сигнал	Напряжение пик-пик на экране (синусоида с центром на 0 В)	Среднеквадратическое напряжение на экране (синусоида с центром на 0 В)
Вход TPS2000B (1X)	600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	300 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	40 В <sub>пик-пик</sub>	14,1 В <sub>ср.кв.</sub>
TRP0101 (100 МГц) TRP0201 (200 МГц)	30 В <sub>ср.кв.</sub>	300 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	400 В <sub>пик-пик</sub>	141 В <sub>ср.кв.</sub>
P5120 (20X)	600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	1000 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	800 В <sub>пик-пик</sub>	282 В <sub>ср.кв.</sub>
P5122 <sup>2</sup> (100X)	600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	1000 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II	2828 В <sub>пик-пик</sub>	1000 В <sub>ср.кв.</sub>

<sup>1</sup> Общий проводник пассивного пробника не ослабляет сигнал, поэтому все рабочие напряжения и выбросы поступают прямо на осциллограф. Таким образом, максимальное напряжение между общим проводником пассивного пробника и землей никогда не должно превышать максимального напряжения между общим проводником осциллографа и землей.

<sup>2</sup> Пробник P5122 не должен использоваться для измерений со связью по переменному току для сигналов с постоянной составляющей более 300 В. Для измерения пульсаций высоковольтных источников питания постоянного тока рекомендуется применять пробник P5120.



Измерение характеристик трехфазного преобразователя частоты, используемого в электроприводах.



Измерение гармонических искажений с помощью ПО TPS2PWR1.

## Ускорение проектирования и тестирования промышленных систем электроснабжения и силовых устройств

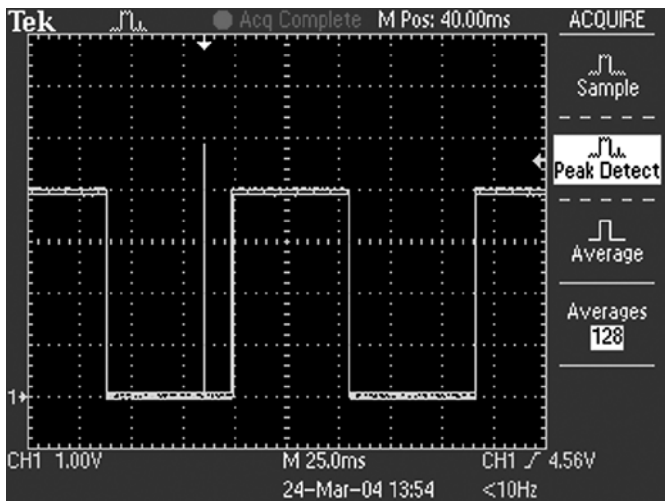
В любых приложениях, от мобильных телефонов до промышленных электроприводов, электронные преобразователи энергии дают существенные преимущества по размеру, производительности и энергоэффективности. Но даже самая тривиальная задача наблюдения входного и выходного сигнала преобразователя усложняется наличием нескольких различных цепей, относительно которых измеряются напряжения. Кроме того, наличие нескольких точек отсчета напряжения усложняет одновременный просмотр сигналов управления и сигналов силовых цепей. Применение в этих ситуациях обычных осциллографов, выполняющих измерения относительно земли, без соответствующих дифференциальных пробников может вызвать повреждение цепей и исказить результаты. Технология IsolatedChannel снижает риск повреждения и непреднамеренного воздействия на работу схемы в ходе отладки силовых электронных преобразователей.

В качестве опции к осциллографам TPS2000B поставляется программное обеспечение для измерения характеристик силовых систем TPS2PWR1. Оно позволяет выполнять расширенные измерения прямо на осциллографе при минимальных затратах.

Кроме того, данное ПО добавляет в TPS2000B возможность автоматизированного измерения параметров компонентов, работающих в ключевом режиме, таких как коммутационные потери, а также курсорные измерения  $dv/dt$  и  $di/dt$ .

Для определения качества электрической энергии в распределительных сетях, ПО может рассчитать спектр гармоник вплоть до 50-й и выполнить измерения фаз, реактивной потребляемой мощности и коэффициента мощности. С помощью четырехканального TPS2014B или TPS2024B можно наблюдать трехфазные токи и напряжения.

Компания Tektronix выпускает два «пакета» для измерений в силовых цепях, состоящие из пробников и программного обеспечения. В каждый пакет входит четыре пробника и ПО TPS2PWR1 по цене, меньшей, чем если приобретать их отдельно. Пакет TPS2PBND содержит четыре пассивных высоковольтных пробника P5120 20X с ПО TPS2PWR1. В состав пакета TPS2PBND2 входят четыре пассивных высоковольтных пробника P5122 100X и прикладное ПО.



Захват редко появляющихся глитчей с применением технологии выборки в режиме реального времени DRT.

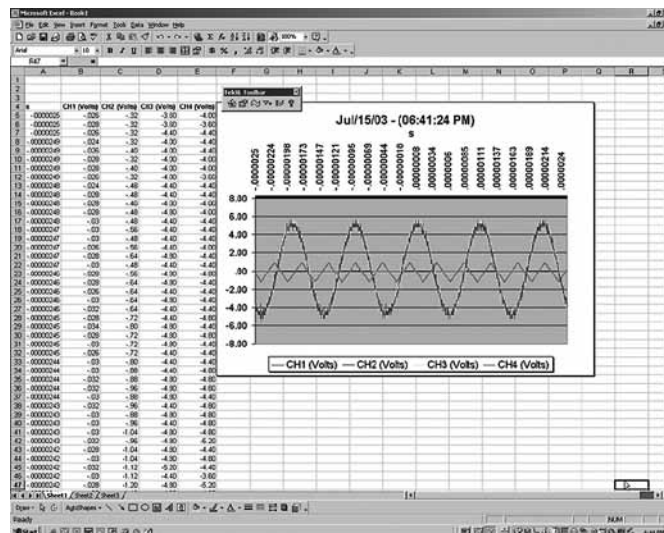
### Быстрая отладка и измерение параметров сигналов с применением технологии выборки DRT

Примененная в осциллографах серии TPS2000B технология «цифровой выборки в режиме реального времени» (DRT) позволяет измерять характеристики всевозможных типов сигналов одновременно по четырем каналам. Эта технология регистрации позволяет захватывать высокочастотные события, такие как глитчи и аномалии фронтов, недоступные другим осциллографам этого класса, и дает уверенность в точном отображении сигнала.

### Простой анализ и документирование результатов измерений

Анализ в частотной области с помощью имеющейся в осциллографах серии TPS2000B функции быстрого преобразования Фурье (БПФ) позволяет быстро выявлять помехи, перекрестные наводки и «микрофонные» эффекты. Документирование результатов измерений легко выполнить на карту памяти CompactFlash®.

Документирование, отображение и анализ результатов измерения можно проводить на ПК с помощью прилагаемого ПО OpenChoice®. Все осциллографы серии TPS2000B поставляются с бесплатной версией ПО LabVIEW SignalExpress™ компании National Instrument в специальной редакции Tektronix. Это ПО предназначено для выполнения основных функций управления осциллографом, регистрации и анализа данных. Опционально поставляется профессиональная версия SignalExpress, содержащая более 200 встроенных функций, позволяющих производить дополнительную обработку сигнала, расширенный анализ, свипирование, тестирование по маске и выполнять заданные пользователем операции.



Быстрое документирование результатов измерения на карту памяти CompactFlash® и их анализ с помощью ПО OpenChoice®.

ПО SignalExpress поддерживает различные приборы компании Tektronix\*<sup>3</sup>, позволяя объединить их в полноценный измерительный стенд. И тогда через единый интуитивно понятный программный интерфейс можно получить доступ к богатому набору функций каждого прибора. Это позволяет автоматизировать сложные измерения, выполняемые сразу несколькими приборами, производить долговременную регистрацию данных, получать коррелированные по времени результаты измерений от разных приборов и с легкостью регистрировать и анализировать результаты – и всё это с одного ПК. Только Tektronix может предложить вам такие измерительные стенды, состоящие из взаимосвязанных интеллектуальных приборов, способные упростить и ускорить отладочные работы в самых сложных проектах.

<sup>3</sup>



*Быстрое сопоставление результатов, полученных в лаборатории и в полевых условиях с помощью портативного осциллографа серии TPS2000B.*

#### Сопоставление результатов, полученных в лаборатории и в полевых условиях\*<sup>4</sup>

Благодаря наиболее продолжительному в отрасли времени непрерывной работы от аккумулятора – 8 часов и более – и очень удобному портативному корпусу, осциллограф серии TPS2000B можно использовать как в лаборатории, так и в полевых условиях. Насладитесь практически полной независимостью от сети питания за счет возможности горячей замены аккумуляторов.

#### Оптимизируйте вашу работу

Компоновка передней панели осциллографа покажется знакомой большинству пользователей. Каждый канал имеет отдельный набор органов управления масштаб и позиционированием. Такие функции, как автонастройка, автоматический выбор диапазона, автоматические измерения, мастер проверки пробника и контекстная справка существенно сокращают время измерения. Кнопки меню с подсветкой облегчают работу в сложной обстановке – от яркого солнечного света до помещений с плохим освещением.

#### Учтите ещё одно важное обстоятельство

Вдобавок к лучшей в отрасли поддержке и техническому обслуживанию, каждый осциллограф серии TPS2000B теперь получает трёхлетнюю гарантию.

<sup>4</sup> См. климатические условия и требования безопасности.



*Горячая замена аккумуляторов предоставляет практически полную независимость от сети питания.*



*Благодаря органам управления, знакомым по аналоговым приборам, и подсветке кнопок меню, осциллографом удобно пользоваться даже в сложных условиях.*

## Технические характеристики

Параметр	TPS2012B	TPS2014B	TPS2024B
Число изолированных каналов	2	4	4
Полоса пропускания <sup>5</sup> , МГц	100	100	200
Частота дискретизации на канал, Гвыб/с	1,0	1,0	2,0
Длина записи	2,5×10 <sup>3</sup> точек		
Дисплей (1/4 VGA ЖК)	Цветной		
Работа от аккумулятора	Отсек для двух аккумуляторных батарей, с возможностью горячей замены. 4 часа работы на одной стандартной батарее. Вторая батарея (опция) продлевает время работы до 8 часов. Возможна непрерывная работа за счет возможности горячей замены.		
Автоматические измерения	11		
Изолированный вход внешнего запуска	Да		
Вертикальное разрешение	8 битов (обычное или с усреднением)		
Входная чувствительность	от 2 мВ/дел до 5 В/дел во всех моделях с калиброванной точной регулировкой		
Погрешность усиления по пост. току	±3%		
Масштабирование по вертикали	Расширение или сжатие живого или воспроизведенного сигнала по вертикали		
Максимальное входное напряжение (1 МОм)	300 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II (напряжение между измеряемой цепью и корпусом разъема BNC)		
Напряжение относительно земли	600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II (напряжение между корпусом разъема BNC и землей)		
Диапазон позиционирования	±1,8 В (от 2 до 200 мВ/дел) ±45 В (от 200 мВ/дел до 5 В/дел)		
Ограничение полосы пропускания	20 МГц		
Линейный динамический диапазон	±5 делений		
Диапазон скоростей развертки	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 2,5 нс/дел до 50 с/дел
Погрешность генератора развертки	50×10 <sup>-6</sup>		
Входной импеданс	1 МОм ±2%, 20 пФ		
Режим входа	Связь по переменному току, связь по постоянному току, земля		
Горизонтальное масштабирование	Расширение или сжатие живого или воспроизведенного сигнала по горизонтали		
БПФ	В стандартной конфигурации		
RS-232, параллельный порт Centronics	В стандартной конфигурации		
Подключение к ПК	В стандартной конфигурации		
Встроенное гнездо CompactFlash®	В стандартной конфигурации		
Измерения характеристик силового оборудования	Опциональный пакет, позволяющий выполнять анализ качества электроэнергии, анализ сигнала, гармонический анализ, измерять коммутационные потери и фазовые углы, а также dv/dt и di/dt по курсорам		

<sup>5</sup> Полоса пропускания 20 МГц при чувствительности 2 мВ/дел для всех моделей. Для TPS2024B типовое значение полосы пропускания 200 МГц при чувствительности 5 мВ/дел. Полоса пропускания 200 МГц при чувствительности 10 мВ/дел и выше в диапазоне рабочих температур от 0 до +40 °С. Полоса пропускания 180 МГц при чувствительности 10 мВ/дел и выше в диапазоне рабочих температур от 0 до +50 °С.



**Режимы захвата**

Режим	Описание
Обнаружение пика	Захват высокочастотных и случайных глитчей. Аппаратный захват глитчей с типовой длительностью от 12 нс при скоростях развертки от 5 мкс/дел до 50 с/дел
Выборка	Только данные выборки
Усреднение	Усреднение по 4, 16, 64 или 128 осциллограммам
Однократный	Используйте кнопку Single Sequence для однократного запуска
Режим сканирования/прокрутки	При скоростях развертки $\geq 100$ мс/дел

**Система запуска (только основная)**

Параметр	Описание
Режимы запуска	Автоматический, нормальный, однократный

**Типы запуска**

Тип запуска	Описание
По перепаду (положительному или отрицательному)	Обычный запуск по уровню. По положительному или отрицательному перепаду на любом входе. Режимы связи по входу: связь по переменному току, связь по постоянному току, подавление шума, ФНЧ, ФВЧ
По видеосигналу	Запуск от всех строк или от одной выбранной строки, от чётных/нечётных или всех кадров композитного видеосигнала стандартов NTSC, PAL, SECAM
По длительности импульса (или глитча)	Запуск по длительности импульса меньшей чем, большей чем, равной или не равной указанному значению в диапазоне от 33 нс до 10 с.

**Источник сигнала запуска**

Параметр	Описание
2-канальные модели	CH1, CH2, Ext, Ext/5, Ext/10.
4-канальные модели	CH1, CH2, CH3, CH4, Ext, Ext/5, Ext/10.

**Отображение сигнала запуска**

Отображение сигнала запуска при удержании кнопки просмотра сигнала запуска.

**Отображение частоты сигнала запуска**

Отображение частоты сигнала запуска с разрешением 6 разрядов.

**Курсоры**

Параметр	Описание
Типы	Напряжение, время
Измерения	$\Delta T$ , $1/\Delta T$ (частота), $\Delta V$ , $dv/dt^{*6}$ , $di/dt^{*6}$

**Измерительные функции**

Параметр	Описание
Автоматические измерения осциллограмм	Период, частота, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность положительного перепада, длительность отрицательного перепада, максимум, минимум, двойной размах, среднее значение, среднеквадратическое значение за период

**Обработка осциллограмм**

Параметр	Описание
Операции	Сложение, вычитание, умножение, БПФ
БПФ	Окна: Ганна, с плоской вершиной, прямоугольное, 2048 выборок
Источники	
2-канальные модели	CH1 – CH2, CH2 – CH1, CH1 + CH2, CH1 x CH2
4-канальные модели	CH1 – CH2, CH2 – CH1, CH3 – CH4, CH4 – CH3, CH1 + CH2, CH3 + CH4, CH1 x CH2, CH3 x CH4
Меню автонастройки	Одна кнопка, автоматическая настройка параметров вертикального отклонения, горизонтальной развертки и системы запуска для всех каналов с возможностью отмены
Автоматический выбор диапазона	Позволяет переключаться между контрольными точками без сброса настроек осциллографа

**Меню автонастройки для разных типов сигнала**

Тип сигнала	Пункты меню автонастройки
Меандр	Один период, несколько периодов, фронт или спад
Синусоида	Один период, несколько периодов, спектр БПФ
Видеосигнал (NTSC, PAL, SECAM)	Видеосигнал NTSC, PAL, SECAM Кадры: все, четные или нечетные Строки: все или строка с выбранным номером

**Энергонезависимая память**

Параметр	Описание
Формат	CompactFlash® объемом до 2 ГБ
Отображение эталонной осциллограммы	Две эталонные осциллограммы по 2500 точек каждая
Сохранение осциллограмм	96 и более эталонных осциллограмм на каждые 8 МБ
Настройки	4000 и более настроек органов управления передней панели на каждые 8 МБ
Снимки экрана	128 и более снимков экрана на каждые 8 МБ (число снимков зависит от выбранного формата файла).
Сохранить все	12 и более операций «Сохранить все» на каждые 8 МБ. Одна операция «Сохранить все» создает от 2 до 9 файлов (настройка, изображение, плюс один файл для каждой отображаемой осциллограммы).

**Характеристики дисплея**

Параметр	Описание
Дисплей	1/4 VGA цветной ЖК-дисплей с активной матрицей TFT
Интерполяция	(Sin x)/x
Режимы отображения	Точки, векторы
Послесвечение	Выключено, 1 с, 2 с, 5 с, бесконечно
Формат	YТ и XY

**Интерфейсы ввода/вывода**

Параметр	Описание
Порт RS-232 (стандарт)	9-контактный DTE
Управление RS-232	Полный набор режимов приема/передачи. Управление всеми режимами, настройками и измерениями. Скорость передачи до 19200
Гнездо CompactFlash®	Поддержка любых карт CompactFlash® типа 1 объемом до 2 ГБ включительно (карта в комплект не входит)

**Встроенные часы/календарь**

ПО OpenChoice для связи с ПК	Простое подключение осциллографа к ПК через порт RS-232. Передача и сохранение настроек, осциллограмм, результатов измерений и снимков экрана. В дополнение к стандартным панелям инструментов Microsoft Word и Excel имеется приложение обмена данными для рабочего стола Windows
Порт принтера (стандарт)	Параллельный Centronics
Форматы графических файлов	TIFF, PCX (PC Paint Brush), BMP (Microsoft Windows), EPS (Encapsulated Postscript) и RLE
Модели принтеров	Bubble Jet, DPU-411, DPU-412, DPU-3445, Thinkjet, Deskjet, Laser Jet, матричный Epson (9 или 24 иглолки), Epson C60, Epson C80
Ориентация	Книжная и альбомная
* Необходимо программное обеспечение TPS2PWRT.	

**Климатические условия и требования безопасности**

Параметр	Описание
<b>Температура</b>	
Рабочая	От 0 до +50 °C
Хранения	От -40 до +71 °C
<b>Относительная влажность</b>	
Рабочая	До 60% при температуре +50 °C До 90% при температуре +30 °C
Хранения	До 60% при температуре по влажному термометру от +55 до +71 °C До 90% при температуре по влажному термометру от 0 до +30 °C
<b>Высота над уровнем моря</b>	
Рабочая	До 3000 м
Хранения	До 15000 м
Степень загрязнения 2	Не используйте осциллограф в местах, где могут присутствовать проводящие загрязняющие вещества (согласно определению в IEC61010-1:2001).
<b>Степень защиты корпуса</b>	
IP30	При установленной карте CompactFlash® (согласно определению в IEC60529:2001)
Электромагнитная совместимость	Отвечает требованиям директивы 89/336/ЕЕС. Отвечает или превышает требования австралийского закона об электромагнитной совместимости, измерения согласно Стандартам на излучение AS/NZS2064.1/2
Безопасность	UL61010-1: 2004. CAN/CSA22.2 №1010.1: 2004. EN61010-1: 2001. Напряжение между общим проводником пробника TRP0101/TRP0201 и землей не должно превышать 30 В <sub>ср.кв.</sub> . Если это напряжение превышает 30 В <sub>ср.кв.</sub> , используйте пробники P5122, P5120 (с напряжением относительно земли до 600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II) или пассивные высоковольтные пробники, или высоковольтные дифференциальные пробники с аналогичными характеристиками.

**Категории измерений (КАТ)**

Категория	Примеры оборудования, на котором выполняются измерения
КАТ III	Распределительные сети электропитания, стационарные электроустановки
КАТ II	Групповые сети электропитания, электроприборы, переносное оборудование
КАТ I	Сигнальные цепи специального оборудования или частей оборудования, телекоммуникационные устройства, электронные приборы

**Материалы** – аккумуляторная батарея TPSBAT содержит менее 8 г эквивалентного лития.

**Габариты и масса**

Прибор	
Размеры, мм	
Ширина	336,0
Высота	161,0
Глубина	130,0
Масса, кг	
Прибор без батарей	2,7
Прибор с 1 батареей	3,2
Прибор с 2 батареями	3,7

**Прибор в упаковке**

Размеры упаковки, мм	
Ширина	476,2
Высота	266,7
Глубина	228,6

## Информация для заказа

Цифровые запоминающие осциллографы TPS2012B, TPS2014B, TPS2024B

## Стандартные принадлежности

Принадлежности	Описание
Пробники	Пассивные пробники TPP0101 100 МГц, 10X для TPS2012B и TPS2014B; TPP0201 200 МГц, 10X для TPS2024B; стандартный комплект – по одному пробнику на канал
Аккумуляторная батарея (1)	Литий-ионная батарея с указателем уровня заряда, рассчитана на 4 часа работы. Для непрерывной 8-часовой работы нужны две батареи.
Кабель USB-RS232	Один разъем кабеля подсоединяется к порту USB ПК, а другой – к порту RS232 на задней панели осциллографа
ПО для связи с ПК OpenChoice	Пакет программ для быстрой и простой связи между ПК под управлением MS Windows и осциллографами серии TPS2000B
ПО SignalExpress™ компании NI в редакции Tektronix	ПО для связи между ПК, на котором оно установлено, и осциллографами серии TPS2000B
Документация	Руководство пользователя
Сетевой адаптер с кабелем	
Сертификат калибровки, отслеживаемый через NIM/NIST	
Защитная передняя крышка	

## Рекомендуемые принадлежности

Принадлежности	Описание
TPS2PBND2	Комплект для измерения характеристик силовых систем для осциллографов серии TPS2000B. Включает 4 пассивных высоковольтных пробника P5122 100X и ПО для измерения и анализа характеристик силовых систем TPS2PWR1
TPS2PWR1	ПО для измерения и анализа характеристик силовых систем. Анализ мгновенной мощности сигнала, анализ формы сигнала, гармонический анализ, коммутационные потери, фазовые углы, курсорные измерения dv/dt и di/dt
WSTRO	ПО WaveStar для Microsoft Windows. Предназначено для захвата сигналов, анализа, документирования и управления осциллографом с ПК. Позволяет выполнять расширенные измерения, анализ, дистанционную настройку и построение диаграмм
TPSBAT	Дополнительная аккумуляторная батарея
TPSCHG	Зарядное устройство
AC2100	Мягкая сумка для переноски прибора
HCTEK4321	Жёсткий кейс для переноски (осциллограф должен быть уложен в сумку AC2100)
077-0447-xx	Руководство по обслуживанию (только на английском языке)
077-0444-xx	Руководство по программированию (только на английском языке)

## Рекомендуемые пробники

Принадлежности	Описание
A621	Пробник переменного тока 2000 А, 5-50 кГц, BNC
A622	Пробник переменного/постоянного тока 100 А, 100 кГц, BNC
P5122* <sup>2</sup>	Высоковольтный пассивный пробник 200 МГц 100X
P5205	Высоковольтный активный дифференциальный пробник (1300 В <sub>пик-пик</sub> <sup>2</sup> 100 МГц) (необходим источник питания 1103)
P5210	Высоковольтный активный дифференциальный пробник (5600 В <sub>пик-пик</sub> <sup>2</sup> 50 МГц) (необходим источник питания 1103)
CT2	Пробник переменного тока 2,5 А, 200 МГц
TCP202	Пробник переменного/постоянного тока 15 А, 50 МГц (необходим источник питания 1103)
TCP303/TCPA300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 150 А, 15 МГц
TCP305/TCPA300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 50 А, 50 МГц
TCP312/TCPA300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 30 А, 100 МГц
TCP404XL/TCPA400	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 500 А, 2 МГц

\*<sup>2</sup> Не допускается применение пробника P5122 в режиме связи по переменному току для сигналов с постоянной составляющей более 300 В. Для измерения пульсаций высоковольтных источников питания постоянного тока рекомендуется использовать пробник P5120.

## Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

## Интерфейсные кабели

Опция	Описание
012-1241-xx	RS-232, 9-контактная розетка на 25-контактную вилку, 4,6 м, для модемов
012-1651-xx	RS-232, 9-контактная розетка на 9-контактную розетку, нуль-модемный кабель для компьютеров
012-1380-xx	RS-232, 9-контактная розетка на 25-контактную розетку, нуль-модемный кабель для компьютеров
012-1214-xx	Centronics, 25-контактная вилка на 36-контактный Centronics, 2,4 м, для принтеров с параллельным интерфейсом

## Руководство пользователя

К руководству пользователя прилагается соответствующая переведённая накладка на переднюю панель

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке (071-1451-xx)

#### Гарантийные обязательства

Трехлетняя гарантия на работу и детали, кроме пробников и принадлежностей.

#### Быстрая разработка с лучшим в своем классе отношением цена/качество

Расширенный набор хорошо зарекомендовавших себя современных генераторов, пробников, систем сбора данных и анализаторов компании Tektronix ускоряет и упрощает каждый этап разработки электронного оборудования – от включения и проверки до отладки, измерения параметров и тестирования – позволяя предоставлять продукты потребителям точно в срок и даже раньше.

#### Комплексное решение с технической поддержкой Tektronix

Если у вас возникли проблемы, обращайтесь в службу поддержки Tektronix в любое время в любой точке мира, и вы сведете к минимуму неудобства, задержки и простои оборудования.

- Непревзойденный технический опыт и круглосуточный режим работы службы технической поддержки
- Лучшие в отрасли сроки обслуживания
- 90-дневная безусловная гарантия на обслуживание
- Никаких дополнительных условий, никаких исключений, никаких сюрпризов
- Глобальная поддержка более чем в 50 странах

# Портативные осциллографы

Серия THS3000



## Возможности и преимущества

### Основные характеристики

- Полоса пропускания 100 или 200 МГц
- Частота дискретизации до 5 Гвыб/с, разрешение 200 пс
- 4 канала с гальванической развязкой друг от друга и от земли
- Защита от перенапряжения соответствует KAT III 600 В<sub>ср.кв.</sub> и KAT II 1000 В<sub>ср.кв.</sub> (напряжение между входными разъёмами BNC и землёй)

### Измерения и анализ

- 21 вид автоматических измерений
- Математические операции с осциллограммами и анализ спектра БПФ
- Измерения напряжения, времени, частоты и мощности по курсорам

### Обработка результатов измерений

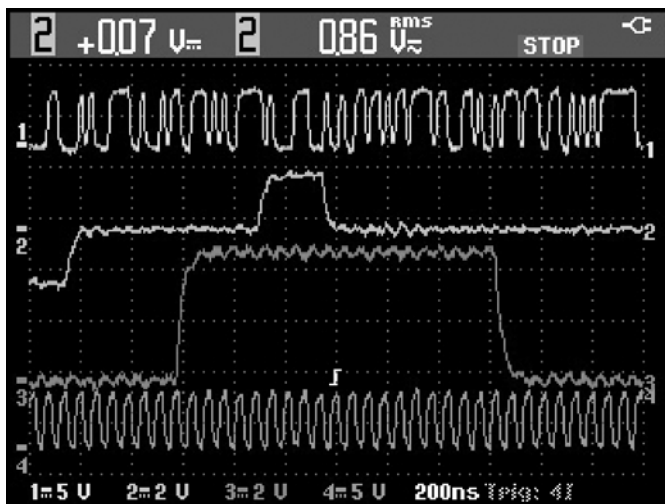
- Сохранение результатов измерений с помощью функции TrendPlot™
- Сравнение осциллограмм по критерию «годен/не годен»
- Автоматическая запись 100 снимков экрана

### Характеристики, облегчающие использование прибора

- 6-дюймовый (153 мм) яркий цветной дисплей
- Порты USB хост и ведомый USB
- 7 часов непрерывной автономной работы от аккумулятора

### Применение

- Разработка встраиваемых аналоговых и цифровых систем
- Разработка аппаратуры для сетей электроснабжения, силовых электронных приборов, источников питания
- Разработка и эксплуатация авиационной и автомобильной электронной аппаратуры
- Разработка и монтаж промышленного оборудования
- Тестирование и обслуживание оборудования на месте его установки



На экране осциллографа можно легко наблюдать любые смешанные сигналы, поступающие на 4 входных канала с полной гальванической развязкой.

### Портативное исполнение для непростых окружающих условий

Лёгкие портативные осциллографы серии THS3000, имеющие 4 независимых канала и способные работать от аккумулятора до 7 часов, позволяют безопасно проводить измерения с гальванической развязкой от земли и дифференциальные измерения, как в лаборатории, так и в полевых условиях. Этот прибор не подведет в самых неблагоприятных условиях, предоставляя вам все традиционные преимущества Tektronix – высокое качество безопасных измерений по доступной цене.

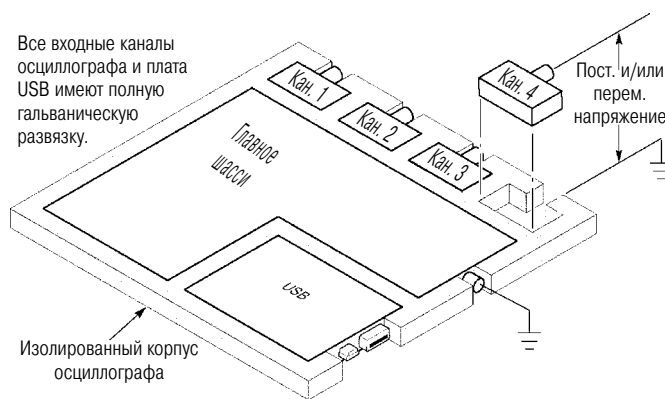
### Точное измерение сигналов

4 канала с полосой пропускания 200 МГц и максимальной частотой дискретизации 5 Гвыб/с – никакой другой портативный осциллограф не обладает столь высокими характеристиками при таких габаритах. Осциллограф серии THS3000 обеспечивает длину записи 10 000 точек на канал, что позволяет получить ещё больше информации о сигнале при его захвате с высокой частотой дискретизации. Для случаев, когда важно отследить поведение медленно меняющегося сигнала в течение продолжительного времени, в приборах серии THS3000 имеется режим прокрутки (Roll), при котором длина записи увеличивается до 30 000 точек.

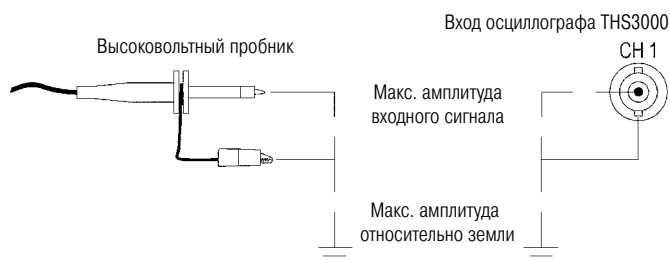
### Безопасные измерения с гальванической развязкой от земли и дифференциальные измерения

На объектах энергоснабжения, при работе с силовыми полупроводниковыми приборами и во многих других областях электроники задача выполнения точных и безопасных измерений может оказаться очень непростой, если сигнал нужно измерять относительно точки с плавающим потенциалом, т. е. такой точки, напряжение которой относительно земли может быть произвольным. Когда измеряются сигналы, изменяющиеся в диапазоне от вольт до киловольт, или когда приходится использовать пробники, имеющие гальваническую связь с землей, проблема усугубляется.

Для обеспечения безопасности подобных измерений осциллографы серии THS3000 имеют специальную архитектуру, значительно отличающуюся от архитектуры большинства других осциллографов. Входные цепи каждого канала имеют полную гальваническую развязку от шасси и от входных цепей остальных каналов. Кроме того, цепи сетевого питания и цепи интерфейса USB также гальванически развязаны от остальной схемы. Эти меры повышают безопасность измерений и устраняют риск непреднамеренного замыкания на землю или короткого замыкания. На безопасность, скорость и точность измерений также влияет правильный выбор пробников.



Максимальное напряжение относительно земли для входных каналов составляет 1000 В<sub>ср.кв.</sub>\*

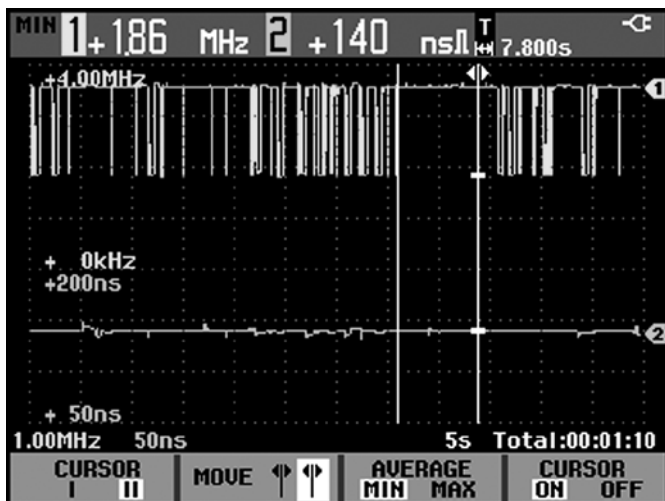


Максимальные значения входного сигнала и потенциала относительно земли.

### Выбор пробников для осциллографов серии THS3000

Осциллограф/ пробник (ослабление)	Защита от перенапряжения		Амплитуда исследуемого сигнала	
	Относительно земли <sup>1</sup>	По входу	Размах, В <sub>пик-пик</sub>	Средне-квадратичное значение, В <sub>ср.кв.</sub>
THS3000 (вход 1X)	600 В, КАТ III 1000 В, КАТ II	300 В, КАТ III	800	282
THP0301 (10X)	300 В, КАТ III	300 В, КАТ III	849	300
P5150 (50X)	600 В, КАТ II	1000 В, КАТ II	2828	1000
P5122 (100X)	600 В, КАТ II	1000 В, КАТ II	2828	1000

<sup>1</sup> Общий проводник пассивного пробника практически не вносит никакого ослабления в подаваемый на осциллограф сигнал, поэтому любой сигнал или помеха оказываются напрямую приложенными к общему проводнику входного канала осциллографа. Следовательно, максимальное допустимое напряжение между общим проводником пассивного пробника и землей не должно превышать максимального допустимого напряжения между общим проводником входного канала осциллографа и землей.



Осциллограммы наблюдаемого или записанного ранее сигнала можно анализировать визуально или с использованием измерительных курсоров.

### Быстрая проверка испытуемого устройства

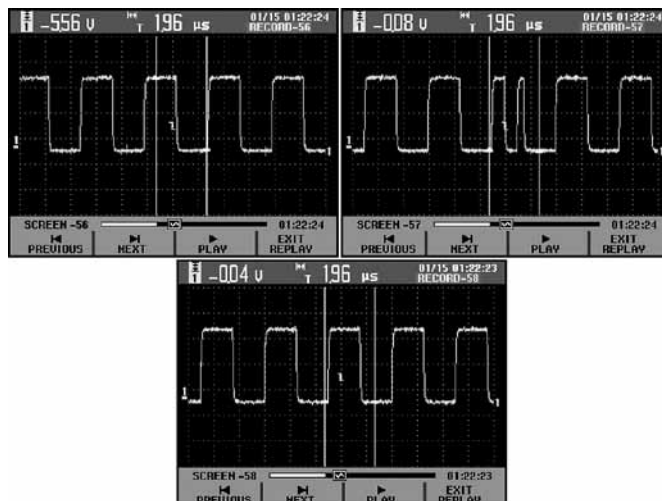
Портативные осциллографы серии THS3000 имеют много полезных функций для проверки работоспособности испытуемых устройств и быстрого выявления неисправностей. В набор математических операций с осциллограммами входят сложение, вычитание и умножение, что позволяет находить мгновенную мощность или усиление. Вертикальные и горизонтальные измерительные курсоры позволяют выделять нужные точки на осциллограмме и точно измерять для этих точек напряжение, ток, время или частоту. Располагая набором из 21 вида автоматических измерений, можно быстро и точно решать типовые задачи. Встроенная функция быстрого преобразования Фурье (БПФ) позволяет исследовать частотный спектр сигнала, выявляя перекрёстные, коммутационные и другие помехи.

### Поиск перемежающихся сбоев с помощью функции TrendPlot™

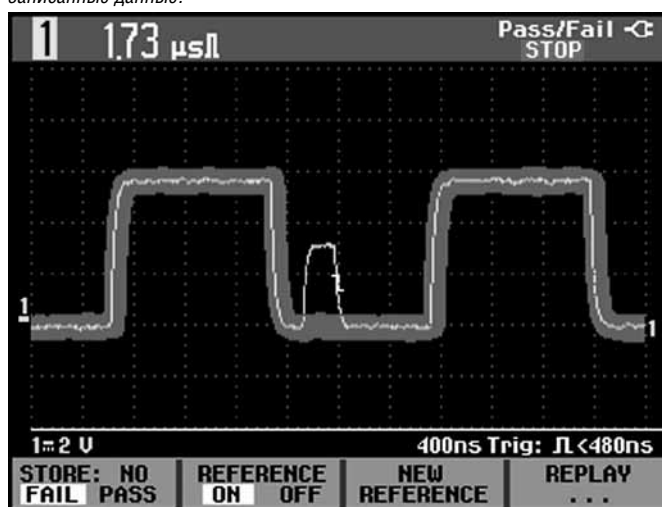
Причиной перемежающихся сбоев могут быть ошибки синхронизации, перепады температуры, воздействия окружающей среды или просто обрыв провода или плохой контакт. В отыскании причин таких сбоев помогает функция TrendPlot™, позволяющая сохранять минимальные и максимальные значения измеряемой величины за некоторый промежуток времени. Для записи можно выбрать до 4 параметров. Записывать можно в любых сочетаниях напряжения, тока, частоту, время и фазу по любому из 4 входов или по всем сразу. Каждая запись ведется с метками времени.

### Автоматический захват и регистрация до 100 снимков экранов

Захват осциллограмм случайных или изменяющихся сигналов – непростая задача. Использование осциллографа THS3000 существенно упрощает документирование любых осциллограмм благодаря тому, что в нем хранятся и непрерывно обновляются 100 последних снимков экрана. На каждом снимке экрана могут отображаться несколько осциллограмм. Это могут быть осциллограммы подаваемых на входы сигналов и результаты математических операций с этими сигналами. На каждой осциллограмме ставится метка текущего времени. Захват можно привязать к конкретным событиям путём выбора параметров запуска. Простой и быстрый просмотр осуществляется посредством автоматического воспроизведения всех или только избранных снимков экрана.



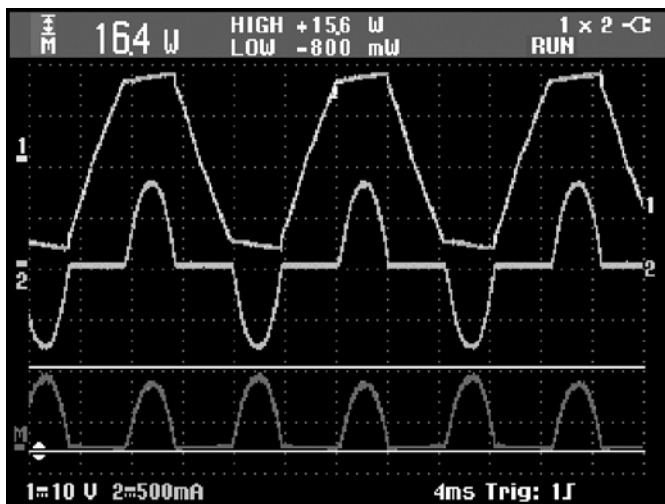
Осциллографы серии THS3000 позволяют легко и быстро воспроизводить записанные данные.



Тестирование по заданной пользователем маске легко выявляет случайные выбросы на осциллограмме.

### Тестирование осциллограмм по маске

В осциллографах серии THS3000 имеется функция автоматического контроля осциллограмм по заданной маске с выдачей сигнала «годен/не годен» (Pass or fail). Пользователь может задавать тестирование по одному или по всем измерительным каналам, а также включать автоматическую запись результатов тестирования. Результаты можно легко просматривать, воспользовавшись режимом повторного воспроизведения, или записать на внешний накопитель с интерфейсом USB.



Осциллограмму мгновенной мощности легко получить перемножением осциллограмм тока и напряжения.

### Измерения в силовом оборудовании

Осциллографы серии THS3000 могут использоваться для измерений в приводах электродвигателей, инверторных преобразователях и в других схемах с силовыми полупроводниковыми приборами. При проведении типовых измерений используются разнообразные пробники тока и напряжения. Каждый измерительный канал может быть настроен для работы с пробником определенного типа таким образом, чтобы обеспечить правильные измерения и показания курсора с учетом коэффициента ослабления пробника. Четыре канала позволяют легко измерять параметры трёхфазной сети или одновременно захватывать цифровые управляющие сигналы и сигналы силовых цепей.

Для измерений в электронных схемах силовых преобразователей обычно требуются пробники с высокими максимально допустимыми напряжениями. Компания Tektronix предлагает пассивные пробники со специальной конструкцией изоляции, рассчитанной на измерения с развязкой от земли. Поставляемый в комплекте с осциллографом пробник THP0301-X позволяет измерять напряжения до  $849 \text{ В}_{\text{пик-пик}} (300 \text{ В}_{\text{ср.кв.}})$ . Осциллографы серии THS3000 с опциональными пробниками P5122 можно использовать для измерений в установках с действующим значением напряжения до  $1000 \text{ В}_{\text{ср.кв.}}$  (КАТ II) и с максимально допустимым действующим значением напряжения относительно земли  $600 \text{ В}_{\text{ср.кв.}}$ .

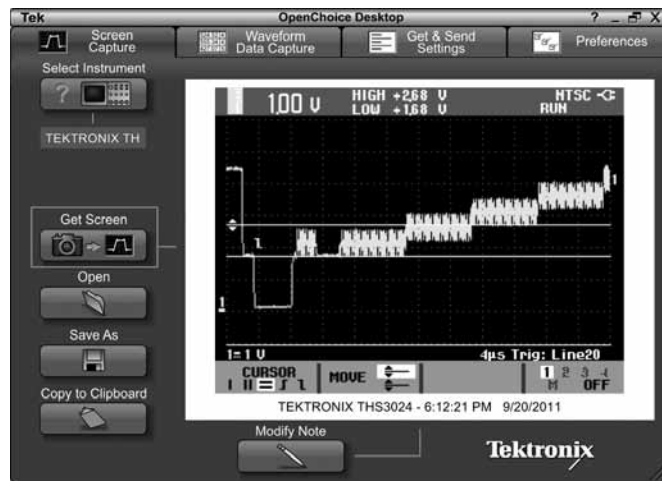
### Всё для удобства пользования

#### Интуитивно понятное управление прибором

Органы управления осциллографов серии THS3000 расположены на лицевой панели, их назначение интуитивно понятно, поэтому работать с прибором легко и удобно. В результате сокращается время обучения и повышает эффективность работы. Функции «Autoset» (Автонастройка) и «Autorange» (Автоматический выбор диапазона) позволяют одним нажатием кнопки настроить систему запуска и автоматически выбрать параметры горизонтальной и вертикальной развертки. Эти функции очень полезны при начальной настройке или при частой смене контрольных точек.

#### Простота в использовании

Яркий цветной дисплей облегчает считывание результатов измерений. Осциллограмма сигнала каждого канала и другая относящаяся к нему информация отображается на экране своим цветом, такой же цвет имеют входные разъемы, кнопки выбора каналов на передней панели и пробники. Если вы будете соблюдать цветовую кодировку при подключении пробников, то легко идентифицируете отображаемые осциллограммы. Для облегчения настройки прибора можно выбрать любой из 11 языков пользовательского интерфейса: английский, французский, немецкий, испанский, португальский, итальянский, японский, корейский, упрощенный и классический китайский и русский.



ПО Tektronix OpenChoice® для ПК расширяет возможности прибора.



Стандартные порты USB позволяют использовать внешние накопители, передавать данные и управлять прибором.

### Гибкие возможности по передаче данных

Осциллографы серии THS3000 оснащены полноразмерным портом USB (хост-порт) и портом mini-USB, расположенными на боковой стенке. Это даёт возможность легко и быстро сохранять на внешних накопителях информацию о настройках прибора, снимки экрана и осциллограммы, а также передавать данные непосредственно на ПК. В комплект поставки осциллографов THS3000 входит ПО Tektronix OpenChoice® для ПК, с помощью которого эти осциллографы интегрируются в уже имеющиеся у пользователя измерительные системы. Работа в системе позволяет расширить функциональность приборов по сбору данных, анализу результатов измерений и документированию.



### Универсальность и портативность для работы в полевых условиях

Возможность работы от батарей в течение 7 часов и масса всего лишь 2,2 кг – эти характеристики говорят о высокой автономности осциллографов серии TMS3000. Лабораторные измерения теперь можно легко сопоставить с измерениями, выполняемыми по месту установки тестируемого оборудования, поскольку для этого используется один и тот же прибор. Осциллографы серии TMS3000 имеют степень защиты IP41, т. е. рассчитаны на работу не только в лаборатории, но и в неблагоприятных промышленных и полевых условиях. Опционально для осциллографа поставляется удобный комплект для транспортировки: жёсткий кейс, в который укладывается сам осциллограф и всё необходимое для работы. Таким образом, осциллографы серии TMS3000 являются универсальными высококачественными приборами, способными работать в широком диапазоне условий окружающей среды.

### Качество, на которое можно положиться

В дополнение к высочайшему в отрасли уровню послепродажного обслуживания и техподдержки, на каждый осциллограф TMS3000 предоставляется стандартная 3-летняя гарантия. Кроме того, осциллограф поставляется с сертификатом калибровки.



Опциональный комплект для транспортировки – жёсткий кейс с отделениями для осциллографа, аксессуаров к нему и ноутбука.

### Технические характеристики

#### Система вертикального отклонения, аналоговые каналы

Параметр	TMS3014	TMS3024
Количество гальванически развязанных каналов	4	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ)	100 МГц	200 МГц
Время нарастания сигнала	3,5 нс	1,7 нс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 кГц, 20 МГц или без ограничения	
Режим входа	Связь по переменному току, связь по постоянному току	
Полное входное сопротивление	1 МОм ± 1 %, (14 ± 2) пФ	
Чувствительность по вертикали	От 2 мВ/дел до 100 В/дел	
Вертикальное разрешение	8 бит	
Погрешность усиления по постоянному току	±2,1% от измеренного значения + (0,04 x чувствительность по вертикали) для чувствительности по вертикали от 5 мВ/дел до 100 В/дел	
Макс. входное напряжение	300 В <sub>ср.кв.</sub> (на входном разъёме BNC, 1 МОм, КАТ III)	
Макс. входное напряжение пробника	300 В <sub>ср.кв.</sub> (между сигнальным и общим щупами пробника с делителем напряжения 10:1, КАТ III) TMS3014-X	
Макс. напряжение относительно земли	1000 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ II/600 В <sub>ср.кв.</sub> КАТ III (между корпусом входного разъёма BNC и землёй)	
Положение развертки по горизонтали	±4 деления	

#### Система горизонтального отклонения

Параметр	TMS3014	TMS3024
Макс. частота дискретизации	2,5 Гвыб/с (1,25 Гвыб/с на канал при одновременном измерении по 4 каналам)	5 Гвыб/с (1,25 Гвыб/с на канал при одновременном измерении по 4 каналам)
Макс. длина записи (для всех каналов)	10 000 точек (30 000 точек в режиме прокрутки (Roll) при скорости развертки от 4 мс/дел до 2 мин/дел)	
Диапазон скоростей развертки	От 5 нс/дел до 4 с/дел	От 2 нс/дел до 4 с/дел
Диапазон задержек	1 экран (12 дел.) для упреждения запуска, до 100 экранов (1 200 дел.) для задержки запуска	
Погрешность измерения интервала времени	±(10 <sup>-4</sup> + 0,04 дел)	
Масштабирование	Растяжка или сжатие по горизонтали осциллограмм, наблюдаемых в реальном времени, или ранее записанных осциллограмм	

#### Система запуска

Параметр	Описание
Источник сигнала запуска	Канал 1, 2, 3 или 4. Все входы гальванически развязаны друг от друга и от земли
Основные режимы запуска	Автоматический по уровню, автоматический, нормальный и однократный
Режимы входа запуска	Связь по постоянному току, ФНЧ, подавление шума (со снижением чувствительности)

#### Чувствительность системы запуска

Параметр	Описание
Внутренняя связь по постоянному току	0,5 дел. в диапазоне от 0 до 5 МГц (> 5 мВ/дел) 1 дел. в диапазоне от 5 до 200 МГц (TMS3024) 1 дел. в диапазоне от 5 до 100 МГц (TMS3014)

### Диапазон значений уровня сигнала запуска

Параметр	Описание
Любой канал	±4,0 дел.

### Режимы запуска

Режим	Описание
По перепаду	По положительному, по отрицательному или знакопеременному перепаду на любом входе. Режимы входа запуска: связь по постоянному току, ФНЧ и подавление шума
По длительности импульса	Запуск по каналу 1 по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению (с точностью 0,01 дел., мин. значение 50 нс)
По событию	Запуск по N-му событию запуска, N выбирается в диапазоне от 2 до 99.
По видеосигналу	Запуск по каналу 1, по строке с заданным номером, по всем строкам или по чётным, нечётным или всем кадрам сигналов NTSC, PAL, PAL Plus и SECAM.
По видеосигналу высокого разрешения с прогрессивной разверткой	Запуск по каналу 1, по видеосигналу высокого разрешения с прогрессивной разверткой, частота строчной развертки от 14 до 65 кГц

### Режимы захвата

Режим	Описание
Выборка (по умолчанию)	Регистрация выборок сигнала
Обнаружение глитчей	Захват высокочастотных импульсов и случайных глитчей с длительностью порядка 8 нс при скоростях развертки от 5 мкс/дел до 120 с/дел
Усреднение	4 режима: по 2, 4, 8 или 64 осциллограммам
Прокрутка	Прокрутка осциллограмм справа налево при скорости развертки ≥ 4 мс/дел
Запись данных	Автоматическая запись данных для 100 снимков экрана с отметками даты и времени. Данные записываются во внутреннюю память или на внешний накопитель через порт USB.
Сравнение осциллограмм	Визуальное сравнение с выбираемой пользователем эталонной осциллограммой или автоматическое тестирование по маске сигналов 1, 2, 3 и 4 канала с регистрацией результатов

### Автоматическая настройка

Режим	Описание
Автонастройка	Однократная автоматическая настройка оптимальных параметров систем запуска, вертикального и горизонтального отклонения всех каналов нажатием одной кнопки
Автоматический выбор диапазона	Постоянная автоматическая настройка оптимальных параметров систем запуска, вертикального и горизонтального отклонения всех каналов, отслеживающая изменения сигнала

### Измерительные функции

Параметр	Описание
Курсорные измерения	Время, частота (1/T), напряжение, мощность, время нарастания/спада по осциллограмме сигнала любого канала или результату математических операций
Автоматические измерения	21 вид авт. измерений. Одновременное отображение до 4 результатов измерений. Пост. напряжение, ср. кв. значение перем. напряжения, перем. напряжение с пост. составляющей, макс. пиковое напряжение, мин. пиковое напряжение, двойной размах напряжения, пост. ток, перем. ток, перем. ток с пост. составляющей, частота, время нарастания (по курсорам), время спада (по курсорам), сдвиг фаз (между сигналами двух любых входов), длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, коэффициент заполнения для положительных импульсов, коэффициент заполнения для отрицательных импульсов, напряжение в дБВ, мощность в дБм на нагрузке 50 или 600 Ом
Функция TrendPlot™	Запись и графическое отображение результатов любых четырёх автоматических измерений. Данные записываются во внутреннюю память или на внешний накопитель через порт USB для последующего воспроизведения и анализа.

### Математические операции над осциллограммами

Параметр	Описание
Арифметические действия	Сложение, вычитание и умножение осциллограмм
БПФ	Амплитуды спектральных составляющих. Выбор линейного или логарифмического масштаба по вертикальной оси при отображении спектра БПФ, выбор окна БПФ: авто, окно Хэмминга, окно Хэннинга и откл.

### Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип	6-дюймовый (153 мм) цветной ЖК дисплей
Разрешение	320 пикселей по горизонтали и 240 по вертикали
Режимы отображения	Векторный, точечный, огибающая, регулируемое послесвечение, бесконечное послесвечение
Виды отображения сигнала	Формат – YT и XY

### Энергонезависимая память

Параметр	Описание
Эталонные осциллограммы	В приборе сохраняются 4 эталонные осциллограммы, выбираемые пользователем
Осциллограммы	В приборе сохраняются 30 записей (по 4 осциллограммы на запись), включающих снимки экрана и соответствующие настройки
Записи	В приборе сохраняются 10 записей. Это могут быть 10 последовательных снимков экрана, данные режима прокрутки или данные TrendPlot™
Снимки экрана	Запись BMP-изображений: до 9 во внутреннюю память или до 256 на внешний накопитель USB
Синхронизация записей	Отметка текущего времени и даты на каждой записи

### Порты ввода-вывода

Порт	Описание
USB хост	Поддержка внешних накопителей с интерфейсом USB
USB	Порт Mini-USB-B предназначен для обмена данными и/или управления осциллографом
Выход компенсации пробника	Разъём на боковой стенке корпуса: амплитуда 1,225 В <sub>пик-пик</sub> частота 500 Гц
Замок Кенсингтона	Слот на боковой стенке корпуса для стандартного замка Кенсингтона

**Программное обеспечение**

ПО	Описание
ПО OpenChoice® для ПК	Предназначено для обмена данными между THS3000 и ПК с ОС Windows. Передача и сохранение настроек, осциллограмм и снимков экрана

**Питание**

Параметр	Описание
Аккумулятор	Перезаряжаемая литий-ионная батарея с напряжением 10,8 В. Время автономной работы осциллографа 7 часов.
Время зарядки	5 часов
Питание от сети	Питание через сетевой адаптер/зарядное устройство
Напряжение сети	100...240 В ±10 %
Частота сети	50...60 Гц

**Габариты и масса**

Размеры, мм	
Высота	265
Ширина	190
Глубина	70
Масса, кг	
Только прибор (с аккумулятором)	2,2
Прибор в упаковке (базовая модель)	4,7
Прибор в упаковке (модель с комплектом для транспортировки)	7,8

**Климатические условия и требования безопасности**

Параметр	Описание
Степень защиты корпуса	IP41 согласно МЭК60529
Температура	
Рабочая	0...+40 °С (с аккумулятором) 0...+50 °С (без аккумулятора)
Хранения	-20...+60 °С

Относительная влажность	
Рабочая	До 95% без конденсации при температуре +10...+30 °С, до 75% без конденсации при температуре +30...+40 °С, до 45% без конденсации при температуре +40...+50 °С
Хранения	без конденсации при температуре -20...+60 °С

Высота над уровнем моря	
Рабочая	До 3 000 м.
Хранения	До 12 000 м.

Устойчивость к вибрации и ударам	
Рабочая	Вибрация (синусоидальная): макс. ускорение 3g, согласно MIL-PRF-28800F, класс 2, Удар: макс. ускорение 30g, согласно MIL-PRF-28800F, класс 2
Хранения	Вибрация (случайная): 0,03 g <sup>2</sup> /Гц, согласно MIL-PRF-28800F, класс 2

Электромагнитная совместимость и электробезопасность	
Электромагнитная совместимость	Соответствует стандартам EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006 по излучению помех и помехоустойчивости
Электробезопасность	Соответствует стандартам UL61010-1:2004; CAN/CSA C22.2 №. 61010.1-04; EN61010-1:2001, Степень загрязнения 2; ANSI/ISA-82.02.01

**Информация для заказа**

**Модели серии THS3000**

Модель	Описание
THS3014	Портативный осциллограф, 4 канала, 100 МГц, 2,5 Гвыб/с
THS3014-ТК	Портативный осциллограф с комплектом для транспортировки, 4 канала, 100 МГц, 2,5 Гвыб/с
THS3024	Портативный осциллограф, 4 канала, 200 МГц, 5 Гвыб/с
THS3024-ТК	Портативный осциллограф с комплектом для транспортировки, 4 канала, 200 МГц, 5 Гвыб/с

**В комплект поставки всех моделей входят:** пассивные пробники THP0301-Y/B/M/G 300 МГц 10X; литий-ионная аккумуляторная батарея, рассчитанная на 7 часов работы; ручка и ремешок; кабель с разъемами USB-A и miniUSB-B для подключения к ПК; руководство по вводу в эксплуатацию и по безопасности; компакт-диск с документацией (063-4379-xx, языки документации: английский, французский, немецкий, испанский, итальянский, португальский, корейский, японский, упрощенный и традиционный китайский, русский); сетевой адаптер с кабелем питания; мягкая сумка АСННС (для базовой модели); ПО OpenChoice® для работы с настольным ПК; сертификат калибровки и документ о регистрации системы контроля качества ISO9001; гарантия на 3 года.

**В комплект поставки моделей с индексом ТК дополнительно входят:** специальный жёсткий кейс, мягкий чехол для пробника, два набора принадлежностей для замены пробника.

При оформлении заказа не забудьте указать тип кабеля питания.

**Рекомендуемые принадлежности**

Принадлежности	Описание
THSBAT	Дополнительная аккумуляторная батарея
THSCHG	Зарядное устройство (без сетевого адаптера)
АСННС	Мягкая сумка для прибора
НСННС	Жёсткий кейс (входит в комплект для транспортировки)
376-0255-xx	Универсальный держатель
020-3085-xx	Набор принадлежностей для замены пробника
119-7900-00	Сетевой адаптер

**Рекомендуемые пробники**

Пробник	Описание
A621	Пробник переменного тока 2000 А, 5...50 кГц, разъём BNC
A622	Пробник переменного/постоянного тока 100 А, 100 кГц, разъём BNC
P5122	Высоковольтный пассивный пробник 200 МГц, 100X
P5150	Высоковольтный пассивный пробник 500 МГц, 50X*
СТ2	Пробник переменного тока 2,5 А, 200 МГц
ТСР303/ТСРА300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 150 А, 15 МГц
ТСР305/ТСРА300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 50 А, 50 МГц
ТСР312/ТСРА300	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 30 А, 100 МГц
ТСР404/ТСРА400	Усилитель для пробников переменного/постоянного тока 500 А, 2 МГц

\* P5150 полностью совместим с осциллографами THS, но ослабление 50X не поддерживается.

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Гарантийные обязательства**

Трёхлетняя гарантия на работу и все детали, кроме пробников.

# Осциллографы с цифровым люминофором

## Серия TDS3000C



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 100, 300 и 500 МГц
- 2 или 4 канала
- Частота дискретизации в режиме реального времени до 5 Гвыб/с по всем каналам
- Стандартная длина записи 10 тыс. точек по всем каналам
- Скорость непрерывного захвата осциллограмм до 3 600 осциллограмм в секунду
- Расширенный набор функций запуска

#### Простота использования

- Хост-порт USB на передней панели для упрощения сохранения и передачи результатов измерений
- 25 автоматических измерений
- БПФ в стандартной конфигурации
- Многоязычный интерфейс пользователя
- Функция автоматического выявления аномальных сигналов WaveAlert®
- Интерфейс пробников TekProbe® поддерживает установку масштаба и единиц измерения для активных, дифференциальных и токовых пробников

#### Компактная конструкция

- Небольшая масса (всего 3,2 кг) упрощает транспортировку
- Дополнительный встроенный аккумулятор обеспечивает работу до трех часов без подключения к сети

#### Прикладные программные модули для специализированного анализа

- Модуль расширенного анализа
- Модуль тестирования по предельным значениям
- Модуль тестирования по маскам телекоммуникационных сигналов
- Модуль расширенного анализа видеосигналов
- Модуль анализа цифровых видеосигналов 601

#### Области применения

- Разработка и отладка цифровых устройств
- Установка и обслуживание видеосистем
- Разработка источников питания
- Обучение и профессиональная подготовка
- Тестирование телекоммуникационного оборудования по маскам
- Производственные испытания
- Лабораторные испытания

### Необходимые технические характеристики по привлекательной цене

Осциллографы с цифровым люминофором (DPO) серии TDS3000C обладают необходимыми техническими характеристиками при доступной цене. Верхняя граница полосы пропускания от 100 до 500 МГц и частота дискретизации до 5 Гвыб/с обеспечивают точное отображение сигналов.

Осциллографы DPO предоставляют более широкие возможности для исследования сложных сигналов

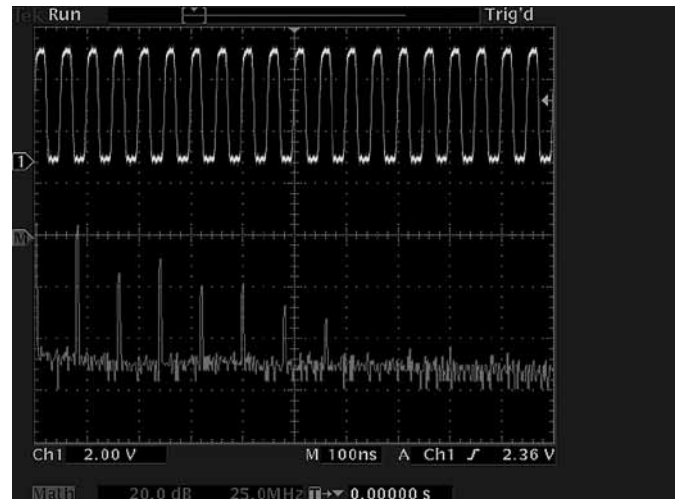
Для того чтобы решить проблему, сначала необходимо понять ее. Осциллографы серии TDS3000C объединяют в себе скорость непрерывного захвата осциллограмм, равную 3600 осциллограмм/с, и возможность просмотра сигнала в режиме реального времени с градациями яркости. Благодаря этому теперь можно быстрее выявить проблему и решить ее.

Высокая скорость непрерывного захвата осциллограммы экономит время за счет быстрого выявления природы неполадок для их последующей локализации с помощью широкого выбора видов запуска.

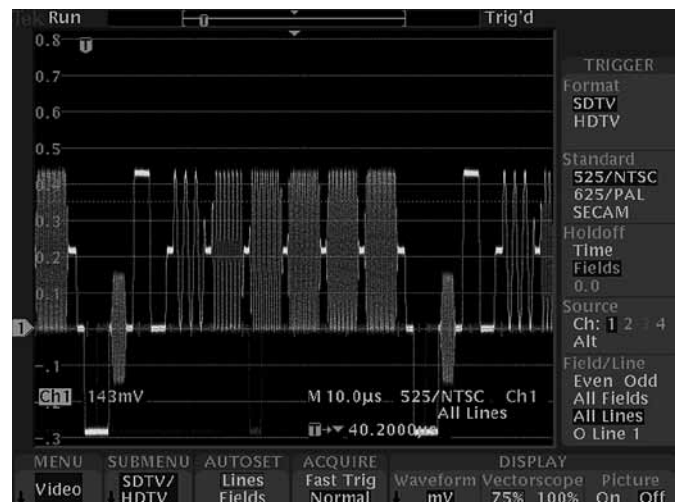
Возможность просмотра сигнала в режиме реального времени с градациями яркости позволяет выделять особенности, связанные с историей активности сигнала, упрощая тем самым понимание характеристик захваченных сигналов. В отличие от других аналоговых осциллографов, эти данные не теряются даже после прекращения регистрации сигнала.

Быстрая отладка устройств и измерение характеристик сигналов с использованием технологии цифровой дискретизации сигналов в режиме реального времени и интерполяции вида  $\sin(x)/x$

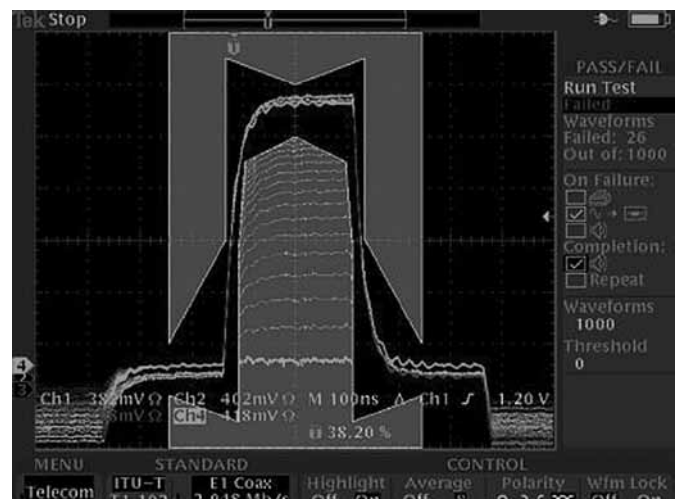
В осциллографах серии TDS3000C уникальная технология цифровой дискретизации сигналов в режиме реального времени с интерполяцией вида  $\sin(x)/x$  позволяет точно измерять характеристики сигналов различных типов одновременно на всех каналах. В отличие от других сопоставимых осциллографов приборы серии TDS3000C не изменяют частоту дискретизации при включении дополнительных каналов. Эта технология дискретизации позволяет захватывать кратковременные события, например выбросы или аномалии фронта, которые не регистрируются другими осциллографами такого класса, а интерполяция вида  $\sin(x)/x$  обеспечивает точную реконструкцию каждой осциллограммы



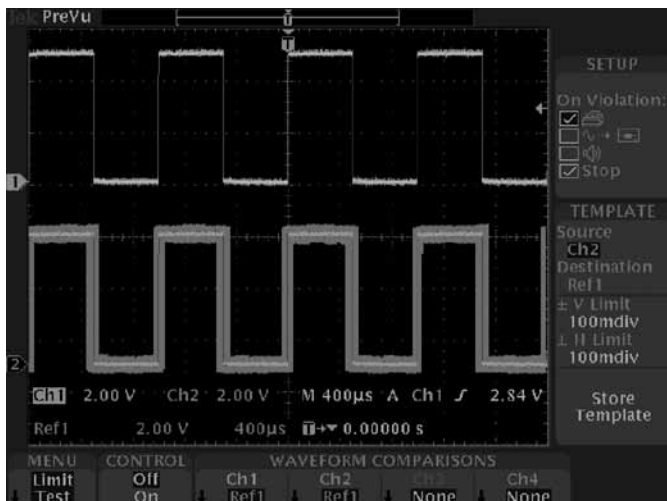
Поиск случайного шума в цепи с использованием функции БПФ осциллографа серии TDS3000C.



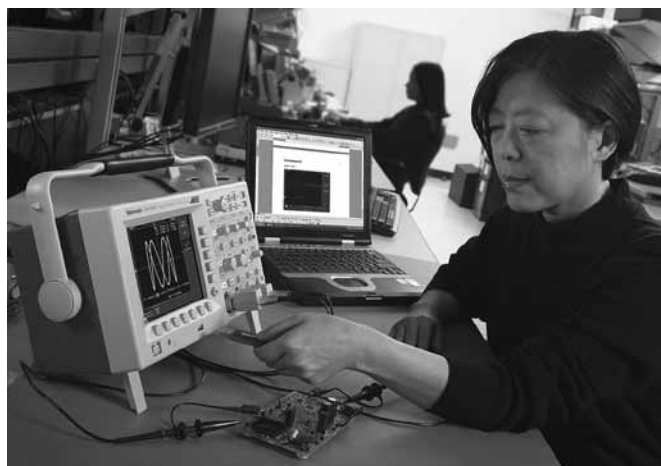
Функция настраиваемого запуска по видеосигналам позволяет осциллографу серии TDS3000C выполнять синхронизацию по таким стандартам, как RS-343 (частота развертки 26,2 кГц).



Осциллограф серии TDS3000C обеспечивает существенное увеличение скорости тестирования систем связи. Благодаря QUICKMENU все часто используемые функции тестирования телекоммуникационного оборудования располагаются в одном меню.



Осциллограф с цифровым люминофором TDS3000C с модулем тестирования по предельным значениям TDS3LIM прекрасно подходит для производственных испытаний, когда требуется быстро принимать решения типа «годен/не годен».



Простота передачи, документирования и анализа данных на вашем ПК

### Простота настройки и использования

При ограниченных сроках выполнения работ важна простота работы с осциллографом, исключающая значительные затраты времени на обучение и переобучение работе с ним. Осциллографы серии TDS3000C помогут уменьшить время освоения. Простая навигация и специализированные элементы управления на передней панели позволяют быстро перейти в нужное место и тратить меньше времени на обучение и больше на решение основной задачи.

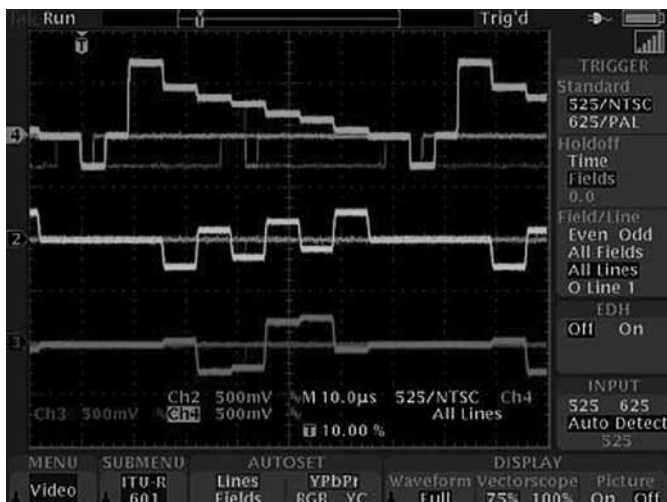
### Простые средства документирования и анализа

Осциллограф серии TDS3000C оснащен хост-портом USB, что упрощает сохранение и передачу результатов измерений на компьютер пользователя. Программное обеспечение для связи с компьютером OpenChoice® позволяет просто переносить снимки экрана и данные осциллограмм в приложения, работающие на ПК, либо напрямую в Microsoft Word или в Microsoft Excel. Помимо OpenChoice, программное обеспечение National Instruments LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition предоставляет дополнительные возможности, включая расширенные средства анализа, регистрации данных, дистанционное управление осциллографом и анализ осциллограмм в реальном времени.

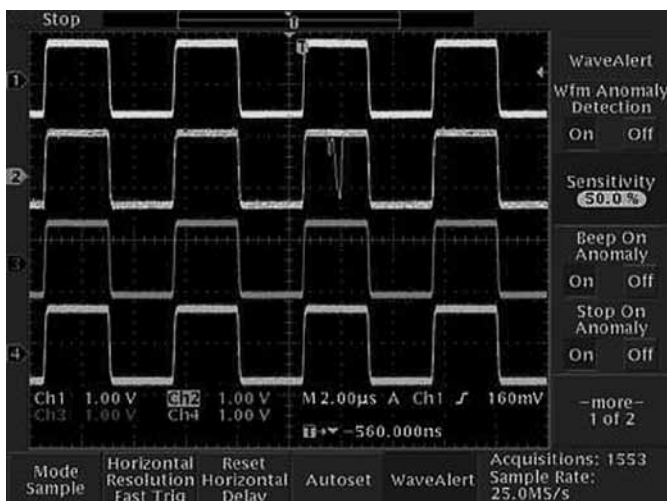
Если Вы предпочитаете не использовать компьютер для анализа сигналов, то можно воспользоваться стандартными функциями осциллографов серии TDS3000C, такими как 25 автоматических измерений, математические функции сложения, вычитания, деления и умножения осциллограмм, а также функцией быстрого преобразования Фурье (БПФ). В отличие от других сопоставимых осциллографов математические и измерительные функции осциллографов серии TDS3000C позволяют использовать полную длину памяти для анализа сигналов или выделять конкретное событие в зарегистрированных сигналах.

### Управление прибором

Используя встроенный порт Ethernet и средство удаленного управления e\*Score, можно управлять осциллографом TDS3000C с помощью ПК из любого места через Интернет.



Отслеживание и идентификация видеосигналов ITU-R BT.601 с использованием модуля TDS3SDI для анализа цифровых видеосигналов 601.



**Работайте там, где вам удобно**

Осциллографы с цифровым люминофором серии TDS3000C имеют компактную конструкцию глубиной всего 149 мм, благодаря чему освобождается дефицитное пространство на рабочем столе. А когда необходимо переместить осциллограф в другую лабораторию, небольшая масса 3,2 кг значительно упрощает транспортировку.

Если работа требует большей мобильности, то дополнительный аккумулятор обеспечит до трех часов автономной работы без подключения к сети питания.



*TDS3BATC предоставляет возможность автономной работы от аккумулятора до трех часов.*

**Технические характеристики****Электрические характеристики осциллографов серии TDS3000C**

Параметр	TDS3012C	TDS3014C	TDS3032C	TDS3034C	TDS3052C	TDS3054C
Полоса пропускания	100 МГц	100 МГц	300 МГц	300 МГц	500 МГц	500 МГц
Расчетное время нарастания (типичное значение)	3,5 нс	3,5 нс	1,2 нс	1,2 нс	0,7 нс	0,7 нс
Число каналов	2	4	2	4	2	4
Вход внешнего запуска	Имеется во всех моделях					
Частота дискретизации в каждом канале	1,25 Гвыб/с	1,25 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Длина записи	10 000 точек					
Вертикальное разрешение	9 бит					
Чувствительность по вертикали, 1 МОм	От 1 мВ/дел до 10 В/дел					
Чувствительность по вертикали, 50 Ом	От 1 мВ/дел до 1 В/дел					
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля					
Входное сопротивление	1 МОм параллельно с 20 пФ или 50 Ом					
Погрешность усиления по постоянному току	±2 %					
Макс. входное напряжение, 1 МОм	150 В <sub>ср. кв.</sub> с пиковым значением не более 400 В					
Макс. входное напряжение, 50 Ом	5 В <sub>ср. кв.</sub> с пиковым значением не более 30 В					
Диапазон положений	±5 делений					
Ограничение полосы пропускания	20 МГц	20 МГц	20 МГц, 150 МГц	20 МГц, 150 МГц	20 МГц, 150 МГц	20 МГц, 150 МГц
Диапазон скорости развертки	От 4 нс до 10 с	От 4 нс до 10 с	От 2 нс до 10 с	От 2 нс до 10 с	От 1 нс до 10 с	От 1 нс до 10 с
Погрешность развертки	±20 × 10 <sup>-6</sup> в любом временном интервале 1 мс					
Интерфейсы ввода-вывода						
Порт Ethernet	Разъем RJ-45, поддерживает 10Base-T LAN					
Порт USB	Хост-порт USB 2.0 на передней панели Поддерживает USB флэш-накопитель					
Порт GPIB	Полноценные режимы приема и передачи, настройка и измерения (Входит в состав опционального модуля связи TDS3GV)					
Порт RS-232-C	Вилка DB-9, полноценные режимы приема и передачи; управление всеми режимами, параметрами и измерениями Скорость передачи до 38 400 бод (Входит в состав опционального модуля связи TDS3GV)					
Видеопорт VGA	Гнездо DB-15, выход монитора для непосредственного отображения на больших VGA-мониторах (Входит в состав опционального модуля связи TDS3GV)					
Вход внешнего запуска	Разъем BNC, входной импеданс > 1 МОм параллельно с емкостью 17 пФ; макс. входное напряжение 150 В <sub>ср. кв.</sub>					

**Режимы сбора данных**

Режим	Описание
DPO	Захват и отображение сложных сигналов, случайных событий и трудно регистрируемых особенностей сигналов. Осциллографы с цифровым люминофором могут в реальном масштабе времени предоставлять информацию о трех характеристиках сигнала: амплитуда, время и зависимость амплитуды от времени.
Обнаружение пиков	Захват высокочастотных сигналов и случайных выбросов. Регистрируются кратковременные выбросы длительностью от 1 нс (типичное значение) с использованием аппаратных средств для сбора данных при всех значениях скорости развертки.
WaveAlert®	Отслеживание входных сигналов во всех каналах и уведомление пользователя о любой осциллограмме, отличающейся от обычной
Выборка	Только выборка данных
Усреднение	Усредненная осциллограмма; можно выбрать от 2 до 512 осциллограмм для усреднения
Огибающая	Максимальное и минимальное значения, зарегистрированные за один или несколько циклов выборки
Однократный запуск	Кнопка Single Sequence (Однократный запуск) используется для запуска однократного цикла регистрации данных

**Система запуска**

Характеристика	Описание
Основные режимы запуска	Автоматический (поддерживает режим прокрутки для скорости развертки 40 мс/дел и более медленной), нормальный, однократный запуск
Запуск В	Запуск после интервала времени или после событий
Диапазон задержек запуска	От 13,2 нс до 50 с
Диапазон запуска после событий	От 1 до 9 999 999 событий

**Типы запуска**

Запуск	Описание
По фронту	Нормальный запуск по уровню. По положительному или отрицательному перепаду в любом канале. Режимы входа схемы запуска: связь по переменному току, связь по постоянному току, подавление шума, ФВЧ, ФНЧ
По видеосигналу	Запуск по всем строкам, по выбранным строкам, по нечетным или четным полям, по всем полям видеосигнала стандартов NTSC, PAL, SECAM
По специальному видеосигналу	Запуск по определенным строкам видеосигнала широкоэмиттерного или специального стандарта, а также по аналоговому видеосигналом HDTV (1080i, 1080p, 720p, 480p). Необходим прикладной программный модуль TDS3VID или TDS3SDI
По длительности импульса (или по глитчу)	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых $>$ , $<$ , $=$ или $\neq$ указанному значению в диапазоне от 39,6 нс до 50 с
По ранту	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый
По скорости нарастания	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым.
По логическому выражению	Запуск в случае, если логическое выражение (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ) принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени
По состоянию	Любое логическое состояние. Возможность запуска по положительному или отрицательному фронту тактового сигнала. Логические выражения могут использоваться для сочетаний из 2 входных сигналов (не 4).

Запуск	Описание
По коммуникационному сигналу	Обеспечивается запуск по изолированному импульсу, необходимому для выполнения тестирования телекоммуникационного оборудования DS1/DS3 по маске согласно требованиям стандарта ANSI T1.102. Требуется прикладной программный модуль TDS3TMT
Переменный	Последовательное использование каждого активного канала в качестве источника сигнала запуска.

**Измерение параметров осциллограмм**

Измерение	Описание
Курсоры	Амплитуда, время
Автоматические измерения	Можно вывести на экран любые четыре измерения для любого сочетания осциллограмм. Или отобразить все результаты измерений с помощью функции снимка измерения. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, время нарастания, время спада, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный выброс, высокий уровень, низкий уровень, максимальное значение, минимальное значение, размах сигнала, амплитуда, среднее значение, среднее значение за период, среднеквадратическое, среднеквадратическое за период, длительность пакета, задержка, фаза, площадь* <sup>1</sup> , площадь за период* <sup>1</sup> .
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимальное значение, максимальное значение, стандартное отклонение. Требуется прикладной программный модуль TDS3AAM
Пороговые значения	Определяемые пользователем пороговые значения для автоматических измерений; можно задавать в процентах или единицах измерения напряжения.
Стробирование	Выделяет конкретное событие в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала

\*<sup>1</sup> Требуется прикладной программный модуль TDS3AAM**Математическая обработка осциллограмм**

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление операции
БПФ	Распределение амплитуды по частоте. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса
Расширенные математические функции* <sup>1</sup>	Интегрирование, дифференцирование, задание сложных математических выражений, включающих аналоговые осциллограммы, математические функции, скалярные значения, до двух настраиваемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений. Например: $(Intg(Ch1 - Mean(Ch1)) \times 1,414 \times VAR1)$ . <b>Примечание.</b> Требуется прикладной программный модуль TDS3AAM

\*<sup>1</sup> Требуется прикладной программный модуль TDS3AAM**Обработка осциллограмм**

Параметр	Описание
Автонастройка	Автоматическая настройка с помощью одной кнопки всех параметров систем запуска, вертикального и горизонтального отклонения для всех каналов с возможностью отмены автонастройки.
Фазовый сдвиг	Можно ввести ручную фазовый сдвиг между каналами на величину $\pm 10$ нс для более точного измерения временных характеристик и построения расчетных осциллограмм.



**Характеристики дисплея**

Параметр	Описание
Тип дисплея	6,5 дюйма (165,1 мм), активная цветная ЖК TFT матрица
Разрешение экрана	640 пикселей по горизонтали x 480 пикселей по вертикали (VGA).
Интерполяция	sin(x)/x.
Режимы отображения	Точки, векторы, регулируемое послесвечение, бесконечное послесвечение.
Масштабные сетки	Полная, сетка, перекрестие и кадр. NTSC, PAL, SECAM и вектроскоп (цветные полосы 100 % и 75 %) при использовании прикладных программных модулей TDS3VID и TDS3SDI для анализа видеосигналов
Формат	УТ, XY и трехмерная (XYZ) стробированная область (XY с гашением по оси Z только в 4-канальных приборах).

**Источник питания**

Параметр	Описание
Сеть переменного тока	
Напряжение питания	От 100 до 240 В <sub>ср. кв.</sub> ±10 %.
Частота	От 45 до 440 Гц при напряжении от 100 до 120 В От 45 до 66 Гц при напряжении от 120 до 240 В
Потребляемая мощность	75 Вт (макс.)
Питание от аккумулятора	Требуется модуль TDS3BATC – литий-ионная аккумуляторная батарея
Время автономной работы	3 часа (тип.)

**Климатические условия и безопасность**

Параметр	При эксплуатации	При хранении
Температура	от 0 до +50 °C	от -40 до +71 °C
Влажность	При эксплуатации и хранении: относительная влажность до 95 % при температуре не более +30 °C При эксплуатации и хранении: относительная влажность до 45 % при температуре от +30 до +50 °C	
Высота над уровнем моря	до 3 000 м	15 000 м
Электромагнитная совместимость	Соответствует требованиям стандарта EN61326 класс A (приложение D), регламентирующего уровень излучаемых и кондуктивных помех и устойчивость к таким помехам; EN6100-3-2 Гармонические помехи в электросетях переменного тока; EN6100-3-3 Изменения напряжения, флуктуации и фликкер-шум; FCC 47 CFR, раздел 15, подраздел B, класс A; соответствует спецификации Australian EMC	
Безопасность	UL61010B-1, CSA1010.1, IEC61010-1, EN61010-1	

**Габариты и масса****Прибор**

Размеры	мм
Ширина	375
Высота	176
Глубина	149
Масса	кг
Только прибор	3,2
с принадлежностями	4,5

**Прибор в упаковке**

Размеры упаковки	мм
Ширина	502
Высота	375
Глубина	369

**Комплект для монтажа в стойку (RM3000)**

Размеры	мм
Ширина	484
Высота	178
Глубина	152

**Информация для заказа****Осциллографы с цифровым люминофором серии TDS3000C**

Модель	Описание
TDS3012C	100 МГц, 2 канала, 1,25 Гвыб/с
TDS3014C	100 МГц, 4 канала, 1,25 Гвыб/с
TDS3032C	300 МГц, 2 канала, 2,5 Гвыб/с
TDS3034C	300 МГц, 4 канала, 2,5 Гвыб/с
TDS3052C	500 МГц, 2 канала, 5 Гвыб/с
TDS3054C	500 МГц, 4 канала, 5 Гвыб/с

**Стандартные принадлежности**

Принадлежность	Описание
P6139A	Пассивный пробник 500 МГц, 10x (по одному на каждый канал)
Руководство пользователя и переведенная накладка для передней панели	Укажите вариант языка
Кабель питания	Укажите вариант вилки
Лоток для принадлежностей	
Защитная передняя крышка	
Программное обеспечение OpenChoice PC Communication	Обеспечивает быструю и простую связь между компьютером с операционной системой Windows и осциллографом серии TDS3000C через LAN, GPIB или RS-232. Поддерживает передачу и сохранение настроек, осциллограмм, результатов измерений и снимков экрана.
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE	Полностью интерактивная программная среда для проведения измерений, оптимизированная для осциллографов серии TDS3000C. Позволяет собирать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять данные измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного и не требующего программирования интерфейса, основанного на операции перетаскивания. Стандартный осциллограф серии TDS3000C с помощью программного обеспечения поддерживает сбор данных, управление, просмотр и экспорт сигналов в режиме реального времени. 30-дневная пробная полная версия поддерживает дополнительные возможности обработки сигнала, расширенные средства анализа, функции работы со смешанными сигналами, свипирование, контроль предельных значений и определяемую пользователем величину шага. Чтобы постоянно пользоваться возможностями полной версии, закажите SIGEXPTC.
Отслеживаемый сертификат калибровки	NIM/NIST
Компакт-диск с документацией	
Гарантия 3 года	Покрывает все запасные части и потраченное на ремонт рабочее время за исключением пробников и принадлежностей.

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**Рекомендуемые принадлежности**

Принадлежность	Описание
TDS3GV	Интерфейсы GPIB, VGA, RS-232
TDS3AAM	Модуль расширенного анализа. Добавляет расширенные возможности математической обработки, произвольные математические выражения, статистическую обработку измерений и дополнительные автоматизированные измерения
TDS3LIM	Модуль тестирования по предельным значениям. Добавляет новые возможности контроля осциллограмм по предельным значениям
TDS3TMT	Модуль тестирования телекоммуникационного оборудования по маске. Добавляет проверку на соответствие требованиям стандартов ITU-T G.703 и ANSI T1.102, тестирование по заданной маске и многое другое
TDS3VID	Модуль расширенного анализа видеосигналов. Добавляет функции Video QuickMenu, автоустановки, удержания, запуска по счетчику строк, режим видеоизображения, режим вектроскопа <sup>2</sup> , запуск по аналоговому сигналу HDTV и т. д.
TDS3SDI	Модуль анализа цифровых видеосигналов. Добавляет возможности преобразования цифровых видеосигналов 601 в аналоговые видеосигналы, режим видеоизображения, режим вектроскопа <sup>2</sup> и запуск по аналоговому видеосигналу HDTV и т. д.
TDS3BATC	Литий-ионная аккумуляторная батарея для автономной работы в течение 3 часов
AC3000	Мягкий футляр для переноски прибора.
HCTEK4321	Жесткий пластиковый футляр для переноски прибора (требуется AC3000)
RM3000	Комплект для монтажа в стойку
SIGEXPT	полная версия программного обеспечения NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition.
Руководство по техническому обслуживанию	Только на английском языке (номер для заказа 071-2507-xx)
TNGTDS01	Подробные инструкции и пошаговые лабораторные упражнения, предназначенные для обучения работе с осциллографами серии TDS3000C. В комплект входит компакт-диск с руководством для самостоятельного обучения и плата источника сигналов. Можно отдельно заказать дополнительную бумажную копию руководства.

**Рекомендуемые пробники**

P6243	активный пробник 10X, 1 ГГц, входная емкость ≤1 пФ
P5205	Высоковольтный дифференциальный пробник 1,3 кВ, 100 МГц
P5210	Высоковольтный дифференциальный пробник 5,6 кВ, 50 МГц
P5100	Высоковольтный пассивный пробник 2,5 кВ, 100X
TCP202	Пробник постоянного и переменного тока 50 МГц, 15 А
TCP303 <sup>3</sup>	Токовый пробник 15 МГц, 150 А
TCP305 <sup>3</sup>	Токовый пробник 50 МГц, 50 А
TCP312 <sup>3</sup>	Токовый пробник 100 МГц, 30 А
TCPA300	Усилитель для пробника 100 МГц
TCP404XL <sup>4</sup>	Токовый пробник 2 МГц, 500 А
TCPA400	Усилитель для пробника 50 МГц
ADA400A	Дифференциальный усилитель с высоким коэффициентом усиления 100X, 10X, 1X, 0,1X

**Сервисные опции****Доступны при приобретении**

Опция CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря, что наступит раньше
Опция D1	Отчет о калибровке
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет

**Доступны после приобретения**

TDS30xxC-CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря, что наступит раньше
TDS30xxC-R1PW	Ремонт в течение 1 года после окончания гарантийного срока
TDS30xxC-R2PW	Ремонт в течение 2 лет после окончания гарантийного срока
TDS30xxC-R5DW	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийный период); 5-летний период отсчитывается с момента покупки прибора

<sup>2</sup> Вектроскоп не поддерживает композитный видеосигнал

# Осциллографы смешанных сигналов / Осциллографы с цифровым люминофором

## Серии MSO2000 и DPO2000



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 100 МГц и 200 МГц
- 2 или 4 аналоговых канала
- 16 цифровых каналов (серия MSO2000)
- Частота дискретизации 1 Гвыб./с на всех каналах
- Длина записи 1 млн. отсчетов на всех каналах
- Максимальная скорость захвата 5 000 осциллограмм в секунду
- Расширенные функции системы запуска

#### Простота использования

- Панель управления Wave Inspector® облегчает навигацию и обеспечивает автоматизацию поиска данных в сигнале
- Перестраиваемый фильтр нижних частот FilterVu™ подавляет нежелательный шум, не мешая захватывать высокочастотные сигналы
- 29 видов автоматических измерений и быстрое преобразование Фурье для упрощения анализа сигналов
- Интерфейс пробника TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники, обеспечивая автоматический выбор коэффициента ослабления и единиц измерения
- 7-дюймовый (180 мм) цветной широкоформатный жидкокристаллический TFT дисплей
- Малые габаритные размеры и небольшой вес — всего 134 мм в глубину при массе 3,6 кг

#### Возможности подключения

- Порт USB 2.0 на передней панели облегчает и ускоряет сохранение данных
- Порт USB 2.0 на задней панели упрощает подключение к ПК и обеспечивает прямую распечатку на принтере, совместимом с технологией PictBridge®
- Порт Ethernet 10/100 Base-T для подключения к локальным сетям и видеовыход для вывода изображения с экрана осциллографа на монитор или проектор (опции)

#### Дополнительные возможности по запуску и анализу сигналов последовательных шин

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

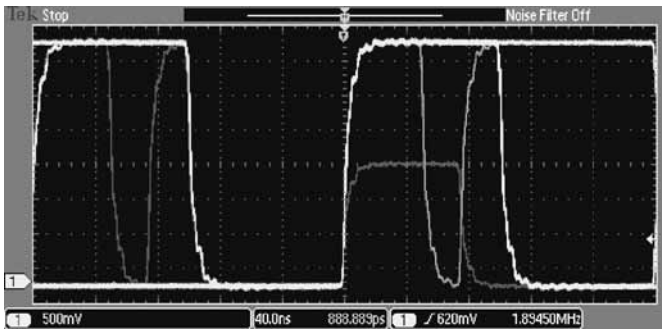
#### Разработка и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

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

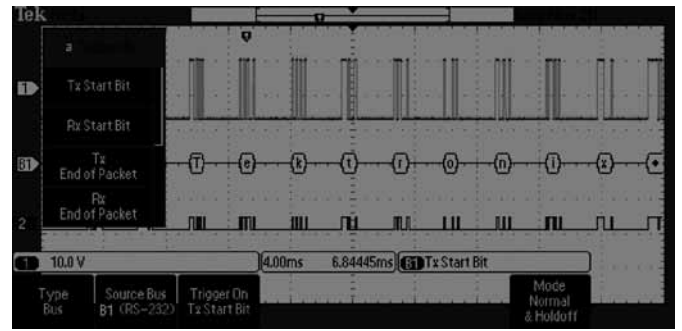
#### Расширенные возможности по отладке аналого-цифровых устройств

Осциллографы серии MSO/DPO2000 имеют полосу пропускания до 200 МГц и частоту дискретизации 1 Гвыб./с, а также обеспечивают широкие функциональные возможности по отладке — и всё это по доступной цене. Благодаря наличию до 20 каналов для анализа аналоговых и цифровых сигналов пользователи могут быстро находить и распознавать проблемы в сложных системах. Для обеспечения захвата длинных фрагментов сигнала при сохранении высокого разрешения по времени осциллографы серии MSO/DPO2000 в стандартной конфигурации имеют длину записи 1 млн. точек на каждый канал.

Панель управления Wave Inspector® обеспечивает быструю навигацию по осциллограмме и позволяет автоматизировать анализ сигналов последовательных и параллельных шин, что превращает осциллографы серии MSO/DPO2000 компании Tektronix в полнофункциональный инструмент, обеспечивающий простую и быструю отладку сложных систем.



**Обнаружение** — Скорость захвата сигнала на уровне 5 000 осциллограмм в секунду максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.



**Захват** — Запуск по определённому пакету данных, передаваемому по шине RS-232. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, гарантирует быстрый захват представляющего интерес события.

### Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

Осциллографы серии MSO/DPO2000 оснащены широким набором функций, позволяющих 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 неполадку, сначала нужно узнать, что она существует. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить массу времени на поиск неисправностей в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии подходящих средств отладки, превращается в весьма утомительный и трудоёмкий процесс.

Осциллографы серии MSO/DPO2000 предлагают полный набор средств отображения сигналов, позволяя быстрее и глубже проникнуть в природу процессов, протекающих в устройстве. Скорость захвата сигналов на уровне 5 000 осциллограмм в секунду позволяет наблюдать глитчи и другие редкие импульсные помехи, что способствует определению истинных причин сбоев, возникающих при работе устройства. Дисплей с цифровым люминофором с градацией яркости даёт возможность отображать динамику изменения сигнала, так как участки осциллограммы, где сигнал появляется чаще, имеют большую яркость, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.

#### Захват

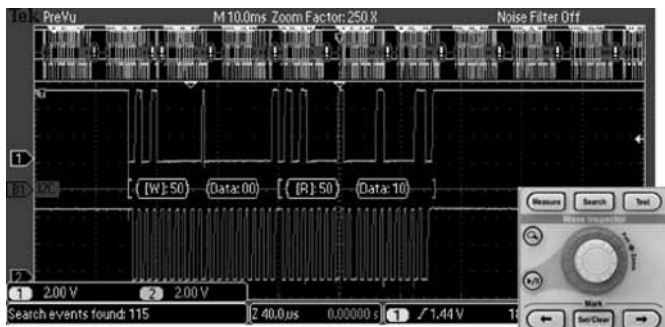
Обнаружение неисправностей устройства — это лишь первый шаг. Теперь нужно зафиксировать интересное событие, чтобы можно было установить причину его возникновения.

Для этого осциллографы серии MSO/DPO2000 предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по вырожденным импульсам (ранту), логическим состояниям, длительности импульса/глитча, нарушению времени установки/удержания, последовательным пакетам и параллельным данным, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 1 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 MSO/DPO2000 имеют широкие функциональные возможности — от запуска по определённому содержимому пакета данных до автоматического декодирования данных различных форматов. При этом они обеспечивают поддержку широкого набора последовательных шин: I2C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART. Способность одновременного декодирования до двух 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 встроенных системах, осциллографы серии MSO/DPO2000 имеют, кроме аналоговых, 16 цифровых каналов.

Поскольку эти цифровые каналы полностью интегрированы в конструкцию осциллографа, пользователь имеет возможность осуществлять запуск от любых входных каналов, при этом автоматически осуществляется корреляция по времени всех аналоговых и цифровых сигналов, а также сигналов последовательных шин.



*Поиск — Декодирование данных шины I<sup>2</sup>C с отображением результатов поиска адреса 50. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность при навигации и просмотре данных.*

### Поиск

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

Осциллографы серии MSO/DPO2000 предлагают самые совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. С помощью этих органов управления можно ускорить процессы панорамирования и изменения масштаба фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, пользователь имеет возможность перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. С помощью специальных пользовательских меток можно обозначить на осциллограмме любой участок, а потом вернуться к нему для дальнейшего изучения. Кроме того, пользователь имеет возможность проводить автоматический поиск по заданным им критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые и цифровые данные, а также данные последовательных шин. При этом он автоматически отмечает каждый момент наступления заданного события. В дальнейшем пользователь может быстро перемещаться между событиями по этим меткам.



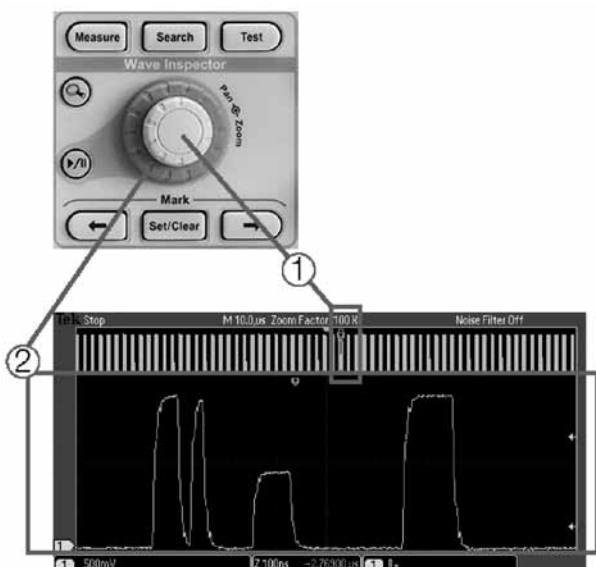
*Анализ — Быстрое преобразование Фурье импульсных сигналов. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик разрабатываемого устройства.*

### Анализ

Для того чтобы проверить, насколько параметры опытного образца разрабатываемого устройства соответствуют модели и удовлетворяют ли они поставленным в проекте целям, необходимо всесторонне проанализировать все характеристики образца. Этот анализ может потребовать самых разнообразных измерений — от простого определения времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания (потерь мощности) и исследования источников шумов.

Осциллографы серии MSO/DPO2000 оснащены полным набором встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, 29 видов автоматических измерений, а также анализ на основе быстрого преобразования Фурье. Кроме того, в приборы комплектуются специализированными прикладными программами для анализа сигналов последовательных шин.

Для более глубокого анализа может быть использована программа LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которая включает более 200 встроенных функций, в том числе анализ в частотной и временной области, проверку граничных значений, регистрацию данных и создание отчетов в задаваемом пользователем формате.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования можно быстро просмотреть всю запись длиной 1 млн. точек (1). Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. Заметили что-то интересное и хотите рассмотреть подробнее? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

### Система навигации и поиска Wave Inspector®

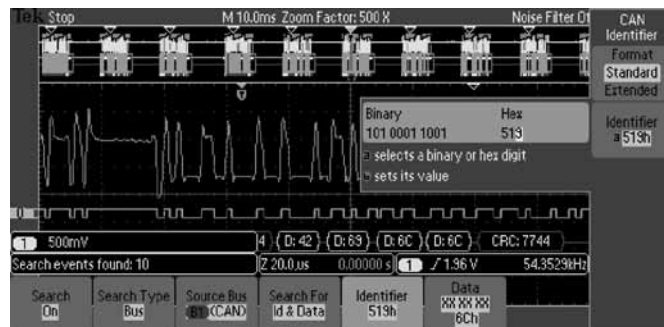
Запись длиной 1 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. Благодаря панели управления Wave Inspector — лучшему в отрасли средству навигации и поиска — осциллографы серии MSO/DPO2000 дают возможность находить нужные события за считанные секунды. Wave Inspector включает следующие инновационные возможности.

#### Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

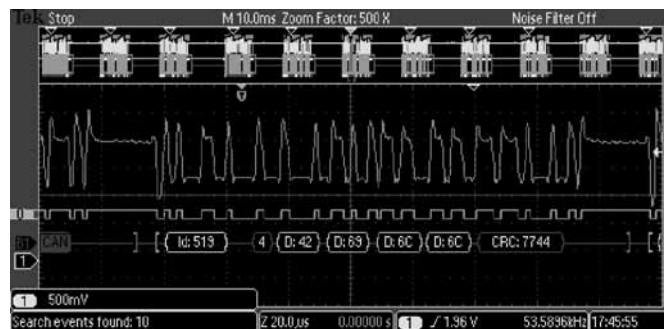
Специальная двухуровневая поворотная ручка «Zoom/Pan» («Масштабирование/Панорамирование»), расположенная на передней панели, обеспечивает интуитивно понятное управление масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка «Zoom» позволяет регулировать коэффициент растяжки (или масштабирование). Поворот её по часовой стрелке включает растяжку сигнала с дальнейшим постепенным увеличением коэффициента масштабирования. Поворот ручки против часовой стрелки приводит к постепенному уменьшению коэффициента растяжки и, в конечном итоге, отключает масштабирование. Таким образом, больше нет необходимости использовать несколько меню для настройки масштаба изображения. С помощью внешней ручки «Pan» можно перемещать окно обзора по осциллограмме, что позволяет быстро добраться до нужного фрагмента сигнала. Кроме того, внешняя ручка оснащена механизмом обратной связи, который позволяет контролировать скорость панорамирования осциллограммы пропорционально углу поворота. Чем больше вы поворачиваете внешнюю ручку, тем быстрее перемещается окно просмотра. Направление панорамирования изменяется простым поворотом ручки в другую сторону.

#### Воспроизведение/Пауза (Play/Pause)

Расположенная на передней панели специальная кнопка «Play/Pause» («Воспроизведение/Пауза») позволяет автоматически прокручивать осциллограмму на экране осциллографа при поиске аномалий и других интересных пользователю событий. Скорость и направление воспроизведения регулируются ручкой панорамирования. Так же как и при панорамировании, увеличение угла поворота ручки приводит к более быстрому перемещению осциллограммы, а поворот ручки в другую сторону изменяет направление прокрутки.



Первый этап поиска: Вы указываете, что необходимо найти.



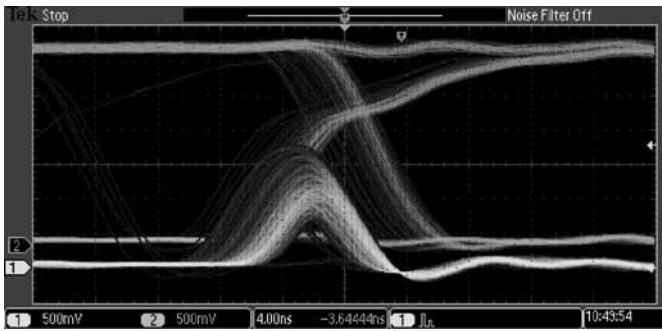
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми незатушеванными треугольниками. Теперь можно перемещаться между событиями с помощью кнопок со стрелками «Назад» и «Вперед».

#### Пользовательские метки

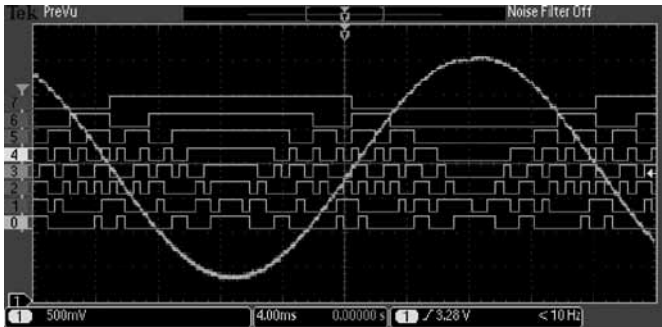
Чтобы отметить на осциллограмме одно или несколько представляющих интерес мест, нужно нажать кнопку «Set Mark» («Поставить метку»), расположенную на передней панели. Перемещение между метками выполняется с помощью находящихся рядом кнопок «←» («Назад») и «→» («Вперёд»).

#### Поисковые метки

Кнопка «Search» («Поиск») позволяет автоматически просматривать записи сигналов большой длины с целью поиска определённых пользователем событий. Все найденные события помечаются на осциллограмме поисковыми метками, между которыми можно легко перемещаться с помощью кнопок «←» («Назад») и «→» («Вперёд»). В качестве критериев поиска могут использоваться: фронт, длительность импульса/глитча, вырожденный импульс (рант), логическое состояние, нарушение времени установки и удержания, время нарастания/спада фронта сигнала в параллельной шине, а также содержимое пакетов шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART.



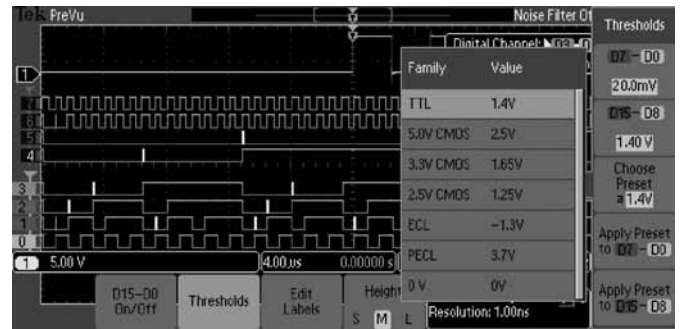
Технология цифрового люминофора в осциллографах MSO/DPO2000 обеспечивает скорость захвата 5 000 осциллограмм в секунду и отображение сигналов с градацией яркости в реальном времени.



Осциллографы серии MSO имеют 16 цифровых каналов, позволяющих наблюдать и анализировать связанные по времени аналоговые и цифровые сигналы.

### Технология цифрового люминофора

Используемая в осциллографах серии MSO/DPO2000 технология цифрового люминофора позволяет быстрее оценить функционирование исследуемого устройства. Скорость захвата на уровне 5 000 осциллограмм в секунду обеспечивает высокую вероятность обнаружения редко возникающих, но достаточно распространенных в цифровых системах сбоев: вырожденных импульсов (рант), глитчей, нарушений синхронизации и многого другого. Осциллограммы накладываются друг на друга, при этом точки осциллограмм, которые появляются чаще, имеют большую яркость. Это позволяет быстро и наглядно выделить события, которые происходят сравнительно часто, или, напротив, редко возникающие аномалии. В осциллографах серии MSO/DPO2000 можно установить бесконечную или переменную продолжительность послесвечения, то есть время, в течение которого ранее захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто появляется та или иная аномалия.



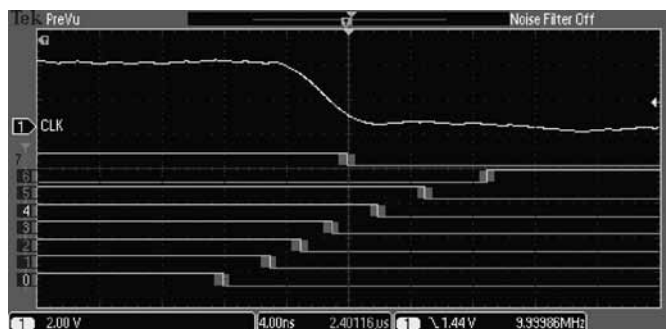
Отображение осциллограмм цифровых сигналов с цветовым кодированием позволяет объединять цифровые каналы в группы простым размещением их на экране рядом друг с другом. В результате эти цифровые каналы можно перемещать единой группой. Для каждой группы из восьми каналов можно установить свои пороговые значения, что обеспечивает поддержку логических устройств двух разных типов.

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

Осциллографы смешанных сигналов серии MSO2000 имеют 16 цифровых каналов. Управление ими органично интегрировано в интерфейс пользователя осциллографа, что упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих с аналоговыми и цифровыми сигналами.

#### Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы серии MSO2000 позволяют по-новому взглянуть на способы отображения цифровых сигналов. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присущ один общий недостаток: сложность определения логического состояния сигнала — «0» или «1» — при выборе такого режима развертки, при котором осциллограмма цифрового сигнала представляет собой одну сплошную горизонтальную линию. Осциллографы серии MSO2000 обеспечивают цветовое кодирование осциллограмм цифровых сигналов, выделяя логические «единицы» зеленым цветом, а «нули» — синим.



Подсветка фронтов белым цветом означает, что при увеличении частоты дискретизации можно получить дополнительную информацию о данном фрагменте сигнала.



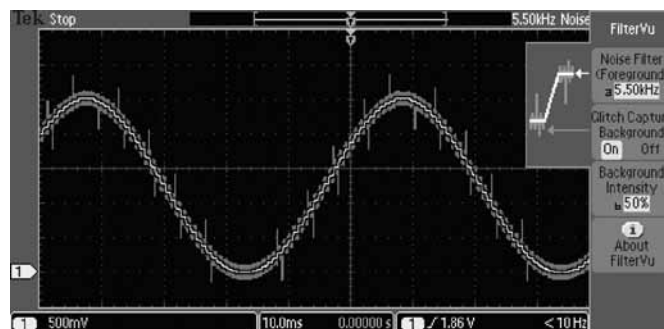
Пробник для осциллографов смешанных сигналов R6316 содержит две контактные группы по восемь каналов, что упрощает подключение к тестируемому устройству.

Осциллографы серии MSO2000 оснащены аппаратной системой обнаружения многократных переходов, которая выделяет фронт сигнала белым цветом при обнаружении в данной точке неопределенности перехода из одного логического состояния в другое. Наличие белого фронта является сигналом о том, что увеличение частоты дискретизации при следующем захвате может выявить высокочастотную информацию, недоступную при прежних настройках.

Осциллографы серии MSO2000 упрощают процесс настройки канала, позволяя группировать цифровые сигналы и снабжать их метками с использованием USB клавиатуры. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их рядом друг с другом. Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать одновременно. Это существенно сокращает время настройки, необходимое на размещение каждого канала в отдельности.

**Пробник для осциллографов смешанных сигналов R6316**

Уникальная конструкция этого пробника содержит две группы по восемь каналов, что упрощает процесс подключения к тестируемому устройству. Пробник R6316 может напрямую подключаться к штырьковым 16-контактным (8×2) колодкам с шагом 2,54 мм, расположенным на печатных платах. Кроме того, при необходимости подключения к элементам поверхностного монтажа или контрольным точкам можно использовать прилагаемый комплект гибких проводников и зажимов. Пробник R6316 обладает превосходными электрическими характеристиками — входной ёмкостью всего 8 пФ и входным сопротивлением 101 кОм.



Выходной сигнал с цифро-аналогового преобразователя. Обратите внимание, как функция FilterVu™ четко отображает незашумленные ступеньки сигнала ЦАП, подавляя все частоты выше 5,5 кГц (осциллограмма на переднем плане, желтая). Вместе с тем, FilterVu позволяет захватывать и отображать высокочастотные глитчи во всей полосе пропускания осциллографа (фоновая осциллограмма, оранжевая).

**Перестраиваемый фильтр нижних частот FilterVu™**

Не хватает возможностей полосового фильтра с ограниченной полосой 20 МГц? Включите FilterVu™ и настройте перестраиваемый фильтр нижних частот на подавление шумов. В отличие от других перестраиваемых фильтров, FilterVu отфильтровывает нежелательный шум, но в то же время позволяет регистрировать глитчи (кратковременные импульсы) и другие подробности сигнала во всей полосе пропускания осциллографа. Для этого на экран выводятся две осциллограммы: осциллограмма, которая может быть отфильтрована (отображается на переднем плане) и осциллограмма с глитчами (фоновая).

Отфильтрованная осциллограмма для подавления шума использует перестраиваемый фильтр нижних частот, в результате она представляет собой чистое изображение сигнала, на котором чётче видны фронты и уровни. Это повышает точность курсорных измерений с помощью и позволяет включать в документацию более чёткие изображения сигнала. Если фильтр настроен на самую низкую частоту среза, то сквозь него проходит не более 1% высокочастотных составляющих, которые могли бы вызвать помехи на осциллограмме.

Осциллограмма с захваченными глитчами показывает высокочастотные составляющие сигнала в полной полосе пропускания осциллографа. При использовании пикового детектора осциллограф может захватывать импульсы длительностью от 5 нс, что исключает пропуски глитчей и других высокочастотных помех.

FilterVu идеально подходит для регистрации периодических, неповторяющихся и однократных событий.





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

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

Каждый сигнал, передаваемый по последовательной шине, содержит массу информации: адрес, управляющую информацию, собственно данные, данные по синхронизации и т.д. Всё это существенно затрудняет выделение представляющих интерес событий. Осциллографы серии MSO/DPO2000 предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, включая автоматический запуск, декодирование и поиск в сигналах шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART.

#### Запуск по сигналам последовательных шин

Запуск по содержимому пакета, например, по началу пакета, по заданным адресам, по определённому данным, по уникальным идентификаторам и т.д.; при этом поддерживается большинство популярных последовательных интерфейсов: I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN и RS-232/422/485/UART.

#### Отображение шины

Обеспечивается высокоуровневое комбинированное представление отдельных сигналов шины (тактовой частоты, данных, сигнала разрешения подключения к шине и т.п.), что упрощает определение начала и конца пакетов, а также распознавание их компонентов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и др.

Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-44.93ms	1FFFFFFF	8	FFFF FFFF FFFF FFFF	1B69	
-39.61ms	8EBEBE	4	7B7E 9A9C	37EE	
-33.40ms	100	0		380A	
-33.23ms	101	2	0103	562D	
-33.16ms	10000001	5	1122 3344 55	6A65	
-38.94ms	12345678	8	1122 3344 5566 7788	4C2	
-38.67ms	1597EEB2	8	FFFF 0000 EEEE 1111	216E	
-38.33ms	519	4	4269 6C6C	7744	
-38.23ms	1597EEB2	8	AE4F FFF1 0272 DF68	2180	
-37.96ms	527DE32	1	11	7F3D	
-37.80ms	140014	3	1122 33	5EDC	
-37.61ms	160016	5	1122 3344 55	3911	
-37.33ms	18181818	7	F1F2 F3F4 F5F6 F7	5F9B	

В таблице событий отображается декодированное содержание каждого передаваемого по шине CAN пакета: Идентификатор, Код длины данных (DLC), Данные и Контрольная сумма (CRC).

#### Декодирование сигналов шины

Надоело просматривать осциллограммы, подсчитывать тактовые импульсы и определять значение каждого бита (0 или 1), а затем объединять эти биты в байты и вычислять их шестнадцатеричные значения? Пусть осциллограф делает это сам! После того как вы установите тип шины, осциллографы серии MSO/DPO2000 будут декодировать содержимое каждого пакета и отображать его значение на осциллограмме шины в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только для LIN) или текстовом (только для RS-232/422/485/UART) формате.

#### Таблица событий

Помимо отображения декодированных пакетов данных непосредственно на осциллограмме шины, все захваченные в память прибора пакеты можно представить в табличном виде, примерно так, как они воспроизводятся в распечатке программы. Пакеты снабжаются метками времени и выводятся последовательно, причём каждому компоненту пакета (Адрес, Данные и т.д.) соответствует отдельный столбец.

#### Поиск

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения представляющих интерес событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? Раньше в поисках причины возникновения того или иного события пользователь был вынужден вручную прокручивать осциллограммы, считать и преобразовывать биты. Осциллографы серии MSO/DPO2000 позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по заданным пользователем критериям, в том числе и по содержимому пакетов последовательных данных. Каждое обнаруженное событие отмечается поисковой меткой. Для быстрого перемещения между метками используются расположенные на передней панели кнопки «←» («Назад») и «→» («Вперёд»).



Осциллографы серии MSO/DPO2000 созданы для того, чтобы облегчить вашу работу. Яркий широкоэкранный дисплей отображает фрагменты сигнала большой протяжённости. Специальные органы управления на передней панели упрощают работу. Порт USB на передней панели позволяет сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях.

### MSO/DPO2000 созданы для обеспечения комфортной работы

#### Яркий широкоформатный дисплей

Осциллографы серии MSO/DPO2000 оснащены 7-дюймовым (180 мм) широкоформатным жидкокристаллическим TFT дисплеем, позволяющим рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

#### Специализированные органы управления на передней панели

Органы управления параметрами вертикального отклонения для каждого канала обеспечивают простую и интуитивно понятную работу с прибором. Вам больше не придется пользоваться одним набором регуляторов для всех четырех каналов.

#### Возможности подключения

Порт USB на передней панели позволяет сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на USB запоминающие устройства. На задней панели расположен порт USB для дистанционного управления осциллографом с персонального компьютера или для подключения USB клавиатуры. Порт USB можно также использовать для прямой печати на принтере, совместимом с технологией PictBridge®. Дополнительный порт Ethernet 10/100 обеспечивает подключение к локальной сети, а видеовыход (опция) позволяет выводить изображение экрана осциллографа на внешний монитор или проектор.



Компактные габаритные размеры осциллографов серии MSO/DPO2000 позволяют освободить полезное пространство на рабочем месте.



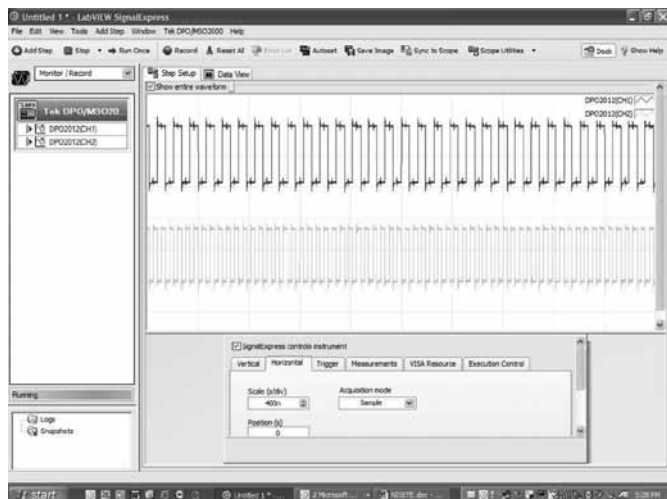
Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.

#### Компактность и удобство

Благодаря небольшим габаритным размерам и массе осциллографы серии MSO/DPO2000 можно легко переносить между лабораториями. Приборы имеют глубину всего 134 мм, что позволяет экономить полезное пространство на рабочем месте.

#### Интерфейс пробников TekVPI®

Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI оборудованы индикаторами состояния и органами управления, а также кнопкой вызова меню пробников, расположенной прямо на блоке компенсатора. С помощью этой кнопки на экран осциллографа выводится меню пробника с соответствующими настройками и органами управления. Пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейсы USB, GPIB или Ethernet, что позволяет создавать гибкие решения в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем.

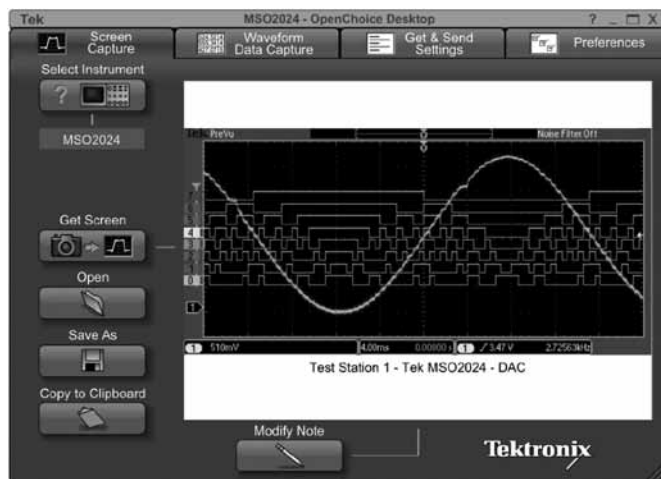


NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition — это полностью интерактивное программное обеспечение для измерения и анализа захваченных сигналов, разработанное совместно с компанией National Instruments и оптимизированное для осциллографов серий MSO/DPO.

#### Расширенные средства анализа

Для вывода данных и результатов измерений осциллографов серии MSO/DPO2000 достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Все необходимое программное обеспечение — NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE, OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word — входят в стандартный комплект поставки и обеспечивают быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы путем просто-



ПО OpenChoice® Desktop обеспечивает легкое подключение осциллографа к компьютеру.

го перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Профессиональная версия программного обеспечения (опция) включает более 200 встроенных функций, обеспечивающих дополнительную обработку сигналов, расширенные средства анализа, свипирование, тестирование на соответствие граничным условиям, а также создание определяемых пользователем пошаговых режимов. При выполнении несложных задач входящее в комплект поставки программное обеспечение OpenChoice Desktop обеспечивает быструю и простую связь между осциллографом и компьютером через интерфейсы USB, GPIB или LAN и позволяет передавать настройки, осциллограммы и снимки экрана.

## Технические характеристики

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Параметр	MSO2012 DPO2012	MSO2014 DPO2014	MSO2024 DPO2024
Число каналов	2	4	4
Аналоговая полоса <sup>*1</sup> (по уровню –3 дБ)	100 МГц	100 МГц	200 МГц
Расчетное время нарастания фронта	3,5 нс	3,5 нс	2,1 нс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц		
Режим входа	открытый (DC), закрытый (AC), заземленный (GND)		
Входное сопротивление	1 МОм ±2 %, 11,5 ± 2 пФ		
Диапазон чувствительности	от 2 мВ/дел. до 5 В/дел.		
Вертикальное разрешение	8 бит		
Макс. входное напряжение, 1 МОм	300 В (ср.кв.) с выбросами ≤450 В		
Погрешность усиления постоянного напряжения (с установленным смещением 0 В)	±3% для чувствительности от 10 мВ/дел. до 5 В/дел., ±4% для чувствительности от 2 мВ/дел. до 5 мВ/дел.		
Развязка каналов (любые два канала с одинаковой вертикальной чувствительностью)	≥100:1 на частоте ≤100 МГц	100:1 на частоте ≤200 МГц	

<sup>\*1</sup> Полоса пропускания 20 МГц при 2 мВ/дел для всех моделей

Диапазон смещения

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

Система вертикального отклонения – цифровые каналы

Параметр	Все модели MSO2000
Число каналов	16 цифровых (от D15 до D0)
Пороги	общая настройка для группы из 8 каналов
Выбор порога	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, настраиваемый пользователем
Диапазон пороговых значений при настройке пользователем	±20 В
Максимальное входное напряжение	±40 В
Погрешность установки пороговых значений	±(100 мВ + 3 % от установленного значения)
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	80 В (ампл.) (зависит от установленного порога)
Минимальный размах напряжения	300 мВ (ампл.)
Входное сопротивление	101 кОм
Входная емкость пробника	8 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтальной развертки – аналоговые каналы

Параметр	MSO2012/2014 DPO2012/2014	MSO2024 DPO2024
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	1 Гвыб./с	
Максимальная длина записи (все каналы)	1 М точек	
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы)	1 мс	
Диапазон скорости развертки	от 4 нс до 100 с	от 2 нс до 100 с
Диапазон задержки развертки	от –10 дел до 5000 с	
Диапазон сдвига между каналами	±100 нс	
Погрешность развертки	±25•10 <sup>-6</sup>	

Система горизонтальной развертки – цифровые каналы

Параметр	Все модели MSO2000
Максимальная частота дискретизации (при использовании любого из каналов D7-D0)	1 Гвыб./с (с разрешением 1 нс)
Максимальная частота дискретизации (при использовании любого из каналов D15-D8)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (все каналы)	1 М точек
Минимальная длительность импульса	5 нс
Сдвиг каналов	2 нс (тип.)

Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	автоматический, нормальный и однократный
Тип входа запуска	открытый, подавление ВЧ (подавление частот >85 кГц), подавление НЧ (подавление частот <65 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон задержки запуска	от 20 нс до 8 с
Частотомер синхросигнала	обеспечивает точное измерение частоты синхросигнала с разрешением 6 разрядов

Чувствительность системы запуска

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

Диапазон уровней запуска

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

Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале или на дополнительном входе (на передней панели). Тип входа: открытый, закрытый, с подавлением ВЧ, НЧ или шума
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ заданной величине
Вырожденный импульс (рант)	Запуск от импульса, который пересек один порог, но не пересек второй порог перед повторным пересечением первого порога
Логическое состояние	Запуск происходит в том случае, если заданное логическое состояние каналов становится ложным или остается истинным в течение установленного периода времени. Сигнал на любом из входов можно использовать в качестве сигнала тактовой частоты, по фронтам которого выполняется проверка логического состояния. Логические значения (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как «Высокое», «Низкое» или «Безразлично».
Установка и удержание	Запуск по нарушению и времени установки, и времени удержания между сигналом тактовой частоты и сигналом данных на любом из входных каналов
Длительность фронта (время нарастания/спада)	Запуск происходит в том случае, если длительность фронта оказывается больше или меньше заданной величины. Фронт может быть задан или положительный (нарастающий), или отрицательный (спадающий), или любой.
Видеосигнал	Запуск по определённой строке, по всем строкам, по чётным, нечётным или всем полукадрам видеосигналов NTSC, PAL и SECAM
I <sup>2</sup> C (опция)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному подтверждению, адресу (7- или 10-битному), данным или адресу и данным на шинах I <sup>2</sup> C со скоростью передачи до 3,4 Мбит/с
SPI (опция)	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью передачи до 10,0 Мбит/с
CAN (опция)	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, удалённый запрос, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу кадра, пропущенному подтверждению или ошибке заполнения битов в сигналах шины CAN со скоростью передачи до 1 Мбит/с. Запуск можно настроить так, чтобы он происходил в том случае, если данные окажутся ≤, <, =, >, ≥ или ≠ заданному значению. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается на 50%.
RS-232/422/485/UART (опция)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приёма, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке чётности передачи и ошибке чётности приема
LIN (опция)	Запуск по синхроимпульсу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, кадру активизации, кадру дежурного режима, а также по ошибкам синхронизации, чётности или контрольной суммы
Параллельная шина (только для моделей MSO)	Запуск по значению данных на параллельной шине

## Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват дискретизированного сигнала
Пик-детектор	Захват глитчей длительностью от 3,5 нс при любой скорости развертки
Усреднение	Усреднение по заданному количеству осциллограмм (от 2 до 512)
Прокрутка	Прокрутка осциллограмм справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

## Измерение параметров сигналов

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран
Автоматические измерения	29 видов, четыре из которых можно вывести на экран одновременно. Измеряемые параметры включают частоту, период, задержку, длительность переднего и заднего фронта, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фазу, положительный выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуду, высокий уровень, низкий уровень, максимальное, минимальное и среднее значения, циклическое среднее, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое значение, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число фронтов, число спадов, площадь и циклическую площадь.
Стробирование	Выделение определённого события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров осциллограммы.

## Математическая обработка сигналов

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание и умножение сигналов
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Спектральная амплитуда. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.

## Программное обеспечение

ПО	Описание
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MSO/DPO2000, позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного пользовательского интерфейса; не требует никакого программирования. Версия ПО, входящая в стандартную комплектацию осциллографов серии MSO/DPO2000, поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPTE) включает дополнительную обработку сигналов, расширенные средства анализа, смешанные сигналы, свипирование, проверку граничных условий и определяемые пользователем пошаговые режимы. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO2000 с компьютерами, работающими под управлением Windows. 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.
Драйвер IVI	Предоставляет стандартный интерфейс программирования приборов для распространённых приложений: LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB
eScope	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO2000 по локальной сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.

## Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип дисплея	цветной жидкокристаллический TFT дисплей с диагональю 7 дюймов (180 мм)
Разрешение	480 × 234 пикселей (WQVGA)
Представление сигналов	векторы, точки (в режиме запуска по видеосигналу), переменное послесвечение, бесконечное послесвечение
Координатная сетка	полная, сетка, перекрестие, рамка
Формат	YТ и XY
Максимальная скорость захвата сигналов	до 5 000 осциллограмм в секунду

## Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной ведущий порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители и клавиатуры. Расположен на передней панели.
Высокоскоростной ведомый порт USB 2.0	Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с ТЕК-USB-488, а также прямую распечатку на всех принтерах, совместимых с технологией PictBridge. Расположен на задней панели.
Сетевой порт LAN	Разъём RJ-45, поддерживает стандарт 10/100Base-T (необходим модуль DPO2CONN)
Выход видеосигнала	Разъём DB-15, позволяет выводить изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор (необходим модуль DPO2CONN).
Дополнительный вход	Разъём BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм ±2 %. Максимальное входное напряжение 300 В (скз) CAT II с пиковыми значениями до ±450 В.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели, амплитуда 5,0 В, частота 1 кГц
Замок Kensington	Слот на задней панели под стандартный замок Кенсингтона

## Питание прибора

Параметр	Описание
Напряжение питания	от 100 до 240 В ±10%
Частота	от 45 до 65 Гц (90...264 В) от 360 до 440 Гц (100...132 В)
Потребляемая мощность	80 Вт (макс.)
Дополнительный внешний источник питания TekVPI® (119-74 65-xx)	выходное напряжение 12 В; выходной ток 5 А; потребляемая мощность: 50 Вт

## Физические характеристики

## Габаритные размеры, мм

Высота	180
Ширина	377
Глубина	134
Масса, кг	
Нетто	3,6
Брутто	6,2
Конфигурация при монтаже в стойку	4 U
Зазоры для охлаждения	по 50 мм слева и сзади

## Условия окружающей среды

Параметр	Описание
Температура	
рабочая	от +10 до +50°C
хранения	от -40 до +71°C
Относительная влажность	
рабочая	высокая: от 5 до 60% при температуре 30 до 50°C низкая: от 5 до 95% при температуре 0 до 30°C
хранения	высокая: от 5 до 60% при температуре 30 до 55°C низкая: от 5 до 95% при температуре 0 до 30°C
Высота над уровнем моря	
рабочая	до 3000 м
хранения	до 12000 м
Вибрация случайного характера	
рабочая	0,31g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут
хранения	2,46g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут
Нормативные документы	
электромагнитная совместимость	Директива совета ЕС 2004/108/ЕС
безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSAC22.2 № 61010.1-04; EN61010-1: 2001; соответствует Директиве по безопасности низковольтного оборудования 2004/108/ЕС

## Информация для заказа

## Модели DPO2000

Наименование	Описание
DPO2012	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек
DPO2014	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек
DPO2024	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек

## Модели MSO2000

Наименование	Описание
MSO2012	Осциллограф смешанных сигналов, 2 аналоговых и 16 цифровых каналов, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек
MSO2014	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 100 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек
MSO2024	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 200 МГц, 1 Гвыб./с, длина записи 1 М точек

**В комплект поставки всех моделей входит:** один пассивный пробник на каждый аналоговый канал (P2221, 200 МГц, 1x/10x), руководство пользователя и накладка на переднюю панель, компакт-диск с документацией (063-4118-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE, сертификат калибровки, кабель питания, трехлетняя гарантия.

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

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

## Прикладные программные модули

Модуль	Описание
DPO2AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по содержимому пакетов, передаваемых по шинам CAN и LIN, а также предоставляет средства анализа, включая цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени.
DPO2COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по содержимому пакетов, передаваемых по шинам RS-232/422/485/UART, а также предоставляет средства анализа, включая цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени.
DPO2EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встроенных систем. Позволяет осуществлять запуск по содержимому пакетов, передаваемых по шинам I <sup>2</sup> C и SPI, а также предоставляет средства анализа, включая цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, средства поиска и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Модели DPO2012 и MSO2012 поддерживают только двухпроводные шины SPI.

## Программное обеспечение для отладки ПЛИС

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO2000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа
FPGAVIEW-A-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO2000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК.
FPGAVIEW-X-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO2000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-X-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO2000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК.



## Опции прибора

## Варианты вилки кабеля питания

Опции	Описание
Опция A1	Универсальная европейская

Язык руководства пользователя<sup>\*1</sup>

Опции	Описание
Опция L10	русский

<sup>\*1</sup> Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.

Сервисные опции<sup>\*2</sup>

Опции	Описание
Опция C3	Услуги калибровки в течение 3 лет
Опция C5	Услуги калибровки в течение 5 лет
Опция CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, какое событие произойдет раньше
Опция D1	Отчет с калибровочными данными
Опция D3	Отчет с калибровочными данными в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет с калибровочными данными в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет

<sup>\*2</sup> Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в соответствующих технических описаниях.

## Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TAP1500 <sup>*3</sup>	Несимметричный активный пробник, 1,5 ГГц, TekVPI™
TDR0500 <sup>*3, *5</sup>	Дифференциальный пробник, 500 МГц, TekVPI™, 42 В
TSP0030 <sup>*3</sup>	Пробник переменного/постоянного тока, TekVPI™, 30 А, 120 МГц
TSP0150 <sup>*3</sup>	Пробник переменного/постоянного тока, TekVPI™, 150 А, 20 МГц
TCPA300/400 <sup>*6</sup>	Усилители для систем измерения тока
TSP305	Токовый пробник для TCPA300, 50 А, от 0 до 50 МГц
TSP404XL	Токовый пробник для TCPA400, 500 А, от 0 до 2 МГц
P5100	Высоковольтный пассивный пробник, 2,5 кВ, 100×
P5200	Высоковольтный активный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 50×/500×, 25 МГц
P5205 <sup>*3, *4</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 100 МГц
P5210 <sup>*3, *4</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 5,6 кВ, 50 МГц
ADA400A <sup>*3, *4</sup>	Дифференциальный усилитель с высоким коэффициентом усиления, 100×, 10×, 1×, 0,1×

## Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
DPO2CONN	Дополнительный порт Ethernet (10/100Base-T) и выход видеосигнала
071-2331-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
TPA-BNC*3	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-DPG*3	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов TekVPI
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников
196-3508-xx	Набор проводов для цифрового пробника (8 каналов)
119-7465-xx	Внешний источник питания TekVPI
SIGEXPT	Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition (полная версия)
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD2000	Мягкая сумка для переноски и защитная крышка передней панели
200-5045-xx	Защитная крышка передней панели
HCSTEK4321	Жёсткий кейс для транспортировки (необходима опция ACD2000)
RMD2000	Комплект для монтажа в стойку. Без выдвижных полозьев

<sup>\*3</sup> Необходим внешний адаптер питания TekVPI (119-7465-00); по одному на каждый осциллограф.

<sup>\*4</sup> Необходим адаптер TPA-BNC.

<sup>\*5</sup> Пробники согласованы на нагрузку 50 Ом, но осциллограф автоматически переключает эту нагрузку на 1 МОм.

<sup>\*6</sup> Необходима проходная нагрузка 50 Ом между входом осциллографа и кабелем BNC.

## Гарантия

Три года на детали и работу, за исключением пробников

# Осциллографы смешанных сигналов Осциллографы с цифровым люминофором

Серии MSO3000 и DPO3000



## Возможности и преимущества

### Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 500, 300 и 100 МГц
- Расширяемая полоса пропускания (до 500 МГц)
- Модели с 2 и 4 аналоговыми каналами
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Частота дискретизации 2,5 Гвыб./с по всем каналам
- Длина записи 5 млн. точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата сигнала >50 000 осциллограмм в секунду
- Расширенный набор функций запуска

### Простота в обращении

- Панель управления Wave Inspector® облегчает навигацию и автоматизирует поиск данных
- 29 автоматических измерений, включая быстрое преобразование Фурье, упрощают анализ сигналов
- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения
- Широкоэкранный цветной дисплей WVGA с диагональю 9 дюймов (229 мм)
- Небольшие размеры и вес – всего 147 мм в глубину при массе 4 кг

### Интерфейсы

- Хост-порты USB 2.0 на передней и 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 сетевой порт Ethernet 10/100 и видеовыход для вывода экрана осциллографа на монитор или проектор

### Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин

- Опции для автоматического запуска, анализа и поиска для последовательных шин I<sup>2</sup>C, SPI, MIL-STD-1553, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART и I2S/LJ/RJ/TDM

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

- Автоматический запуск, декодирование и поиск сигналов параллельных шин
- Многоканальный запуск по времени установки и удержания
- Режим быстрого захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени в цифровых каналах 121,2 пс

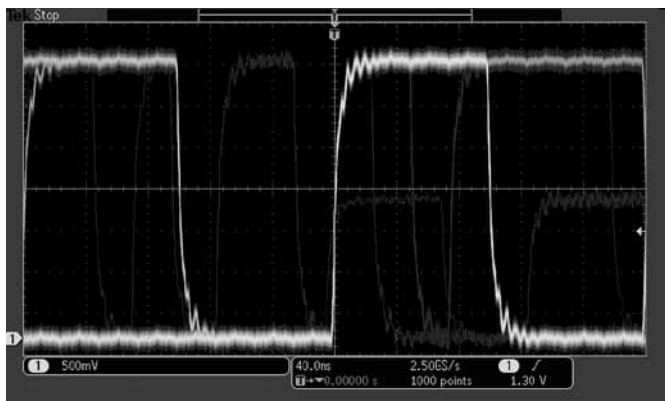
### Дополнительные приложения

- Анализ источников питания
- Анализ HDTV и специальных видеосигналов

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

С помощью осциллографов смешанных сигналов серии MSO/DPO3000 можно анализировать на одном приборе до 20 аналоговых и цифровых сигналов, что позволяет быстро находить проблемы в сложных системах. Полоса пропускания до 500 МГц и 5-кратная передискретизация на всех каналах позволяют получить характеристики, необходимые для многих современных приложений. Осциллографы MSO/DPO3000 обеспечивают длину записи до 5 млн. точек в стандартной конфигурации во всех каналах, позволяя захватывать длинные фрагменты сигнала при сохранении высокого разрешения по времени.

Благодаря применению системы поиска и навигации Wave Inspector®, функций автоматизированного анализа последовательных и параллельных шин, а также источников питания, осциллографы серии MSO/DPO3000 компании Tektronix предлагают расширенный набор средств, необходимых для упрощения и ускорения отладки сложных схем.



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

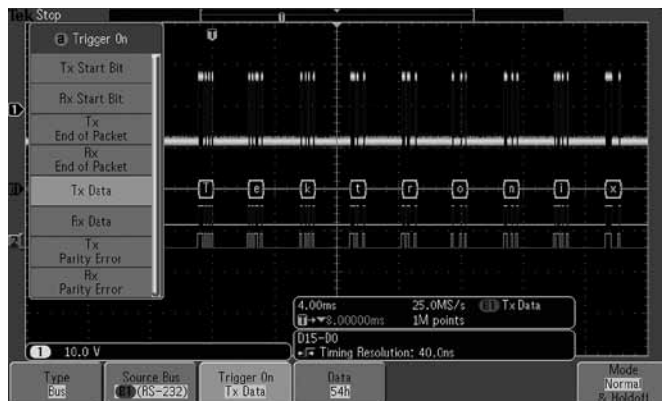
Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают широкий набор функций, ускоряющих все этапы отладки – от быстрого обнаружения аномалии и ее захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа их характеристик и поведения вашего устройства.

#### Обнаружение

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

Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают наиболее полный в своем классе набор функций визуализации, позволяя глубже понять истинные процессы, происходящие в вашем устройстве. Высокая скорость захвата сигналов – более 50 000 осциллограмм в секунду – позволяет за считанные секунды заметить 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.



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

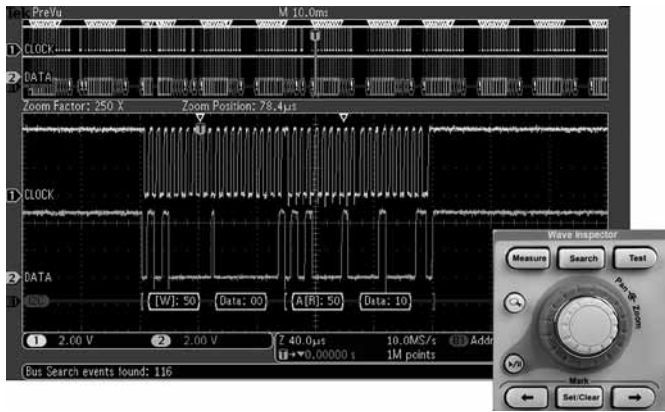
#### Захват

Обнаружение сбоев устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие и установить причину его возникновения. В серию MSO/DPO3000 входят модели с аналоговой полосой пропускания 100 МГц, 300 МГц и 500 МГц, что значительно расширяет область применения этих осциллографов. Опыт компании Tektronix свидетельствует о том, что требования к проектам меняются с течением времени и очень скоро может потребоваться осциллограф с более совершенными характеристиками, чем у имеющегося. Серия MSO/DPO3000 позволяет приобрести прибор с полосой пропускания, которая нужна сейчас, а затем просто расширить ее (до 500 МГц), если изменятся требования к проекту, не покупая новый прибор.

Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по поврежденным импульсам, по логическим комбинациям параметров, по ширине импульса, по нарушению условий установки/удержания, по последовательным пакетам и параллельным данным, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 5 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересных событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Широкие возможности осциллографов серии MSO/DPO3000 – от запуска по содержимому конкретного пакета до автоматического декодирования разных форматов данных – обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин – I<sup>2</sup>C, SPI, MIL-STD-1553, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM. Способность одновременного декодирования до двух последовательных и/или параллельных шин позволяет быстро распознавать проблемы системного уровня.

Для более глубокой диагностики взаимодействий системного уровня в сложных встроенных системах, осциллографы серии MSO/DPO3000, кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку эти цифровые каналы полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск от любых входных каналов, автоматически связывая по времени все аналоговые, цифровые и последовательные сигналы. Режим быстрого захвата MagniVu™ позволяет захватывать мельчайшие подробности сигнала вокруг точки запуска (с разрешением до 121,2 пс). Режим MagniVu особенно удобен для точного определения временных интервалов, что необходимо для измерения времени установки и удержания, задержки тактовой частоты, фазовых сдвигов и характеристик глитчей.



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

### Поиск

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной записи сигнала может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что длина записи может превышать миллион точек, поиск события может означать пролистывание нескольких тысяч экранов осциллограмм. Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают наиболее совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель ускоряет панорамирование и растяжение фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, вы можете перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Специальные маркеры позволяют пометить любое место, куда вы хотите вернуться в дальнейшем. Можно также выполнять автоматический поиск по заданным критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые, цифровые и последовательные данные. По пути он автоматически отмечает все появления указанного события и позволяет быстро перемещаться между ними.



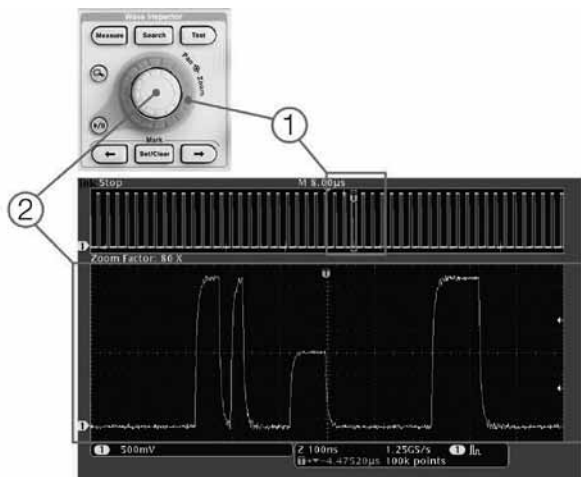
*Анализ: быстрое преобразование Фурье импульсных сигналов. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик схемы.*

### Анализ

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

Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, 29 автоматических измерений, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов со временем. Имеются также специальные программы анализа последовательных шин, проектирования источников питания и разработки видеоприборов.

Для расширенного анализа можно использовать программу LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которая предлагает более 200 встроенных функций, включая анализ в частотной и временной области, проверку граничных значений, регистрацию данных и настраиваемую генерацию отчетов.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования можно пролистать все 5 млн. точек записи (1). Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. А если вы увидели нечто интересное и хотите подробнее это рассмотреть? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

## Система навигации и поиска Wave Inspector®

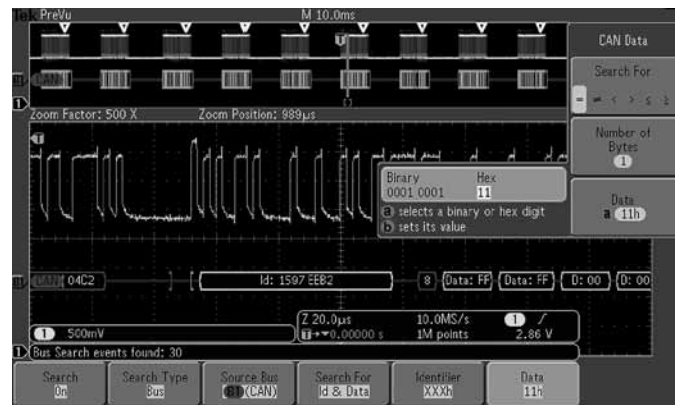
Запись длиной 5 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. С помощью панели Wave Inspector, лучшего в отрасли средства навигации и поиска, осциллографы серии MSO/DPO3000 позволяют отыскивать нужные события за считанные секунды. Wave Inspector предлагает следующие инновационные возможности.

### Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

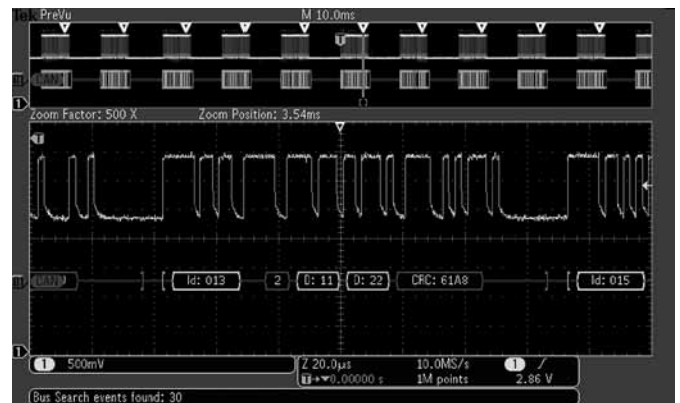
Специальная сдвоенная поворотная ручка на передней панели позволяет интуитивно управлять масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка управляет коэффициентом увеличения (или масштабированием); поворот ее по часовой стрелке включает растяжку сигнала и постепенно переходит к все более высоким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

### Пауза/воспроизведение (Play/Pause)

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



Первый этап поиска: вы определяете, что хотите найти.



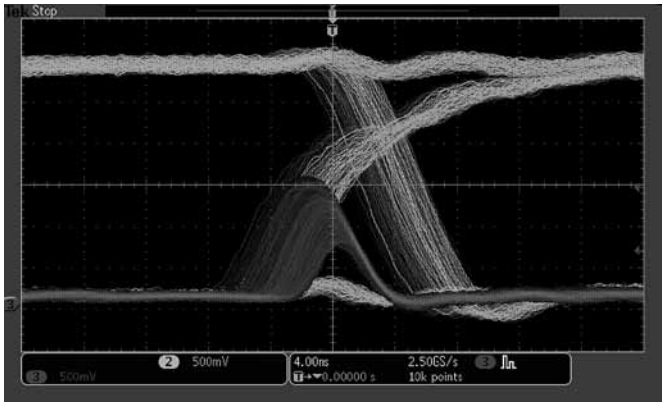
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между событиями с помощью кнопок **Previous** (назад) и **Next** (вперед).

### Метки пользователя

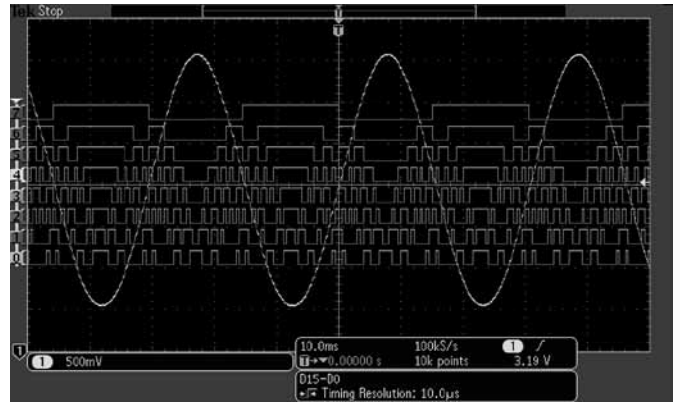
Расположенная на передней панели кнопка **Set Mark** (поставить метку) позволяет отметить одно или несколько мест на осциллограмме. Перемещение между метками выполняется с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и далее).

### Поиск меток

Кнопка **Search** (поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и искать определенные пользователем события. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед). Возможен поиск фронтов, импульсов/глитчей определенной ширины, поврежденных импульсов, логических комбинаций, установки и удержания, переднего/заднего фронта определенной длительности для параллельных шин и содержимого пакета шин I<sup>2</sup>C, SPI, MIL-STD-1553, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM.



Технология цифрового люминофора осциллографов MSO/DPO3000 поддерживает скорость захвата более 50000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в реальном времени.



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

### Технология цифрового люминофора

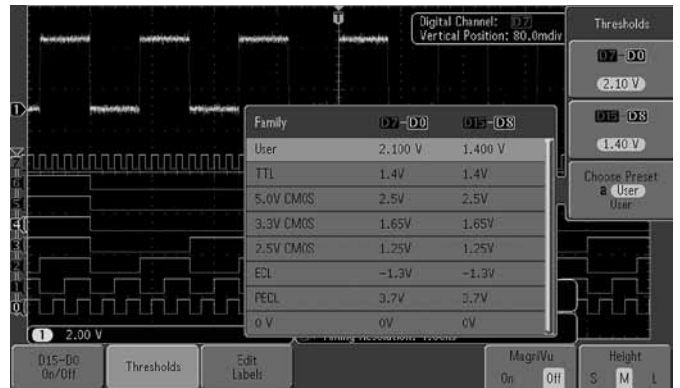
Примененная в осциллографах серии MSO/DPO3000 технология цифрового люминофора позволяет быстро оценить реальное поведение исследуемого устройства. Высокая скорость захвата – более 50 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность обнаружения кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах: поврежденных импульсов, глитчей, нарушений синхронизации и много другого.

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

Осциллографы серии MSO/DPO3000 позволяют установить бесконечное или переменное время удержания, определяющее срок, в течение которого захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.

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

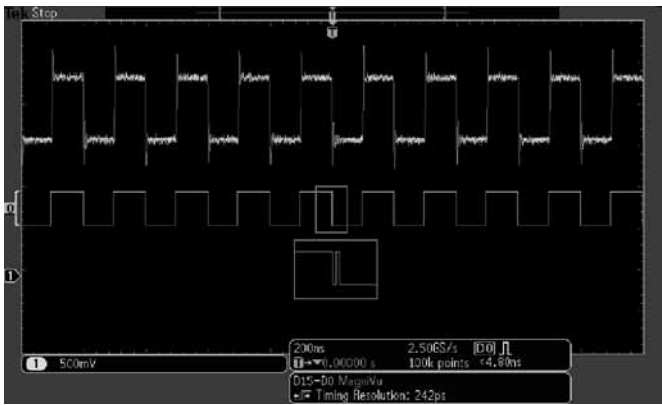
Осциллографы смешанных сигналов серии MSO3000 имеют 16 цифровых каналов. Эти каналы органично интегрированы в интерфейс пользователя осциллографа, что упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих со смешанными сигналами.



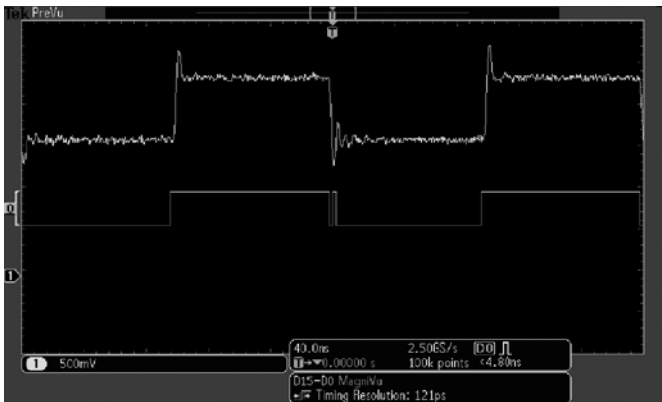
Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто располагая их на экране рядом друг с другом. Затем помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой. Для каждой группы из восьми каналов можно установить отдельные пороги, что обеспечивает поддержку логических устройств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

### Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы серии MSO3000 позволяют по-новому взглянуть на цифровые сигналы. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присуща одна общая проблема – невозможность отличить нули от единиц при выборе такого режима развертки, при котором осциллограмма цифрового сигнала представляет собой одну сплошную горизонтальную линию. Осциллографы серии MSO3000 поддерживают цветовое кодирование цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим.



Белые фронты означают, что растяжка изображения может дать дополнительную информацию. В данном примере показано, что при растяжении белого фронта открывается глитч.



Режим быстрого захвата MagniVu обеспечивает разрешение по времени 121,2 пс, позволяя выполнять точные измерения временных характеристик цифровых сигналов.

Встроенная в осциллографы серии MSO3000 схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала в белый цвет при обнаружении в этой точке множества переходов. Белые фронты говорят о том, что растяжение сигнала или захват его с более высокой частотой дискретизации может дать дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение может показать импульсы, незаметные при прежних настройках. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, значит, повышение частоты дискретизации при следующем захвате может выявить высокочастотную информацию, недоступную при прежних настройках. Осциллографы серии MSO3000 упрощают процесс настройки канала, позволяя группировать цифровые сигналы и снабжать их метками, вводимыми с USB клавиатуры. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их на экране рядом друг с другом. Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать одновременно. Это существенно сокращает время настройки, связанное с отдельным перемещением каждого канала.



Пробник P6316 MSO имеет две группы по восемь контактов, упрощая подключение к тестируемому устройству.

#### Режим быстрого захвата MagniVu™

Основной режим цифрового захвата осциллографов серии MSO3000 позволяют записывать до 5 млн. точек со скоростью 500 Мвыб./с (с разрешением 2 нс). Но кроме основного режима осциллографы MSO3000 предлагают сверхбыстрый режим записи, получивший название MagniVu, который позволяет захватывать 10 000 точек со скоростью до 8,25 Гвыб./с (с разрешением 121,2 пс). Обе осциллограммы – основная и MagniVu – захватываются при каждом запуске, при этом можно переключаться между ними и выводить их на экран в режиме остановленной или живой развертки. MagniVu обеспечивает значительно лучшее разрешение по времени, чем имеющиеся на рынке аналогичные модели осциллографов, внушая уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.

#### Пробник P6316 MSO

Этот уникальный пробник имеет две группы по восемь каналов, упрощая подключение к тестируемому устройству. Пробник P6316 может подключаться к группам штыревых контактов 8×2 (шаг 2,54 мм), расположенным на печатных платах. Также можно использовать прилагаемый комплект гибких проводников и зажимов для подключения к элементам поверхностного монтажа или контрольным точкам. Кроме этого, P6316 обладает превосходными электрическими характеристиками – входной емкостью всего 8 пФ и входным сопротивлением 101 кОм.

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

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретации изображения на экране осциллографа и выделение интересующих событий. Осциллографы серии MSO/DPO3000 предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, таких как I<sup>2</sup>C, SPI, MIL-STD-1553, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM, обеспечивая автоматический запуск, декодирование и поиск.

#### Запуск по сигналам последовательных шин

Осциллографы серии MSO/DPO3000 поддерживают запуск по содержанию пакета, например, по началу пакета, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п., таких популярных последовательных интерфейсов, как I<sup>2</sup>C, SPI, MIL-STD-1553, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM.

#### Представление шины

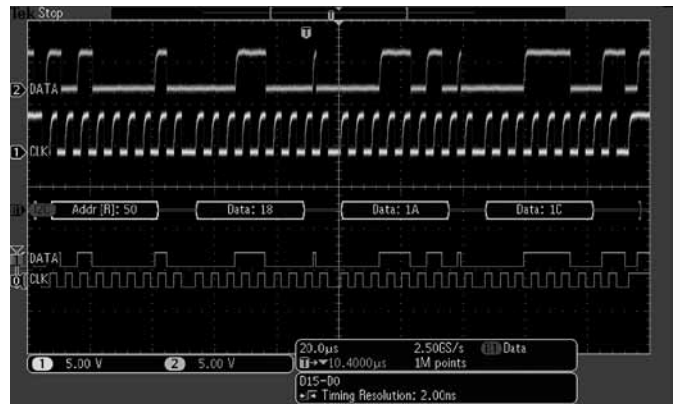
Высокоуровневое комбинированное представление отдельных составляющих сигнала шины (тактовой частоты, данных, выбора кристалла и т. п.) упрощает поиск начала и конца пакетов и идентификацию их компонентов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и т. п.

#### Декодирование сигналов шины

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы определите шину, осциллографы серии MSO/DPO3000 будут декодировать каждый пакет на этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только LIN, FlexRay, MIL-STD-1553), десятичном со знаком (только I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM) или ASCII (только MIL-STD-1553 и RS-232/422/485/UART) виде.

#### Таблица событий

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



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

Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-6.301ms	519	4	4269 600C	7744	
-6.143ms	150/EEB2	8	4E4F FFF1 0272 DF68	2180	
-7.867ms	5271E32	1	11	7F30	
-7.710ms	140014	3	1122 33	5E0C	
-7.520ms	160016	5	1122 3344 55	3911	
-7.298ms	18181818	7	F1F2 F3F4 F5F6 F7	5F98	
-7.034ms	0	8	0000 0000 0000 0000	3D4F	
-6.734ms	757	0	Remote Frame	2068	
-6.426ms	1A23AA55	0	Remote Frame	3536	
-6.409ms	57	6	4568 6035 7273	7095	
-6.305ms	150/EEA3	8	0E55 03F4 5045 408C	1080	
-6.039ms	13	2	1122	61A8	
-5.909ms	15	4	1122 3344	3751	
-5.746ms	17	6	1122 3344 5566	5D77	
-5.552ms	1FF	8	C1C2 C3C4 B0B6 B4B4	6900	
-5.326ms	1FFFFFFF	8	FFFF FFFF FFFF FFFF	1869	

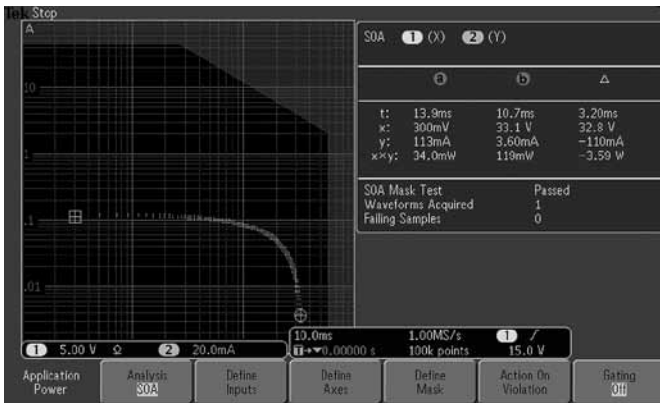
Таблица событий отображает декодированные идентификатор, DLC, данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN при долговременном измерении.

#### Поиск

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересующих событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? В былые времена в поисках причины возникновения того или иного события вам пришлось бы вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Осциллографы серии MSO/DPO3000 позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержанию пакетов. Каждое обнаруженное событие помечается поисковой меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки Previous (←) и Next (→) (назад и далее) на передней панели.

Технология		Запуск	Декодирование сигналов шины	Таблица событий	Поиск	Наименование изделия для заказа
Встраиваемые системы	I <sup>2</sup> C	X	X	X	X	DPO3EMBD
	SPI	X	X	X	X	DPO3EMBD
Компьютеры	RS-232/422/485, UART	X	X	X	X	DPO3COMP
Автомобили	CAN	X	X	X	X	DPO3AUTO
	LIN	X	X	X	X	DPO3AUTO
	FlexRay	X	X	X	X	DPO3FLEX
Оборонная и аэрокосмическая отрасли	MIL-STD-1553	X	X	X	X	DPO3AERO
Аудиоаппаратура	I <sup>2</sup> S	X	X	X	X	DPO3AUDIO
	LJ, RJ	X	X	X	X	DPO3AUDIO
	TDM	X	X	X	X	DPO3AUDIO

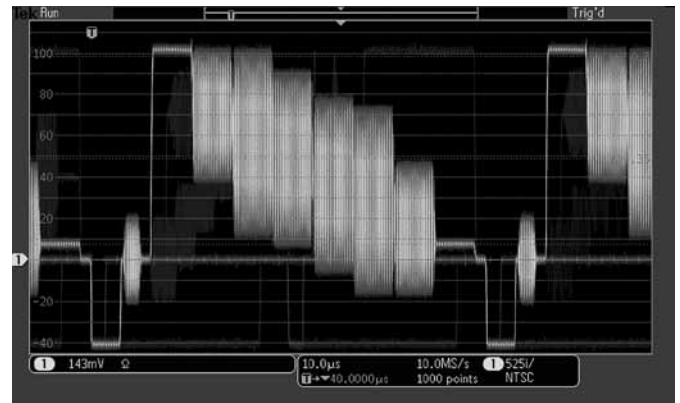




Определение области устойчивой работы. Функции автоматического измерения характеристик питания позволяют быстро и точно анализировать традиционные параметры источников питания.

### Анализ источников питания (опция)

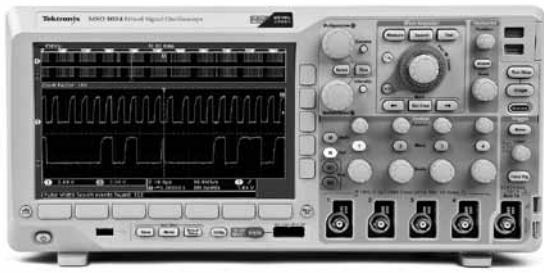
Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск более экологичных решений с меньшим энергопотреблением требуют от разработчиков источников питания измерения и минимизации коммутационных потерь. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов на системы питания, необходимо измерять напряжения источников питания, чистоту выходного спектра и уровень гармоник в цепях питания. Исторически сложилось так, что измерение этих и многих других параметров с помощью осциллографа отнимало много времени и представляло собой кропотливый ручной процесс. Дополнительные средства анализа источников питания осциллографов серии MSO/DPO3000 существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, зону устойчивой работы (SOA), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt). Благодаря полной интеграции в схему осциллографа, средства анализа источников питания позволяют одним нажатием кнопки выполнять автоматические, воспроизводимые измерения, причем без внешнего компьютера и сложных программных настроек.



Исследование видеосигнала NTSC. Обратите внимание, что создаваемое осциллографом DPO изображение с градациями яркости позволяет отобразить длительность сигнала, амплитуду и распределение амплитуды во времени.

### Проектирование и разработка видеоустройств

Многие инженеры, работающие с видеоборудованием, сохраняют преданность аналоговым осциллографам, считая, что градации яркости на дисплее ЭЛТ дают единственный способ заметить некоторые мелкие детали видеосигнала. Высокая скорость захвата осциллографов серии MSO/DPO3000 в сочетании с градациями яркости сигнала предоставляет столь же информативное изображение, как и на аналоговом осциллографе, и в то же время позволяет разглядеть значительно больше деталей и воспользоваться всеми преимуществами цифровых осциллографов. Такие стандартные функции, как разметка шкалы в IRE и mV, выравнивание по полям, полярность видеосигнала и автонастройка, достаточно интеллектуальна для обнаружения видеосигналов, превращают осциллографы серии MSO/DPO3000 в самые простые в обращении осциллографы для видеоприменений. А благодаря полосе 500 МГц, четырем аналоговым входам и встроенному входному терминатору 75 Ом, осциллографы серии MSO/DPO3000 обладают достаточными характеристиками для работы с аналоговыми и цифровыми видеосигналами. Помимо этого, видеофункции осциллографов серии MSO/DPO3000 дополняются программным модулем видеообработки DPO3VID. Модуль DPO3VID предлагает наиболее полный в своем классе набор функций запуска по сигналу HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.



*MSO/DPO3000 призван облегчить вашу работу. Большой дисплей с высоким разрешением показывает мельчайшие подробности сигнала. Специальные органы управления на передней панели упрощают работу. Порт USB на передней панели позволяет сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях.*

### Прибор, облегчающий вашу работу

Большой дисплей с высоким разрешением

Осциллографы серии MSO/DPO3000 оборудованы большим широкоформатным 9-дюймовым (229 мм) дисплеем с высоким разрешением (800 × 480 WVGA), позволяющим рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Специальные органы управления на передней панели

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

Интерфейсы

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

Небольшие размеры

Небольшие размеры и удобное конструктивное исполнение осциллографа позволяют легко перемещать его между лабораториями, а глубина, всего 147 мм, экономит драгоценное место на рабочем столе.



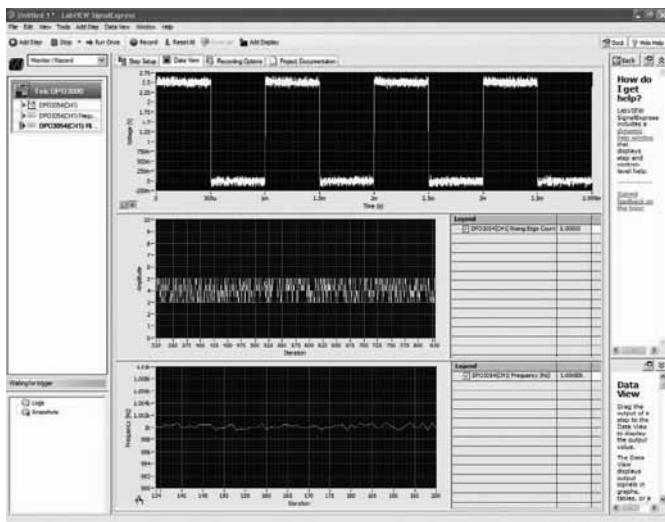
*Небольшие размеры осциллографов серии MSO/DPO3000 экономят драгоценное место на рабочем столе или стенде.*



*Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.*

Интерфейс пробников TekVPI™

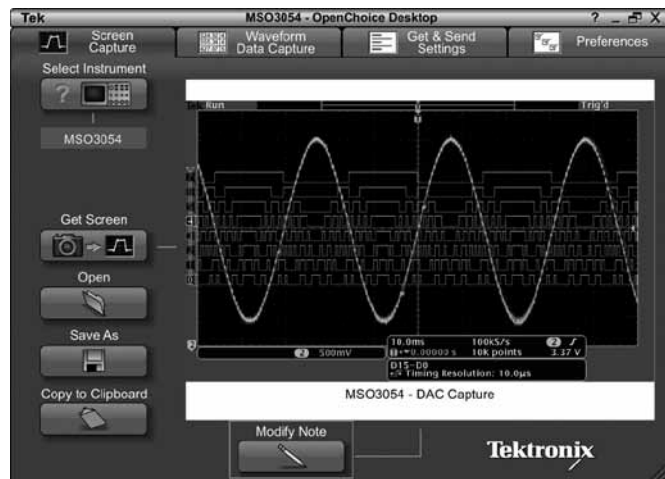
Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI оборудованы индикаторами состояния и органами управления, а также кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной прямо на блоке. Интерфейс TekVPI обеспечивает прямое подключение токовых пробников, позволяя обойтись без отдельного источника питания. Пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что позволяет гибко использовать их в составе автоматических контрольно-измерительных систем.



NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition – полностью интерактивное ПО для измерения, захвата и анализа сигналов, разработанное совместно с компанией National Instruments и оптимизированное для осциллографов серии MSO/DPO.

#### Расширенные средства анализа

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



ПО OpenChoice® Desktop обеспечивает совместную работу осциллографа с компьютером.

Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять осциллограммы и результаты измерений путем простого перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Опциональная профессиональная версия программы предлагает более 200 встроенных функций для дополнительной обработки сигналов, расширенного анализа, свипирования, тестирования предельных значений и определения собственных этапов измерения. Для упрощения работы можно использовать входящее в комплект поставки ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через порт USB или LAN, позволяя передавать настройки, осциллограммы и снимки экрана.

## Технические характеристики

## Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO3012 DPO3012	MSO3014 DPO3014	MSO3032 DPO3032	MSO3034 DPO3034	DPO3052	MSO3054 DPO3054
Число входных каналов	2	4	2	4	2	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ)	100 МГц	100 МГц	300 МГц	300 МГц	500 МГц	500 МГц
Расчетное время нарастания 5 мВ/дел. (типичное)	3,5 нс	3,5 нс	1,17 нс	1,17 нс	700 пс	700 пс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц		20 МГц, 150 МГц			
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля					
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 75 Ом ±1%, 50 Ом ±1%					
Диапазон входной чувствительности, 1 МОм	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.					
Диапазон входной чувствительности, 75 Ом, 50 Ом	от 1 мВ/дел. до 1 В/дел.					
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)					
Макс. входное напряжение, 1 МОм	300 В (ср.кв.) с пиковыми значениями ≤ ±450 В					
Макс. входное напряжение, 75 Ом, 50 Ом	5 В (ср.кв.) с пиковыми значениями ≤ ±20 В					
Погрешность усиления постоянного напряжения	±2,5% для 1 мВ/дел ±2,0% для 2 мВ/дел ±1,5% для 5 мВ/дел и выше					
Развязка между каналами (любые два канала с одинаковой чувствительностью)	≥100:1 на частоте ≤100 МГц и ≥30:1 на частоте от 100 МГц вплоть до верхней границы полосы					

## Диапазон смещения

Диапазон	1 МОм	50 Ом, 75 Ом
от 1 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±1 В	±1 В
от 100 мВ/дел до 995 мВ/дел	±10 В	±5 В
1 В/дел	±100 В	±5 В
от 1,01 В/дел до 10 В/дел	±100 В	не определено

## Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO3000
Число входных каналов	16 цифровых (от D15 до D0)
Пороги	Общая настройка для группы из 8 каналов
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, настраивается пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	от -15 В до +25 В
Максимальное входное напряжение	от -20 В до +30 В
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	50 В (ампл.) (зависит от установленного порога)
Минимальный размах напряжения	500 мВ (ампл.)
Входное сопротивление	101 кОм
Входная емкость пробника	8 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

## Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Параметр	Все модели MSO3000
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	2,5 Гвыб./с
Максимальная длина записи (все каналы)	5 млн. точек
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы)	2 мс
Диапазон скорости развертки	от 1 нс/дел до 1000 с/дел
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 5000 с
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±100 нс
Погрешность развертки	±10×10 <sup>-6</sup> в любом интервале ≥1 мс

## Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели DPO3000
Макс. частота дискретизации (основной режим, все каналы)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Макс. длина записи (основной режим, все каналы)	5 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (MagiVu, все каналы)	8,25 Гвыб./с (разрешение 121,2 пс)
Максимальная длина записи (MagiVu, все каналы)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная длительность импульса (все каналы)	2,0 нс
Сдвиг фаз между каналами	500 пс (ном.)

**Система запуска**

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	Автоматический, нормальный и одно-кратный
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 выдержки запуска	от 20 нс до 8 с

**Режимы запуска**

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале или на дополнительном входе передней панели. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска на некоторое время – от 8 нс до 8 с. Или задержка запуска до некоторого события – от 1 до 9 999 999 событий.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению. Кроме того, можно осуществить запуск, когда длительность импульса находится в пределах или за пределами заданного диапазона значений времени.
Время ожидания	Запуск случае, если в течение указанного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного импульса.
Поврежденный импульс	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по фронту которого проверяется логическое выражение. Логические значения (AND, OR, NAND, NOR), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Длительность переднего/заднего фронта	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Фронт может быть передним, задним или любым.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенный набор видеосигналов (опционально)	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.
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, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 10,0 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опционально)	Запуск по синхросигналу, типу слова* <sup>1</sup> (команда, статус, данные), командному слову* <sup>1</sup> (установка адреса RT, прием/передача, субадрес/режим, счёт слов данных/код режима, чётность), слову статуса* <sup>1</sup> (установка адреса RT, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, приём широкоэмитательной команды, занятость, флаг подсистемы, динамический контроль шины, флаг терминала, чётность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, чётности, кода манчестера, связности данных), времени простоя (минимальное время от 4 до 100 мкс, максимальное время от 12 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.
CAN (опционально)	Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия ≤, <, >, ≥ или ≠ для некоторого указанного значения. По умолчанию, настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50%.
I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM (опционально)	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 внутрь или за пределы 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.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема со скоростью до 10 Мбит/с.
LIN (опционально)	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по таким ошибкам, как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы, со скоростями до 1 Мбит/с (по определению LIN, 20 кбит/с).
FlexRay (опционально)	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 10 Мбит/с.
Параллельная шина (только на моделях MSO)	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 16 бит. Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

\*<sup>1</sup> 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.

**Чувствительность схемы запуска**

Параметр	Описание
Внутренний запуск, связь по постоянному току	0,5 делений от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
Внешний запуск (дополнительный вход)	200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ на частоте 250 МГц

**Диапазон уровней запуска**

Параметр	Описание
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Внешний запуск (дополнительный вход)	±8 В

**Режимы регистрации данных**

Режим	Описание
Выборка	Захват выбираемых значений.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей шириной от 2 нс на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 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 40 мс/дел.

**Измерение параметров осциллограмм**

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	29, четыре из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, 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 фронтов, число спадов, площадь и площадь периода.
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.

**Измерение параметров источников питания (опционально)**

Измерение	Описание
Качество питающих напряжений	Среднеквадратическое напряжение, пик-фактор напряжения, частота, среднеквадратический ток, пик-фактор тока, истинная мощность, кажущаяся мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Коммутационные потери	Потери мощности: $T_{вкл} \cdot T_{откл}$ , проводимость, всего. Потери энергии: $T_{вкл} \cdot T_{откл}$ , проводимость, всего.
Гармонические составляющие	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2 Класс А и MIL-STD-1399.
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, положительной скважности и отрицательной скважности.
Область устойчивой работы	Графическое представление и тестирование по маске области устойчивой работы импульсных источников питания.
dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

**Математическая обработка осциллограмм**

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье.
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольного, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Расширенные математические функции	Возможно определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические функции (БПФ, интегрирование, дифференцирование, логарифм, экспонента, корень квадратный, синус, косинус, тангенс), скалярные значения, до двух определяемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, фронт, спад, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое за период, высокий уровень, низкий уровень, среднее значение, среднее за период, площадь, площадь за период и графики тренда), например, $(Intg(Ch1) - Mean(Ch1)) \times 1,414 \times VAR1$ .

**Программное обеспечение**

Продукт	Описание
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MSO/DPO3000, 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 (SIGEXPTE) 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.
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO3000 с компьютерами, работающими под управлением Windows. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав этого ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для составления отчетов и дальнейшего анализа.
Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
eScope	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO3000 по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.

**Характеристики дисплея**

Параметр	Описание
Тип дисплея	Широкоформатный жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 9 дюймов (228,6 мм).
Разрешение	800 пикселей по горизонтали × 480 пикселей по вертикали (WVGA).
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное время удержания, бесконечное удержание.
Координатная сетка	Полная, сетка, перекрестие, рамка, IRE и мВ.
Формат	YТ и XY.
Максимальная скорость захвата	>50 000 осциллограмм в секунду

**Порты ввода/вывода**

Порт	Описание
Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Один порт расположен на передней панели, и один – на задней.
Высокоскоростной порт ведомого устройства USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB с ТЕК-USB-488 и прямую распечатку на все принтеры, совместимые с PictBridge®.
Сетевой порт	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100Base-T.
Выход видеосигнала	Розетка DB-15, позволяет вывести экран осциллографа на внешний монитор или проектор.
Дополнительный порт	Разъем BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм. Макс. входное напряжение 300 В (ср.кв.) CAT II с пиковыми значениями ≤ ±450 В.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели. Амплитуда 2,5 В, частота 1 кГц.
Выход синхросигнала	Разъем BNC на задней панели. Выдает импульс отрицательной полярности в момент запуска осциллографа.
Замок Kensington	Слот на задней панели для стандартного замка Кенсингтона.

**Источник питания**

Параметр	Описание
Напряжение	от 85 до 265 В ±10%
Частота	от 45 до 440 Гц
Потребляемая мощность	120 Вт (макс.)
Дополнительный внешний источник питания TekVPI® <sup>*2</sup>	Выходное напряжение: 12 В Выходной ток: 5 А Потребляемая мощность: 50 Вт

\*2 Необходимо, если общая потребляемая мощность пробников превышает 20 Вт.

**Механические характеристики**

Размеры	мм
Высота	203,2
Ширина	416,6
Глубина	147,3
Масса	кг
Нетто	4,17
Брутто	8,62
Конфигурация для установки в стойку	5 U
Зазор для охлаждения	51 мм с левой и с задней стороны прибора

**Климатические условия**

Параметр	Описание
<b>Температура</b>	
Рабочая	от 0 до +50 °С
Хранения	от -40 до +71 °С
<b>Относительная влажность</b>	
Рабочая	Высокая: от 30 до 50 °С, от 5 до 45 % Низкая: от 0 до 30 °С, от 5 до 95 %
Хранения	Высокая: от 30 до 50 °С, от 5 до 45 % Низкая: от 0 до 30 °С, от 5 до 95 %
<b>Высота над уровнем моря</b>	
Рабочая	3000 метров
Хранения	12 000 метров
<b>Случайная вибрация</b>	
В рабочем состоянии	0,31 G (ср.кв.) от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, 30 минут всего
В нерабочем состоянии	2,46 G (ср.кв.) от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, 30 минут всего
<b>Нормативные документы</b>	
Электромагнитная совместимость	Директива совета ЕС 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1:2004; CAN/CSA C22.2 № 61010.1-04; EN61010-1:2001; IEC61010-1:2001

## Информация для заказа

## Модели DPO3000

Наименование	Описание
DPO3012	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
DPO3014	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
DPO3032	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 300 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
DPO3034	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 300 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
DPO3052	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
DPO3054	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек

## Модели MSO3000

Наименование	Описание
MSO3012	(2+16)-канальный осциллограф смешанного сигнала, 100 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
MSO3014	(4+16)-канальный осциллограф смешанного сигнала, 100 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
MSO3032	(2+16)-канальный осциллограф смешанного сигнала, 300 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
MSO3034	(4+16)-канальный осциллограф смешанного сигнала, 300 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек
MSO3054	(4+16)-канальный осциллограф смешанного сигнала, 500 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 5 млн. точек

**В комплект поставки всех моделей входит:** один пробник P6139B 500 МГц, 10x пассивный пробник на каждый аналоговый канал, передняя крышка (200-5052-xx), руководство пользователя, компакт-диск с документацией (063-4104-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition LE, калибровочный сертификат с прослеживанием средств калибровки до Национального института метрологии и Системы регистрации качества ISO9001, кабель питания, сумка с принадлежностями (016-2008-xx), трехлетняя гарантия. При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства.

**Кроме того в комплект поставки моделей MSO входит:** один 16-канальный логический пробник P6316 и комплект принадлежностей.

## 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.

Модуль	Описание
DPO3AERO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин, применяемых в аэрокосмической отрасли. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шине MIL-STD-1553, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Сигнальные входы – Канал1 - Канал4, результат математической обработки, Опорный1 - Опорный4 Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный пробник)
DPO3AUDIO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных аудиошин. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах I <sup>2</sup> S, Left Justified (LJ), Right Justified (RJ), TDM и специальных аудиошинах, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Сигнальные входы – Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO) Рекомендуемые пробники: несимметричный
DPO3AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах CAN и LIN, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Сигнальные входы – LIN: Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO); CAN: Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO; только несимметричный пробник) Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный, CAN: дифференциальный или несимметричный
DPO3COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам компьютерных последовательных шин. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах RS-232/422/485/UART, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Сигнальные входы – Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO; только несимметричный пробник) Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный, RS-422/485: дифференциальный
DPO3EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шинах I <sup>2</sup> C и SPI, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Модели DPO3012, DPO3032 и DPO3052 поддерживают только двухпроводные шины SPI. Сигнальные входы – I <sup>2</sup> C: Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO); SPI: Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO)  Рекомендуемые пробники – I <sup>2</sup> C, SPI: несимметричный



Модуль	Описание
DPO3FLEX	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин FlexRay. Обеспечивает запуск по информации уровня пакетов на шине FlexRay, а также предлагает аналитические функции, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Сигнальные входы – Канал1 - Канал4 (и D0 - D15 на моделях MSO; только несимметричный пробник) Рекомендуемые пробники – дифференциальный или несимметричный
DPO3PWR	Модуль анализа источников питания. Позволяет быстро и точно анализировать качество питающих напряжений, коммутационные потери, гармонические составляющие, область устойчивой работы (SOA), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt).
DPO3VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.

**Расширение полосы пропускания**

Полоса пропускания всех моделей серии MSO/DPO3000 может быть расширена до 500 МГц.<sup>3</sup>

Опция	Описание
DPO3BW1T32	Расширение полосы пропускания от 100 МГц до 300 МГц для MSO/DPO3012
DPO3BW1T34	Расширение полосы пропускания от 100 МГц до 300 МГц для MSO/DPO3014
DPO3BW1T52	Расширение полосы пропускания от 100 МГц до 500 МГц для MSO/DPO3012
DPO3BW1T54	Расширение полосы пропускания от 100 МГц до 500 МГц для MSO/DPO3014
DPO3BW3T52	Расширение полосы пропускания от 300 МГц до 500 МГц для MSO/DPO3012 или MSO/DPO3032
DPO3BW3T54	Расширение полосы пропускания от 300 МГц до 500 МГц для MSO/DPO3014 или MSO/DPO3034

<sup>3</sup> Приборы с серийными номерами, начинающимися с C02 или B02, обновляются с помощью программного ключа. Приборы с серийными номерами, начинающимися с C01 или B01, должны быть обновлены в авторизованном сервисном центре Tektronix.

**Опции****Кабели питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя\*4**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

\*4 Данная опция включает переведенную на соответствующий язык наклейку для передней панели.

**Сервисные опции<sup>5</sup>**

Опция	Описание
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря что наступит раньше
D1	Перечень калибровочных значений
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

<sup>5</sup> Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

**Рекомендуемые пробники**

Пробник	Описание
TAP1500	Активный датчик напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TAP1500X2	Комплект из двух активных несимметричных пробников с интерфейсом TekVPI, 1,5 ГГц
TDP0500	Дифференциальный датчик напряжения TekVPI, 500 МГц, напряжение ±42 В
TDP1000	Дифференциальный датчик напряжения TekVPI, 1 ГГц, напряжение ±42 В
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, ±750 В
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, ±1,5 кВ
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, 100 МГц, ±6 кВ
TCR0030	Датчик постоянного/переменного тока TekVPI, 120 МГц, 30 А
TCR0150	Датчик постоянного/переменного тока TekVPI, 20 МГц, 150 А
TCRA300/400 <sup>6</sup>	Усилитель для систем измерения тока
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник с делителем на 100, 2,5 кВ, 500 МГц
ADA400A <sup>6</sup>	Дифференциальный усилитель с коэффициентом усиления 100X, 10X, 1X, 0,1X
NEX-HD2HEADER	Разветвитель разъема Mictor на наконечники 0,1 дюйма

<sup>6</sup> Необходим переходник с TekVPI® на TekProbe BNC (TPA-BNC).

**Рекомендуемые принадлежности**

Принадлежность	Описание
071-2667-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов TekVPI
067-1686-xx	Крепежное приспособление с компенсацией фазовых сдвигов и калибровкой для измерения источников питания
119-7465-xx <sup>7</sup>	Внешний источник питания TekVPI®
SIGEXPT	ПО NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition – полная версия
FPGAView-xx	Поддержка ПЛИС Altera и Xilinx для MSO
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD4000	Мягкая сумка для переноски
HCSTEK4321	Чемодан для переноски (необходим ACD4000)
RMD3000	Комплект для монтажа в стойку

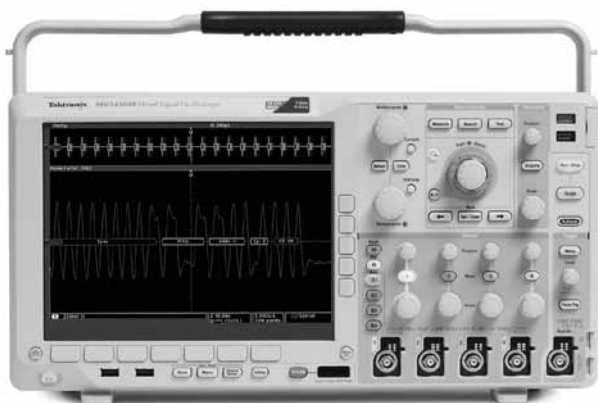
<sup>7</sup> Необходим, если общая потребляемая мощность пробников превышает 20 Вт. Кабель питания в комплект не входит.

**Гарантийные обязательства**

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

# Осциллографы смешанных сигналов Осциллографы с цифровым люминофором

## Серии MSO4000B и DPO4000B



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 и 350 МГц
- 2 или 4 аналоговых канала
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Частота дискретизации до 5 Гвыб./с по всем каналам
- Длина записи 20 млн. точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата сигнала >50 000 осциллограмм в секунду
- Пассивные пробники с входной емкостью менее 4 пФ и полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации
- Расширенный набор функций запуска

#### Простота в обращении

- Органы управления Wave Inspector® облегчают навигацию и автоматизируют поиск данных
- 41 вид автоматических измерений, построение гистограмм и быстрое преобразование Фурье для упрощения анализа сигналов
- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения
- 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

Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин

- Опции автоматического запуска, анализа 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>S/LJ/RJ/TDM

Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

- Автоматический запуск, декодирование и поиск для сигналов параллельных шин
- Независимая настройка порогов для каждого канала
- Многоканальный запуск по времени установки и удержания
- Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени для цифровых каналов 60,6 пс

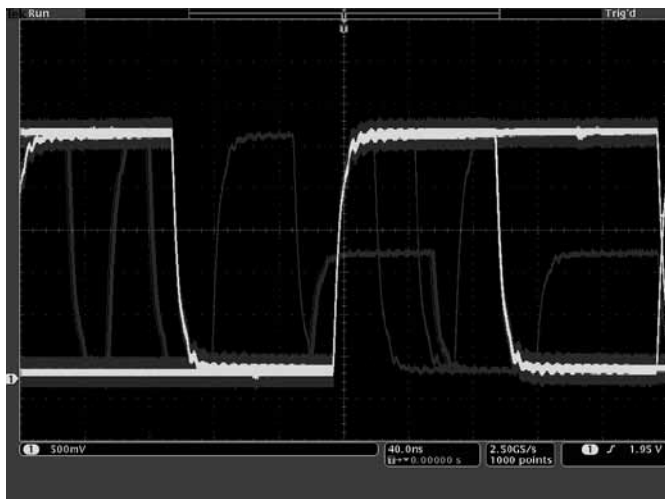
Дополнительные приложения

- Анализ источников питания
- Контроль предельных значений и тестирование по маске
- Анализ HDTV и специальных видеосигналов

### Расширенный набор средств для отладки аналого-цифровых устройств

С помощью осциллографов серии MSO/DPO4000B можно анализировать до 4 аналоговых и до 16 цифровых сигналов, что позволяет быстро находить проблемы в сложных системах. Полоса пропускания до 1 ГГц и 5-кратная передискретизация по всем каналам позволяют регистрировать подробности очень быстрых переходных процессов. Все каналы обеспечивают длину записи до 20 млн. точек в стандартной конфигурации, позволяя захватывать длинные фрагменты сигнала при сохранении высокого разрешения по времени.

Благодаря инновационным органам управления Wave Inspector®, облегчающим навигацию, функции тестирования по маске и возможности автоматического анализа сигналов последовательных и параллельных шин и источников питания, осциллографы серии MSO/DPO4000B компании Tektronix предлагают расширенный набор средств, необходимых для упрощения и ускорения отладки сложных схем.



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

Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

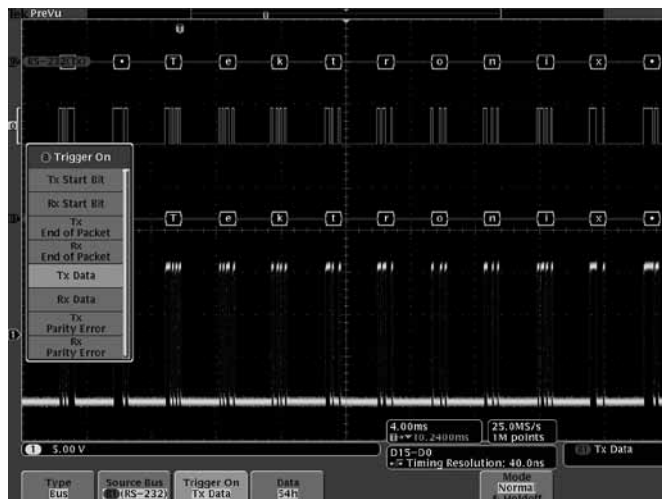
Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают широкий набор функций, ускоряющих все этапы отладки – от быстрого обнаружения аномалии и ее захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа характеристик и работы разрабатываемого устройства.

#### 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. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают наиболее полный в своем классе набор функций для отображения сигналов, позволяя глубже понять истинные процессы, происходящие в устройстве. Высокая скорость захвата сигналов – более 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.

#### Захват

Обнаружение сбоев – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие и установить причину его возникновения. Точный захват любого сигнала обеспечивается качественным пробником. Осциллографы MSO/DPO4000B комплектуются четырьмя пробниками с малой входной емкостью. Эти первые в отрасли высокоомные пассивные пробники обладают емкостью менее 4 пФ, минимизируя влияние на измеряемую цепь и сочетая характеристики активного пробника с гибкостью пассивного.

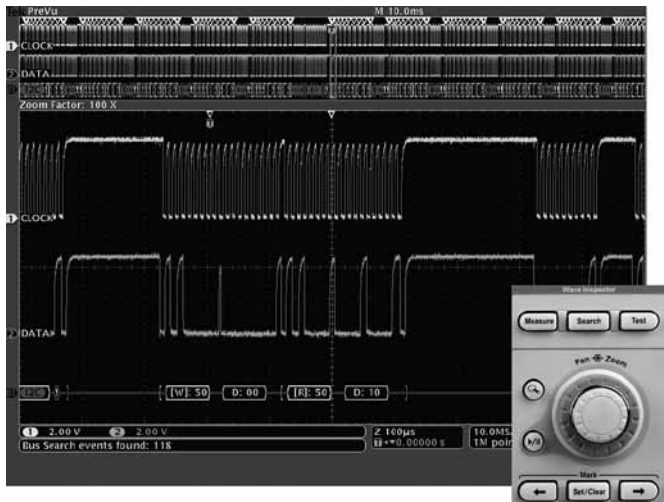


*Захват: запуск по конкретному пакету данных, передаваемому по шине RS-232. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, позволяет быстро захватывать интересное событие.*

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по поврежденным импульсам, по времени ожидания, по логическим комбинациям, по ширине импульса, по нарушению времени установки/удержания, по последовательным пакетам и данным параллельных шин, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 20 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересных событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Широкие возможности осциллографов серии MSO/DPO4000B – от запуска по содержимому конкретного пакета до автоматического декодирования разных форматов данных – обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин – I<sup>2</sup>C, SPI, 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 системного уровня.

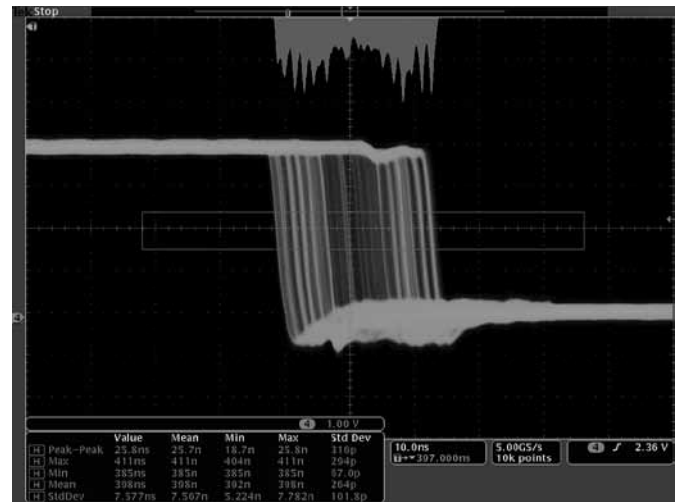
Для более глубокой диагностики взаимодействий на системном уровне в сложных аналого-цифровых системах, осциллографы серии MSO4000B, кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку они полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск от любых входных каналов с полной временной корреляцией. Режим захвата MagniVu™ позволяет отображать мельчайшие подробности сигнала вокруг точки запуска (с разрешением до 60,6 пс). Режим MagniVu особенно удобен для точного определения временных интервалов, что необходимо для измерения времени установки и удержания, задержки тактовой частоты, фазовых сдвигов и характеристик глитчей.



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

**Поиск**

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной памяти прибора может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что длина записи может превышать миллион точек, поиск события может означать пролистывание нескольких тысяч экранов осциллограмм. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают наиболее совершенные средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель ускоряет 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 пометить любое место, куда вы хотите вернуться в дальнейшем. Можно также выполнять автоматический поиск по заданным критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые, цифровые и последовательные данные. По пути он автоматически отмечает все появления указанного события и позволяет быстро перемещаться между ними.



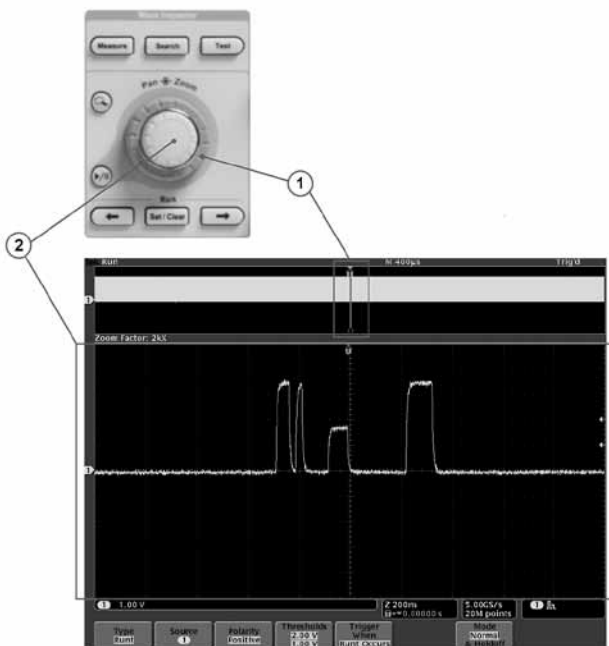
Анализ: гистограмма сигнала, построенная по спаду импульса, помогает оценить зависимость положения перепада от времени (джиттер). На экране отображаются различные характеристики сигнала, полученные на основе гистограммы. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик схемы.

**Анализ**

Для того чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в том, что он способен решать поставленные задачи, необходимо проанализировать все режимы работы. Эта задача может потребовать самых разнообразных измерений – от простой проверки длительности фронтов и импульсов до сложного анализа ослабления мощности и исследования источников шумов. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, 41 вид автоматических измерений, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, построение гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов со временем. Имеются также специальные программы анализа последовательных шин, тестирования по маске, проектирования источников питания и разработки видеоприборов. Для расширенного анализа можно использовать программное обеспечение LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которое предлагает более 200 встроенных функций, включая анализ в частотной и временной области, проверку граничных значений, регистрацию данных и настраиваемую генерацию отчетов.

**Комбинированный анализ**

Вы работаете с РЧ сигналами? Воспользуйтесь осциллографами серии MDO4000 – первыми в мире осциллографами, выполняющими анализ в различных областях. Построенная на платформе MSO4000B, серия MDO4000 предлагает встроенный анализатор спектра (до 6 ГГц). Такая комбинация позволяет захватывать одним прибором коррелированные во времени аналоговые, цифровые и РЧ сигналы. Более подробная информация о серии MDO4000



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования (1) можно пролистать все 20 млн. точек записи. Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. А если вы увидели нечто интересное и хотите подробнее это рассмотреть? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

### Система навигации и поиска Wave Inspector®

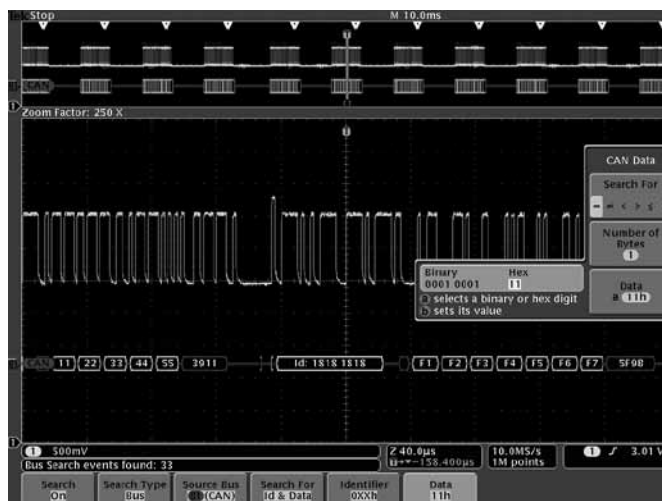
Запись длиной 20 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. С помощью панели Wave Inspector, лучшего в отрасли средства навигации и поиска, осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют отыскивать нужные события за считанные секунды. Wave Inspector предлагает следующие инновационные возможности.

#### Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

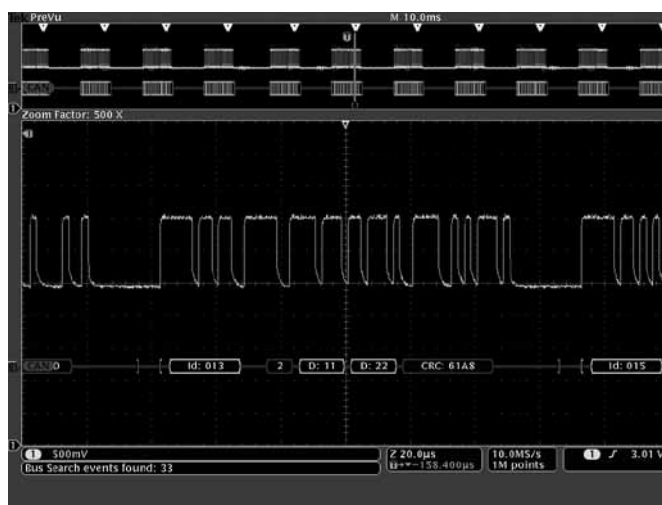
Специальная сдвоенная поворотная ручка на передней панели позволяет интуитивно управлять масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка управляет коэффициентом увеличения (или масштабированием); поворот ее по часовой стрелке включает растяжку сигнала и постепенно переходит к все более высоким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

#### Пауза/воспроизведение (Play/Pause)

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



Первый этап поиска: определение искомого события.



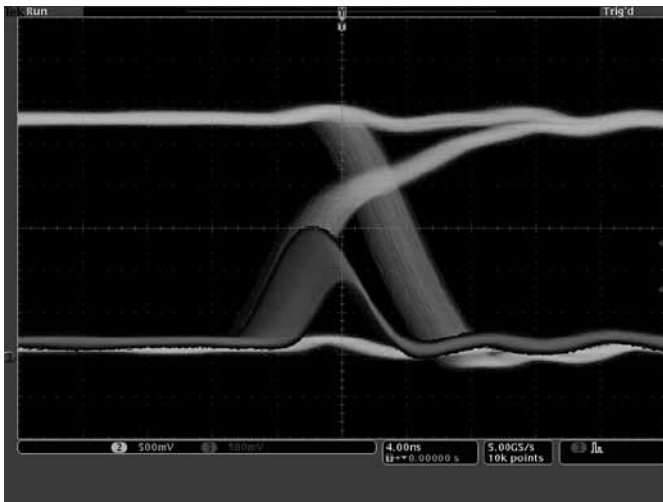
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между ними с помощью кнопок **Previous** (назад) и **Next** (вперед).

#### Метки пользователя

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

#### Поиск меток

Кнопка **Search** (поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и искать определенные пользователем события. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед). Возможен поиск фронтов, импульсов/глитчей определенной ширины, заданного времени ожидания, поврежденных импульсов, логических комбинаций, установки и удержания, положительного/отрицательного фронта определенной длительности для параллельных шин и содержимого пакета 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.



Технология цифрового люминофора осциллографов MSO/DPO4000B поддерживает скорость захвата более 50 000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в реальном времени.

### Технология цифрового люминофора

Примененная в осциллографах серии MSO/DPO4000B технология цифрового люминофора позволяет быстро оценить реальное поведение исследуемого устройства. Скорость захвата – более 50 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность обнаружения кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах: поврежденных импульсов, глитчей, нарушений синхронизации и многих других.

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

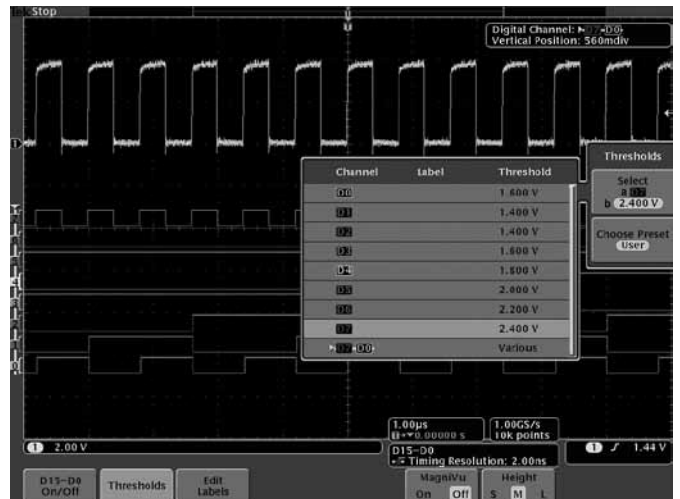
Осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют установить бесконечное или переменное (включая нулевое) послесвечение, определяющее срок, в течение которого захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.

### Пробники для точного измерения высокоскоростных сигналов

Пробники серии TPP, входящие в комплект поставки каждого осциллографа MSO/DPO4000B, обладают аналоговой полосой пропускания до 1 ГГц и входной емкостью менее 4 пФ. Чрезвычайно малая емкостная нагрузка минимизирует паразитное влияние на измеряемую цепь и менее критична к длинным проводам заземления. Поскольку полоса пробника соответствует полосе пропускания осциллографа, вы можете видеть все высокочастотные составляющие сигнала, что очень важно при отладке высокоскоростных устройств. Пассивные пробники серии TPP обладают всеми достоинствами пробников общего назначения, такими как широкий динамический диапазон, гибкие возможности подключения и прочная конструкция, предлагая, в то же время, характеристики активных пробников. Кроме того, пробники серии TPP с низким ослаблением (2X) позволяют измерять низкие напряжения. В отличие от других пробников с низким ослаблением, пробник TPP0502 имеет широкую полосу пропускания (500 МГц) и низкую входную емкость (12,7 пФ).



16 цифровых каналов (серия MSO) позволяют наблюдать и анализировать связанные по времени аналоговые и цифровые сигналы.



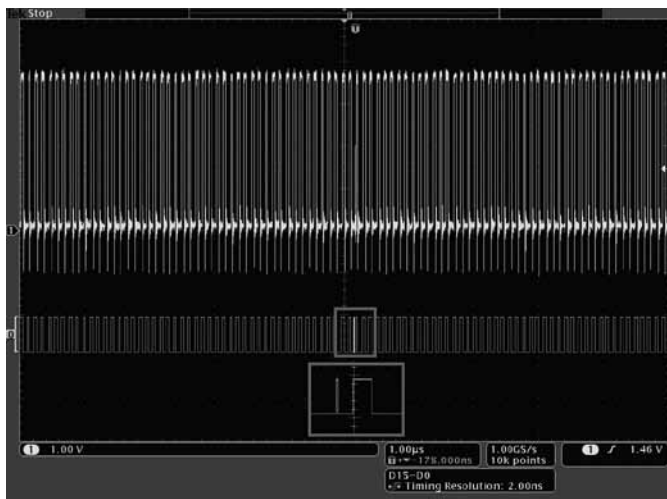
Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто располагая их на экране рядом друг с другом. Затем помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой. Для каждого канала можно установить отдельные пороги, что обеспечивает поддержку до 16 разных типов логических устройств.

### Проектирование и анализ устройств, работающих с аналого-цифровыми сигналами (серия MSO)

Осциллографы смешанных сигналов серии MSO4000B имеют 16 цифровых каналов. Управление ими органично интегрировано в интерфейс пользователя осциллографа, что упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих с аналого-цифровыми сигналами.

#### Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы серии MSO4000B позволяют по-новому взглянуть на цифровые сигналы. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присуща одна общая проблема – невозможность отличить логические состояния «0» и «1» при выборе такого режима развертки, при котором осциллограмма цифрового сигнала представляет собой одну сплошную горизонтальную линию. Осциллографы серии MSO4000B поддерживают цветовое кодирование логических уровней цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим.



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



Режим захвата MagniVu обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс, позволяя выполнять точные измерения временных характеристик цифровых сигналов.

Встроенная в осциллографы серии MSO4000B схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала в белый цвет при обнаружении в этой точке множества переходов. Белые фронты говорят о том, что растяжение сигнала или захват его с более высокой частотой дискретизации может дать дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение может показать импульсы, незаметные при прежних настройках развертки. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, значит, повышение частоты дискретизации при следующем захвате может выявить высокочастотную информацию, недоступную при прежних настройках.

Осциллографы серии MSO4000B упрощают процесс настройки канала, позволяя группировать цифровые сигналы и снабжать их метками, вводимыми с USB клавиатуры. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их на экране рядом друг с другом. Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать одновременно. Это существенно сокращает время настройки, связанное с отдельным перемещением каждого канала.



Пробник P6616 MSO имеет две группы по восемь контактов, упрощая подключение к тестируемому устройству.

#### Режим быстрого захвата MagniVu™

Основной режим захвата цифровых сигналов осциллографов серии MSO4000B позволяет записывать до 20 млн. точек со скоростью 500 Мвыб./с (с разрешением 2 нс). Кроме этого осциллографы MSO4000B предлагают режим захвата с высоким разрешением по времени, получивший название MagniVu, который позволяет записывать в память прибора 10 000 точек с дискретизацией до 16,5 Гвыб./с (разрешение по времени 60,6 пс). Обе осциллограммы – основная и MagniVu – захватываются при каждом запуске, при этом можно переключаться между ними и выводить их на экран в режиме остановленной или живой развертки. MagniVu обеспечивает значительно лучшее разрешение по времени, чем другие системы захвата аналоговичных моделей осциллографов других производителей, внушая уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.

#### Пробник P6616 MSO

Этот уникальный пробник имеет два пода по восемь каналов. Каждый из восьми сигнальных кабелей пода снабжен наконечником с возможностью подключения вывода заземления, что упрощает подключение к тестируемому устройству. Для быстрой идентификации первый кабель каждого пода окрашен в голубой цвет. В качестве общего контакта «земли» используется плоский штыревой контакт, широко используемый в тестовых оснастках. Для подключения к группам штыревых контактов на плате тестируемого устройства на наконечники пробника P6616 нужно установить адаптеры, удлиняющие «земляной» контакт. P6616 обладает превосходными электрическими характеристиками – его входная емкость составляет всего 3 пФ, входное сопротивление 100 кОм, частота регистрируемых цифровых сигналов превышает 500 МГц, а длительность импульсов – до 1 нс.



Запуск по конкретному пакету шины USB. Желтая осциллограмма представляет собой сигнал D+, а синяя – D-. Осциллограмма сигнала шины показывает декодированное содержимое пакета, включая Старт, Синхронизацию, Идентификатор пакета, Адрес, Конечную точку, Контрольную сумму, Данные и Стоп.



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

Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опция)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересных событий. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, таких как 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, включая автоматический запуск, декодирование и поиск.

Запуск по сигналам последовательных шин

Осциллографы серии MSO/DPO4000B поддерживают запуск по содержанию пакета, например, по началу, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п., таких популярных последовательных интерфейсов, как 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.

Представление шины

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

Декодирование сигналов шины

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы определите шину, осциллографы серии MSO/DPO4000B будут декодировать каждый пакет на этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только USB, Ethernet, MIL-STD-1553, LIN и FlexRay), десятичном со знаком (только I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM) или ASCII (только USB, Ethernet и RS-232/422/485/UART) формате.

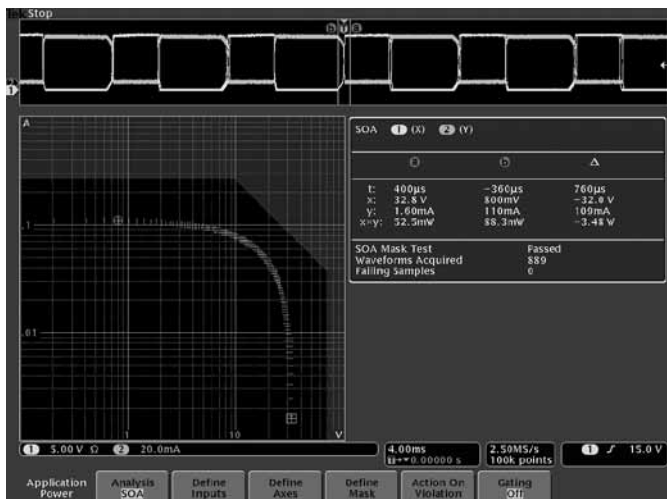
Таблица событий

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

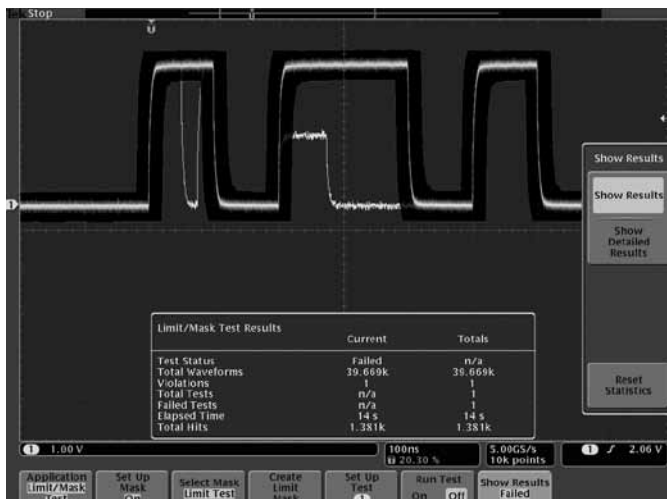
Поиск

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересных событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? В былые времена в поисках причины возникновения того или иного события вам пришлось бы вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержимому пакетов. Каждое обнаруженное событие помечается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед) на передней панели.





Определение области безопасной работы. Функции автоматического измерения характеристик питания позволяют быстро и точно анализировать традиционные параметры источников питания.



Режим контроля предельных значений, показывающий маску, созданную на основе эталонного сигнала, и результаты сравнения с реальным сигналом. Выводится также статистическая информация о результатах сравнения.

### Анализ источников питания (опция)

Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск более экологичных решений с меньшим энергопотреблением требуют от разработчиков источников питания измерения и минимизации коммутационных потерь. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов на системы питания, необходимо измерять напряжения источников питания, чистоту выходного спектра и уровень гармоник в цепях питания. Исторически сложилось так, что измерение этих и многих других параметров с помощью осциллографа отнимало много времени и представляло собой кропотливый ручной процесс. Дополнительные средства анализа источников питания осциллографов серии MSO/DPO4000B существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, область безопасной работы (ОБР), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения ( $di/dt$ ,  $dV/dt$ ). Благодаря полной интеграции в схему осциллографа, средства анализа источников питания позволяют одним нажатием кнопки выполнять автоматические, воспроизводимые измерения, причем без внешнего компьютера и сложных программных настроек.

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

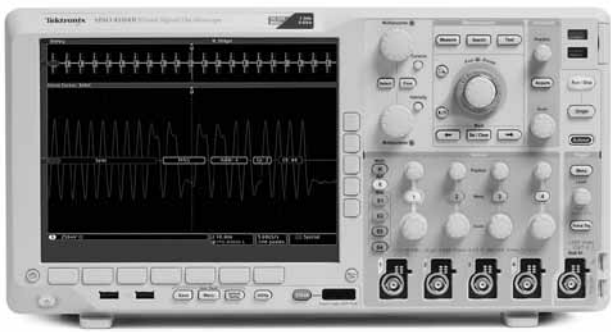
Распространенной задачей в процессе разработки является контроль параметров определенных сигналов. Один из методов, известный как контроль предельных значений, заключается в сравнении исследуемого сигнала с известным эталоном этого сигнала с определенными пользователем вертикальными и горизонтальными допусками. Другой распространенный метод, известный как тестирование по маске, заключается в сравнении исследуемого сигнала с шаблоном и выявлении мест, в которых он с ним не совпадает. Осциллографы серии MSO/DPO4000B поддерживают оба метода, что удобно для длительного мониторинга и измерения характеристик сигналов в ходе разработки и для тестирования в составе производственных линий. Для проверки совместности поддерживается обширный набор коммуникационных и компьютерных стандартов. Кроме того, пользователь может создавать собственные маски, и использовать их для контроля сигналов. Тест можно привести в соответствие с вашими требованиями, указав его длительность в единицах времени или в числе осциллограмм, определив порог сравнения, который должен быть превышен для признания теста неудачным, указав число попаданий в маску со статистической информацией и определив действия, которые надо выполнять при выходе за пределы, неудачном тестировании и по завершению теста. И как бы вы ни определяли маску – по известному эталонному сигналу или по специальному или стандартному шаблону – никогда еще разбраковка сигнала в зависимости от наличия таких аномалий, как выбросы, не была столь простой, как теперь.

### Проектирование и разработка видеоустройств

Многие инженеры, работающие с видеооборудованием, сохраняют преданность аналоговым осциллографам, считая, что градации яркости на дисплее ЭЛТ дают единственный способ заметить некоторые мелкие детали видеосигнала. Высокая скорость захвата осциллографов серии MSO/DPO4000B в сочетании с градациями яркости сигнала предоставляет столь же информативное изображение, как и на аналоговом осциллографе, и в то же время позволяет разглядеть значительно больше деталей и воспользоваться всеми преимуществами цифровых осциллографов.

Такие стандартные функции, как разметка шкалы в IRE и mV, выравнивание по полям, полярность видеосигнала и автонастройка, достаточно интеллектуальная для обнаружения видеосигналов, превращают осциллографы серии MSO/DPO4000B в самые простые в обращении приборы для видеоприменений. А благодаря полосе 1 ГГц и четырем аналоговым входам, осциллографы серии MSO/DPO4000B обладают достаточными характеристиками для работы с аналоговыми и цифровыми видеосигналами.

Помимо этого видеофункции осциллографов серии MSO/DPO4000B дополняются опциональным модулем видеобработки DPO4VID. Модуль DPO4VID предлагает наиболее полный в своем классе набор функций запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.



*MSO/DPO4000B призван облегчить вашу работу. Большой дисплей с высоким разрешением показывает мельчайшие подробности сигнала. Специальные органы управления на передней панели упрощают работу. Два хост-порта USB на передней панели позволяют сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях.*

### Все для комфортной работы

Большой дисплей с высоким разрешением

Осциллографы серии MSO/DPO4000B оборудованы большим ярким 10,4-дюймовым (264 мм) цветным дисплеем (XGA) со светодиодной подсветкой, позволяющим рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Специальные органы управления на передней панели

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

Интерфейсы

Два хост-порта USB на передней панели позволяют сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях. На задней панели расположены еще два хост-порта USB и порт ведомого устройства USB для дистанционного управления осциллографом с компьютера или для подключения USB клавиатуры. Порт ведомого устройства USB можно использовать для прямой печати на совместимом с PictBridge® принтере. Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 BaseT обеспечивает подключение к локальным сетям, а видеовыход позволяет выводить изображение экрана осциллографа на внешний монитор или проектор. Возможность монтирования сетевых дисков упрощает сохранение копий экрана, конфигурационных файлов и результатов измерений. Конфигурационные файлы и файлы с осциллограммами могут быть потом снова загружены в осциллограф с сетевого диска. Все осциллографы серии MSO/DPO4000B совместимы с LXI Класс C.

Небольшие размеры

Небольшие размеры и удобное конструктивное исполнение осциллографа позволяют легко перемещать его между лабораториями, а глубина, всего 147 мм, экономит драгоценное место на рабочем столе.



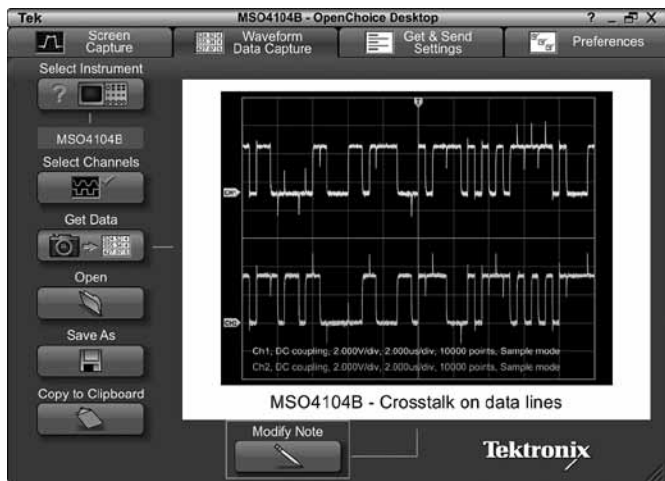
*Небольшие размеры осциллографов серии MSO/DPO4000B экономят драгоценное место на рабочем столе или стенде.*



*Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.*

Интерфейс пробников TekVPI™

Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI оборудованы индикаторами состояния и органами управления, в том числе кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной прямо на корпусе. Интерфейс TekVPI обеспечивает прямое подключение токовых пробников, позволяя обойтись без отдельного источника питания. Более того, поддерживается дистанционное управление пробниками через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что позволяет гибко использовать их в составе автоматических контрольно-измерительных систем.

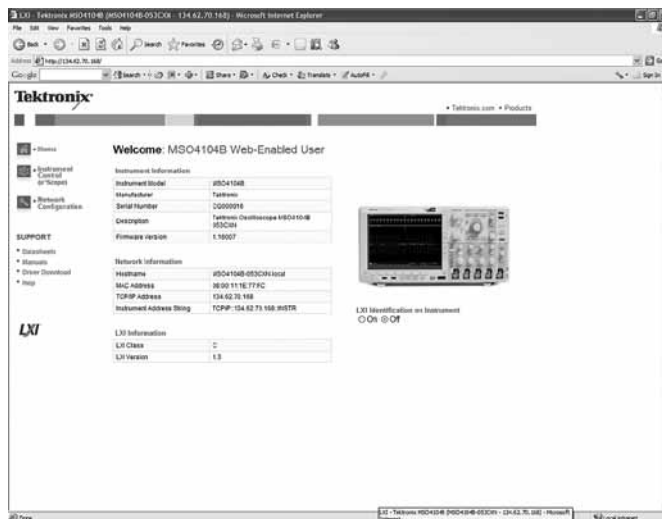


ПО OpenChoice® Desktop обеспечивает совместную работу осциллографа с компьютером.

#### Расширенные средства анализа

Для вывода данных и результатов измерений осциллографов серии MSO/DPO4000B достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Все необходимое программное обеспечение – NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word – входят в стандартный комплект поставки и обеспечивают быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять осциллограммы и результаты измерений путем простого перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Опциональная профессиональная версия ПО предлагает более 200 встроенных функций для дополнительной обработки сигналов, расширенного анализа, свипирования и определения собственных этапов измерения.



Веб-интерфейс LXI предоставляет доступ к сетевым настройкам, обеспечивает функции дистанционного управления и передачи данных через стандартный браузер.

Для упрощения работы можно использовать входящее в комплект поставки ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через порт USB или LAN, позволяя передавать настройки, осциллограммы и снимки экрана.

Кроме того, осциллографы серии MSO/DPO4000B можно подключать к локальной сети. Прилагаемый веб-интерфейс дает информацию о текущей конфигурации осциллографа, включая сетевые настройки. Вы можете изменять сетевые настройки осциллографа MSO/DPO4000B прямо через веб-интерфейс с защищенной паролем страницы. Веб-интерфейс с поддержкой LXI также позволяет осуществлять удаленное управление прибором с помощью популярного ПО дистанционного управления e\*Score®. Можно изменять сетевую конфигурацию, настраивать прибор, сохранять снимки экрана и данные, сохранять/восстанавливать настройки осциллографа серии MSO/DPO4000B прямо через веб-интерфейс с защищенной паролем страницы.

## Технические характеристики

## Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO4034B DPO4034B	MSO4054B DPO4054B	DPO4102B / DPO4102B-L MSO4102B / MSO4102B-L	DPO4104B / DPO4104B-L MSO4104B / MSO4104B-L
Число входных каналов	4		2	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ), 5 мВ/дел. – 1 В/дел.	350 МГц	500 МГц	1 ГГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания 5 мВ/дел. (типичное)	1 нс	700 пс	350 пс	350 пс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц или 250 МГц			
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току			
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%			
Диапазон входной чувствительности, 1 МОм	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.			
Диапазон входной чувствительности, 50 Ом	от 1 мВ/дел. до 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 ≤ ±425 В			
Макс. входное напряжение, 50 Ом	5 В <sub>ср.кв</sub> с пиковыми значениями ≤ ±20 В			
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1,5 %, с ухудшением на 0,1 %/°C при температуре более 30 °C			
Развязка между каналами	≥100:1 на частоте ≤100 МГц и ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания, для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью			

## Диапазон смещения

Входное сопротивление	1 МОм	50 Ом
от 1 мВ/дел до 50 мВ/дел	±1 В	±1 В
от 50,5 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±0,5 В	±0,5 В
от 100 мВ/дел до 500 мВ/дел	±10 В	±10 В
от 505 мВ/дел до 995 мВ/дел	±5 В	±5 В
от 1 В/дел до 5 В/дел	±100 В	±5 В
от 5,05 В/дел до 10 В/дел	±50 В	—

## Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO4000B
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, определяемое пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В
Максимальное входное напряжение	±42 В <sub>пик</sub>
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
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	MSO4034B DPO4034B	MSO4054B DPO4054B	DPO4102B / DPO4102B-L MSO4102B / MSO4102B-L	DPO4104B / DPO4104B-L MSO4104B / MSO4104B-L
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с
Максимальная длина записи (все каналы)	20 млн. точек			5 млн. точек
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы)	8 мс	8 мс	4 мс	2 мс
Диапазон скорости развертки	от 1 нс/дел до 1000 с/дел		от 400 пс/дел до 1000 с/дел	от 400 пс/дел до 1000 с/дел
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 5000 с			
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±125 нс			
Погрешность развертки	±5 × 10 <sup>-6</sup> в любом интервале ≥1 мс			

## Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO4000B
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек (5 млн. точек для моделей L)
Максимальная частота дискретизации (MagneVu, все каналы)	16,5 Гвыб./с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (MagneVu, все каналы)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная длительность импульса (все каналы)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами	200 пс (ном.)
Максимальная частота переключения входа	500 МГц Максимальная частота синусоидального сигнала, которую 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 запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	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 запуска	от 20 нс до 8 с

## Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале или на дополнительном входе передней панели. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска на время от 4 нс до 8 с. Или задержка запуска до некоторого события – от 1 до 4000000 событий.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению (от 4 нс до 8 с).
Время ожидания	Запуск в случае, если в течение указанного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного импульса.
Поврежденный импульс (рант)	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени (от 4 нс до 8 с). 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.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Длительность положительного/отрицательного фронта	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенный набор видеосигналов (опционально)	Запуск по видеосигналам 480р/60, 576р/50, 720р/30, 720р/50, 720р/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080р/24, 1080р/24sF, 1080р/25, 1080р/30, 1080р/50, 1080р/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
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, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с. (Примечание. Модели DPO4102B и DPO4102B-L поддерживают только 2-проводной SPI).

## Чувствительность схемы запуска

Параметр	Описание
<b>Внутренний запуск, связь по постоянному току</b>	
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 350 МГц и 500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (более 5 мВ/дел)
Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
<b>Внешний запуск</b>	
Дополнительный вход	200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при номинальной полосе
Диапазон уровней запуска	
<b>Параметр</b>	<b>Описание</b>
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Внешний запуск (дополнительный вход)	±8 В
Сеть	Фиксированный уровень, приблизительно 50 % от напряжения сети
Индикация частоты сигнала запуска	
Шестиразрядный частотомер для сигнала запуска.	

Режим	Описание
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 <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> <hr/> <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 <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, PRE, зарезервированный.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.</p> <hr/> <p>Высокоскоростная 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 <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, DATA2, MDATA; 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, NYET.</p> <p>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.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая.</p> <p>Поддержка высокоскоростной шины реализована только в моделях с полосой пропускания 1 ГГц.</p>
Ethernet (опционально)	<p>10BASE-T: 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).</p> <p>MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.</p> <p>Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag.</p> <p>Длина/тип MAC – запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника.</p> <p>Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack.</p> <p>Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая <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. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499.</p> <hr/> <p>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, ожиданию, ошибке FCS (CRC).</p> <p>MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.</p> <p>Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag.</p> <p>Длина/тип MAC – запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника.</p> <p>Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack.</p> <p>Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая <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. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499.</p>
CAN (опционально)	<p>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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math> или <math>\neq</math> для некоторого указанного значения. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.</p>
LIN (опционально)	<p>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).</p>

Режим	Описание
FlexRay (опционально)	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.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема со скоростью до 10 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опционально)	Запуск по синхросигналу, типу слова* <sup>1</sup> (команда, статус, данные), командному слову* <sup>1</sup> (отдельно задается RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, чётность), слову статуса* <sup>1</sup> (отдельно задается RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, приём широковещательной команды, занятость, флаг подсистемы, принятие запроса динамического управления шиной (DBCA), флаг терминала, чётность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, чётности, кода манчестер, связности данных), времени ожидания (мин. время от 4 до 100 мкс, макс. время от 12 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.
I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM (опционально, не совместимо с моделями DPO4102B и DPO4102B-L)	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.
Параллельная шина (только для моделей MSO)	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит. Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

\*<sup>1</sup> При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределённым словам команды/статуса. При выборе запуска по слову статуса будет происходить запуск по статусу и неопределённым словам команды/статуса.

#### Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват выбираемых значений.
Обнаружение значений	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой 350 и 500 МГц) на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 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 40 мс/дел.

#### Измерение параметров осциллограмм

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	29, 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.
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.

Измерение	Описание
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, математические функции 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, стандартное отклонение, сигма 1, сигма 2, сигма 3.
Математическая обработка осциллограмм	

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье.
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Расширенные математические функции	Возможно определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические функции (БПФ, интегрирование, дифференцирование, логарифм, экспонента, корень квадратный, модуль, синус, косинус, тангенс, радикал, степень), скалярные значения, до двух определяемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, положительный фронт, отрицательный фронт, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое за период, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее за период, площадь, площадь за период и графики тренда), например, $(Intg(Ch1 - Mean(Ch1))) \times 1,414 \times VAR1$ .

Измерение параметров источников питания (опционально)

Измерение	Описание
Качество питающих напряжений	Среднеквадратическое напряжение, пик-фактор напряжения, частота, среднеквадратический ток, пик-фактор тока, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Коммутационные потери	Потери мощности: $T_{вкл} \cdot T_{откл}$ , проводимость, всего. Потери энергии: $T_{вкл} \cdot T_{откл}$ , проводимость, всего.
Гармонические составляющие	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2 Класс А и MIL-STD-1399, раздел 300А
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скажности положительных и отрицательных импульсов.
Область безопасной работы	Графическое представление и тестирование по маске области безопасной работы импульсных источников питания.
dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.
Контроль предельных значений и тестирование по маске (опционально)	
Параметр	Описание
Прилагаемые стандартные маски	ITU-T, ANSI T1.102, USB
Источник сигнала	Контроль предельных значений: любой Канал1 - Канал4 или любой R1 - R4 Тестирование по маске: любой Канал1 - Канал4
Создание маски	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
Масштабирование маски	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника) Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника)
Критерии останова теста	Минимальное число осциллограмм (от 1 до 1000000; бесконечно) Минимальный интервал времени (от 1 секунды до 48 часов; бесконечно)
Порог превышения	От 1 до 1000000
Действия при неудачном завершении теста	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Действия при удачном завершении теста	Вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Отображение результатов	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

Продукт	Описание
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MSO/DPO4000B, 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.
OpenChoice® Desktop	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.
Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Scope® (ПО дистанционного управления через веб-интерфейс)	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO4000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа и номер порта :81, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI Класс С	Обеспечивает подключение к осциллографу MSO/DPO4000B через стандартный браузер путем ввода IP адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, контролировать и изменять сетевые настройки, а также управлять осциллографом с помощью e*Scope®. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс С.
Характеристики дисплея	
Параметр	Описание
Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм).
Разрешение	1024 пикселей по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA).
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	Полная, сетка, сплошная, перекрестие, рамка, IRE и mB.
Формат	YT и одновременно XY/YT.
Скорость захвата	>50 000 осциллограмм в секунду (макс.).



## Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Два порта расположены на передней панели и два – на задней.
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 все принтеры, совместимые с PictBridge.
Сетевой порт	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100/1000Base-T.
Выход видеосигнала XGA	Розетка DB-15, позволяет вывести экран осциллографа на внешний монитор или проектор.
Дополнительный вход	Разъем BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм. Макс. входное напряжение 300 В <sub>ср.кв.</sub> (КАТ II) с пиковыми значениями $\leq \pm 425$ В.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели Амплитуда 2,5 В Частота 1 кГц.
Вспомогательный выход	Разъем BNC на задней панели $V_{\text{выс}}$ (высокий): $\geq 2,5$ В без нагрузки, $\geq 1,0$ В с нагрузкой на землю 50 Ом $V_{\text{выс}}$ (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 граничных 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 Кенсингтона.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA 100 мм (MIS-D 100) на задней панели прибора

## 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 $\pm 10$ %
Частота	от 45 до 66 Гц (85-264 В) от 360 до 440 Гц (100-132 В)
Потребляемая мощность	225 Вт (макс.)

## Габариты и масса

## Размеры, мм

Высота	229
Ширина	439
Глубина	147

## Масса, кг

Нетто	5
Брутто	10,7
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 0 до +50 °C
Хранения	от -20 до +60 °C
Относительная влажность	
Рабочая	Высокая: от +40 до +50 °C, от 10 до 60 % Низкая: от 0 до +40 °C, от 10 до 90 %
Хранения	Высокая: от +40 до +60 °C, от 5 до 60 % Низкая: от 0 до +40 °C, от 5 до 90 %
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3000 метров
Хранения	12 000 метров
Случайная вибрация	
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива Евросоюза 2004/108/EC
Безопасность	UL61010-1, вторая редакция; CSA61010-1, вторая редакция; EN61010-1:2001; IEC61010-1:2001

## Информация для заказа

## Модели DPO4000B

Наименование	Описание
DPO4034B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 350 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек
DPO4054B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек
DPO4102B-L	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/2,5 Гвыб./с по 1/2 каналам, длина записи 5 млн. точек
DPO4102B	2-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5 Гвыб./с по 1/2 каналам, длина записи 20 млн. точек
DPO4104B-L	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 5 млн. точек
DPO4104B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5/5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек

## Модели MSO4000B

Наименование	Описание
MSO4034B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 350 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек
MSO4054B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 500 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек
MSO4102B-L	Осциллограф смешанных сигналов, 2 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 5/2,5 Гвыб./с по 1/2 каналам, длина записи 5 млн. точек
MSO4102B	Осциллограф смешанных сигналов, 2 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 5/5 Гвыб./с по 1/2 каналам, длина записи 20 млн. точек
MSO4104B-L	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 5/5/2,5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек
MSO4104B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 5/5/5 Гвыб./с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн. точек

**В комплект поставки всех моделей входит:** один пассивный пробник на каждый аналоговый канал (TPP0500 500 МГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 500 МГц и 350 МГц; TPP1000 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 1 ГГц), передняя крышка (200-5130-xx), руководство пользователя (071-2810-xx), компакт-диск с документацией (063-4300-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, калибровочный сертификат, кабель питания, сумка с принадлежностями (016-2030-xx), трехлетняя гарантия. При заказе укажите тип кабеля питания и язык руководства.

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

## Программное обеспечение для отладки ПЛИС

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-A-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК.
FPGAVIEW-X-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-X-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК.

## 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.

Модуль	Описание
DPO4AERO	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. Входы сигнала – любой канал 1-4, результат математической обработки, опорный 1-4 Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный пробник)
DPO4AUDIO (не совместим с моделями DPO4102B и DPO4102B-L)	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. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM: несимметричный
DPO4AUTO	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. Входы сигнала – LIN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); CAN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN: несимметричный или дифференциальный
DPO4AUTOMAX	Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам последовательных автомобильных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представления сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени, а также ПО анализа глазковых диаграмм. Входы сигнала – LIN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); CAN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник; FlexRay: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN, FlexRay: несимметричный или дифференциальный
DPO4COMP	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. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный; RS-422/485: дифференциальный
DPO4EMBD	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. 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. <b>Примечание.</b> Модели DPO4102B и DPO4102B-L поддерживают только 2-проводной SPI.
DPO4ENET	Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 с несимметричным пробником; любой канал 1-4, результат математической обработки, опорный 1-4 с дифференциальным пробником Рекомендуемые пробники – 10BASE-T: несимметричный или дифференциальный; 100BASE-TX: дифференциальный
DPO4USB	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. Входы сигнала – низкоскоростные и полноскоростные шины: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) только с несимметричным пробником; низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины: любой канал 1-4, результат математической обработки, опорный 1-4 Рекомендуемые пробники – низкоскоростные и полноскоростные шины: несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины: дифференциальный. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.
DPO4PWR	Модуль анализа источников питания. Позволяет быстро и точно анализировать качество питающих напряжений, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt).
DPO4LMT	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.
DPO4VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.

## Опции

Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

Руководство пользователя<sup>2</sup>

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

<sup>2</sup> Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.Сервисные опции<sup>3</sup>

Опция	Описание
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)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

<sup>3</sup> Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0850	Пассивный высоковольтный пробник TekVPI®, 2,5 кВ, 800 МГц, 50X
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±8,5 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, входное напряжение ±42 В
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, входное напряжение ±42 В
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 МГц, 150 А
TCP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 120 МГц, 30 А
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±750 В, 200 МГц
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±1,5кВ, 200 МГц
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±6 кВ, 100 МГц
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник 100X, 2,5 кВ, 500 МГц

Рекомендуемые принадлежности

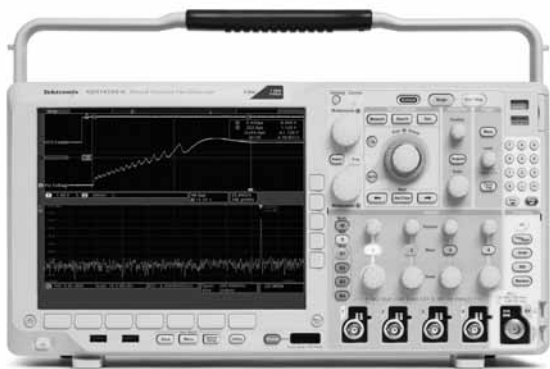
Принадлежность	Описание
077-0512-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
SIGEXPTE	ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition – полная версия
FPGAView-xx	Поддержка ПЛИС Altera и Xilinx для MSO
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD4000B	Мягкая сумка для переноски
HCTEK4321	Жесткий кейс для переноски (необходим ACD4000B)
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников для измерений источников питания

Гарантийные обязательства

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

# Комбинированные осциллографы

## Серия MDO4000



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- 4 аналоговых канала
- модели с полосой пропускания 500 МГц и 1 ГГц
- 16 цифровых каналов
- режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс
- 1 радиочастотный канал
- модели с диапазонами частот от 50 кГц до 3 ГГц или 6 ГГц
- сверхширокая полоса захвата — более 1 ГГц
- Пассивные пробники с входной ёмкостью 3,9 пФ и полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации

#### 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

#### Простота использования

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

#### Анализ спектра

- Специализированные органы управления на передней панели для самых распространённых 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 (OBW)
- Запуск по уровню мощности в РЧ канале
- Возможность проведения анализа автономно или по запуску

#### Возможности подключения

- 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 (клиент) на задней панели упрощает подключение к ПК и обеспечивает прямую распечатку на принтере, совместимом с технологией PictBridge®
- Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 Base-T для подключения к локальным сетям и видеовыход для вывода изображения с экрана осциллографа на монитор или проектор

#### Дополнительные возможности по запуску и анализу сигналов последовательных шин

- Функции запуска, декодирования и поиска в сигналах последовательных шин I2C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I2S/LJ/RJ/TDM

#### Дополнительное программное обеспечение

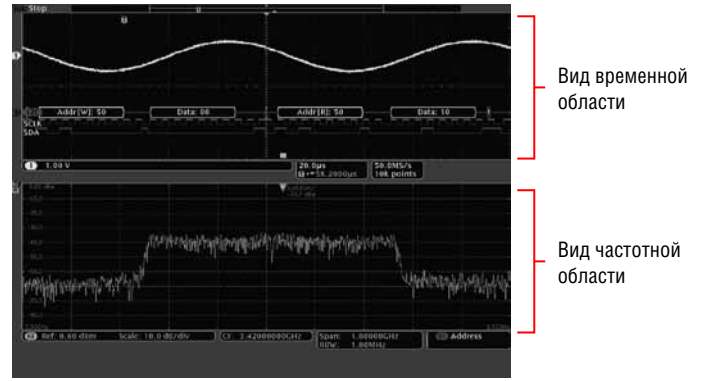
- Расширенный запуск по РЧ сигналам
- Анализ мощности
- Тестирование по пределам и по маскам
- Анализ сигналов HDTV и нестандартных видеосигналов

## Представляем комбинированный осциллограф

Комбинированные осциллографы серии MDO4000 — это первые в мире 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 MDO4000 самые сложные проблемы разработки электронных устройств будут решены быстро и эффективно.

Новые приборы построены на базе ставших отраслевым стандартом осциллографов серии MSO4000B. Теперь, чтобы исследовать сигнал в частотной области, вы можете использовать самый популярный инструмент — осциллограф, вместо того, чтобы искать и заново осваивать анализатор спектра. При этом функциональные возможности осциллографов серии MDO не ограничены простым отслеживанием сигналов в частотной области, что позволяет 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.

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 MDO4000 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 MDO4000 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 повседневной прикладной задачи — настройка и регулировка генератора, управляемого напряжением (ГУН) и системы с фазовой автоматической подстройкой частоты (ФАПЧ). Эта задача позволяет проиллюстрировать возможности осциллографов серии MDO4000 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 их содержится примерно в 1 500 настроек и сигналов, захватываемых обычным анализатором спектра. 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.

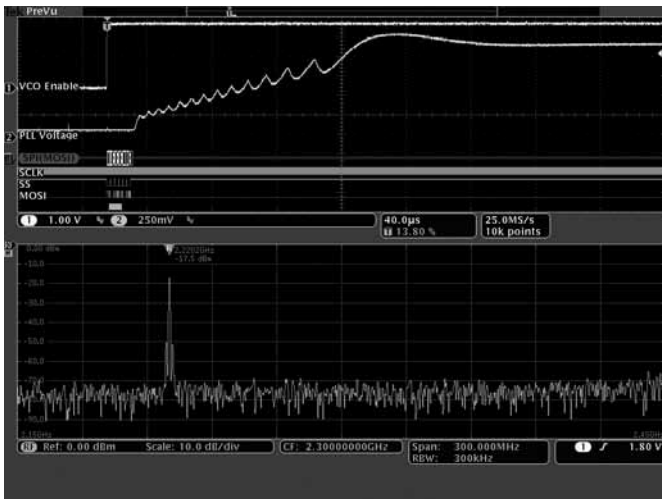


Рис. 1. Представление во временной и частотной областях сигнала включения ГУН/ФАПЧ. На канал 1 (жёлтая осциллограмма) подан сигнал, запускающий ГУН. Осциллограмма канала 2 (голубая) отображает сигнал напряжения ФАПЧ. Сигнал шины SPI, по которой производится программирование ГУН/ФАПЧ на нужную частоту, поступает на три цифровых канала и автоматически декодируется. Обратите внимание, что индикатор ST расположен после момента запуска ГУН и совпадает по времени с командами шины SPI, задающими нужную частоту ГУН/ФАПЧ.

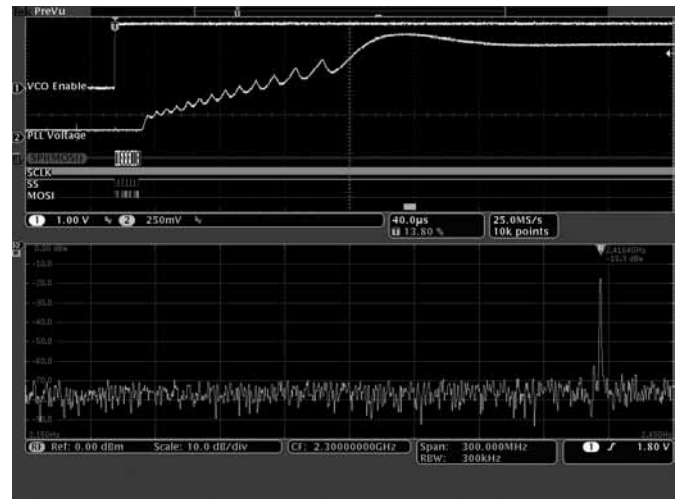


Рис. 3. Индикатор ST перемещён ещё на 120 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ГУН/ФАПЧ фактически «проскочил» заданное значение частоты, величина которой теперь равна 2,4164 ГГц.

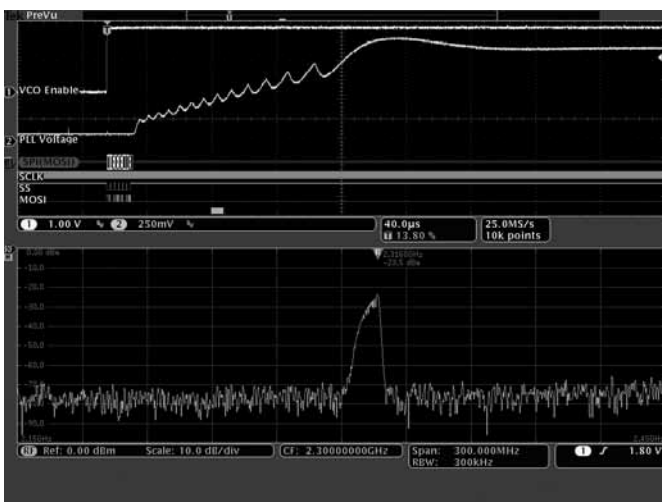


Рис. 2. Индикатор «Spectrum Time» перемещён примерно на 60 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ГУН/ФАПЧ находится в процессе настройки на заданную частоту (2,400 ГГц). В данный момент частота равна 2,3168 ГГц..

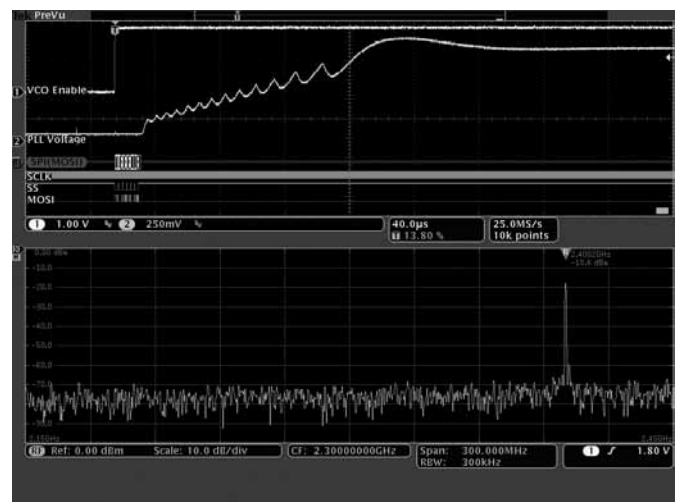
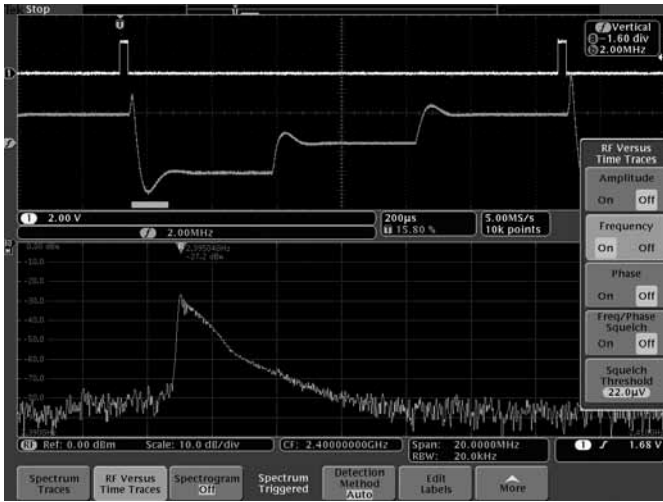


Рис. 4. В конечном итоге примерно через 340 мкс после запуска ГУН система ГУН/ФАПЧ настраивается на требуемое значение частоты 2,400 ГГц.



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.

Визуализация РЧ сигнала

Окно временной области дисплея осциллографа серии MDO4000 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.

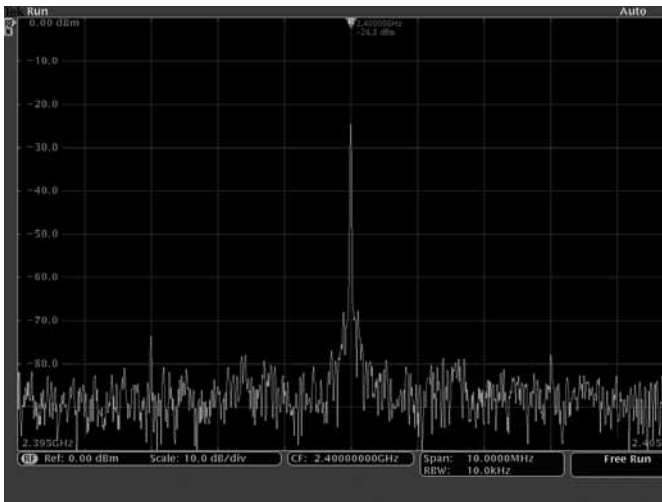
Все три осциллограммы могут отображаться на дисплее одновременно, причём каждая из них может быть включена или выключена независимо от других осциллограмм. Представление РЧ осциллограмм во временной области помогает лучше понять поведение изменяющегося во времени радиочастотного сигнала.

Расширенные возможности запуска

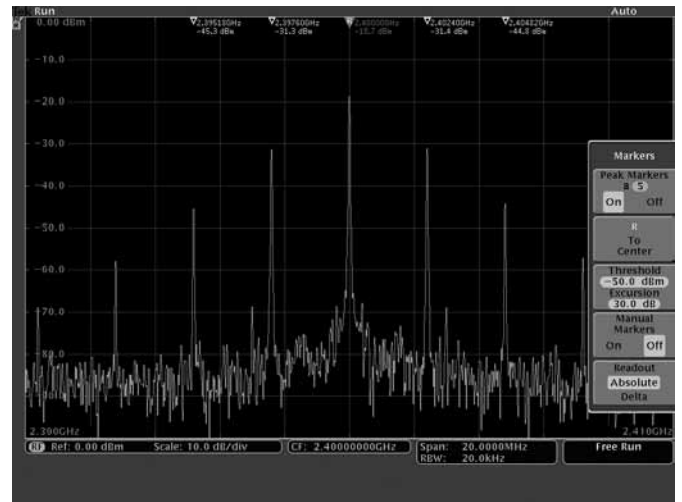
Для работы с быстро изменяющимися во времени сигналами, свойственными современным РЧ приложениям, осциллографы серии MDO4000 оснащены системой запуска, которая полностью интегрирована с РЧ, аналоговыми и цифровыми каналами. Это означает, что одно событие запуска позволяет согласовать сбор данных сразу 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 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 и РЧ, и остальные сигналы активны.





Отображение частотной области на экране MDO4000.



Автоматические маркеры пиковых значений позволяют быстро обозначать важную информацию. На рисунке показаны пять самых высоких амплитудных пиков, превышающих пороговые значения и величину показателя отклонения и автоматически обозначенные маркерами.



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

#### Быстрый и точный анализ спектра

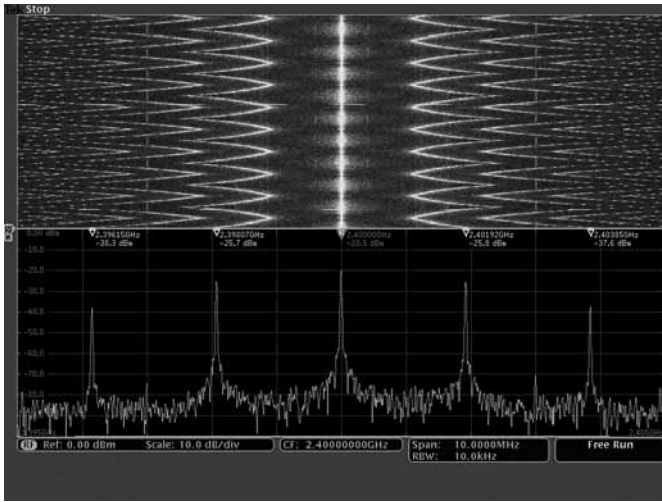
При использовании только радиочастотного входа дисплей осциллографа серии MDO4000 переходит в режим полноэкранного отображения частотной области. Все основные параметры спектра, такие как центральная частота, полоса обзора, опорный уровень и полоса разрешения, могут быть легко и быстро настроены с помощью специализированных кнопок меню и цифровой клавиатуры на передней панели.

#### Удобные интеллектуальные маркеры

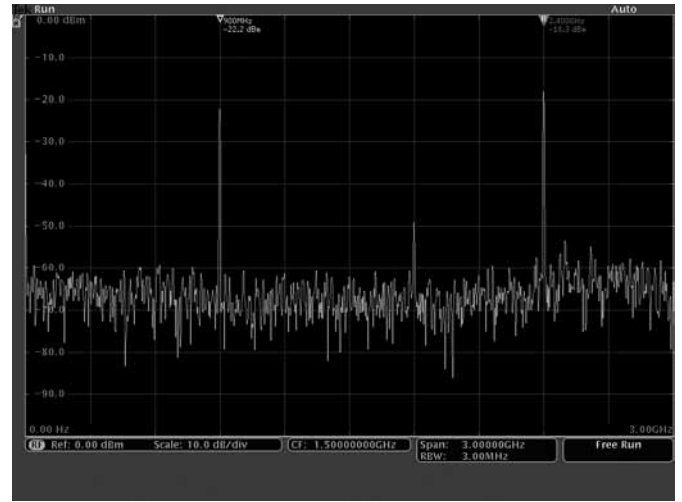
В традиционных анализаторах спектра включение и размещение достаточно большого количества маркеров для обозначения всех представляющих интерес пиков может стать довольно трудоёмкой и утомительной задачей. Осциллографы серии MDO4000 делают этот процесс намного более эффективным благодаря возможности автоматической 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.



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.



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.

### Спектрограмма

Осциллографы серии MDO4000 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.

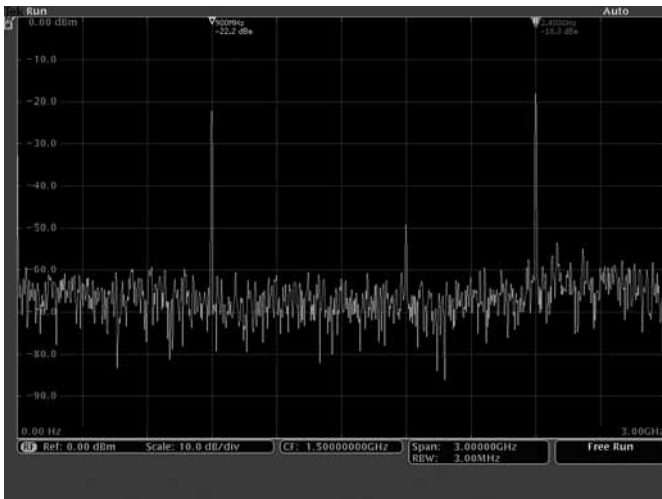
Режим работы: с запуском или автономный?

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.

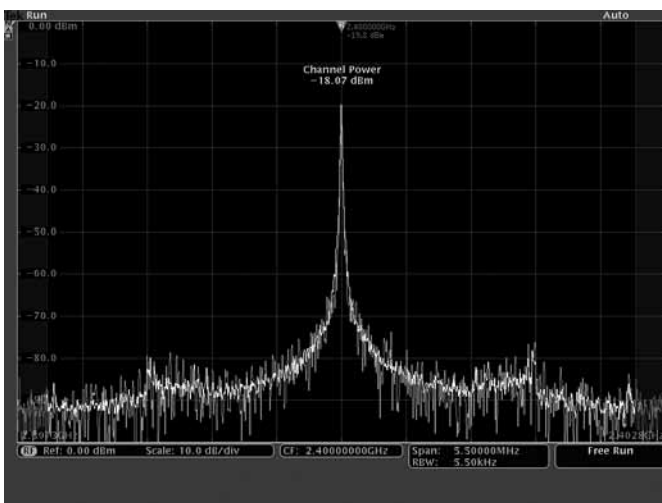
### Сверхширокая полоса захвата

Современные средства беспроводной связи меняются 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 широкий диапазон 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 пределах установленного диапазона 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 РЧ приложений по ширине полосы частот, осциллографы серии MDO4000 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.



Используемые типы трасс спектра: нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума.



Автоматическое измерение мощности в канале.

### Трассы спектра

Приборы серии MDO4000 обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов с РЧ 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 и выборка.



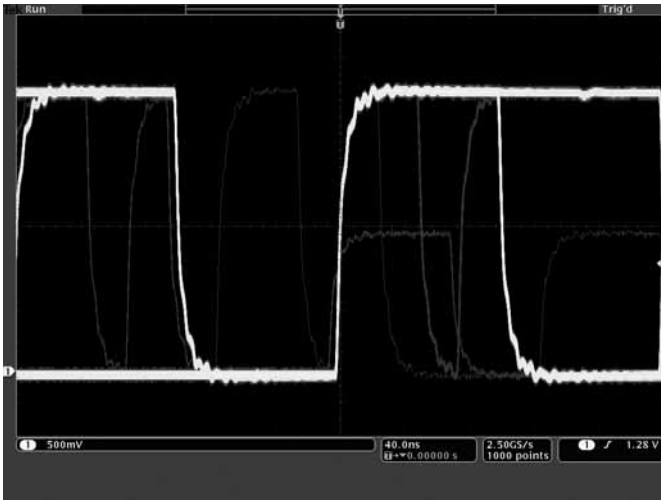
Дополнительный адаптер TPA-N-VPI обеспечивает подключение любого активного 50-омного пробника TekVPI к РЧ входу.

### РЧ измерения

Осциллографы серии MDO4000 позволяют проводить три вида РЧ 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.

### 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 MDO4000, 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.



**Обнаружение** — Высокая скорость захвата сигналов (свыше 50 000 осциллограмм в секунду) максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.

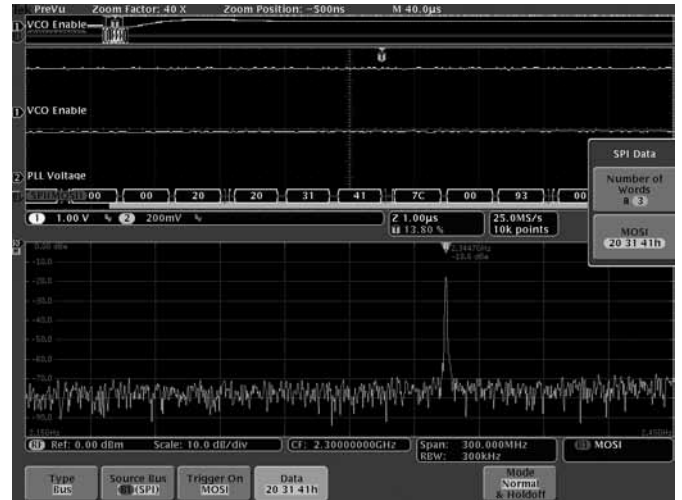
Созданы на базе отмеченных наградами осциллографов смешанных сигналов серии MSO4000B

Осциллографы серии MDO4000 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 неполадку, сначала нужно узнать, что она существует. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить массу времени на поиск неисправностей в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии подходящих средств отладки, превращается в весьма утомительный и трудоёмкий процесс.

Осциллографы серии MDO4000 предлагают самый полный в отрасли набор средств для отображения сигналов, который позволяет быстрее и глубже проникнуть в природу процессов, протекающих в устройстве. Высокая скорость захвата сигналов — более 50 000 осциллограмм в секунду — позволяет наблюдать глитчи и другие редкие импульсные помехи, что способствует определению истинных причин сбоев, возникающих при работе устройства. Дисплей с цифровым люминофором с градацией яркости даёт возможность отображать динамику изменения сигнала, так как участки осциллограммы, где сигнал появляется чаще, имеют бо́льшую яркость, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.



**Захват** — Запуск по определённому пакету данных, передаваемому по шине SPI. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, гарантирует быстрый захват представляющего интерес события.

**Захват**

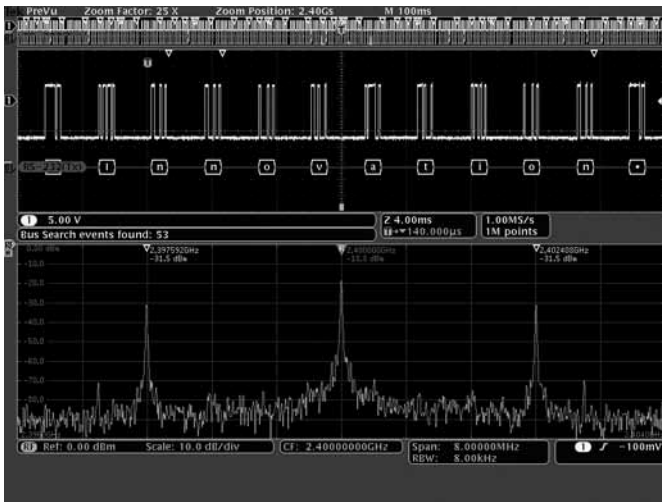
Обнаружение неисправностей устройства — это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересующее событие, чтобы можно было установить причину его возникновения.

Точный захват любого сигнала обеспечивается правильным подбором пробников. Осциллографы серии MDO4000 комплектуются четырьмя пробниками с малой входной ёмкостью. 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 высокую производительность, свойственную активным пробникам, с гибкостью пассивных.

Осциллографы серии MDO4000 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 MDO4000 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: I2C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I2S/LJ/RJ/TDM. Способность одновременного декодирования до четырёх 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 встроенных системах, осциллографы серии MDO4000 имеют 16 цифровых каналов. 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.

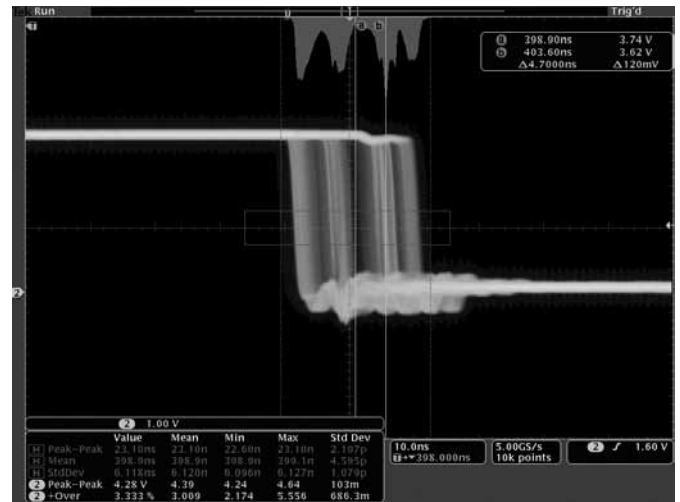


**Поиск** — Декодирование сигнала шины RS-232 с отображением результатов поиска данных, имеющих значение «n», с помощью функции Wave Inspector. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность при навигации и просмотре данных.

### Поиск

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

Осциллографы серии MDO4000 предлагают самые совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. С помощью этих органов управления можно ускорить процессы панорамирования и изменения масштаба фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, пользователь имеет возможность перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. С помощью специальных пользовательских меток можно обозначить на осциллограмме любой участок, а потом вернуться к нему для дальнейшего изучения. Кроме того, пользователь имеет возможность проводить автоматический поиск по заданным им критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые и цифровые данные, а также данные последовательных шин. При этом он автоматически отмечает каждый момент наступления заданного события. В дальнейшем пользователь может быстро перемещаться между событиями по этим меткам.



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

### Анализ

Для того чтобы проверить, насколько параметры опытного образца разрабатываемого устройства соответствуют модели и удовлетворяют ли они поставленным в проекте целям, необходимо всесторонне проанализировать все характеристики устройства. Этот анализ может потребовать самых разнообразных измерений — от простого определения времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания (потерь мощности) и исследования источников шумов.

Осциллографы серии MDO4000 оснащены полным набором встроенных средств анализа, в том числе привязанные к сигналу и экрану курсоры, 44 вида автоматических измерений, расширенный набор математических функций, включая редактор уравнений, а также функцию построения гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуальной оценки изменения результатов измерений во времени. Кроме того, приборы комплектуются специализированными прикладными программами для анализа сигналов последовательных шин, проектирования источников питания, тестирования по пределам и маскам и разработки видеоустройств. Для более глубокого анализа может быть использована программное обеспечение LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которая включает более 200 встроенных функций, в том числе анализ в частотной и временной области, регистрацию данных и создание отчетов в задаваемом пользователем формате.

## Технические характеристики

Параметр	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Число аналоговых каналов			4	
Полоса пропускания	500 МГц	1 ГГц	500 МГц	1 ГГц
Частота дискретизации (1-2 канала)	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (3-4 канала)		2,5 Гвыб./с		
Число цифровых каналов			16	
РЧ канал			1	
Диапазон частот	50 кГц ... 3 ГГц		50 кГц ... 6 ГГц	
Полоса захвата в реальном времени		более 1 ГГц		
Полоса обзора		1 кГц ... 3/6 ГГц в последовательности 1-2-5		
Полоса разрешения		20 Гц ... 10 МГц в последовательности 1-2-3-5		
Опорный уровень		-140 дБм ... +30 дБм, шагами по 5 дБм		
Вертикальная шкала		1 дБ/дел. ... 20 дБ/дел. в последовательности 1-2-5		
Вертикальное положение		от -10 дел. до +10 дел.		
Единицы измерения по вертикали		дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкВт, дБмА, дБмкА		
Средний уровень собственных шумов		50 кГц ... 5 МГц: менее -130 дБм/Гц (менее -134 дБм/Гц тип.) 5 МГц ... 3 ГГц: менее -148 дБм/Гц (менее -152 дБм/Гц тип.) 3 ГГц ... 6 ГГц: менее -140 дБм/Гц (менее -143 дБм/Гц тип.)		
Паразитные составляющие				
Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (> 30 МГц)		< -55 дБн (< -60 дБн тип.)		
Интермодуляционные искажения 2-го порядка		< -55 дБн (< -60 дБн тип.)		
Интермодуляционные искажения 3-го порядка		< -60 дБн (< -63 дБн тип.)		
Другие искажения		< -55 дБн (< -60 дБн тип.)		
Подавление помех от зеркального канала и ПЧ		< -50 дБн (< -55 дБн тип.)		
Остаточные составляющие		< -78 дБм		
Перекрёстные помехи в РЧ канале от осциллографических каналов		частота на входе $\leq 1$ ГГц: < -68 дБ от опорного уровня частота на входе от 1 ГГц до 2 ГГц: < -48 дБ от опорного уровня		
Фазовые шумы на частоте 2 ГГц, при отстройке 10 кГц 100 кГц 1 МГц		< -90 дБн/Гц, < -95 дБн/Гц (тип.) < -95 дБн/Гц, < -98 дБн/Гц (тип.) < -113 дБн/Гц, < -118 дБн/Гц (тип.)		
Погрешность измерения уровня (уровень входного сигнала от +10 дБм до -50 дБм)		при температуре 20 ... 30°C: менее $\pm 1$ дБ ( $\pm 0,5$ дБ тип.) вне рабочего диапазона: менее $\pm 1,5$ дБ		
Остаточная частотная модуляция		$\leq 100$ Гц от пика до пика на 100 мс		
Максимальный рабочий входной уровень				
Средняя непрерывная мощность		+30 дБм (1 Вт)		
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения		$\pm 40$ В постоянного напряжения		
Максимальная безопасная мощность (незатухающие колебания)		+33 дБм (2 Вт)		
Максимальная безопасная мощность (импульс)		+45 дБм (32 Вт) (длительность импульса < 10 мс, скважность < 1%, опорный уровень $\geq +10$ дБм)		
Запуск по уровню мощности				
Частотный диапазон	1 МГц ... 3 ГГц		1 МГц ... 6 ГГц	
Диапазон амплитуды		+30 дБм ... -40 дБм		
Пределы, при ЦЧ* от 1 МГц до 3,25 ГГц при ЦЧ* более 3,25 ГГц		-35 дБ от опорного уровня -15 дБ от опорного уровня		
Минимальная длительность импульса		время включения 10 мкс при установленном минимальном времени выключения 10 мкс		
Временной сдвиг между РЧ и аналоговыми каналами		< 5 нс		
Типы трасс в частотной области		нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума		
Типы трасс во временной области		амплитуда/время, частота/время, фаза/время		
Типы детекторов		положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка		
Автоматические маркеры		распознавание от 1 до 11 пиков на основе задаваемых пользователем пороговых значений и отклонения		
Ручные маркеры		два ручных маркера для индикации частоты, амплитуды, плотности шумов и фазовых шумов		
Режимы отображения показаний маркеров		абсолютный и относительный		

\*ЦЧ — центральная частота

## Продолжительность захвата РЧ сигнала

Полоса обзора	Максимальное время захвата
более 2 ГГц	2,5 мс
от 1 ГГц до 2 ГГц	5 мс
от 800 МГц до 1 ГГц	10 мс
от 500 МГц до 800 МГц	12,5 мс
от 400 МГц до 500 МГц	20 мс
от 250 МГц до 400 МГц	25 мс
от 200 МГц до 250 МГц	40 мс
от 160 МГц до 200 МГц	50 мс
от 125 МГц до 160 МГц	62,5 мс
менее 125 МГц	79 мс

## Окна БПФ

Окно БПФ	Коэффициент
Кайзера	2,23
Прямоугольное	0,89
Хэмминга	1,30
Хеннинга	1,44
Блекмана-Харриса	1,90
Окно с плоской вершиной	3,77

## Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MDO4054-X	MDO4104-X
Число входных каналов	4	4
Аналоговая полоса пропускания (-3 дБ), 5 мВ/дел. – 1 В/дел.	500 МГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания, 5 мВ/дел. (тип.)	700 пс	350 пс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц или 250 МГц	
Режим входа	открытый (DC), закрытый (AC)	
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%	
Диапазон входной чувствительности, 1 МОм	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.	
Диапазон входной чувствительности, 50 Ом	от 1 мВ/дел. до 1 В/дел.	
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)	
Максимальное входное напряжение, 1 МОм	300 В <sub>скз</sub> (Кат II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В	
Максимальное входное напряжение, 50 Ом	5 В <sub>скз</sub> с пиковыми значениями ≤ ±20 В	
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1,5%, с ухудшением на 0,1%/°C при температуре более 30°C	
Развязка между каналами	≥100:1 на частоте ≤100 МГц, ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания, для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью	

## Диапазон смещения

Диапазон	1 МОм	50 Ом
от 1 мВ/дел. до 50 мВ/дел.	±1 В	±1 В
от 50,5 мВ/дел. до 99,5 мВ/дел.	±0,5 В	±0,5 В
от 100 мВ/дел. до 500 мВ/дел.	±10 В	±10 В
от 505 мВ/дел. до 995 мВ/дел.	±5 В	±5 В
от 1 В/дел. до 5 В/дел.	±100 В	±5 В
от 5,05 В/дел. до 10 В/дел.	±50 В	-

## Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MDO4000
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)
Пороговые напряжения	отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, задаваемый пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В
Максимальное входное напряжение	±42 В <sub>пик-пик</sub>
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
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 ёмкость пробника	3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтальной развертки аналоговых каналов

Параметр	MDO4054-X	MDO4104-X
Максимальная длина записи (все каналы)	20 млн. точек	
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы/половина каналов)	8/8 мс	8/4 мс
Диапазон скорости развертки	от 1 нс/дел. до 1000 с/дел.	от 400 пс/дел. до 1000 с/дел.
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 5000 с	
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±125 нс	
Погрешность развертки	±5·10 <sup>-6</sup> в любом интервале ≥1 мс	

Система горизонтальной развертки цифровых каналов

Параметр	Все модели MDO4000
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек
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 распознаваемая длительность импульса (тип.)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	200 пс
Максимальная частота переключения входа	500 МГц Максимальная частота синусоидального сигнала, которая может быть правильно воспроизведена в виде логического меандра. Требуется короткий провод заземления для каждого канала.  Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.

Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	автоматический, нормальный и однократный
Тип входа запуска	открытый, закрытый, подавление ВЧ (подавление частот >50 кГц), подавление НЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон задержки запуска	от 20 нс до 8 с

Чувствительность системы запуска

Параметр	Описание
Внутренний запуск, открытый вход	
вход 1 МОм (все модели)	в диапазоне от 1 мВ/дел. до 4,98 мВ/дел.: 0,75 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания
вход 50 Ом (MDO4054-X)	в диапазоне более 5 мВ/дел.: 0,4 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания
вход 50 Ом (MDO4104-X)	0,4 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания

Диапазон уровней запуска

Параметр	Описание
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Сеть переменного тока	фиксирован на уровне 50% от величины напряжения сети

Измерение частоты сигнала запуска

Отображение значения частоты сигнала запуска с 6-разрядным разрешением.



## Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале. Тип входа: открытый, закрытый, с подавлением ВЧ, НЧ или шума.
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска на время — от 4 нс до 8 с. Задержка запуска до некоторого события — от 1 до 4 000 000 событий.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых $>$ , $<$ , $=$ или $\neq$ заданному значению (от 4 нс до 8 с).
Время ожидания	Запуск в случае, если в течение заданного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного импульса.
Вырожденный импульс (рант)	Запуск по импульсу, который пересёк один порог, но не пересёк второй порог перед повторным пересечением первого.
Логическое выражение	Запуск происходит в том случае, если заданное логическое состояние каналов становится ложным или остается истинным в течение заданного периода времени (от 4 нс до 8 с). Сигнал на любом из входов можно использовать в качестве сигнала тактовой частоты, по фронтам которого выполняется проверка логического состояния. Логические значения (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как «Высокое», «Низкое» или «Безразлично».
Установка и удержание	Запуск по нарушению и времени установки, и времени удержания между сигналом тактовой частоты и сигналом данных на любом из входных каналов.
Длительность фронта (время нарастания/спада)	Запуск происходит в том случае, если длительность фронта оказывается больше или меньше заданной величины. Фронт может быть задан или положительный (нарастающий), или отрицательный (спадающий), или любой.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечётным, чётным или всем полукадрам видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенные функции запуска по видеосигналу (опция)	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.
I <sup>2</sup> C (опция)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному подтверждению, адресу (7- или 10-битному), данным или адресу и данным на шинах I <sup>2</sup> C со скоростью передачи до 10 Мбит/с.
SPI (опция)	Запуск по активному SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью передачи до 50,0 Мбит/с.
USB (опция)	Низкоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, 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 $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, зарезервированный. Запуск по ошибке: проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
	Полноскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, 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 $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, PRE, зарезервированный. Запуск по ошибке: проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
	Высокоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, 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 $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, DATAM; можно определить запуск по данным, которые $\leq$ , $<$ , $=$ , $>$ , $\geq$ , $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, 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/массив/прерывание (полноскоростное и низкоскоростное устройство), изохронный (промежуточный пакет, последний пакет, стартовый пакет, все данные); тип конечной точки: безразлично, управление, изохронный, массив данных, прерывание. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая.
	Поддержка высокоскоростной шины доступна только в моделях MDO4104-3 и MDO4104-6.

## Режимы запуска (продолжение)

Режим	Описание
Ethernet (опция)	<p>10BASE-T: 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).  MAC адрес: запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.  Управляющая информация MAC Q-Tag: запуск по 32-битному значению Q-Tag.  Длина/тип MAC: запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному 16-битному значению, либо попадает в пределы или выходит 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 Ask.  Данные клиента TCP/IPv4/MAC: запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта: безразлично, 0-1499.</p> <p>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).  MAC адрес: запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.  Управляющая информация MAC Q-Tag: запуск по 32-битному значению Q-Tag.  Длина/тип MAC: запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному 16-битному значению, либо попадает в пределы или выходит 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 Ask.  Данные клиента TCP/IPv4/MAC: запуск по величине, которая <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> указанному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта: безразлично, 0-1499.</p>
CAN (опция)	<p>Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, удаленный запрос, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу кадра, пропущенному подтверждению или ошибке заполнения битов в сигналах шины CAN со скоростью передачи до 1 Мбит/с. Запуск можно настроить так, чтобы он происходил в том случае, если данные окажутся <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math> или <math>\neq</math> заданному значению. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается на 50%.</p>
LIN (опция)	<p>Запуск по синхроимпульсу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, кадру активизации, кадру дежурного режима, а также по ошибкам синхронизации, чётности или контрольной суммы на скоростях до 100 кбит/с (по определению шины LIN, 20 кбит/с).</p>
FlexRay (опция)	<p>Запуск по началу кадра, типу кадра (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу кадра или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого кадра, кадра синхронизации или стартового кадра на скоростях до 100 Мбит/с.</p>
RS-232/422/485/UART (опция)	<p>Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приёма, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке чётности передачи и ошибке чётности приема на скоростях до 10 Мбит/с.</p>
MIL-STD-1553 (опция)	<p>Запуск по синхросигналу, типу слова<sup>1</sup> (командное, статуса, данных), командному слову<sup>1</sup> (задаётся отдельно RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, чётность), слову статуса<sup>1</sup> (задаётся отдельно RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, приём циркулярной команды, занято, флаг подсистемы, динамический контроль шины, флаг терминала, чётность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, чётности, кода манчестер, связности данных), времени ожидания (минимальное время от 4 мкс до 100 мкс, максимальное время от 12 мкс 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 <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math>, <math>\neq</math> заданному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы заданного диапазона.</p>
I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM (опция)	<p>Запуск по выбору слова, по синхросигналу кадра или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия <math>\leq</math>, <math>&lt;</math>, <math>=</math>, <math>&gt;</math>, <math>\geq</math> или <math>\neq</math> 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.</p>
Параллельная шина	<p>Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит. Поддерживаются данные в двоичном и шестнадцатеричном форматах.</p>

<sup>1</sup> При выборе режима запуска по командному слову запуск осуществляется по командному слову и по неопределённому командному слову или слову статуса. При выборе режима запуска по слову статуса запуск осуществляется по слову статуса и по неопределённому командному слову или слову статуса.

## Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват дискретизированного сигнала
Пик-детектор	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.
Усреднение	Усреднение по заданному количеству осциллограмм (от 2 до 512)
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отображающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	Усреднение с узкополосным фильтром в реальном времени позволяет снизить случайный шум и повысить вертикальное разрешение.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

## Измерение параметров сигналов

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения (временная область)	29 видов, четыре 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 выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимальное, минимальное и среднее значения, циклическое среднее, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое значение, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число фронтов, число спадов, площадь и циклическая площадь.
Автоматические измерения (частотная область)	3 вида, один которых может быть отображён на экране одновременно. Возможно измерение следующих параметров: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR) и ширины занимаемой полосы частот (OBW).
Статистика измерений	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений могут быть заданы в процентах или в единицах измеряемой величины.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.
Гистограммы сигналов	Гистограмма представляет собой массив значений, представляющих собой общее число попаданий в заданную пользователем область экрана. Гистограмма выводится в виде графика распределения числа попаданий, а также в виде массива числовых значений, которые могут быть измерены. Источники данных: 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.
Параметры гистограммы	Число сигналов, попадание в заданные пределы, количество пиков, медиана, максимум, минимум, размах (пик-пик), среднее, стандартное отклонение, сигма1, сигма2, сигма3.

## Математическая обработка сигналов

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление сигналов.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье (БПФ).
Быстрое преобразование Фурье	Спектральная амплитуда. Вертикальная шкала БПФ: линейная (СКЗ) или в дБВ (СКЗ). Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Математические операции над спектром	Сложение и вычитание трасс в частотной области.
Расширенные математические функции	Определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические функции. Позволяет включать в математические выражения математические функции (БПФ, интегрирование, дифференцирование, логарифм, экспонента, корень квадратный, модуль, синус, косинус, тангенс, радианы, градусы), скалярные значения, до двух определяемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, положительный фронт, отрицательный фронт, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое значение, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, циклическое среднее, площадь, циклическая площадь и графики тренда), например, $(Intg(Ch1 - Mean(Ch1)) \times 1,414 \times VAR1)$ .

## Комбинированные осциллографы - серия MDO4000

### Измерения мощности (опция)

Измерение	Описание
Измерения качества электроэнергии	Среднеквадратическое напряжение, коэффициент амплитуды напряжения, частота, среднеквадратический ток, коэффициент амплитуды тока, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Коммутационные потери	Потери мощности: $T_{вкл.}$ , $T_{откл.}$ , проводимость, общие. Потери энергии: $T_{вкл.}$ , $T_{откл.}$ , проводимость, общие.
Гармонические составляющие	Полный коэффициент гармоник (THD-F, THD-R), среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование на соответствие IEC61000-3-2 Класс А и MIL-STD-1399, раздел 300А.
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление типов модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
Область безопасной работы	Графическое представление и тестирование по маске области безопасной работы импульсных источников питания.
dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

### Тестирование сигналов по пределам и маскам

Параметр	Описание
Прилагаемые стандартные маски	ITU-T, ANSI T1.102, USB.
Источник сигнала	Тестирование по пределам: любой из Кан1 - Кан4 или любой из R1 - R4. Тестирование по маске: любой из Кан1 - Кан4.
Создание маски	Тестирование по пределам: вертикальный допуск от 0 до 1 деления с шагом 0,001 деления; горизонтальный допуск от 0 до 0,5 деления с шагом 0,001 деления. Загрузка стандартной маски из внутренней памяти. Загрузка специальной маски из текстового файла, включающего до 8 сегментов.
Масштабирование маски	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника). Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника).
Критерии останова теста	Минимальное число осциллограмм: от 1 до 1 000 000; бесконечно. Минимальное прошедшее время: от 1 секунды до 48 часов; бесконечно.
Превышение порога	От 1 до 1 000 000
Действия при отказе	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, выдать сигнал запуска, подать сигнал SRQ на удалённый интерфейс.
Действия при завершении теста	Выдать сигнал запуска, подать сигнал SRQ на удалённый интерфейс.
Отображение результатов	Состояние теста, общее число осциллограмм, число нарушений, частота появления нарушений, общее число тестов, число неудачных тестов, интенсивность отказов, прошедшее время, общее число попаданий в каждый сегмент маски.

### Программное обеспечение

ПО	Описание
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MDO4000, позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного пользовательского интерфейса; не требует никакого программирования. Версия ПО, входящая в стандартную комплектацию осциллографов серии MDO4000, поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPTE) включает дополнительную обработку сигналов, расширенные средства анализа, смешанные сигналы, свипирование, проверку граничных условий и определяемые пользователем пошаговые режимы. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MDO4000 с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейсы 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.
Драйвер IVI	Предоставляет стандартный интерфейс программирования приборов для распространённых приложений: LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Scope® ПО для дистанционного управления на базе веб-страницы	Позволяет управлять осциллографами серии MDO4000 по локальной сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI, класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу MDO4000 через стандартный обозреватель путем ввода IP адреса осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять сетевые настройки и управлять прибором с помощью ПО для дистанционного управления на базе веб-страницы e*Scope. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификации стандарта LXI, класс C.

## Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип дисплея	Цветной жидкокристаллический TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм).
Разрешение	1024 × 768 пикселей (XGA).
Представление сигналов	векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	полная, сетка, сплошная, перекрестие, рамка, IRE и мВ.
Формат	YТ и одновременно XY/YТ.
Скорость захвата сигналов	>50 000 осциллограмм в секунду (макс.).

## Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной порт USB 2.0 (хост)	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуру. Два порта на передней панели и два — на задней панели прибора.
Высокоскоростной порт USB 2.0 (клиент)	Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с ТЕК-USB-488), а также прямую распечатку на всех принтерах, совместимых с технологией PictBridge. Расположен на задней панели.
Сетевой порт LAN	Разъём RJ-45, поддерживает стандарт 10/100/1000Base-T
Выход видеосигнала XGA	Разъём DB-15, позволяет выводить изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели, амплитуда 2,5 В, частота 1 кГц
Вспомогательный выход	Разъём BNC на задней 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 тестировании по пределам и 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 под стандартный замок Кенсингтона.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA 100 мм (MIS-D 100) на задней панели прибора.

## LXI (Расширение LAN для измерительных приборов)

Параметр	Описание
Класс	LXI Класс C
Версия	V1.3

## Питание прибора

Параметр	Описание
Напряжение питания	от 100 до 240 В $\pm 10\%$
Частота	от 45 до 66 Гц (85...264 В) от 360 до 440 Гц (100...132 В)
Потребляемая мощность	225 Вт (макс.)

## Физические характеристики

Габаритные размеры, мм	
Высота	229
Ширина	439
Глубина	147
Масса, кг	
Нетто	5,0
Брутто	10,7
Конфигурация при монтаже в стойку	5 U
Зазоры для охлаждения	по 51 мм слева и сзади

## Условия окружающей среды

Параметр	Описание
Температура	
рабочая	от 0°C до +50°C
при хранении	от -20°C до +60°C
Относительная влажность	
рабочая	высокая: от 10 до 60% при температуре 40 ... 50°C низкая: от 10 до 90% при температуре 0 ... 40°C
при хранении	высокая: от 5 до 60% при температуре 40 ... 60°C низкая: от 5 до 90% при температуре 0 ... 40°C
Высота над уровнем моря	
рабочая	до 3000 м
при хранении	до 9144 м
Нормативные документы	
электромагнитная совместимость	Директива совета ЕС 2004/108/EC
безопасность	UL61010-1, второе издание; CSA61010-1, второе издание; EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

## Информация для заказа

## Серия MDO4000

Модель	Описание
MDO4054-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4054-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц
MDO4104-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4104-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц

**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; TRP1000, 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 1 ГГц), 16-канальный логический пробник P6616, комплект принадлежностей (020-2662-xx) для логического пробника, передняя крышка (200-5130-xx), адаптер N-BNC (103-0045-00), руководство пользователя (071-2918-xx), компакт-диск с документацией (063-4367-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, калибровочный сертификат, кабель питания, сумка с принадлежностями (016-2030-xx), трехлетняя гарантия.

**Примечание.** При заказе следует указывать тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

## Прикладные программные модули

Прикладные программные модули поставляются вместе с лицензиями, которые могут свободно переноситься с модуля в осциллограф и обратно. Лицензия может быть привязана к модулю, при этом он может устанавливаться в разные приборы. Кроме того, лицензия может быть привязана к осциллографу, что позволяет извлекать модуль из прибора для обеспечения его сохранности. Возможность привязки лицензии к осциллографу и извлечения модуля позволяет использовать до четырёх приложений одновременно.

Модуль	Описание
DPO4AERO	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, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4, математическая функция, любой из опорных сигналов R1-R4. Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный сигнал).
DPO4AUDIO	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 в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 и DO-D15. Рекомендуемые пробники: для I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM — несимметричный.
DPO4AUTO	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 в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: LIN — любой канал 1-4 и DO-D15; CAN — любой канал 1-4 (DO-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: LIN — несимметричный; CAN — несимметричный или дифференциальный.
DPO4AUTOMAX	Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам последовательных автомобильных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени, а также ПО для анализа глазковых диаграмм. Входы сигнала: LIN — любой канал 1-4 и DO-D15; CAN — любой канал 1-4 (DO-D15, только несимметричный пробник), FlexRay — любой канал 1-4 (DO-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: LIN — несимметричный; CAN, FlexRay — несимметричный или дифференциальный.
DPO4COMP	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 в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 (DO-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: RS-232/UART — несимметричный; RS-422/485 — дифференциальный.
DPO4EMBD	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 в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: I <sup>2</sup> C, SPI — любой канал 1-4 и DO-D15. Рекомендуемые пробники: I <sup>2</sup> C, SPI — несимметричный.
DPO4ENET	Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 для несимметричного пробника; любой канал 1-4, математический, любой из опорных сигналов R1-R4 — для дифференциального пробника. Рекомендуемые пробники: 10BASE-T — несимметричный или дифференциальный; 100BASE-TX — дифференциальный.
DPO4USB	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательной шины 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 в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Входы сигнала: низкоскоростные и полноскоростные шины — любой канал 1-4 (DO-D15 только с несимметричным пробником); низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины — любой канал 1-4, математический, любой из опорных сигналов R1-R4. Рекомендуемые пробники: низкоскоростные и полноскоростные шины — несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины — дифференциальный. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями MDO4104-X.
DPO4PWR	Модуль анализа мощности. Позволяет быстро и точно анализировать качество электроэнергии, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt).
DPO4LMT	Модуль тестирования по пределам и маскам. Позволяет выполнять тестирование сигнала по допускам, полученным на основе образцовой («золотой») версии того же сигнала, а также проводить с помощью масок тестирование сигналов на соответствие телекоммуникационным и компьютерным стандартам.
DPO4VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.
MDO4TRIG	Модуль расширенного запуска по уровню мощности на РЧ входе. Позволяет использовать уровень мощности на РЧ входе в качестве источника для следующих типов запуска: по длительности импульса, вырожденным импульсам (ранту), времени ожидания, логическим состояниям и последовательности.

## Опции прибора

## Варианты вилки кабеля питания

Опции	Описание
Опция A1	Универсальная европейская

Язык руководства пользователя<sup>\*2</sup>

Опции	Описание
Опция L10	русский

<sup>\*2</sup> Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.

Сервисные опции<sup>\*3</sup>

Опции	Описание
Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Отчет с калибровочными данными
Опция D3	Отчет с калибровочными данными в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет с калибровочными данными в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция G3	Полное обслуживание в течение 3 лет (включает предоставление подменного прибора на время ремонта, регулярную калибровку и т.д.)
Опция G5	Полное обслуживание в течение 5 лет (включает предоставление подменного прибора на время ремонта, регулярную калибровку и т.д.)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантию)

<sup>\*3</sup> Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в соответствующих технических описаниях.

## Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X, входная емкость 3,9 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
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, входное напряжение ±42 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, входное напряжение ±42 В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±8,5 В
TDP3500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 3,5 ГГц, входное напряжение ±2 В
TCP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 120 МГц, 30 А
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 МГц, 150 А
P5200A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 50 МГц
P5202A <sup>*4</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 640 В, 100 МГц
P5205A <sup>*4</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 200 МГц
P5210A <sup>*4</sup>	Высоковольтный дифференциальный пробник, 5,6 кВ, 50 МГц
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник с делителем 100X, 2,5 кВ

<sup>\*4</sup> Необходим переходник с TekVPI® на TekProbe BNC (TPA-BNC).

## Рекомендуемые принадлежности

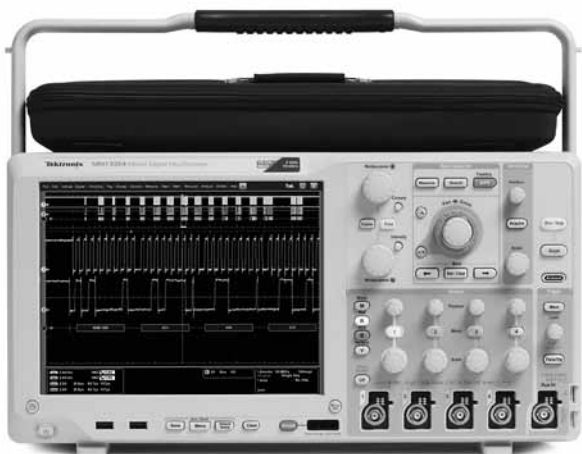
Принадлежность	Описание
119-4146-00	Комплект пробника поля в ближней зоне, 100 кГц – 1 ГГц
119-6609-00	Гибкая несимметричная вибраторная антенна
TPA-N-VPI	Адаптер N-TekVPI (переходник для подключения пробников TekVPI к PCH входу)
077-0585-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
SIGEXPT	Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition (полная версия)
FPGAView-xx	ПО для отладки ПЛИС Altera и Xilinx.
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD4000B	Мягкая сумка для переноски
HCTEK54	Жесткий кейс для транспортировки (необходима опция ACD4000B)
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников

## Гарантия

Три года на детали и работу, за исключением пробников

# Осциллографы смешанных сигналов Осциллографы с цифровым люминофором

Серии MSO5000 и 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 входным сопротивлением 10 МОм, 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 с опциональным визуальным запуском

### Простота использования

- Органы управления Wave Inspector® обеспечивают простоту перемещения по осциллограммам и автоматизацию поиска
- Настраиваемые окна элементов управления MyScore® 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 2.0 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, декодирование и поиск по сигналам параллельных шин
- 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, декодирование и поиск по сигналам шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0
- Автоматизированный анализ сигналов последовательных шин MIPI® D-PHY DSI-1 и CSI-2, 8b/10b и PCI Express

### Прикладное ПО для анализа (опционально)

- Программные пакеты для проверки на соответствие стандартам Ethernet, MOST и USB 2.0, а также анализа джиттера и построения глазковых диаграмм, анализа источников питания, шин памяти DDR и широкополосных РЧ сигналов
- 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.

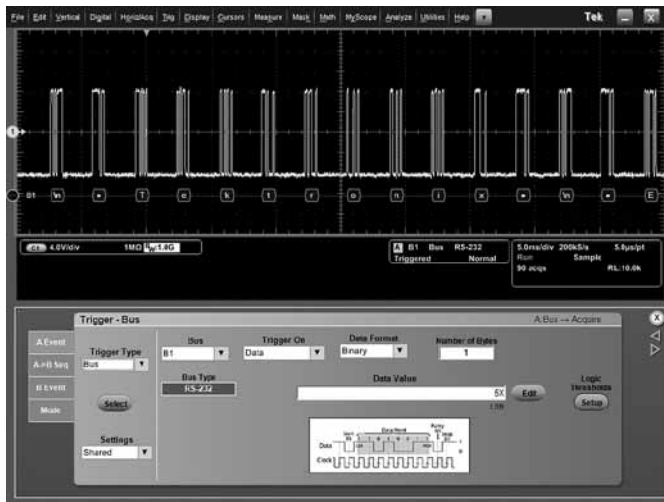
### Широчайший набор функций ускоряет каждый этап отладки

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 свои и различные редкие события, длящиеся в течение нескольких секунд, и выявить 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 выяснить причину его возникновения.

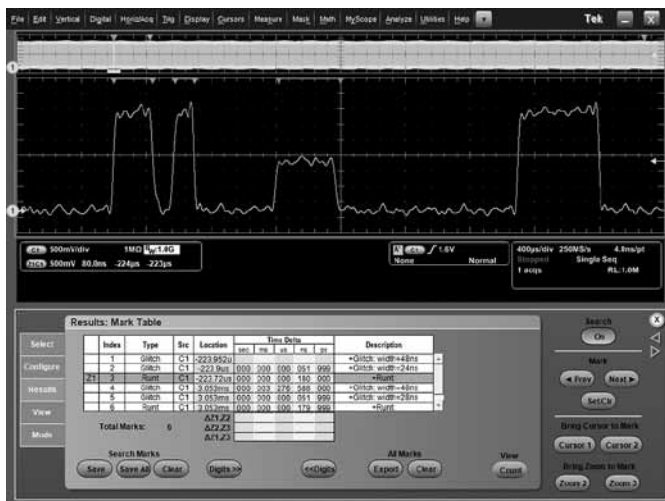
Точный захват любого сигнала начинается с качественных пробников. В стандартную комплектацию осциллографов серии MSO/DPO5000 входят четыре пассивных высокоомных пробника с малой емкостью — менее 4 пФ — для точного захвата сигнала и минимизации влияния шупа на тестируемое устройство. Расширенная система запуска приборов серии MSO/DPO5000 позволяет быстро находить следующие события: рванты, 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.

Для правильного определения характеристик сложного сигнала можно потратить несколько часов на сбор и сортировку тысячи захватов интересующего события. Определение момента запуска, локализирующего нужное событие с целью отобразить только тот участок осциллограммы, где оно происходит, значительно ускоряет этот процесс. Дополнительный режим «Визуального запуска» позволяет быстро и легко выделить нужные события путем сканирования всех выборок сигнала и сравнения их с создаваемыми на экране геометрическими фигурами.

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, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0 — 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.

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

**Поиск**

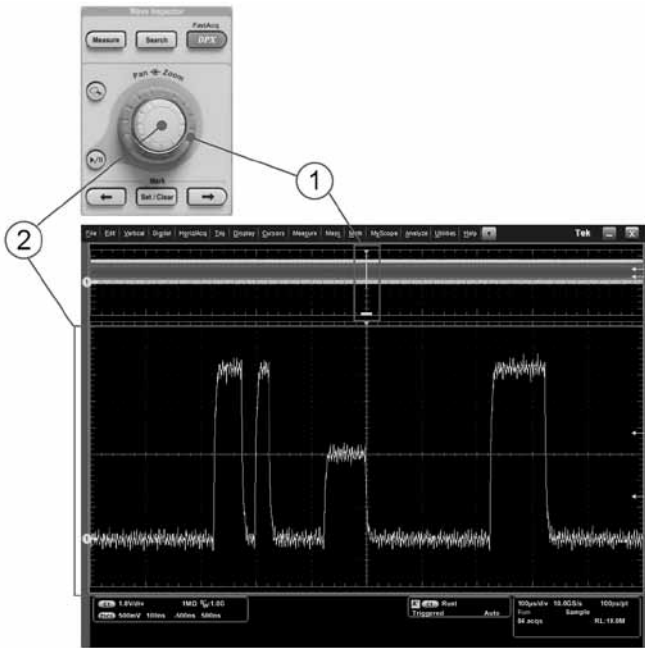
Поиск определенного события в длинной памяти может потребовать больших затрат времени. Объем памяти современных осциллографов может превышать миллион точек данных на канал, и поиск требуемого события может потребовать просмотра содержимого тысяч экранов при помощи обычной ручки прокрутки по горизонтали. 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 интересующее событие, проводя поиск по аналоговому и цифровым каналам или шинам. 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 стандартной конфигурации 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, пользовательские программные модули MATLAB и .NET для анализа, 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 и широкополосных PCH сигналов. 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.

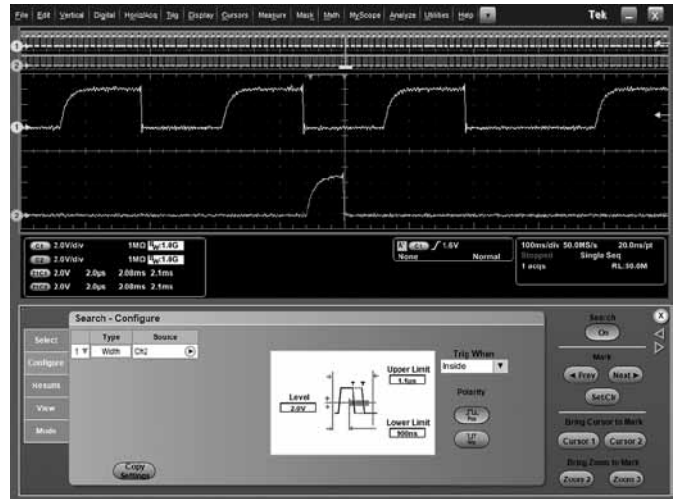
Органы управления Wave Inspector позволяют за секунды находить требуемое событие — это инновационный инструмент навигации и поиска с уникальными возможностями.

**Масштабирование и панорамирование**

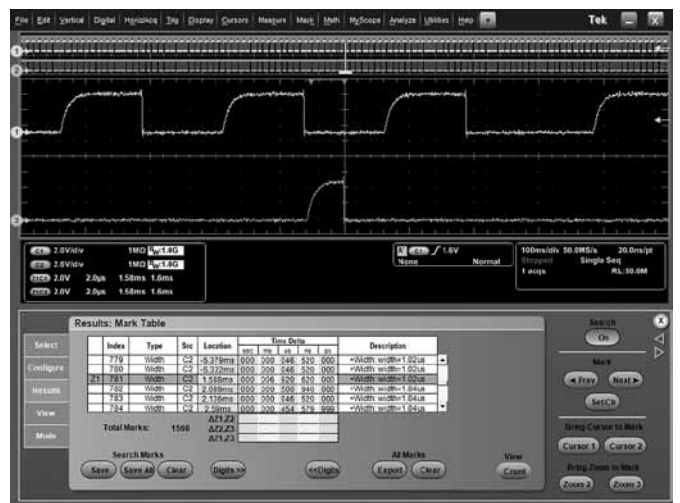
Две concentric ручки на передней панели — интуитивно понятные органы управления панорамированием и масштабированием. Внутренняя ручка служит для установки коэффициента масштабирования (масштаба). При ее повороте по часовой стрелке включается функция масштабирования и увеличивается коэффициент масштабирования; 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.

**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 больший угол также приводит к ускорению прокрутки осциллограммы, а для изменения направления прокрутки достаточно повернуть рукоятку в обратную сторону.



Шаг поиска 1. Определяем критерии поиска.



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.

**Пользовательские метки**

Чтобы поместить одну или несколько меток на интересующий участок осциллограммы, нажмите кнопку **Set/Clear** (поставить/снять 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.



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.



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.

### 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 рванты, 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.

### 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.

Кроме того, для измерений низких напряжений доступна версия пробников TPP с малым коэффициентом ослабления (2X). В отличие от других пассивных пробников с малым коэффициентом ослабления, пробник TPPO502 имеет высокое входное сопротивление и широкую полосу пропускания (500 МГц), а также низкую (12,7 пФ) емкость, обеспечивая превосходную точность и низкий уровень шума.

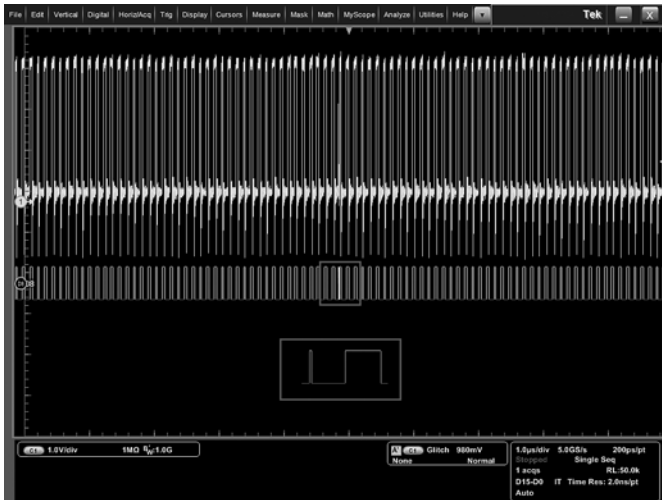
### Разработка и анализ систем со смешанными сигналами (серия MSO)

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 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 помечать 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.



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

### Высокоскоростная регистрация в режиме MagniVu™

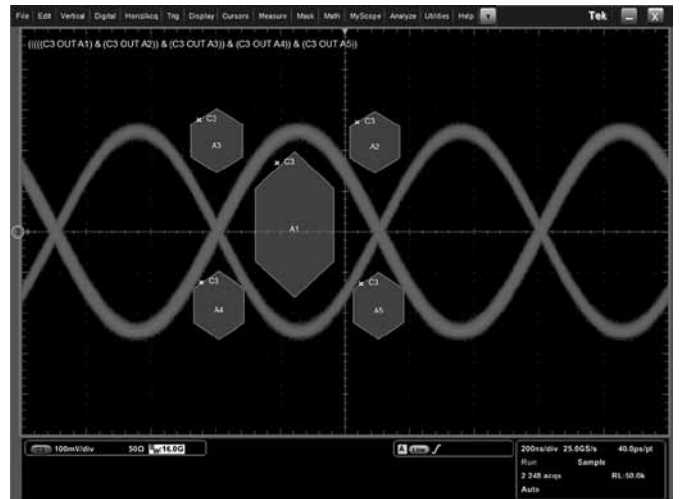
При работе в стандартном режиме регистрации цифровых сигналов осциллограф серии MSO5000 будет запоминать до 40 млн точек со скоростью 500 Мвыб/с (с разрешением 2 нс). Режим записи со сверхвысоким разрешением, называемый MagniVu, обеспечивает регистрацию 10 000 точек со скоростью до 16,5 Гвыб/с (с разрешением 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. 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.

### Пробник R6616 для цифровых сигналов

Конструктивно этот уникальный пробник содержит два восьмиканальных 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 R6616 имеется адаптер, который крепится к головке пробника, удлиняющий утопленный заземляющий контакт. Пробник R6616 обладает выдающимися характеристиками: емкостная нагрузка — всего 3 пФ, входное сопротивление — 100 кОм, полоса до 500 МГц, регистрация импульсов длительностью до 1 нс.



В комплект поставки осциллографов MSO5000 входит 16-ти канальный цифровой пробник R6616 с двумя подами по 8 каналов для облегчения подключения к тестируемому устройству.



Глазковая диаграмма, построенная с помощью опционального режима визуального запуска

### Визуальный запуск (опционально)

Опция визуального запуска добавляет новую степень свободы к стандартной системе запуска, обеспечивая интуитивный метод настройки условий запуска на основе геометрических фигур, формируемых на экране осциллографа. Эта функция позволяет пользователю задавать фигуры на экране осциллографа, которые квалифицируют события запуска по входным сигналам. Зоны могут быть созданы с использованием различных фигур, в том числе треугольников, квадратов, шестиугольников, трапеций и специальных фигур, задаваемых пользователем, чтобы они определили момент запуска для сигнала соответствующей формы. После создания фигур на дисплее осциллографа их можно перемещать и/или изменять размер в динамическом режиме, в то время как осциллограф осуществляет запуск, чтобы добиться идеальных условий запуска. Визуальный запуск может сочетаться со стандартным запуском и действовать в качестве квалификатора событий "А" и "В" на основе булевой логики.



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 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, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, USB 2.0, а также декодирования данных последовательных шин 8b/10b, PCI Express и MIPI D-PHY DSI-1 и CSI-2..

**Запуск по последовательным шинам**

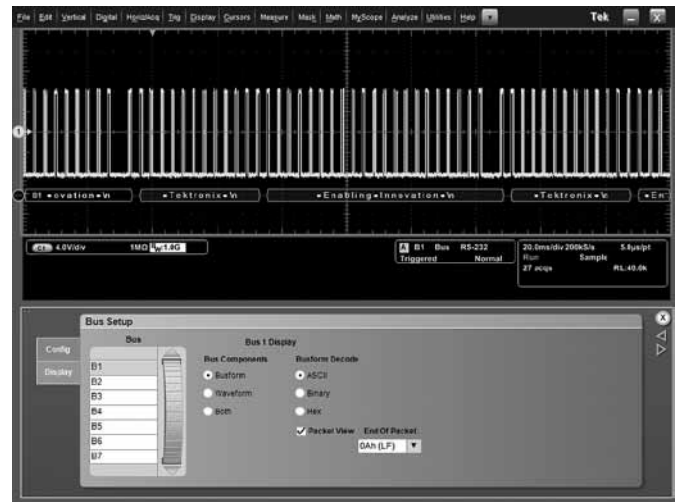
Запуск по содержимому пакета, такому как начало пакета, конкретные адреса, конкретные данные, уникальные идентификаторы и т. д. для таких популярных низкоскоростных последовательных интерфейсов, как I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0.

**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) представлении или в кодах ASCII (только USB и RS-232/422/485/UART).



Отображение декодированных сообщений RS-232 в режиме «Packet View».



Таблица событий, отображающая декодированные последовательные пакетные данные при длительном захвате.

**Отображение таблицы событий**

В дополнение к просмотру декодированных пакетов сигнальной шины можно увидеть все захваченные пакеты в табличной форме, очень похожей на листинг исходного текста программы. Пакеты снабжены метками времени и представлены в виде последовательного списка с отдельными колонками для каждого компонента (адрес, данные, и т.д.).

**Поиск по шине**

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения нужного события. Но что делать после того как сигнал захвачен и пора анализировать данные вокруг этого события? В прошлом пользователям приходилось вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразовывая биты в поисках того, что вызвало исследуемое событие. Осциллографы серии MSO/DPO5000 позволяют осуществлять автоматический поиск по критериям, определяемым пользователем. Поиск ведется среди полученных данных, включая содержимое пакетов последовательных сигналов. Каждое событие будет выделено маркером поиска. Быстрая навигация между маркерами осуществляется простым нажатием кнопок **Previous** (←) и **Next** (→) на передней панели.



Тестирование на соответствие USB 2.0.



Измерение коммутационных потерь. Автоматический анализ источников питания позволяет быстро и точно выполнять анализ типовых параметров.

**Тестирование на соответствие последовательным протоколам (опционально)**

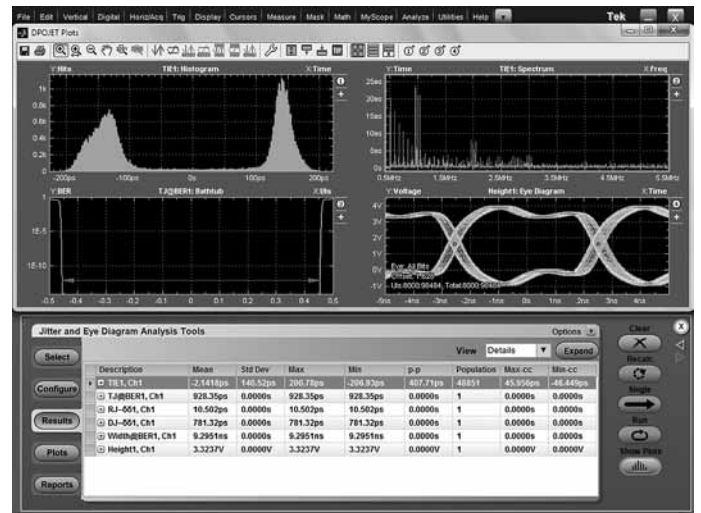
Пакеты программ для проведения автоматического тестирования на соответствие имеются для устройств физического уровня Ethernet 10BASE-T, 10BASE-Te, 100BASE-TX и 1000BASE-T (опция ET3), MOST50 и MOST150 electrical (опция MOST) и USB 2.0 (опция USB). Эти пакеты программ позволяют производить тестирование 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, 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.

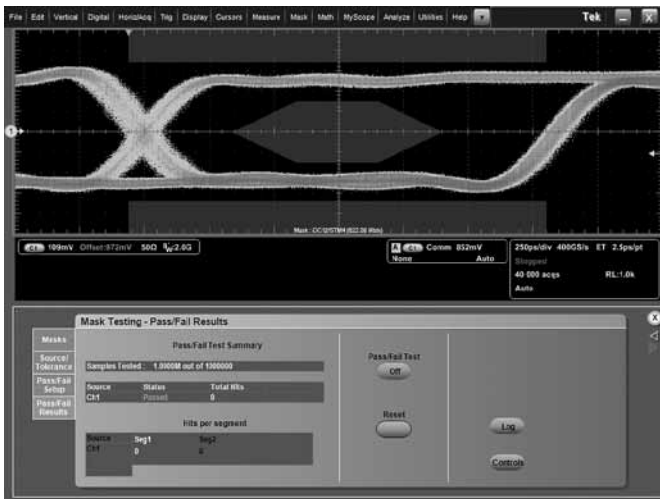
**ПО для расширенного анализа джиттера и построения глазковых диаграмм (опционально)**

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.



ПО для расширенного анализа джиттера и построения глазковых диаграмм.





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

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

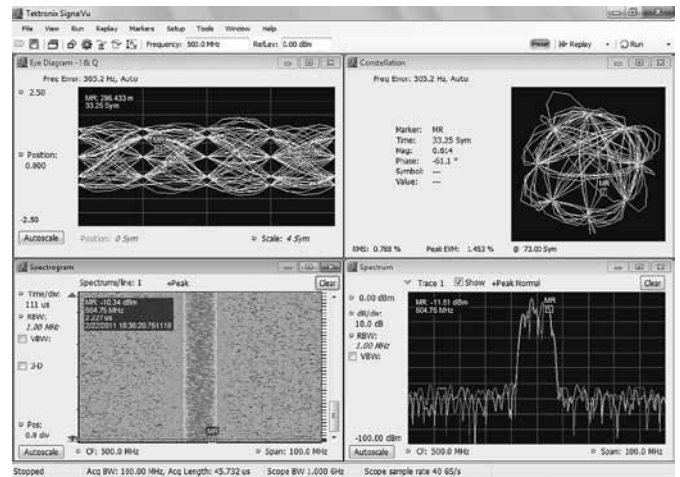
Дополнительные пакеты программ для тестирования в пределах (опция LT) и по маске (опция MTM) полезны при долговременном мониторинге сигнала, определении характеристик в процессе разработки и тестировании на производственной линии. ПО тестирования в пределах осуществляет сравнение тестируемого сигнала 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 задачи 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-DDR и LP-DDR2 и производит измерения в соответствии с методиками JEDEC типа «годен/не годен» 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.

### Векторный анализ сигналов (опционально)

Дополнительный пакет векторного анализа SignalVu™ (опции SVE, SVA, SVM, SVP и SVT) позволяет легко проверить разрабатываемые широкополосные устройства и измерить характеристики фрагментов сигнала, отличающихся широким спектром. Совместная работа векторного анализа сигналов, представленные в анализаторах спектра реального времени Tektronix, с широкой полосой захвата в цифровых осциллографах Tektronix, вы сможете работать со сложными модулирующими сигналами с использованием только осциллографа. Вы получаете функциональность векторного анализатора сигналов, анализатора спектра и разнообразные возможности запуска цифрового осциллографа – все в одном приборе. Если нужно убедиться в правильности работы созданной вами широкополосной РЛС, высокоскоростных спутниковых каналов связи или средств связи со скачкообразной перестройкой частоты, то программный пакет векторного анализа сигналов SignalVu™ может ускорить процесс понимания проблем, показав вам все особенности широкополосных сигналов этих систем в зависимости от времени.



SignalVu™ позволяет проводить детальный анализ в различных областях

### 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

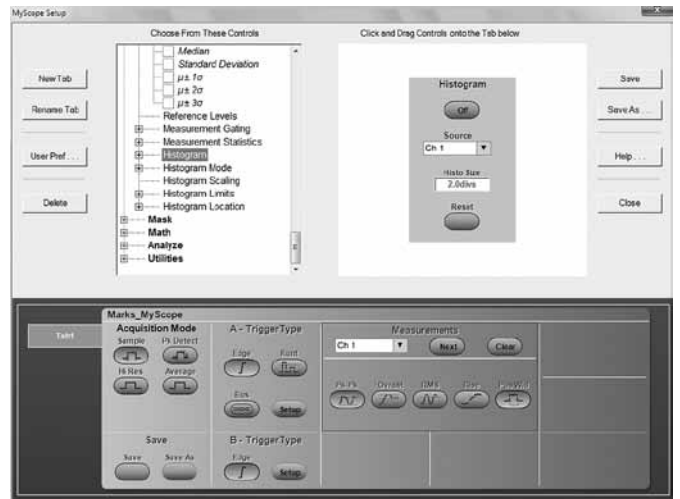
Отдельные органы управления по вертикали на каждый канал обеспечивают простое и интуитивно понятное управление. Теперь не требуется пользоваться одним комплектом ручек для всех четырех каналов.

Подключения

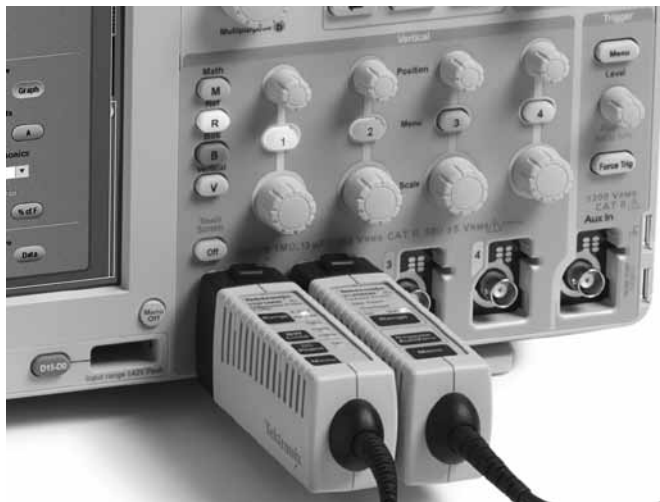
Два хост-порта USB 2.0 на передней панели позволяют легко передавать снимки экрана, настройки прибора и данные осциллограмм на флеш-накопители. На задней панели находятся четыре дополнительных хост-порта USB 2.0 и порт устройства USB для дистанционного управления осциллографом при помощи ПК или для подключения 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 блокировку портов USB. Съёмный жесткий диск облегчает пользовательскую настройку для различных пользователей, а также допускает использование в защищенной среде.



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



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



Интерфейс пробника TekVPI упрощает подключение к осциллографу.

### 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 MyScope 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

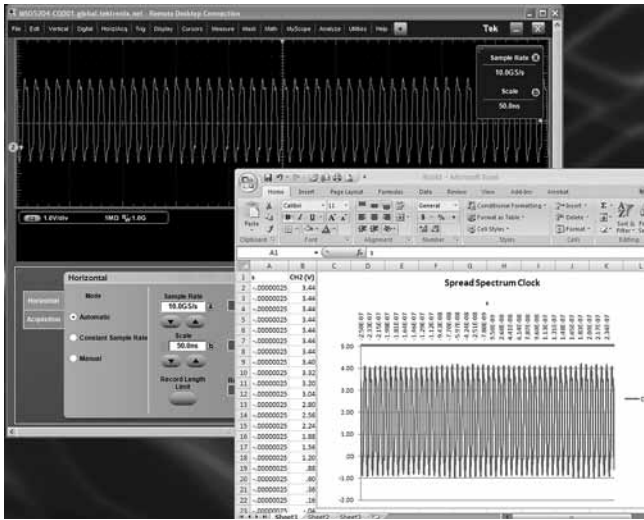
Плавающие лицензии предлагают альтернативный метод управления ресурсами Tektronix. Система плавающих лицензий позволяет легко перемещать активированные при помощи лицензионного ключа лицензии между всеми имеющимися у вас осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Чтобы заказать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

### Компактность

Приборы серии MSO/DPO5000 легко перемещать благодаря небольшим размерам, 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 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.



*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 встроенную 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)			
Эффективное разрешение по вертикали (типичное)	6 разрядов (10 делений пик-пик при синусоидальном сигнале на входе в полосе пропускания прибора, 100 мВ/дел., входное сопротивление 50 Ом, максимальная частота дискретизации, длина записи 1000 точек)			
Случайный шум (ср. кв., в режиме выборки, в полной полосе пропускания)				
1 МОм	≤(130 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(130 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(150 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(180 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)
50 Ом	≤(130 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(130 мкВ + 8,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(75 мкВ + 6,0% от установленной чувствительности В/дел.)	≤(150 мкВ + 6,0% от установленной чувствительности В/дел.)
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 соответствии 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	Максимальный динамический диапазон входного сигнала
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)	30 В <sub>пик-пик</sub> (≤200 МГц) 10 В <sub>пик-пик</sub> (>200 МГц)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала	Минимальный размах напряжения
Выбор значений порогов	ТТЛ, ЭСЛ, определяемое пользователем	400 мВ
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В	Входное сопротивление
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)	100 кОм
Максимальное входное напряжение	±42 В <sub>пик</sub>	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 12,5 пс/дел до 1000 с/дел			
Разрешение по времени (в режиме ET/IT)	2,5 пс/дел			
Диапазон задержки развертки	от –10 делений до 1000 с			
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±75 нс			
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 (MagniVu)	16,5 Гвыб./с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (MagniVu)	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
Расширенный запуск	Настраивается пользователем. Компенсирует рассогласование синхронизации между системой запуска и АЦП (не доступен в режиме FastAcq)

Параметр	Описание
Джиттер запуска	≤100 фс <sub>ср. кв.</sub> при использовании расширенного запуска ≤10 пс <sub>ср. кв.</sub> без расширенного запуска в режиме FastAcq ≤100 пс <sub>ср. кв.</sub> для режимов запуска, не связанных с перепадами
<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)
	Для входа 50 Ом (модели MSO5204, DPO5204, MSO5104, DPO5104): 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
	Для входа 50 Ом: (модели MSO5054, DPO5054, MSO5034, DPO5034): 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)	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)

## Осциллографы с цифровым люминофором и смешанных сигналов - серии DPO/MSO5000

### 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 в 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.
Параллельная шина	Запуск по заданным значениям данных на определенной параллельной шине.
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
Визуальный запуск (опционально)	Входит в состав опции VET. Запуск по любому из аналоговых каналов по выбранным пользователем фигурам (до 8), в том числе прямоугольник, треугольник, трапеция, шестиугольник и заданная пользователем форма.
I <sup>2</sup> C (опционально)	Входит в состав опции SR-EMBD. 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)	Входит в состав опции SR-EMBD. Запуск по SS или данным на шинах SPI со скоростью до 10 Мбит/с.
CAN (опционально)	Входит в состав опции SR-AUTO. Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, переполнение), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK, по ошибке вставки битов или ошибке контрольной суммы в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с.
LIN (опционально)	Входит в состав опции SR-AUTO. Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по ошибкам шин LIN со скоростями до 1 Мбит/с.
FlexRay (опционально)	Входит в состав опции SR-AUTO. Запуск по бит-индикаторам (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), числу циклов, полям заголовка (бит-индикаторам, идентификатору, длине информационной посылки, CRC заголовку и числу циклов), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или по ошибкам шин FlexRay со скоростью до 10 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опционально)	Входит в состав опции SR-AERO. Запуск по синхросигналу, командному слову, слову статуса, слову данных, времени ожидания и по ошибке в сигналах шин MIL-STD-1553 со скоростью до 1 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Входит в состав опции SR-COMP. Запуск по стартовому биту, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, данным, ошибке четности со скоростью до 10 Мбит/с.

USB (опционально)	<p>Входит в состав опции SR-USB.</p> <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 <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> <hr/> <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 <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, PRE, зарезервированный.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.</p> <hr/> <p>Высокоскоростная 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 <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, DATA2, DATAM; 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, NYET.</p> <p>Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая:</p> <p>Адрес концентратора</p> <p>Пуск/Завершение – безразлично, пуск (SSPLIT), завершение (CSPLIT),</p> <p>Адрес порта</p> <p>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)</p> <p>Тип конечного пункта – безразлично, управление, равномерный, основная часть, прерывание.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая.</p> <hr/> <p><b>Примечание.</b> Поддержка запуска, декодирования и поиска по сигналам высокоскоростной шины USB 2.0 реализована только в моделях с полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц.</p>
-------------------	--

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, комбинации состояний или до 8 типов событий по любому из 4 аналоговых 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.
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
Оконные функции БПФ	Прямоугольник, Хемминг, Хеннинг, Кайзер-Бессель, Блэкман-Харрис, Гаусс, FlatTop2, Тек Exponential

Параметр	Описание
Определение сигналов	Произвольное математическое выражение
Функции фильтрации	Определяемые пользователем фильтры. Пользователь выбирает файл с необходимыми коэффициентами фильтра. Образцы файлов входят в комплект поставки.
Математические функции, задаваемые пользователем	Специальные программные модули MATLAB и .NET для математического определения сигналов.
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 (SIGEXPTE) 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.
Драйвер IVI	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. Функциональная проверка выполнена в соответствии с основными требованиями DSS Национального института стандартов и технологий (NIST), также известными как Национальные нормативы США для базовых конфигураций (USGCB)
Процессор	Intel Core 2 Duo, ≥2 ГГц
Память	≥4 ГБ
Жесткий диск	Съемный жесткий диск, емкость ≥500 ГБ, 2,5 дюйма, SATA
Мышь	Оптическая мышь с колесиком, интерфейс USB
Клавиатура	Малогобаритная 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 $300 \text{ В}_{\text{ср.кв.}}$ с пиковыми значениями $\leq \pm 425 \text{ В}$ .
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 $\pm 1\%$ )
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 $\pm 10\%$
Частота	от 45 до 66 Гц (85-264 В) от 360 до 440 Гц (100-132 В)
Потребляемая мощность	275 Вт (макс.)

## Оptionальный внешний источник питания\*1 TekVPI®

Параметр	Описание
Выходное напряжение	12 В
Выходной ток	5 А
Потребляемая мощность	50 Вт

\*1 Требуется, когда суммарная мощность, потребляемая пробниками осциллографа, превышает 12 Вт.

## 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 дения

## Климатические условия

Параметр	Описание	
Температура	Рабочая	от +5 до +50 °C (с жестким диском) от 0 до +50 °C (с твердотельным накопителем)
	Хранения	от -20 до +60 °C

## Относительная влажность

Рабочая	Хранения	от 8 до 90 % при температуре по влажному термометру не более +29 °C (верхний предел снижается до 20,6 % при температуре до +50 °C) (без конденсации)
	Хранения	от 5 до 98 % при температуре по влажному термометру не более +40 °C (верхний предел снижается до 29,8 % при температуре до +60 °C) (без конденсации)

## Высота над уровнем моря

Рабочая	3 000 метров
Хранения	9 144 метров

## Нормативные документы

Электромагнитная совместимость	Директива Евросоюза 2004/108/EC
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 (TPP0500 500 МГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 500 МГц и 350 МГц; TPP1000 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 DPO5034 MSO5054 DPO5054		MSO5104 DPO5104 MSO5204 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		

Опция твердотельного накопителя

Опция	Описание
SSD	Твердотельный накопитель >300 ГБ

Программные опции

Опция	Описание
DDRA*3	Анализ шины памяти DDR
DJA	Программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм
ET3*4	Проверка на соответствие спецификациям Ethernet
LT	Тестирование по предельным значениям
MOST*2	Базовая версия MOST – решение для проверки соответствия электрических характеристик, отладки и тестирования MOST50 и MOST150
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-AERO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шин, декодирование пакетов, таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 Рекомендуемые пробники: дифференциальный
---------	--

SR-AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, LIN, FlexRay). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN, FlexRay: дифференциальный
---------	--

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, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный; RS-422/485: дифференциальный
---------	--

SR-CUST	Комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин
---------	---

SR-DPHY	Модуль анализа последовательных шин MIPI®DPHY. Позволяет анализировать сигналы шин MIPI DSI-1 и CSI-2 с помощью таких средств анализа, как цифровое представление сигналов, представление шины и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 Рекомендуемые пробники – дифференциальный
---------	--

SR-EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C и SPI). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I <sup>2</sup> C и двух- и трехпроводным шинам SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. 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.
SR-PCIE*7	Модуль анализа последовательных шин PCI Express. Позволяет анализировать сигналы шины PCI Express с помощью таких средств анализа, как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – дифференциальный
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, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени 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 MS05204, DPO5204, MS05104 и DPO5104.
SR-810B	Модуль анализа последовательных шин 8b/10b. Позволяет анализировать сигналы шин 8b/10b с помощью таких средств анализа, как цифровое представление сигналов, представление шины, таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – дифференциальный
SVE	Базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов
SVA*5	ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов
SVM*5	ПО SignalVu для общего анализа цифровой модуляции
SVP*5	ПО SignalVu для расширенного анализа сигналов (в том числе измерение параметров импульсных сигналов)
SVT*5	ПО SignalVu для измерения времени установки частоты и фазы
USB*6	Тестирование на соответствие спецификациям USB 2.0
VET	Визуальный запуск и поиск
VNM	ПО для анализа протоколов CAN и LIN
<b>Наборы опций</b>	
PS1	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, P5205A, TSP0030, TPA-BNC, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)
PS2	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, TMDP0200, TSP0030, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)
PS3	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, TMDP0200, TSP0020, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)
<b>Примечание.</b> Эти наборы следует приобретать одновременно с приборами.	

Опция	Описание
<b>Плавающие лицензии на опции</b>	
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 следующих активируемых ключами опций.	
DPOFL-DJA	Инструменты для анализа джиттера и глазковых диаграмм – расширенная версия (DPOJET)
DPOFL-ET3*4	Проверка на соответствие спецификациям Ethernet
DPOFL-LT	Тестирование в пределах
DPOFL-MOST*2	Базовая версия MOST – решение для проверки соответствия электрических характеристик, отладки и тестирования MOST50 и MOST150
DPOFL-MTM	Тестирование по маске
DPOFL-PWR	Модуль для анализа источников питания
DPOFL-SR-AERO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553)
DPOFL-SR-AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN/LIN/FlexRay)
DPOFL-SR-COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин (RS-232/422/485/UART)
DPOFL-SR-CUST	Комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин
DPOFL-SR-DPHY	Модуль анализа последовательных шин MIPI®DPHY
DPOFL-SR-EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C, SPI)
DPOFL-SR-PCIE*7,8	Модуль анализа сигналов последовательных шин PCI Express
DPOFL-SR-USB	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин USB2.0 (низкоскоростным, полноскоростным и высокоскоростным)
DPOFL-SR-810B	Модуль анализа сигналов последовательных шин 8b/10b
DPOFL-SVE	Базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов
DPOFL-SVA*5	ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов
DPOFL-SVM*5	ПО SignalVu для общего анализа цифровой модуляции
DPOFL-SVP*5	ПО SignalVu для расширенного анализа сигналов (в том числе измерение параметров импульсных сигналов)
DPOFL-SVT*5	ПО SignalVu для измерения времени установки частоты и фазы.
DPOFL-USB*6	Тестирование на соответствие спецификациям USB 2.0
DPOFL-VET	Визуальный запуск и поиск
DPOFL-VNM	ПО для анализа протоколов CAN и LIN

\*2 Требуется опция DJA

\*3 Требуется опция DJA. Только для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц

\*4 Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet

\*5 Требуется опция SVE

\*6 Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB). Для высокоскоростной шины USB требуется модель с полосой пропускания 2 ГГц

\*7 Доступно только для моделей с полосой пропускания ≥1 ГГц

\*8 При больших объемах информации рекомендуется вместо твердотельного накопителя малой емкости использовать стандартный жесткий диск большой емкости.

# Осциллографы с цифровым люминофором и смешанных сигналов - серии DPO/MSO5000

## Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

## Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

## Сервисные опции<sup>9</sup>

Опция	Описание
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>9</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

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
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X
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 ±2 В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±8,5 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
TSP0020	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 50 МГц, 20 А
TRP0850	Высоковольтный пассивный пробник TekVPI®, 2,5 кВ, 800 МГц, 50X
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±750 В, 200 МГц
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±1,5 кВ, 200 МГц
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, ±6 кВ, 100 МГц
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник, 2,5 кВ, 500 МГц, 100X

## Принадлежности

Принадлежность	Описание
077-0076-xx	Сервисное руководство
077-0010-xx	Руководство по программированию
077-0063-xx	Руководство по проверке технических характеристик
SIGEXPT	ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition (полная версия)
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-DPG	Импульсный генератор с компенсацией фазовых сдвигов
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
HCTEK54	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
119-7465-00	Внешний источник питания TekVPI – требуется когда потребляемая мощность пробников превышает 12 Вт. Кабель питания не включен в поставку.
119-7766-xx	Внешний привод DVD R/W
065-0851-xx	Съемный запасной жесткий диск
K420	Тележка для осциллографа
FPGAVIEW-A-MSO	Поддержка ПЛИС Altera
FPGAVIEW-X-MSO	Поддержка ПЛИС Xilinx
NEX-HD2HEADER	Переходник с разъема Micror на контакты квадратного сечения

## Кабели

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

## Тестовая оснастка

Тестовая оснастка	Описание
067-1686-xx	Тестовая оснастка для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников
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	

## Адаптеры

Адаптер	Описание
P6701B <sup>10</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (многомодовый)
P6703B <sup>10</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (одномодовый)

<sup>10</sup> Требуется переходник с TekVPI на TekProbe BNC (TPA-BNC).

## Обновления прибора

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
<b>Добавление твердотельного накопителя</b>	
SSDE	Добавляет дополнительный съемный твердотельный накопитель (устанавливается пользователем)
<b>Увеличение емкости жесткого диска</b>	
HDD5	Добавляет дополнительный съемный жесткий диск большой емкости (устанавливается пользователем)
<b>Обновление серии MSO/DPO5000:</b>	
DDRA <sup>*3</sup>	Добавляет опцию DDRA
DJAE	Добавляет опцию DJA – расширенные средства анализа джиттера и глазковых диаграмм (DPOJET)
ET3 <sup>*4</sup>	Добавляет опцию ET3 – проверка на соответствие спецификациям Ethernet
LT	Добавляет опцию LT – контроль предельных значений осциллограмм
MOST <sup>*2</sup>	Добавляет опцию MOST – базовая версия MOST – решение для проверки соответствия электрических характеристик, отладки и тестирования MOST50 и MOST150
MTM	Добавляет опцию MTM – тестирование по маске
PWR	Добавляет опцию PWR – измерение и анализ источников питания
SR-AERO	Добавляет опцию SR-AERO – анализ и запуск по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553)
SR-AUTO	Добавляет опцию SR-AUTO – анализ и запуск по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN/LIN/FlexRay)
SR-COMP	Добавляет опцию SR-COMP – анализ и запуск по сигналам компьютерных последовательных шин (RS-232/422/485/UART)
SR-CUST	Добавляет опцию SR-CUST – комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин
SR-DPHY	Добавляет опцию SR-DPHY – анализ последовательных шин MIPI D-PHY (DSI-1 и CSI-2)
SR-EMBD	Добавляет опцию SR-EMBD – анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C, SPI)
SR-PCIE <sup>*7,8</sup>	Добавляет опцию SR-PCIE – анализ сигналов последовательных шин PCI Express
SR-USB	Добавляет опцию SR-USB – анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (низко-, полно- и высокоскоростные шины)
DPOFL-SR-810B	Анализ последовательных шин 8b/10b
SVEE	Добавляет опцию SVE – базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов
SVA <sup>*5</sup>	Добавляет опцию SVA – ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов
SVM <sup>*5</sup>	Добавляет опцию SVM – ПО SignalVu для общего анализа цифровой модуляции

Опция	Описание
SVP <sup>*5</sup>	Добавляет опцию SVP – ПО SignalVu для расширенного анализа сигналов (в том числе измерение параметров импульсных сигналов)
SVT <sup>*5</sup>	Добавляет опцию SVT – ПО SignalVu для измерения времени установки частоты и фазы
USB <sup>*6</sup>	Добавляет опцию тестирования на соответствие спецификациям USB 2.0
VETE	Добавляет опцию VET – визуальный запуск и поиск
VNM	Добавляет опцию VNM – декодирование последовательного протокола CAN/LIN
<b>Обновление серии DPO5000:</b>	
MSOE	Добавляет в DPO5000 16 цифровых каналов

<sup>\*2</sup> Требуется опция DJA

<sup>\*3</sup> Требуется опция DJA. Только для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц

<sup>\*4</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet

<sup>\*5</sup> Требуется опция SVE

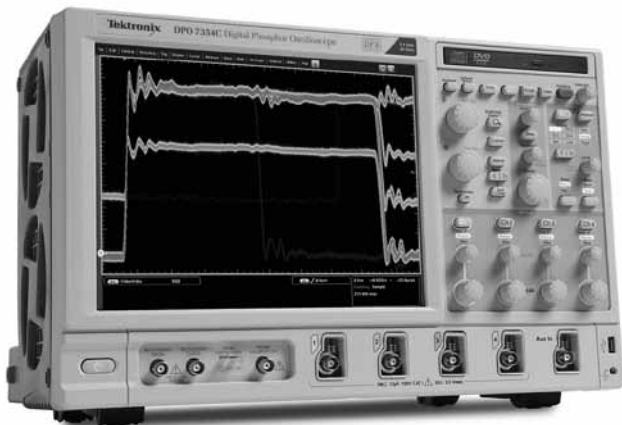
<sup>\*6</sup> Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB). Для высокоскоростной шины USB требуется модель с полосой пропускания 2 ГГц

<sup>\*7</sup> Доступно только для моделей с полосой пропускания  $\geq 1$  ГГц

<sup>\*8</sup> При больших объемах информации рекомендуется вместо твердотельного накопителя малой емкости использовать стандартный жесткий диск большой емкости

# Осциллографы с цифровым люминофором

## Серия DPO7000C



### Возможности и преимущества

#### Основные характеристики осциллографов серии DPO7000C

- Модели с полосой пропускания 3,5 ГГц, 2,5 ГГц, 1,0 ГГц и 500 МГц
- Частота дискретизации в режиме реального времени до 40 Гвыб./с по одному каналу, до 20 Гвыб./с по двум и до 10 Гвыб./с по трём и четырём каналам
- Длина записи осциллограмм с использованием функции MultiView Zoom™ – до 500 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 осциллограмм в секунду
- Выбираемые пользователем фильтры ограничения полосы пропускания для повышения точности измерений низкочастотных сигналов

#### Простота использования

- Технология Pinpoint® повышает гибкость и качество системы запуска, выбор из более чем 1400 комбинаций позволяет выполнить практически любые условия запуска
- Функция Visual Trigger (визуальный запуск) позволяет с большой точностью управлять запуском и облегчает нахождение заданных фрагментов в сложных осциллограммах
- Функция Advanced Search and Mark (поиск и маркировка событий на осциллограмме) облегчает нахождение заданных фрагментов осциллограммы

- Настраиваемые окна элементов управления MyScope® и контекстные меню обеспечивают максимальную эффективность работы
- 53 режима автоматических измерений, вспомогательные гистограммы и БПФ облегчают анализ осциллограмм
- Интерфейс пробника TekVPI® поддерживает автоматическую установку масштаба и единиц измерения для активных, дифференциальных и токовых пробников
- Яркий 12,1-дюймовый (307 мм) XGA дисплей с сенсорным экраном повышает удобство работы

#### Подключение

- Хост-порты USB на передней и боковой панели прибора позволяют быстро и легко подключать внешние накопители, принтеры и другие периферийные устройства
- Порт 10/100/1000BASE-T Ethernet для подключения к локальной сети и выходной порт Video для подключения внешнего монитора или проектора
- 64-разрядная ОС Microsoft® Windows 7 в качестве программной платформы для внешних подключений и интеграции в измерительную систему пользователя
- Соответствие стандарту LXI Class C

#### Опции для запуска по сигналам последовательных шин и их анализа

- Автоматический запуск, декодирование и поиск по сигналам шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0
- Автоматизированный анализ сигналов последовательных шин MIPI® D-PHY DSI-1 и CSI-2, 8b/10b, а также PCI Express.
- Восстановление сигнала тактовой частоты из последовательного потока
- Запуск по 64-битовой кодовой последовательности NRZ для локализации эффектов, зависящих от содержимого кодовых последовательностей на скоростях до 1,25 Гбит/с.

#### Опции для прикладных аналитических задач

- Программные пакеты для проверки на соответствие стандартам MIPI® D-PHY, Ethernet, MOST и USB 2.0, а также для анализа джиттера, временных соотношений, глазковых диаграмм, анализа источников питания, шин памяти DDR и широкополосных ПЧ сигналов.
- Тестирование по предельным значениям и по маске обеспечивает возможность углублённого анализа параметров сигнала.

## Анализ сложных цифровых устройств становится намного проще

Осциллографы с цифровым люминофором серии DPO7000С позволяют анализировать аналоговые сигналы и сигналы последовательных шин. С помощью одного прибора можно быстро диагностировать и локализовать проблемы в сложных системах. Полоса пропускания до 3,5 ГГц и частота дискретизации до 40 Гвыб./с гарантируют высокие характеристики, необходимые для отслеживания быстро изменяющихся деталей сигнала. Для захвата длинных фрагментов сигнала при сохранении высокого разрешения по времени осциллографы серии DPO7000С в стандартной конфигурации имеют память до 12,5 млн. точек на все каналы, а с опцией расширения памяти – до 500 млн. точек на один канал.

Функции расширенного поиска и маркировки событий и MultiView Zoom™ обеспечивают быструю навигацию по осциллограмме, а более десяти прикладных программных опций для наиболее распространённых технологий позволяют осуществлять углублённый анализ сигналов, что превращает осциллографы серии DPO7000С компании Tektronix в полнофункциональный инструмент, обеспечивающий простую и быструю отладку сложных систем.

## Широчайший набор функций для сокращения сроков всех этапов отладки

Осциллографы серии DPO7000С оснащены широким набором функций, позволяющих ускорить проведение всех этапов отладки – от быстрого обнаружения аномалии и её захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа их характеристик и поведения разрабатываемого устройства.

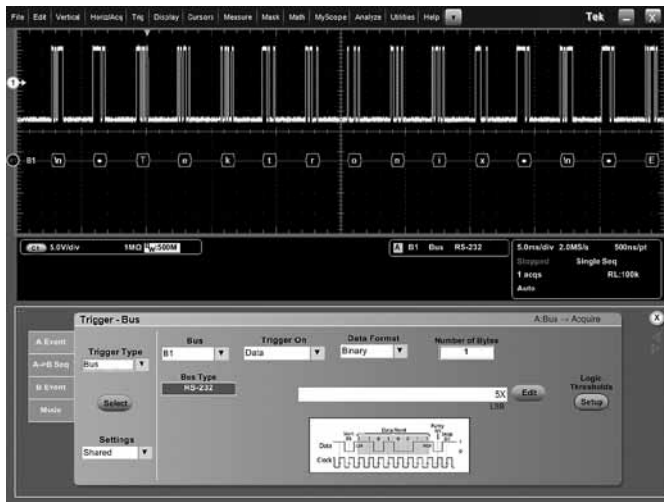
### Обнаружение неисправности

Для того чтобы устранить неполадку, сначала нужно узнать, что она существует. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить массу времени на поиск неисправностей в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии подходящих средств отладки, превращается в весьма утомительный и трудоёмкий процесс.



*Обнаружение. Захват сигнала со скоростью более 250 000 осциллограмм в секунду максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.*

Осциллографы серии DPO7000С предлагают самый полный в отрасли набор средств отображения сигналов, позволяя быстрее и глубже проникнуть в природу процессов, протекающих в устройстве. Фирменная технология FastAcq™ компании Tektronix обеспечивает скорость захвата более 250 000 осциллограмм в секунду, что позволяет наблюдать глитчи и другие непериодические импульсные помехи и помогает выявлять истинные причины сбоев, возникающих при работе устройства. Дисплей с цифровым люминофором с цветовой градацией частоты появления событий даёт возможность отображать динамику изменения сигнала, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.



**Захват.** *Захват означает в данном случае запуск по заданному пакету, передаваемому по шине RS-232. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, гарантирует быстрый захват представляющего интерес события.*

**Захват**

Обнаружение неисправности устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно зафиксировать интересное событие, чтобы можно было установить причину его возникновения. Осциллографы серии DPO7000C предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по ранту, глитчу, длительности импульса, по времени ожидания, перепадам, кодовым последовательностям, логическим состояниям, нарушению времени установки/удержания, окну, по коммуникационным сигналам и пакетам последовательных данных, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Режим расширенного запуска позволяет уменьшить значение джиттера в точке запуска. В этом режиме точка запуска может использоваться в качестве опорной для проведения измерений.

Для выполнения отладки и проверки сложных систем осциллографы серии DPO7000C оснащены системой запуска Pinpoint™, которая основана на кремний-германиевой (SiGe) технологии, обеспечивает высокую эффективность запуска во всей полосе пропускания прибора и предоставляет более 1400 комбинаций запуска. Большинство других систем предлагает запуск только по одному событию (событие A) с возможностью задержки запуска (событие B), при этом выбор ограничен только запуском по фронту. Кроме того, зачастую системы не допускают возможности повторного запуска, если событие B не произошло. В отличие от них система Pinpoint предлагает полный набор режимов запуска по событиям A и B с возможностью сброса, что позволяет снова выполнять последовательность запуска по истечении заданного времени, по достижении определённого состояния или при изменении состояния. В результате осциллографы серии DPO7000C способны захватывать события даже в самых сложных сигналах.

Для глубокого изучения сложного сигнала можно потратить многие часы на просмотр тысяч зарегистрированных осциллограмм, чтобы выбрать из них те, на которых отображается нужное событие. Определение условий запуска, локализирующего нужное событие с целью отобразить только тот участок осциллограммы, где оно происходит, значительно ускоряет этот процесс. Опция Visual Trigger (Визуальный запуск) превращает идентификацию нужных событий на осциллограмме в простую и быструю операцию. Эта функция сканирует все собранные осциллограммы и сопоставляет их с создаваемыми на экране геометрическими фигурами.

Благодаря длине записи до 500 млн. точек, за один захват можно зафиксировать сразу много событий – вплоть до нескольких тысяч пакетов последовательных данных. При этом сохраняется высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала. Режим



**Поиск.** *Результаты расширенного поиска ранта или кратковременного глитча в длинной записи сигнала. Каждый случай появления ранта или глитча автоматически маркируется, чтобы к нему можно было вернуться в нужное время.*

MultiView Zoom™ позволяет одновременно исследовать многочисленные сегменты захваченного сигнала с целью быстрого сравнения событий в реальном времени. Режим сегментированной памяти FastFrame™ позволяет более эффективно использовать память прибора за счет захвата множества событий в одну запись, в которой удалены большие интервалы времени между событиями, представляющими интерес. Измерение и отображение записанных в сегменте сигналов может осуществляться как индивидуально, так и с наложением.

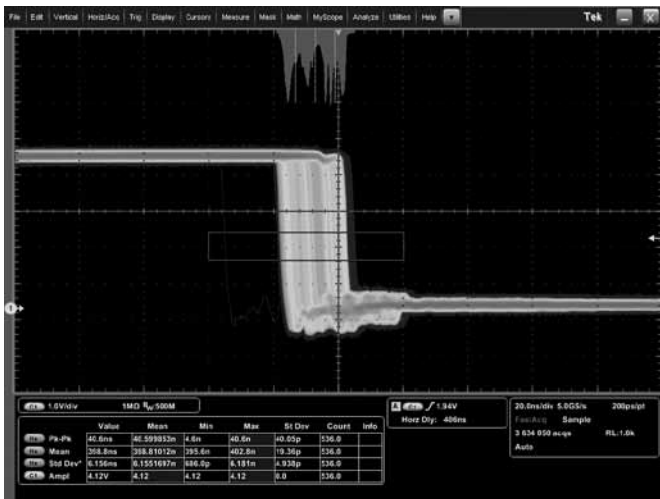
Осциллографы серии DPO7000C имеют широкие функциональные возможности – от запуска по определённому содержимому пакета данных до автоматического декодирования данных различных форматов. При этом они обеспечивают поддержку широкого набора последовательных шин: I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, USB 2.0, и MIPI D-PHY. Способность прибора одновременно декодировать до 16 последовательных шин даёт возможность быстро распознавать проблемы на системном уровне.

**Поиск**

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

Пользователям осциллографов серии DPO7000C предлагаются самые совершенные в отрасли средства поиска и навигации по осциллограмме, реализованные, во-первых, в виде функции расширенного поиска и маркировки событий Advanced Search and Mark, входящей в стандартную конфигурацию, и во-вторых – в виде специальных органов управления на передней панели. С помощью специальных пользовательских меток можно обозначить на осциллограмме любой участок, а потом вернуться к нему для дальнейшего изучения. Кроме того, пользователь имеет возможность проводить автоматический поиск по заданным им критериям. При этом осциллограф автоматически отмечает каждый момент наступления заданного события. В дальнейшем пользователь может быстро перемещаться между событиями по этим меткам. Функция расширенного поиска и маркировки в осциллографах серии DPO7000C позволяет искать по восьми различным событиям одновременно и останавливать сбор данных при наступлении одного из них, что способствует ещё большей экономии времени.

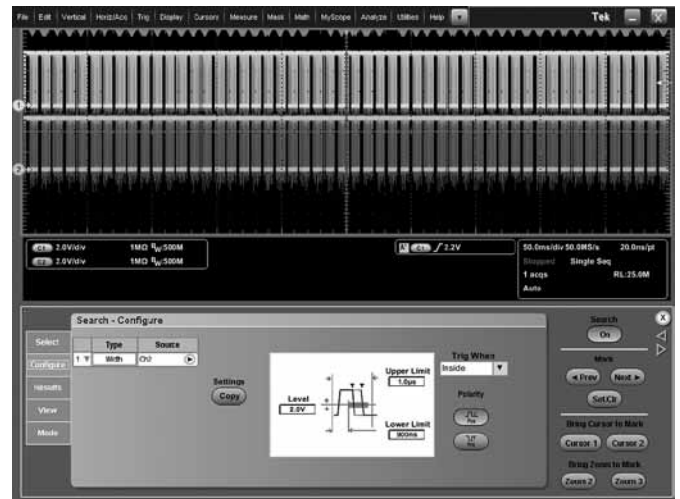




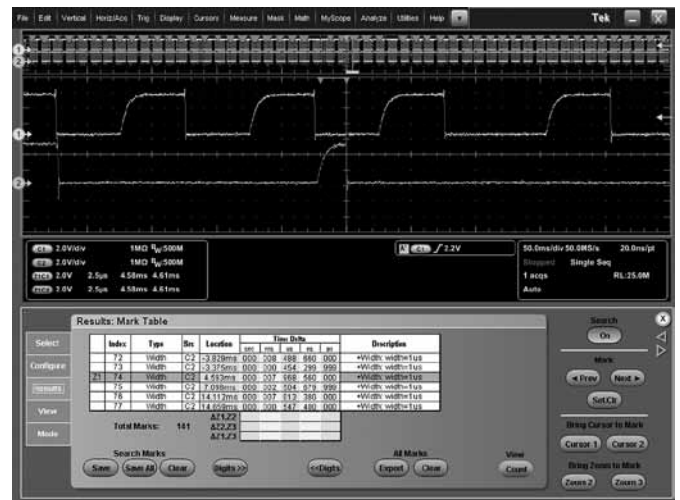
**Анализ.** В верхней части экрана расположена гистограмма, отображающая статистику распределения точек осциллограмм отрицательного перепада сигнала. Высота столбиков гистограммы соответствует количеству осциллограмм, у которых отрицательный перепад на заданном уровне попадает в заданный интервал времени, т.е. гистограмма изображает приблизительное распределение вероятностей джиттера отображаемого сигнала. На экране приведены также численные значения параметров гистограммы. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик разрабатываемого устройства.

#### Инструменты для анализа

Для того чтобы проверить, насколько параметры опытного образца разрабатываемого устройства соответствуют модели и удовлетворяют ли они поставленным в проекте целям, необходимо всесторонне проанализировать все характеристики образца. Этот анализ может потребовать самых разнообразных измерений – от простого определения времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания, определения параметров системных тактовых генераторов и исследования источников шумов. Осциллографы серии DPO7000C имеют полный набор встроенных средств анализа, в том числе, привязанные к сигналу и экрану курсоры, 53 вида автоматических измерений, расширенные возможности по математической обработке сигналов, редактор формул, а также режим построения гистограмм и быстрое преобразование Фурье. Все осциллографы серии DPO7000C комплектуются базовой версией программного обеспечения DPOJET, предназначенного для измерения джиттера и анализа характеристик глазковых диаграмм. Это ПО расширяет возможности осциллографов по измерению в смежных периодах тактового сигнала и сигналов данных в режиме однократного запуска в реальном времени. Это ПО обеспечивает измерение ключевых параметров джиттера и анализ временных характеристик, таких как ошибки временного интервала и фазовый шум, что помогает решать возможные проблемы с синхронизацией в системе. С помощью таких средств анализа, как построение графиков временных трендов и гистограмм, можно быстро и наглядно увидеть, как изменяются во времени различные параметры, а благодаря функции анализа спектра можно быстро установить точные значения частоты и амплитуды джиттера и источников модуляции. Специализированные прикладные программы обеспечивают отладку последовательных шин и тестирование на соответствие стандартам, анализ джиттера и глазковых диаграмм, разработку источников питания, тестирование сигналов по предельным значениям и маскам, анализ данных шины памяти DDR и широкополосных PC сигналов.



**Поиск. Шаг 1.** Определение события, которое нужно найти.



**Поиск. Шаг 2.** Функция *Advanced Search and Mark* выполняет автоматический поиск по всем зарегистрированным осциллограммам и отмечает каждое появление заданного события цветной треугольной меткой. С помощью кнопок *Previous* и *Next* можно переходить от рассматриваемого события к предыдущему или к следующему соответственно.

#### Расширенный поиск и маркировка

Стандартная запись сигнала длиной 12,5 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. Благодаря функции расширенного поиска и маркировки, осциллографы серии DPO7000C позволяют находить нужные события за считанные секунды.

#### Расстановка пользовательских меток

Нажатием кнопки *Set/Clear* на передней панели осциллографа можно поставить метку напротив фрагмента осциллограммы (события), представляющего интерес. Перемещение между метками выполняется с помощью находящихся рядом кнопок «←» («Назад») и «→» («Вперед»).

#### Поисковые метки

Кнопка «Search» («Поиск») позволяет автоматически просматривать записи сигналов большой длины с целью поиска определённых пользователем событий. Все найденные события помечаются на осциллограмме поисковыми метками, между которыми можно легко перемещаться с помощью кнопок «←» («Назад») и «→» («Вперёд»). В качестве критериев поиска могут использоваться: фронт, глитч, длительность импульса, время ожидания, рант, шаблон, логическое состояние, нарушение времени установки и удержания, переходной процесс и окно.



Технология цифрового люминофора в осциллографах серии DPO7000C обеспечивает скорость захвата более 250 000 осциллограмм в секунду и отображение сигналов с градацией цвета в реальном времени.

### Технология цифрового люминофора

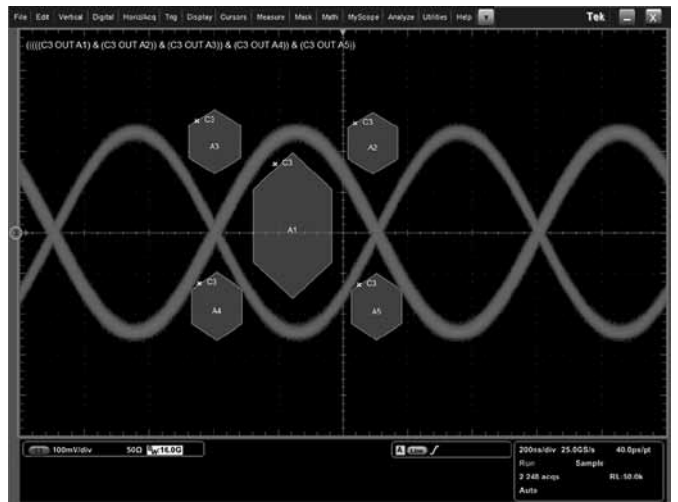
Используемая в осциллографах серии DPO7000C технология цифрового люминофора позволяет быстрее оценить функционирование исследуемого устройства. Скорость захвата более 250 000 осциллограмм в секунду обеспечивает высокую вероятность обнаружения редко возникающих, но достаточно распространенных в цифровых системах сбоев: вырожденных импульсов (рантов), глитчей, нарушений синхронизации и многого другого. Осциллограммы накладываются друг на друга, при этом точки осциллограмм имеют цветовую кодировку, которая зависит от частоты появления. Это позволяет быстро и наглядно выделить события, которые происходят сравнительно часто или, напротив, редко возникающие аномалии. В осциллографах серии DPO7000C можно установить бесконечную или регулируемую продолжительность проследования, то есть время, в течение которого ранее захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто появляется та или иная аномалия.

### Опция «визуальный запуск»

Опция «визуальный запуск» добавляет новое измерение в пространство возможностей стандартной системы запуска, обеспечивая интуитивный метод настройки условий запуска на основе геометрических фигур, формируемых на экране осциллографа. Эта функция позволяет пользователю задавать фигуры на экране осциллографа, которые квалифицируют события запуска по входным сигналам. Зоны могут быть созданы с использованием различных фигур, в том числе треугольников, квадратов, шестиугольников, трапеций и специальных фигур, задаваемых пользователем, чтобы они определили момент запуска для сигнала соответствующей формы. После создания фигур на дисплее осциллографа их можно перемещать и/или изменять размер в динамическом режиме, в то время как осциллограф осуществляет запуск, чтобы добиться идеальных условий запуска. Визуальный запуск может сочетаться со стандартным запуском и действовать в качестве квалификатора событий «А» и «В» на основе булевой логики.

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

Каждый сигнал последовательной шины содержит массу информации: адрес, управляющую информацию, собственно данные, данные по синхронизации и т.д. Всё это существенно затрудняет выделение представляющих интерес событий. Осциллографы серии DPO7000C предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, включая автоматический запуск и декодирование сигналов шин I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0, а также декодирование последовательных шин MIPI D-PHY DSI-1 и CSI-2, 8b/10b, и PCI Express.



Выбор условий запуска для глазковой диаграммы с использованием опции «Visual Trigger» (Визуальный запуск).



Запуск по маркерному пакету типа OUT при передаче данных в полноскоростном режиме по последовательной шине USB. Осциллограф обеспечивает представление в декодированном виде содержимого пакетов, включая Старт (Start), синхронные (Sync), идентификатор пакета (PID), Адрес (Address), конечную точку (End Point), контрольную сумму (CRC), значения данных (Data) и Стоп (Stop).

### Запуск по сигналам последовательных шин

Запуск по содержимому пакета, например, по началу пакета, по заданным адресам, по определённым данным, по уникальным идентификаторам и т.д. При этом поддерживается большинство популярных последовательных интерфейсов, таких как I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и USB 2.0.

### 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, контрольная сумма и др.

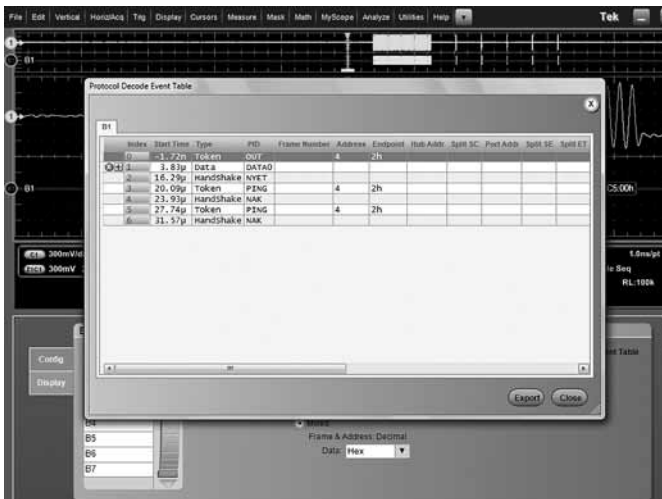


Таблица событий, отображающая декодированные последовательные пакетные данные при длительном захвате.



Тестирование на соответствие стандарту USB 2.0

### Декодирование пакетов

Устали визуально исследовать осциллограмму – подсчитывать такты, определять значения битов, составлять из битов байты и определять шестнадцатеричные значения? Предоставьте осциллографу делать всё это за вас. После того как вы задали тип шины, осциллограф серии DPO7000C будет декодировать каждый передаваемый по шине пакет и отображать его содержимое в шестнадцатеричном, двоичном, а для USB – и в десятичном формате или в формате ASCII (для USB и RS-232/422/485/UART).

### Отображение таблицы событий

Вдобавок к вышеуказанной информации, полученной путём декодирования пакетов и отображаемой вместе с осциллограммой сигнала шины, вы можете просматривать все захваченные в память пакеты в табличном виде, очень похожем на привычные листинги программ. Пакеты снабжаются метками времени и отображаются последовательно друг за другом, для каждого компонента пакета (адрес, данные и т. д.) отводится отдельный столбец.

### Поиск по зарегистрированным сигналам шины

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения представляющих интерес событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? Раньше в поисках причины возникновения того или иного события пользователь был вынужден вручную прокручивать осциллограммы, считать и преобразовывать биты. Осциллографы серии DPO7000C позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по заданным пользователем критериям, в том числе и по содержанию пакетов последовательных данных. Каждое обнаруженное событие отмечается поисковой меткой. Для быстрого перемещения между метками используются расположенные на передней панели кнопки «←» («Назад») и «→» («Вперёд»).



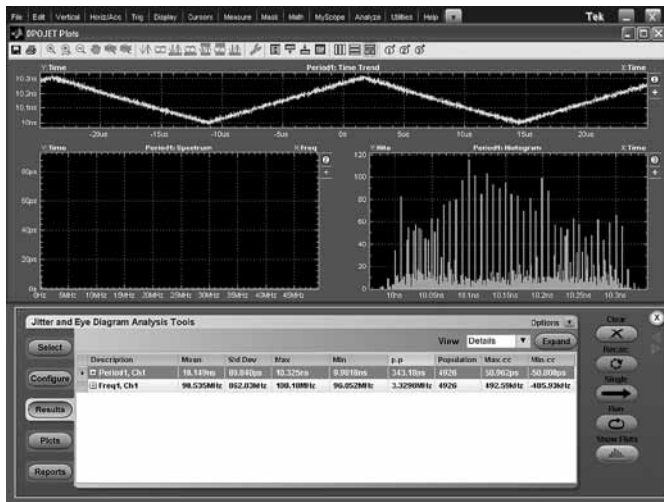
Измерение коммутационных потерь. Автоматические процедуры позволяют быстро и точно выполнять анализ типовых параметров.

### Тестирование на соответствие стандартам последовательных шин (опция)

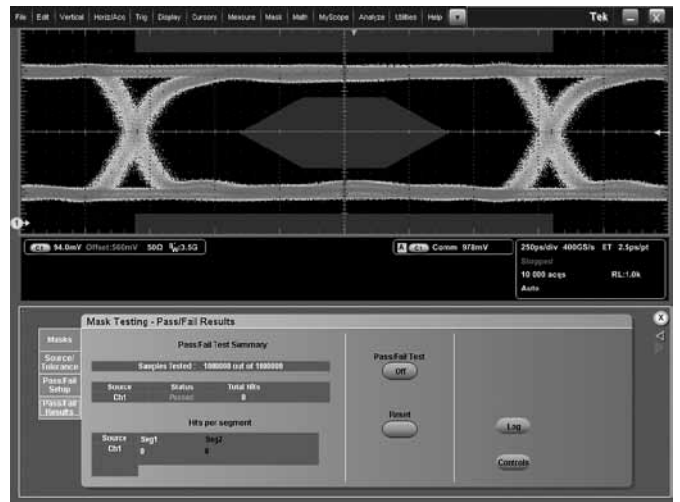
Опциональные пакеты программ для автоматизированной проверки на соответствие стандартам имеются для аппаратуры, реализующей физический уровень следующих последовательных шин: MIPI D-PHY (опция D-PHY), Ethernet 10BASE-T, 10BASE-Te, 100BASE-TX и 1000BASE-T (опция ET3), MOST50 и MOST150 electrical (опция MOST), USB 2.0 (опция USB). Эти программы позволяют проводить автоматизированное тестирование с использованием оговоренных в стандартах процедур.

### Анализ источников питания (опция)

Дополнительное программное обеспечение для анализа источников питания (опция PWR) позволяет проводить быстрый и точный анализ качества электропитания, коммутационных потерь, гармоник, магнитных измерений, области безопасной работы (ОБР), модуляции, пульсации и скорости нарастания (di/dt, dv/dt). Автоматизированные и воспроизводимые 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.



Расширенный анализ, измерения джиттера, временных характеристик и глазковой диаграммы.



Тестирование по маске сигнала OC-12 позволяет выявить любое нарушение маски.

### Расширенный анализ, измерение джиттера, временных характеристик и глазковых диаграмм (опция)

Программное обеспечение DPOJET Advanced (опция DJA) позволяет ещё более расширить возможности осциллографов серии DPO7000C по анализу сигналов. Это ПО включает полный набор аналитических инструментов для углублённого анализа джиттера и временных характеристик, а также для решения других проблем, связанных с качеством сигнала. ПО DPOJET Advanced позволяет проводить разделение джиттера на случайный и детерминированный (Rj/Dj), тестирование глазковых диаграмм по маске, а также тестирование по предельным значениям на соответствие критерию «годен/не годен». Программное обеспечение DPOJET Advanced является базовой средой, которая используется в сочетании с другими программными пакетами, предназначенными для проведения испытаний на соответствие стандартам для различных приложений, например, шин памяти DDR и интерфейса USB.

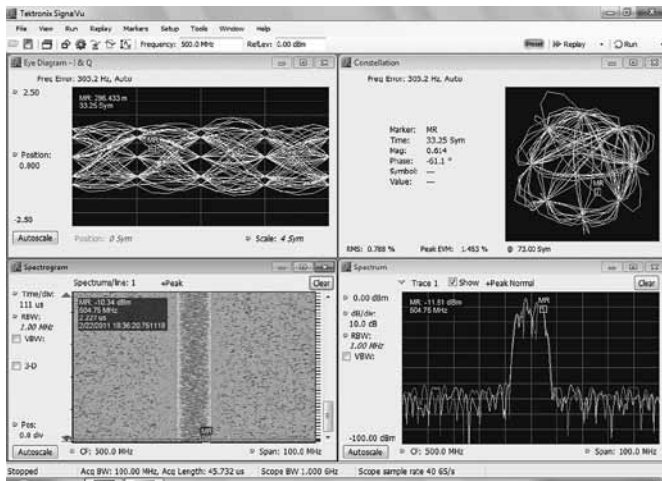
### Тестирование по предельным значениям и маскам (опция)

Дополнительное программное обеспечение для тестирования по предельным значениям (опция LT) и маскам (опция MTM) особенно полезно при долгосрочном наблюдении за сигналами, описании характеристик сигналов при разработке систем и их тестировании на производстве. ПО для тестирования по предельным значениям сравнивает тестируемый сигнал с заведомо хорошей («золотой») версией того же сигнала, в котором пользователь устанавливает вертикальные и горизонтальные пороговые значения. ПО для тестирования по маске содержит обширный набор масок для тести-

рования сигналов на соответствие телекоммуникационным и компьютерным стандартам. Кроме того, оно позволяет создавать пользовательские маски, которые используются для оценки параметров сигнала. С помощью обоих пакетов программного обеспечения можно настроить тест под специфические требования заказчика. При настройке теста определяется продолжительность испытаний, устанавливается пороговый уровень, при пересечении которого считается, что тест не пройден, задаются счётчики попаданий и статистические данные, а также перечень операций, которые будут выполняться в случае нарушения маски, отрицательного результата и окончания теста. В режимах тестирования по предельным значениям или маскам проверка по критерию «годен/не годен» при поиске в сигналах аномалий, например, глитчей, осуществляется очень легко.

### Анализ шин памяти DDR (опция)

Дополнительное программное обеспечение для анализа шин памяти DDR (опция DDRA) позволяет осуществлять автоматическое распознавание пакетов записи и чтения в шинах памяти DDR1, DDR2, DDR3, LP-DDR, LP-DDR2 и GDDR3, а также проводить измерения на соответствие стандарту JEDEC с проверкой по критерию «годен/не годен» всех фронтов каждого пакета чтения или записи, что идеально подходит для поиска и устранения неисправностей в шинах памяти DDR. Опция DDRA обеспечивает возможность измерения сигналов синхронизации, адресации и управления. В сочетании с программным обеспечением DPOJET (опция DJA) опция DDRA представляет собой самый быстрый способ решения сложных проблем передачи сигналов по шинам памяти.



ПО SignalVu™ позволяет проводить детальный анализ сигналов в различных областях.

### Векторный анализ сигналов (опция)

Дополнительное программное обеспечение SignalVu™ (опции SVE, SVA, SVM, SVO, SVP и SVT), предназначенное для векторного анализа сигналов, позволяет проводить проверку разрабатываемых широкополосных устройств и измерение параметров сигнала с широким спектром. Совместное использование возможностей по анализу сигналов, предоставляемых анализаторами спектра реального времени Tektronix, с возможностями по широкополосному захвату, присущими цифровым осциллографам Tektronix, позволяет измерять параметры сложных модулирующих сигналов непосредственно осциллографом. В одном приборе объединены функциональные возможности векторного анализатора сигналов, анализатора спектра и широчайшие возможности системы запуска цифрового осциллографа. Какие бы проблемы ни стояли перед разработчиком — проверка широкополосных радиолокационных систем, высокоскоростных спутниковых каналов передачи данных или средств связи со скачкообразной перестройкой частоты — программное обеспечение векторного анализа сигналов SignalVu™ ускорит их решение, благодаря возможности представления изменяющихся во времени характеристик широкополосных сигналов.

### DPO7000C созданы для обеспечения комфортной работы

Большой дисплей с высоким разрешением

Осциллографы серии DPO7000C оснащены цветным сенсорным XGA дисплеем с диагональю 12,1 дюймов (307 мм), позволяющим рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Специализированные органы управления на передней панели

Органы управления отклонением по вертикали для каждого канала обеспечивают простую и интуитивно понятную работу с прибором. Вам больше не придется пользоваться одним набором регуляторов для всех четырех каналов.



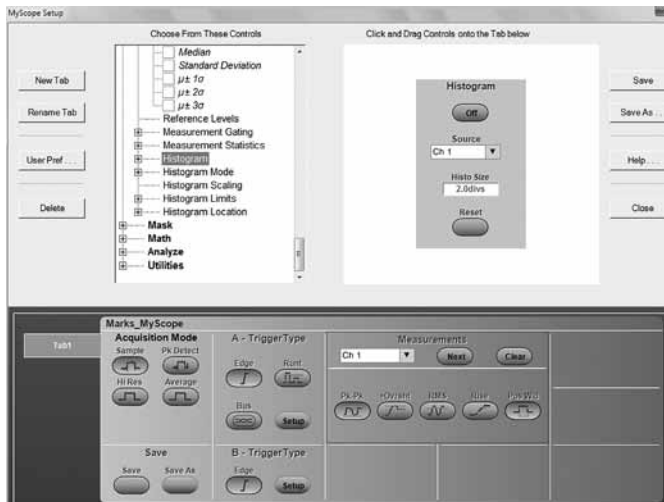
Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.

### Подключение

Хост-порты USB 2.0 на передней и боковой панелях позволяют сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешние накопители с интерфейсом USB. На задней панели расположен порт GPIB для дистанционного управления осциллографом с персонального компьютера. Встроенный порт 10/100/1000BASE-T Ethernet обеспечивает подключение к локальной сети, а видеовыход позволяет выводить изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор. Для использования в приложениях, в которых по соображениям безопасности запрещено применение портов USB, осциллографы серии DPO7000C оснащены портами PS/2 для подключения клавиатуры и мыши. Съёмный жёсткий диск в стандартной конфигурации облегчает индивидуальную настройку прибора различными пользователями, а также допускает использование осциллографов на режимных объектах.

### Интерфейс пробников TekVPI®

Интерфейс пробников TekVPI устанавливает новый стандарт простоты использования. Пробники с интерфейсом TekVPI оснащены индикаторами состояния и органами управления, а также кнопкой вызова меню пробников, расположенной непосредственно на корпусе пробника. С помощью этой кнопки на экран осциллографа выводится меню, обеспечивающее настройку и управление пробником. Интерфейс TekVPI позволяет подключать токовые пробники напрямую, без использования отдельного источника питания. Пробниками TekVPI можно управлять дистанционно через интерфейсы USB, GPIB или Ethernet, что позволяет создавать гибкие решения в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем.



Настраиваемые окна управления MyScore создаются путем простого перетаскивания мышью нужных пунктов меню, позволяя каждому пользователю создавать свой собственный интерфейс.

### Настраиваемые окна управления MyScore®

С помощью простого визуального процесса перетаскивания мышью можно за считанные минуты создать собственную «панель инструментов» для управления осциллографом. Уже созданные настраиваемые окна управления легко вызываются с помощью специального пункта меню MyScore на панели управления осциллографом. MyScore – это идеальное решение для конфигураций с совместным использованием ресурсов, так как позволяет каждому пользователю иметь свой собственный интерфейс управления, приспособленный для решения конкретных задач. Органы управления MyScore помогают всем пользователям быстрее втянуться в работу после перерыва в пользовании прибором, а также повышают эффективность работы опытных пользователей.

### Плавающие лицензии

Плавающие лицензии обеспечивают альтернативный метод управления оборудованием Tektronix. Плавающие лицензии допускают свободное перемещение опций, которые активируются лицензионными ключами, между любыми осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Плавающие лицензии доступны для множества опций, активируемых лицензионными ключами. Для заказа плавающей версии лицензии для какой-либо опции нужно к названию опции добавить префикс «DPOFL-», например, DPOFL-ET3.

Совместная работа с логическими анализаторами упрощает разработку и отладку цифровых систем

Система отображения данных Integrated View (iView™) компании Tektronix позволяет разработчикам цифровых систем более эффективно решать проблемы, связанные с нарушением целостности сигнала, а также быстрее и проще отлаживать и проверять свои системы. Такая интеграция позволяет одновременно наблюдать коррелированные по времени цифровые и аналоговые сигналы и анализировать аналоговые характеристики цифровых сигналов, приводящие к возникновению ошибок. При этом не требуется никакой калибровки пользователем. После настройки функция iView работает полностью автоматически.

### Дистанционное управление и расширенный анализ

Существует множество способов подключения к осциллографу серии DPO7000C для проведения расширенного анализа. Первый способ основан на использовании удаленного рабочего стола Windows, при этом подключение осуществляется непосредственно к осциллографу, а управление пользовательским интерфейсом производится дистанционно через встроенный удаленный рабочий стол. При втором способе подключение осуществляется с помощью программного обеспечения Tektronix OpenChoice®. При этом встроенная высокоскоростная шина позволяет передавать захваченные данные непосредственно в программу анализа на рабочем столе Windows гораздо быстрее, чем это допускает обычная шина GPIB. Стандартные промышленные протоколы, такие как интерфейс TekVISA™ и элементы управления ActiveX, позволяют лучше использовать возможности приложений Windows, предназначенных для анализа и документирования данных. В комплект поставки приборов входят драйверы IVI-COM, которые облегчают связь с осциллографом по шине GPIB, передачу данных по последовательному интерфейсу и подключение по локальной сети из приложений, работающих на самом осциллографе или на внешнем ПК. Использование комплекта разработчика программного обеспечения (SDK) помогает пользователю создавать собственные программные приложения, позволяющие автоматизировать многоэтапные процессы сбора данных и анализа сигналов. Программы могут создаваться с помощью языков Visual BASIC, C, C++, MATLAB, LabVIEW, LabWindows/CVI и других широко распространенных сред разработки приложений (ADE). Для упрощения захвата данных и их прямой передачи в программы, выполняемые на рабочем столе Windows, включены панели инструментов Microsoft® Excel и Word. Третий способ связи с осциллографом – подключение через ПО NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition, позволяющее мгновенно регистрировать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного пользовательского интерфейса, основанного на «перетаскивании» объектов и не требующего никакого программирования.

## Технические характеристики

## Система вертикального отклонения, аналоговые каналы

Параметр	DP07054C	DP07104C	DP07254C	DP07354C
Число каналов	4			
Полоса пропускания	500 МГц	1 ГГц	2,5 ГГц	3,5 ГГц
Время нарастания от 10 до 90 % (тип.)	460 пс	300 пс	160 пс	115 пс
Время нарастания от 20 до 80 % (тип.)	310 пс	200 пс	100 пс	95 пс
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1% (при нулевом смещении)			
Ограничение полосы пропускания	3,0 ГГц; 2,5 ГГц; 2 ГГц; 1 ГГц; 500 МГц; 250 МГц или 20 МГц, в зависимости от модели			
Эффективное число разрядов (тип.) при синусоидальном сигнале в пределах полосы пропускания на входе 50 Ом, при 50 мВ/дел, при максимальной частоте выборки и длине записи 20 тыс. точек	6,8 бит	6,7 бит	5,6 бит	5,6 бит
Случайный шум (ср. кв., тип., в режиме выборки, в полной полосе пропускания, при макс. частоте выборки)	мВ			
Чувствительность	мВ			
500 мВ/дел.	11,9 мВ	13,2 мВ	19,7 мВ	23,5 мВ
200 мВ/дел.	5,0 мВ	5,57 мВ	8,71 мВ	10,9 мВ
100 мВ/дел.	2,75 мВ	3,27 мВ	5,23 мВ	6,6 мВ
50 мВ/дел.	1,2 мВ	1,36 мВ	2,0 мВ	2,35 мВ
20 мВ/дел.	0,5 мВ	0,574 мВ	0,866 мВ	1,03 мВ
10 мВ/дел.	0,28 мВ	0,328 мВ	0,523 мВ	0,61 мВ
5 мВ/дел.	0,185 мВ	0,229 мВ	0,343 мВ	0,41 мВ
2 мВ/дел.	0,11 мВ	0,135 мВ	0,135 мВ	0,19 мВ
1 мВ/дел.	0,09 мВ	0,095 мВ	0,095 мВ	0,12 мВ
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току, земля			
Входной импеданс	1 МОм ±1%, 13 пФ ±2 пФ; 50 Ом ± 1%			
Чувствительность	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел. (1 МОм) от 1 мВ/дел. до 1 В/дел. (50 Ом)			
Разрешение по вертикали,	8 бит (более 11 бит в режиме высокого разрешения)			
Макс. входное напряжение на входе 1 МОм	150 В (КАТ I), снижается с крутизной 20 дБ/декаду до 9 В <sub>ср.кв.</sub> на частотах более 200 кГц			
Макс. напряжение на входе 50 Ом	5 В <sub>ср.кв.</sub> , с пиковыми значениями не более ±24 В			
Диапазон позиционирования	±5 дел.			
Задержка между любыми двумя каналами (тип.)	не более 100 пс (50 Ом, связь по постоянному току, при одинаковой чувствительности не менее 10 мВ/дел.)			
Диапазон смещения	±1 В (от 1 до 50 мВ/дел.) ±1,5 В – 10 дел (от 50,5 до 99,5 мВ/дел.) ±10 В (от 100 до 500 мВ/дел.) ±15 В – 10 дел (от 505 до 995 мВ/дел.) ±100 В (от 1 до 5 В/дел.) ±150 В – 10 дел (от 5,05 до 10 В/дел.)			
Погрешность смещения	±0,2% × (смещение – положение) ± 0,1 дел. ± 1,5 мВ (от 1 до 9,95 мВ/дел.) ±0,35% × (смещение – положение) ± 0,1 дел. ± 1,5 мВ (от 10 до 99,5 мВ/дел.) ±0,35% × (смещение – положение) ± 0,1 дел. ± 15 мВ (от 0,100 до 1 В/дел.) ±0,25% × (смещение – положение) ± 0,1 дел. ± 150 мВ (от 1,01 до 10 В/дел.)			
Развязка между каналами (для любой пары каналов при одинаковой чувствительности, тип.)	не менее 100:1 на частотах до 100 МГц не менее 30:1 в диапазоне от 100 МГц до 2,5 ГГц не менее 20:1 в диапазоне от 2,5 до 3,5 ГГц			

## Система горизонтального отклонения, аналоговые каналы

Параметр	DPO7054C	DPO7104C	DPO7104C с опцией 2SR	DPO7254C/DPO7354C
Макс. частота дискретизации (1 канал)	20 Гвыб./с	20 Гвыб./с	40 Гвыб./с	40 Гвыб./с
Макс. частота дискретизации (2 канала)	10 Гвыб./с	10 Гвыб./с	20 Гвыб./с	20 Гвыб./с
Макс. частота дискретизации (3 или 4 канала)	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	10 Гвыб./с	10 Гвыб./с
Макс. частота дискретизации в эквивалентном масштабе времени	4 Твыб./с			
Макс. длина записи в стандартной конфигурации	50 млн. точек (1 канал), 25 млн. точек (2 канала), 12,5 млн. точек (3 или 4 канала)			
Макс. длина записи с опцией 2RL	125 млн. точек (1 канал), 50 млн. точек (2 канала), 25 млн. точек (3 или 4 канала)			
Макс. длина записи с опцией 5RL	250 млн. точек (1 канал), 125 млн. точек (2 канала), 50 млн. точек (3 или 4 канала)			
Макс. длина записи с опцией 10RL	-			500 млн. точек (1 канал) 250 млн. точек (2 канала) 125 млн. точек (3 или 4 канала)
Макс. продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации в режиме реального времени по 1 каналу	1-2 мс при стандартной длине записи, до 10 мс с опциями увеличения длины записи			
Диапазон скоростей развертки	от 50 пс/дел. до 1000 с/дел.	от 50 пс/дел. до 1000 с/дел.	от 25 пс/дел. до 1000 с/дел.	от 25 пс/дел. до 1000 с/дел.
Разрешение по времени (в режиме ET/IT)	500 фс	500 фс	250 фс	250 фс
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 1000 с.			
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±75 нс			
Погрешность измерения интервалов времени (ср.кв.)	(0,06 от периода дискретизации)+(2,5·10 <sup>-6</sup> от измеренного значения)			
Джиттер сигнала запуска	1,5 пс <sub>ср.кв.</sub> – с выключенным режимом улучшенного запуска менее 0,100 пс <sub>ср.кв.</sub> – с включенным режимом улучшенного запуска			
Уровень собственного джиттера	менее 1 пс <sub>ср.кв.</sub> (менее 2 пс <sub>пик</sub> ) для длительности записи менее 10 мкс (тип.) менее 2 пс <sub>ср.кв.</sub> для длительности записи менее 30 мс менее 65·10 <sup>-12</sup> от измеренного значения для длительности записи менее 10 с			
Погрешность генератора развертки	±2,5·10 <sup>-6</sup> + менее чем 1·10 <sup>-6</sup> в год за счёт старения			



**Режимы регистрации**

Режим	Описание
Выборка	Значения сигнала на выходе АЦП в момент выборки
Пиковое детектирование	Захватываются узкие глитчи при всех значениях частоты дискретизации в масштабе реального времени до 10 Гвыб./с
Усреднение	Количество осциллограмм, по которым может производиться усреднение – от 2 до 10 000
Огибающая	Количество осциллограмм, по которым производится построение огибающей минимумов-максимумов – от 1 до 2 млрд.
Высокое разрешение	Усреднение с узкополосным фильтром в масштабе реального времени позволяет понизить шумы и повысить разрешение
Прокрутка	Последовательная прокрутка по экрану справа налево осциллограммы, получаемой при скорости развёртки менее 50 мс/дел. До 10 Мвыб./с с макс. длиной 40 млн. точек.
Режим захвата FastAcq	В режиме FastAcq осциллограф оптимизируется для анализа динамических, быстроизменяющихся сигналов и непериодических событий
Максимальная скорость захвата осциллограмм в режиме FastAcq	Более 250 000 осциллограмм/с по всем 4 каналам
База данных осциллограмм	Трёхмерный массив значений амплитуды сигнала, времени и числа отсчётов
Режим FastFrame™	В режиме FastFrame™ память, предназначенная для регистрации осциллограммы, разбивается на сегменты. Максимальная частота запуска более 310 000 осциллограмм/с. Функция поиска кадров Frame Finder облегчает визуальное наблюдение переходных процессов

**Система запуска Pinpoint®**

Параметр	Описание
<b>Чувствительность</b>	
Внутренний запуск, связь по постоянному току	0,7 дел. от 0 до 50 МГц с увеличением до 1,2 дел. при повышении частоты до номинального значения аналоговой полосы пропускания 2,5 ГГц (тип.) и до 2,5 дел. на частоте 3,5 ГГц
Внешний запуск (доп. вход, 1 Мом)	250 мВ от 0 до 50 МГц с увеличением до 350 мВ при повышении частоты до 250 МГц (тип.)
<b>Параметры запуска</b>	
Запуск по событию А и задержанному событию В	Фронт, глитч, длительность, рант, время ожидания, длительность перехода, логический шаблон, логическое состояние, установка/удержание, окно – все режимы, кроме фронта, шаблона и состояния, могут быть логическими состояниями, определяемыми одним или двумя каналами
Задержка запуска по времени	от 3,2 нс до 3000 000 с
Задержка запуска по событиям	от 1 до 2000000000 событий
Запуск по последовательным протоколам (только для события А), опция	I <sup>2</sup> C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, USB 2.0
Основные режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный запуск
Расширенные режимы запуска	Выбираются пользователем; возможна коррекция задержки между каналом запуска и каналом захвата данных (поддерживаются все типы запуска Pinpoint для событий А и В, за исключением запуска по шаблону и типов запуска, недоступных в режиме FastAcq).

Параметр	Описание
Последовательность запуска	Основная, задержка по времени, задержка по событиям, сброс по времени, сброс по состоянию, сброс по переходу, сканирование события В. Все последовательности могут включать отдельную задержку горизонтальной развёртки после события запуска для позиционирования окна захвата во времени.
Запуск по коммуникационным сигналам	Необходима опция MTM. Поддержка сигналов с кодировкой AMI, HDB3, VnZS, CMI, MLT3 и NRZ. Возможность выбора единицы с положительной или отрицательной полярностью, формы нулевого импульса или глазковой диаграммы в зависимости от требований стандарта.
Запуск по видео-сигналу (форматы и частота кадров)	Запуск по отрицательным синхроимпульсам композитного видеосигнала, полю 1 или полю 2 для систем с чересстрочной развёрткой, любому полю, заданной строке или любой строке в системах с чересстрочной и прогрессивной развёрткой. Поддерживаются системы NTSC, PAL, SECAM и HDTV 1080/24sF, 1080p/25, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 720p/60, 480p/60.
Запуск по кодовой последовательности (кодограмме)	Только для моделей DPO7254C и DPO7354C; требуется опция ST1G. Распознавание слов длиной до 64 бит, биты, указанные в двоичном (высокий, низкий, не важно) или шестнадцатеричном формате. Запуск по данным с кодированием NRZ со скоростью до 1,25 Гбит/с.
Система восстановления тактовой частоты	Только для моделей DPO7254C и DPO7354C, требуются опции ST1G или MTM
Полоса ФАПЧ системы восстановления тактовой частоты	Фиксированное значение, равное частоте следования битов, делённой на 500
Диапазон скоростей передачи данных, поддерживаемых системой восстановления тактовой частоты	от 1,5 МБод до 1,25 ГБод
Джиттер системы восстановления тактовой частоты	20 пс <sub>ср.кв.</sub> + 1,25 % от ср.кв. битового периода для шаблонов данных PRBS 20 пс <sub>ср.кв.</sub> + 1,25 % от ср.кв. битового периода для повторяющегося шаблона данных «0011»
Диапазон отслеживания/захвата	±5 % от требуемой скорости передачи (тип.)
Минимальная амплитуда сигнала, необходимая для восстановления тактовой частоты	1 дел. <sub>пик-пик</sub> при скорости до 1,25 Гбод (тип.)
Диапазон уровней внутренней запуски	±12 дел. от центра экрана
Уровень сигнала запуска на дополнительном входе Aux In	Интерфейс TekVPI; ±5 В (50 Ом); 150 В (КАТ I), снижается с крутизной 20 дБ/декаду до 9 В <sub>ср.кв.</sub> на частотах более 200 кГц (1 МОм)
Уровень запуска по сети питания	0 В (фиксированное значение)
Режим по входу системы запуска	Связь по постоянному току, связь по переменному току (подавляет частоты менее 60 Гц), ФВЧ (подавляет частоты более 30 кГц), ФНЧ (подавляет частоты менее 80 кГц), с подавлением шума (снижает чувствительность)
Диапазон удержания сигнала запуска	от 250 нс до 100 с

**Режимы запуска**

Режим	Описание
Перепад	Запуск по положительному или отрицательному перепаду сигнала любого канала или сигнала с дополнительного входа на лицевой панели осциллографа. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.
Глитч	Запуск или блокировка запуска по глитчам положительной, отрицательной или любой полярности. Минимальная длительность глитча 170 пс (тип.), время восстановления для повторного запуска около 250 пс (для DP07254C и DP07354C).
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых меньше или больше указанного значения (от 225 пс до 10 с).
Рант	Запуск по импульсу, который пересёк один порог и не дойдя до второго порога обратно пересёк первый. Это событие стробируется по времени или по результату логической операции.
Окно	Запуск по сигналу, который пересёк границу окна, заданного пользователем двумя порогами, войдя в это окно или выйдя из него. Это событие стробируется по времени или по результату логической операции.
Время ожидания	Запуск по сигналу, уровень которого оставался высоким, низким или любым в течение заданного времени (от 300 пс до 1 с).
Крутизна перепада	Запуск по перепадам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Перепад может быть положительным, отрицательным или любым.
Время установки/удержания	Запуск по нарушениям времени установки и времени удержания, определяемым по тактовому сигналу и сигналу данных. Оба сигнала могут приходиться по любой паре входов.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени (от 300 пс до 1 с). Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех входных аналоговых каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Логическое состояние	Любая комбинация логических состояний каналов (1, 2, 3), тактируемая перепадом по каналу 4. Запуск происходит по положительному или отрицательному перепаду тактового сигнала.
Параллельная шина	Запуск по заданным значениям данных на определенной параллельной шине.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, по строке с определённым номером, по чётным, нечётным или по всем полям сигналов NTSC, PAL, SECAM и HDTV 480p/60, 576p/50, 875i/60, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 1080i/24sF, 1080i/50, 1080p/25, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/25, 1080p/50, 1080p/60, двухуровневому и трёхуровневому синхросигналам.
Визуальный запуск (опция)	Обеспечивается опцией VET. Запуск по любому из аналоговых каналов производится по 8 фигурам, форма которых определяется пользователем: прямоугольник, треугольник, трапеция, шестиугольник и произвольные фигуры.
Запуск по коммуникационным сигналам (опция)	Обеспечивается опцией MTM. Позволяет работать с сигналами с кодированием AMI, HDB3, BnZS, CMI, MLT3, и NRZ.
I <sup>2</sup> C (опция)	Обеспечивается опцией SR-EMBD. 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 (опция)	Обеспечивается опцией SR-EMBD. Запуск по выбору ведомой станции, повторному старту, времени ожидания или данным (от 1 до 16 слов) шины SPI со скоростью до 10 Мбит/с.
CAN (опция)	Обеспечивается опцией SR-AUTO. Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, переполнение), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK, по ошибке вставки битов или ошибке контрольной суммы в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с.

Режим	Описание
LIN (опция)	Обеспечивается опцией SR-AUTO. Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по ошибкам шин LIN со скоростями до 1 Мбит/с.
FlexRay (опция)	Обеспечивается опцией SR-AUTO. Запуск по бит-индикаторам (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), числу циклов, полям заголовка (бит-индикаторам, идентификатору, длине информационной посылки, CRC заголовку и числу циклов), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или по ошибкам шин FlexRay со скоростью до 10 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опция)	Обеспечивается опцией SR-AERO. Запуск по синхросигналу, командному слову, слову статуса, слову данных, времени ожидания и по ошибке в сигналах шин MIL-STD-1553 со скоростью до 1 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опция)	Обеспечивается опцией SR-COMP. Запуск по стартовому биту, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, данным (1-5 слов), ошибке четности со скоростью до 10 Мбит/с.
USB 2.0 (опция)	Обеспечивается опцией SR-USB. Низкоскоростная шина: 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 ≤, <, =, >, ≥, ≠ 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; можно определить запуск по данным, которые ≤, <, =, >, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов. Полноскоростная шина: 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 ≤, <, =, >, ≥, ≠ 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; можно определить запуск по данным, которые ≤, <, =, >, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, PRE, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов. Высокоскоростная шина: запуск по декодированной информации не выполняется <b>Примечание.</b> Поддержка запуска, декодирования и поиска по сигналам высокоскоростной шины USB 2.0 реализована только в моделях с полосой пропускания не менее 1 ГГц.
CAN (опция)	Обеспечивается опцией LSA. Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или пропущенному ACK в сигналах шины CAN.

Режим	Описание
Кодовая последовательность (опция)	Обеспечивается опцией ST1G. Производится захват последовательного потока данных с восстановлением тактовой частоты для сигналов с кодированием NRZ и со скоростью передачи до 1,25 Гбит/с. Возможна расширенная опция с блокировкой запуска для захвата повторяющихся фрагментов в длинных кодовых последовательностях.

#### Поиск и маркировка событий

Параметр	Описание
Функция поиска и маркировки Advanced Search and Mark	Автоматическая маркировка событий и документирование осциллограмм. 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, комбинации состояний или до 8 типов событий по любому из 4 аналоговых каналов. С опцией DDRA поиск пакетов записи и чтения шины DDR. Все найденные события заносятся в таблицу событий. Все события снабжаются метками времени, относительно момента запуска. Прекращение сбора данных при обнаружении события.

#### Измерение параметров осциллограмм

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	53 вида, из которых 8 могут отображаться на экране одновременно.
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений могут быть заданы в процентах или в единицах измеряемой величины.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.
Амплитудные характеристики сигналов	Амплитуда, высокий и низкий уровни, максимальное и минимальное значения, размах (пик-пик), среднее значение, среднее значение за период, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое за период, положительный и отрицательный выбросы.
Временные характеристики сигналов	Время нарастания и спада, длительность положительного и отрицательного импульса, скважность положительных и отрицательных импульсов, период, частота, задержка.
Комбинированные характеристики	Площадь, площадь за период, фаза, длительность пакета.
Гистограммы параметров	Число осциллограмм, число попаданий в заданную область, количество пиков, медиана, максимум, минимум, размах (пик-пик), среднее ( $\mu$ ), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), $\mu + 1\sigma$ , $\mu + 2\sigma$ , $\mu + 3\sigma$
Глазковая диаграмма	Коэффициент контрастности (абсолютное значение, %, дБ), высота и ширина глаза, вершина глаза, основание глаза, % пересечения, джиттер (пик-пик, ср.кв., $6\sigma$ ), уровень шума (пик-пик, ср.кв.), отношение сигнал/шум, циклические искажения, добротность.
Режим построения гистограмм	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 данных: 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.

#### Обработка осциллограмм/математические функции

Параметр	Описание
Количество осциллограмм, получаемых в результате математических операций	До 4
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение, деление. Операндами могут быть осциллограммы и скалярные величины.
Алгебраические выражения	Определение сложных алгебраических выражений, которые могут включать осциллограммы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений, например: $(Integral(CH1 - Mean(CH1)) \times 1,414 \times VAR1)$
Логические операции сравнения	Булево значение результата сравнения $>$ , $<$ , $\geq$ , $\leq$ , $=$ , $\neq$
Операции в частотной области (БПФ)	Амплитуды и фазы спектральных составляющих или их действительные и мнимые части
Единицы масштаба по вертикальной шкале (БПФ)	Амплитуда: линейные единицы, дБ, дБм. Фаза: градусы, радианы, групповая задержка
Оконные функции (БПФ)	Прямоугольник, Хэмминг, Хеннинг, Кайзер-Бессель, Блекман-Харрис, Гаусс, Flattop2, Tek Exponential
Определение сигналов	Произвольное математическое выражение
Функции фильтрации	Настраиваемые пользователем фильтры. Пользователь задаёт файл с необходимыми коэффициентами фильтра. Файлы фильтров входят в комплект поставки.
Математические функции, задаваемые пользователем	Специальные программные модули MATLAB и .NDT для математического определения сигналов.
Функция маскирования	Функция, создающая базы данных осциллограмм на основе матрицы выборок захваченных сигналов. Можно задать счетчик выборок.

#### Программное обеспечение

ПО	Описание
NI LabVIEW SignalExpress издание Tektronix	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии DPO7000C, позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного пользовательского интерфейса с перетаскиванием мышкой и не требует никакого программирования. Версия ПО, входящая в стандартную комплектацию осциллографов серии DPO7000C, поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPT) дополнительно обеспечивает обработку сигналов, расширенные средства анализа, функции измерения смешанных сигналов, свипирование, граничное тестирование и определяемые пользователем пошаговые операции. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
Драйвер IVI	Предоставляет стандартный интерфейс программирования приборов для распространённых приложений: LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB. Стандарт IVI-COM.
Веб-интерфейс LXI Класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу DPO7000C через стандартный браузер путем ввода IP адреса осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять сетевые настройки. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификации стандарта LXI Класс C.

**Характеристики дисплея**

Параметр	Описание
Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной сенсорный дисплей
Размер экрана	Диагональ 307 мм (12,1 дюймов)
Разрешение	XGA, 1024x768 пикселей
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение
Цветовая палитра	Обычная, зеленая, серая, температурная, спектральная, определяемая пользователем
Формат	YТ, XY

**Параметры компьютерной системы и периферийных устройств**

Параметр	Описание
Операционная система	Windows 7 Ultimate 64 разряда. Функциональная проверка выполнена в соответствии с основными требованиями DSS Национального института стандартов и технологий (NIST), также известными как Национальные нормативы США для базовых конфигураций (USGCB)
Процессор	Intel Core 2 Duo, не менее 3 ГГц
Память	не менее 8 Гбайт
Жесткий диск	Съемный жесткий диск, ёмкость не менее 500 Гбайт (SATA, 3,5 дюйма)
Привод для оптических дисков	Привод CD-R/W и DVD-R на передней панели
Мышь	Оптическая мышь с колесиком, интерфейс USB
Клавиатура	Малогоабаритная клавиатура с интерфейсом USB и концентратором (код заказа 119-7083-xx)

**Порты ввода-вывода**

Порт	Описание
Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры, клавиатуру и мышь. Разъемы расположены на передней и боковой панелях. Возможно отключение отдельных портов.
Порт GPIB	Разъем IEEE 488.2 на задней панели.
Сетевой порт LAN	Разъем RJ-45, поддержка 10/100/1000Base-T Ethernet.
Выход видеосигнала	Разъем DVI-I, используется для вывода изображения с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор. Поддержка режима расширенного рабочего стола и режима клонирования
Аудиопорты	Миниатюрные гнезда 3,5 мм
Порт клавиатуры	PS/2-совместимый
Порт мыши	PS/2-совместимый
Дополнительный вход	Разъем TekVPI на передней панели. Максимальное входное напряжение 150 В, KAT I.
Дополнительный выход (переключается программно)	Выход запуска: импульсный сигнал с уровнем ТТЛ, подаваемый при запуске осциллографа. Выход опорного генератора: сигнал внутренней опорной частоты осциллографа 10 МГц с уровнем ТТЛ.
Вход внешнего опорного сигнала	Внутренний опорный генератор может синхронизироваться с внешним генератором опорной частоты 10 МГц (10 МГц $\pm 1$ %)
Выход аналогового сигнала	Разъем BNC, выводится буферизованный сигнал канала 3. 50 мВ/дел $\pm 20$ % на нагрузку 1 МОм; 25 мВ/дел $\pm 20$ % на нагрузку 50 Ом. Полоса 100 МГц при нагрузке 50 Ом.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели Амплитуда: 1 В $\pm 20$ % на нагрузку не менее 50 Ом Частота: 1 кГц $\pm 5$ %
Восстановленный тактовый сигнал (только для DPO7254C и DPO7354C)	Требуется опция MTM. Разъем BNC, скорость не более 1,25 Гбит/с, амплитуда выходного сигнала не менее 130 мВ <sub>пик-пик</sub> на нагрузку 50 Ом.
Восстановленный сигнал данных (только для DPO7254C и DPO7354C)	Требуется опция MTM. Разъем BNC, скорость не более 1,25 Гбит/с, амплитуда выходного сигнала 200 мВ на нагрузку 50 Ом.

**LXI (Расширение LAN для измерительных приборов)**

Параметр	Описание
Класс	LXI Класс C
Версия	V1.3

**Питание прибора**

Параметр	Описание
Питание	от 100 до 240 В $\pm 10$ %, от 47 до 63 Гц, потребляемая мощность не более 550 Вт; 115 В <sub>ср.кв.</sub> $\pm 10$ %, от 360 до 400 Гц, KAT I, потребляемая мощность не более 500 ВА

**Габариты и масса****Настольное исполнение**

Размеры, мм	
Высота	292
Ширина	451
Глубина	265

**Масса, кг**

Нетто	15
Брутто	28,9

**Исполнение для монтажа в стойку**

Размеры, мм	
Высота	331
Ширина	479

Глубина (от монтажной проушины стойки до задней части прибора)

**Масса, кг**

Нетто	17,4
Монтажного комплекта	2,5

**Требуемые зазоры для охлаждения, мм**

Сверху	0
Снизу	0
Слева	76
Справа	0
Спереди	0
Сзади	0

**Условия окружающей среды**

Параметр	Описание
Температура	

Рабочая	от +5 до +45 °С, без конденсации
При хранении	от -40 до +71 °С, скорость изменения не должна превышать 15 °С в час, CD/DVD диски не должны оставаться в дисковом де

**Относительная влажность**

Рабочая	от 8 до 80 % (температура по влажному термометру не более +29 °С) при температуре не более +45 °С, без конденсации. Верхний предел снижается до 30 % при температуре +45 °С
---------	---

При хранении	от 5 до 90 % (температура по влажному термометру не более +29 °С) при температуре не более +60 °С, без конденсации. Верхний предел снижается до 20 % при температуре +60 °С
--------------	---

**Высота над уровнем моря**

Рабочая	до 3000 м
При хранении	до 12192 м

**Нормативные документы**

Стандарт по электромагнитной совместимости	2004/108/EC
Сертификация	UL61010-1, 2-е изд.; CSA61010-1 2-е изд.; EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

## Информация для заказа

Осциллографы серии DPO7000C

Модель	Описание
DPO7054C	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 5/10/20 Гвыб/с (при одновременной работе по 4/2/1 каналам), длина записи 12,5 млн. точек
DPO7104C	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/10/20 Гвыб/с (при одновременной работе по 4/2/1 каналам), длина записи 12,5 млн. точек
DPO7254C	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 2,5 ГГц, 10/20/40 Гвыб/с (при одновременной работе по 4/2/1 каналам), длина записи 12,5 млн. точек
DPO7354C	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 3,5 ГГц, 10/20/40 Гвыб/с (при одновременной работе по 4/2/1 каналам), длина записи 12,5 млн. точек

**В комплект поставки всех моделей входит:** по одному пассивному пробнику P6139B (500 МГц, 10х, 8 пФ) на каждый канал, сумка для принадлежностей, защитная крышка передней панели, мышь, адаптер VGA-DVI (013-0347-00), краткое руководство пользователя, ПО и документация в электронном виде для приборов серии DPO7000C (включая руководство по проверке технических характеристик и руководство программиста), ПО NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition, сертификат калибровки, сертификат о соответствии Z 540-1 и ISO9001, кабель питания, гарантия на один год.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

## Опции

## Увеличение длины записи

Опция	DPO7054C, DPO7104C	DPO7254C, DPO7354C
2RL	до 125 млн. точек, 25 млн. точек на канал	до 125 млн. точек, 25 млн. точек на канал
5RL	до 250 млн. точек, 50 млн. точек на канал	до 250 млн. точек, 50 млн. точек на канал
10RL	–	до 500 млн. точек, 125 млн. точек на канал

## Повышение частоты дискретизации

Опция	DPO7104C	DPO7054C, DPO7254C, DPO7354C
2SR	Удвоенная максимальная частота дискретизации в режиме реального времени 40/20/10 Гвыб/с по 1/2/4 каналам	–

## Опция твердотельного накопителя

Опция	Описание
SSD	Твердотельный накопитель >300 ГБ

## Программные опции

Опция	Описание
DDRA <sup>1,2</sup>	Анализ шины памяти DDR
DJA	Анализ джиттера и глазковых диаграмм – расширенная версия DPOJET
D-PHY <sup>1,3</sup>	Отладка, измерение характеристик и тестирование передатчиков на соответствие стандарту – базовая версия MIPI® D-PHY.
ET3 <sup>4</sup>	Тестирование на соответствие стандарту Ethernet.
LSA	Анализ низкоскоростных автомобильных последовательных шин, включая запуск, декодирование и анализ сигналов шин CAN/LIN (включает TDSVNM).
LT	Тестирование по предельным значениям.
MOST <sup>1</sup>	Базовая версия MOST – решение для отладки и тестирования на соответствие электрических характеристик MOST50 и MOST150.

Опция	Описание
MTM	Тестирование по маске на соответствие стандартам ITU-T, ANSI T1.102, Ethernet, SONET/SDH, Fibre Channel, USB 2.0, IEEE 1394b, Rapid I/O, OIF, CPRI и Serial Video. Опция включает аппаратную схему восстановления тактовой частоты для DPO7254C/DPO7354C.
PWR	Анализ источников питания.
SR-AERO	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шин и декодирование пакетов.
SR-AUTO	Анализ и запуск по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, LIN, FlexRay). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-COMP	Анализ и запуск по сигналам компьютерных последовательных шин (RS-232/422/485/UART). 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.
SR-CUST	Комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин
SR-DPHY	Анализ последовательных шин MIPI® D-PHY. Позволяет анализировать сигналы шин MIPI DSI-1 и CSI-2 с помощью таких средств анализа, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-EMBD	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C и SPI). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I <sup>2</sup> C и двух- и трехпроводным шинам SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-PCIE <sup>2,8</sup>	Анализ последовательной шины PCI Express. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-USB	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по низкоскоростным и полноскоростным шинам USB. Кроме того, предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями с полосой пропускания не менее 1 ГГц.
SR-810B	Анализ последовательных шин 8b/10b. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
ST1G <sup>3</sup>	Запуск по сигналам последовательных шин с 64-битным кодированием NRZ и декодирование сигналов последовательных шин 8b/10b (включает в себя опцию SR-810B).
SVE	Базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов
SVA <sup>5</sup>	ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов
SVM <sup>5</sup>	ПО SignalVu для общего анализа модуляции
SVO <sup>5</sup>	ПО SignalVu для гибкого анализа OFDM
SVP <sup>5</sup>	ПО SignalVu для расширенного анализа импульсных сигналов
SVT <sup>5</sup>	ПО SignalVu для измерения времени установления частоты и фазы
USB <sup>7</sup>	Тестирование на соответствие стандарту USB 2.0
VET	Визуальный запуск и поиск
<b>Программная платформа TekExpress</b>	
TEKEXP	Программная платформа TekExpress.
TEKEXP с опцией D-PHYTX <sup>1,3</sup>	Автоматизированное тестирование D-PHY.

Опция	Описание
ТЕКЕРП с опцией HEAC <sup>3, 6</sup>	Автоматизированное тестирование HEAC.
<b>Наборы опций</b>	
PS1	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, P5205A, TCR0030, TPA-BNC, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)
PS2	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, TMDPO200, TCR0030, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)
PS3	Набор опций для анализа источников питания: DPOPWR, TMDPO200, TCR0020, 067-1686-xx (оснастка для компенсации фазовых сдвигов)

**Примечание.** Эти наборы следует приобретать одновременно с приборами.

- <sup>1</sup> Требуется опция DJA.
- <sup>2</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 1 ГГц.
- <sup>3</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 2,5 ГГц.
- <sup>4</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet.
- <sup>5</sup> Требуется опция SVE.
- <sup>6</sup> Требуются опции 2RL, DJA, MTM и ST1G.
- <sup>7</sup> Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB). Для высокоскоростной шины USB требуется модель с полосой пропускания не менее 2 ГГц.
- <sup>8</sup> Ввиду больших объёмов информации рекомендуется вместо твердотельного накопителя малой емкости использовать стандартный жесткий диск большой емкости.

**Плавающие лицензии на опции**

Плавающие лицензии предлагают альтернативный способ управления оборудованием Tektronix. Плавающие лицензии позволяют легко переключать активируемые ключами опции между любыми осциллографами Tektronix серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Плавающие лицензии имеются для следующих активируемых ключами опций.

Опция	Описание
DPOFL-DDRA <sup>1, 2</sup>	Анализ шины памяти DDR
DPOFL-DJA	Анализ джиттера и глазковых диаграмм – расширенная версия DPOJET
DPOFL-D-PHY <sup>1, 3</sup>	Отладка, измерение характеристик и тестирование передатчиков на соответствие стандарту – базовая версия MIPI <sup>®</sup> D-PHY.
DPOFL-ET3 <sup>5</sup>	Тестирование на соответствие стандарту Ethernet.
DPOFL-LSA	Анализ низкоскоростных автомобильных последовательных шин, включая запуск, декодирование и анализ сигналов шин CAN/LIN (включает TDSVNM).
DPOFL-LT	Тестирование по предельным значениям.
DPOFL-MOST <sup>1</sup>	Базовая версия MOST – решение для отладки и тестирования на соответствие электрических характеристик MOST50 и MOST150.
DPOFL-MTM	Тестирование по маске на соответствие стандартам ITU-T, ANSI T1.102, Ethernet, SONET/SDH, Fibre Channel, USB 2.0, IEEE 1394b, Rapid I/O, OIF, CPRI и Serial Video. Опция включает аппаратную схему восстановления тактовой частоты для DPO7254C/DPO7354C.
DPOFL-PWR	Анализ источников питания.
DPOFL-SR-AERO	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шин и декодирование пакетов.
DPOFL-SR-AUTO	Анализ и запуск по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, LIN, FlexRay). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.

Опция	Описание
DPOFL-SR-COMP	Анализ и запуск по сигналам компьютерных последовательных шин (RS-232/422/485/UART). 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.
DPOFL-SR-CUST	Комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин.
DPOFL-SR-DPHY	Анализ последовательных шин MIPI <sup>®</sup> D-PHY. Позволяет анализировать сигналы шин MIPI DSI-1 и CSI-2 с помощью таких средств анализа, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
DPOFL-SR-EMBD	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C и SPI). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I <sup>2</sup> C и двух- и трехпроводным шинам SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
DPOFL-SR-PCI-E <sup>2, 8</sup>	Анализ последовательной шины PCI Express. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
DPOFL-SR-USB	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по низкоскоростным и полноскоростным шинам USB. Кроме того, предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями с полосой пропускания не менее 1 ГГц.
DPOFL-SR-810B	Анализ последовательных шин 8b/10b. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
DPOFL-ST1G <sup>3</sup>	Запуск по сигналам последовательных шин с 64-битным кодированием NRZ и декодирование сигналов последовательных шин 8b/10b (включает в себя опцию SR-810B).
DPOFL-SVE	Базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов
DPOFL-SVA <sup>5</sup>	ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов
DPOFL-SVM <sup>5</sup>	ПО SignalVu для общего анализа модуляции
DPOFL-SVO <sup>5</sup>	ПО SignalVu для гибкого анализа OFDM
DPOFL-SVP <sup>5</sup>	ПО SignalVu для расширенного анализа импульсных сигналов
DPOFL-SVT <sup>5</sup>	ПО SignalVu для измерения времени установления частоты и фазы
DPOFL-USB <sup>7</sup>	Тестирование на соответствие стандарту USB 2.0
DPOFL-VET	Визуальный запуск и поиск

- <sup>1</sup> Требуется опция DJA
- <sup>2</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 1 ГГц
- <sup>3</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 2,5 ГГц
- <sup>4</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet
- <sup>5</sup> Требуется опция SVE
- <sup>6</sup> Требуются опции 2RL, DJA, MTM и ST1G
- <sup>7</sup> Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB). Для высокоскоростной шины USB требуется модель с полосой пропускания не менее 2 ГГц
- <sup>8</sup> Ввиду больших объёмов информации рекомендуется вместо твердотельного накопителя малой емкости использовать стандартный жесткий диск большой емкости.

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**Сервисные опции<sup>9</sup>**

Опция	Описание
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>9</sup> Гарантийные обязательства не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников приведены в соответствующих технических описаниях.

**Рекомендуемые принадлежности****Пробники**

Компания Tektronix предлагает более 100 типов различных пробников, рассчитанных на широкий круг приложений.

Пробник	Описание
TAP3500	Активный несимметричный пробник TekVPI, 3,5 ГГц
TAP2500	Активный несимметричный пробник TekVPI, 2,5 ГГц
TAP1500	Активный несимметричный пробник TekVPI, 1,5 ГГц
TDP3500	Дифференциальный пробник, 3,5 ГГц, TekVPI, входное напряжение $\pm 2$ В
TDP1500	Дифференциальный пробник TekVPI, 1,5 ГГц, входное напряжение $\pm 8,5$ В
TDP1000	Дифференциальный пробник TekVPI, 1 ГГц, входное напряжение $\pm 42$ В
TDP0500	Дифференциальный пробник TekVPI, 500 МГц, входное напряжение $\pm 42$ В
TSP0150	Пробник пост./перем. тока TekVPI, 20 МГц, 150 А
TSP0030	Пробник пост./перем. тока TekVPI, 120 МГц, 30 А
TSP0020	Пробник пост./перем. тока TekVPI, 50 МГц, 20 А
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, $\pm 750$ В
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, $\pm 1,5$ кВ
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, 100 МГц, $\pm 6$ кВ
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник, 500 МГц, 2,5 кВ, 100X
P6015A	Высоковольтный пассивный пробник, 75 МГц, 20 кВ
P6158	Пассивный пробник с малой входной ёмкостью, 3 ГГц, 20X

**Принадлежности**

Принадлежность	Описание
077-0076-xx	Руководство по обслуживанию (файл PDF, только на английском языке)
077-0010-xx	Руководство по программированию (файл PDF, только на английском языке)
077-0063-xx	Руководство по проверке технических характеристик (файл PDF, только на английском языке)
SIGEXPT	Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition (полная версия)
016-1985-02	Комплект для монтажа в стойку
065-0881-xx	Запасной съёмный жёсткий диск
016-1979-xx	Комплект для установки жёсткого диска со стороны передней панели при монтаже в стойку
119-7083-xx	Компактная клавиатура (USB интерфейс)
119-6297-xx	Полноразмерная клавиатура с 4-портовым концентратором USB
016-1970-xx	Жесткий кейс для транспортировки
K420	Тележка для осциллографа

**Кабели**

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

**Тестовая оснастка**

Оснастка	Описание
067-1686-xx	Тестовая оснастка для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников
TDSUSBF	Тестовая оснастка для опции USB
TF-GBE-BTP	Базовый комплект для тестирования Ethernet 10/100/1000BASE-T.
TF-GBE-ATP	Расширенный комплект для тестирования Ethernet 10/100/1000BASE-T (включает кабель для измерения джиттера в канале 1000BASE-T)
TF-GBE-EE	

**Адаптеры**

Адаптер	Описание
TPA-BNC	Адаптер TekVPI-TekProbe BNC
P6701B <sup>10</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (многомодовый)
P6703B <sup>10</sup>	Преобразователь оптического сигнала в электрический (одномодовый)

<sup>10</sup> Требуется адаптер TekVPI-TekProbe BNC (TPA-BNC)

**Программное обеспечение**

ПО	Описание
SIGEXPT	Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition (полная версия)

**Обновления прибора**

При оформлении заказа на модернизацию осциллографа серии DPO7000C напишите впереди префикс DPO-UP, а затем название опции из нижеприведённой таблицы. Например, DPO-UP DDRA.

Опция	Описание
<b>Увеличение длины записи</b>	
RL02	Со стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 2RL
RL05	Со стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 5RL
RL010	Со стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 10RL
RL25	С конфигурации с опцией 2RL до конфигурации с опцией 5RL
RL210	С конфигурации с опцией 2RL до конфигурации с опцией 10RL
RL510	С конфигурации с опцией 5RL до конфигурации с опцией 10RL
<b>Добавление твердотельного накопителя</b>	
SSD	Добавление дополнительного съемного твердотельного накопителя (устанавливается пользователем)
<b>Добавление жёсткого диска с увеличенной ёмкостью</b>	
HDD7	Добавление дополнительного съемного жесткого диска большой емкости (устанавливается пользователем)
<b>Расширение функциональных возможностей осциллографов серии DPO7000C</b>	
DDRA <sup>1,2</sup>	Добавление опции DDRA – анализ шины памяти DDR
DJAM	Добавление опции DJA – анализ джиттера и глазковых диаграмм (расширенная версия DPOJET)
D-PHY <sup>1,3</sup>	Добавление опции D-PHY – отладка, измерение характеристик и тестирование передатчиков на соответствие стандарту
ET3 <sup>4</sup>	Добавление опции ET3 – тестирование на соответствие стандарту Ethernet.
LSA	Добавление опции LSA – запуск по сигналам шины CAN, декодирование и анализ сигналов шин CAN/LIN.
LT	Добавление опции LT – тестирование по предельным значениям.
MOST <sup>1</sup>	Добавление опции MOST – базовая версия MOST – решение для отладки и тестирования на соответствие электрических характеристик MOST50 и MOST150.
MTM	Добавление опции MTM – тестирование по маске.
PWR	Добавление опции PWR – анализ источников питания.
SR-AERO	Добавление опции SR-AERO – анализ и запуск по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шин и декодирование пакетов.
SR-AUTO	Добавление опции SR-AUTO – анализ и запуск по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, LIN, FlexRay). Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-COMP	Добавление опции SR-COMP – анализ и запуск по сигналам компьютерных последовательных шин (RS-232/422/485/UART).

Опция	Описание
SR-CUST	Добавление опции SR-CUST – комплект разработчика для анализа специализированных последовательных шин
SR-DPHY	Добавление опции SR-DPHY – анализ последовательных шин MIP <sup>®</sup> D-PHY (DSI-1 и CSI-2).
SR-EMBD	Добавление опции SR-EMBD – анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C и SPI).
SR-PCIE <sup>2,8</sup>	Добавление опции SR-PCIE – анализ последовательной шины PCI Express. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SR-USB	Добавление опции SR-USB – анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных).
SR-810B	Добавление опции SR-810B – анализ последовательных шин 8b/10b. Предоставляет такие аналитические средства, как цифровое представление сигналов, представление шины и декодирование пакетов.
SSD	Добавление опции SSD – твердотельный накопитель.
ST1G <sup>3</sup>	Добавление опции ST1G – запуск по сигналам последовательных шин с 64-битным кодированием NRZ и декодирование сигналов последовательных шин 8b/10b (включает в себя опцию SR-810B).
SVEM	Добавление опции SVE – базовая версия SignalVu – ПО векторного анализа сигналов.
SVA <sup>5</sup>	Добавление опции SVA – ПО SignalVu для измерения параметров аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов.
SVM <sup>5</sup>	Добавление опции SVM – ПО SignalVu для общего анализа модуляции.
SVO <sup>5</sup>	Добавление опции SVO – ПО SignalVu для гибкого анализа OFDM.
SVP <sup>5</sup>	Добавление опции SVP – ПО SignalVu для расширенного анализа импульсных сигналов.
SVT <sup>5</sup>	Добавление опции SVT – ПО SignalVu для измерения времени установления частоты и фазы.
USB <sup>7</sup>	Добавление опции USB – Тестирование на соответствие стандарту USB 2.0.
VETM	Добавление опции VET – Визуальный запуск и поиск.

<sup>1</sup> Требуется опция DJA

<sup>2</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 1 ГГц

<sup>3</sup> Только для моделей с полосой пропускания не менее 2,5 ГГц

<sup>4</sup> Требуется тестовая оснастка TF-GBE-BTP или TF-GBE-ATP Ethernet

<sup>5</sup> Требуется опция SVE

<sup>6</sup> Требуются опции 2RL, DJA, MTM и ST1G

<sup>7</sup> Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB). Для высокоскоростной шины USB требуется модель с полосой пропускания не менее 2 ГГц

<sup>8</sup> Ввиду больших объемов информации рекомендуется вместо твердотельного накопителя малой емкости использовать стандартный жесткий диск большой емкости

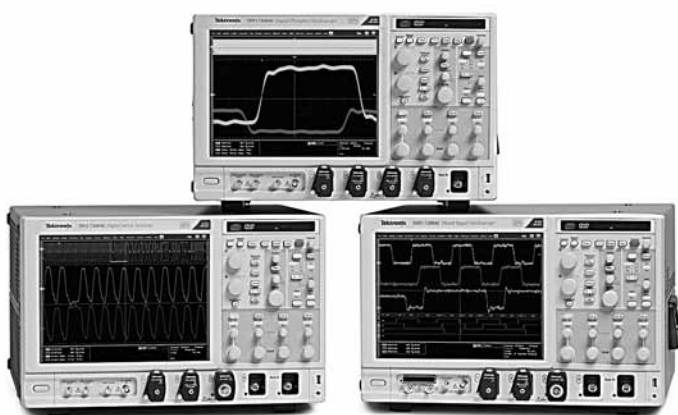


# Осциллографы с цифровым люминофором

## Цифровые анализаторы последовательных потоков

## Осциллографы смешанных сигналов

Серия DPO/DSA/MSO70000



### Особенности и преимущества

- Полоса пропускания – до 33 ГГц и время нарастания 9 пс дает возможность работать с самыми современными высокоскоростными последовательными интерфейсами
- Лучшие в отрасли значения частоты дискретизации и разрешающей способности по времени
  - 100 Гвыб./с в двух каналах (для 33, 25, 20, 16 и 12,5 ГГц моделей)
  - На всех четырех каналах одновременно:
  - Полоса пропускания до 23 ГГц
  - Частота дискретизации в реальном времени до 50 Гвыб./с
  - Длина записи до 250 мегавыборок с функцией MultiView Zoom™ для быстрой навигации
  - Самая высокая скорость захвата – более 300 000 осциллограмм в секунду на канал
- Превосходная целостность сигнала и отличное соотношение сигнал-шум позволяет увидеть самое точное отображение осциллограмм
- 16 цифровых каналов с разрешающей способностью 80 пс для отладки аналоговых и цифровых схем (только для MSO70000)

- Система запуска Pinpoint® – минимальное время выявления аномалий в сигнале для эффективной диагностики и быстрого поиска решений
- Визуальный запуск – точное задание момента запуска и нахождение редких событий в сложных сигналах
- Система запуска по сигналам последовательных интерфейсов со скоростями до 6,25 Гбит/с обеспечивает срабатывание по определенной последовательности протокола NRZ или других 8/10-битных комбинаций для выделения эффектов, зависящих от комбинации данных
- Поиск и маркировка позволяют находить интересные события в осциллограмме аналоговых или цифровых сигналов и запускаться по ним
- Опции автоматизированного запуска по сигналам последовательных шин и их декодирования для PCI Express, 8/10-битных комбинаций последовательных данных, I2C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, USB 2.0, MIL-STD-1553B и MIPI® D-PHY
- Пробники серии P7500 TriMode™ позволяют получить идеальный согласованный тракт от исследуемого устройства до входа осциллографа
- Специализированное программное обеспечение для тестирования на совместимость с различными стандартами, автоматизации измерений и простоты использования.
- 17-канальные логические пробники P6780, P6750 и P6717A с полосой пропускания до 2,5 ГГц позволяют подавать на вход осциллографа самые современные высокоскоростные цифровые сигналы (только для MSO70000)

### Области применения

- Анализ целостности, джиттера и временного распределения сигнала
- Проверка, устранение неполадок, определение характеристик и аттестация сложных систем
- Устранение неполадок и проверка на соответствие стандартам последовательной передачи данных
- Отладка и анализ шин памяти
- Проверка импульсных источников питания
- Исследование переходных процессов
- Производственное тестирование сложных электронных систем
- Спектральный анализ неустановившихся радиосигналов и радиосигналов с широкой полосой частот



Пробники P7500 TriMode упрощают настройку для проведения сложных измерений.



Дифференциальные логические пробники P6780 обеспечивают подключение до 16 широкополосных цифровых сигналов.

### Инструменты для полного комплекса измерений в ходе проектирования

Компания Tektronix понимает, что осциллограф используется на всех стадиях проектирования, от создания опытного образца до проверки серийной продукции. Именно поэтому приборы серий DPO/DSA/MSO70000 сочетают уникальные возможности по захвату сигналов с исключительно высокой скоростью измерения.

Непревзойденные возможности по захвату сигналов и отличное соотношение сигнал/шум

Превосходная целостность сигнала и исключительное соотношение сигнал/шум осциллографов серий DPO/DSA/MSO70000 обеспечивают уверенность в результатах измерений.

- Полоса пропускания до 33 ГГц для любого из четырех каналов
- Функция коррекции исключает отклонения частотных характеристик на всем пути до измерительного наконечника пробника. Пользовательские фильтры для каждого канала обеспечивают коррекцию амплитуды и фазы для более точного отображения очень быстрых сигналов. Кроме того, только в приборах Tektronix можно полностью отключить цифровую коррекцию, когда это необходимо
- Высокая частота дискретизации на всех каналах позволяет более детально исследовать импульсные помехи, отклонения сигналов, крутые фронты:
  - 100 Гвыб./с на двух каналах и 50 Гвыб./с на всех каналах для моделей с полосами пропускания 12,5, 16, 20, 25 и 33 ГГц
  - 25 Гвыб./с на всех каналах для моделей с полосами пропускания 4, 6, и 8 ГГц
  - 12,5 Гвыб./с на всех цифровых каналах для осциллографов серии MSO70000
- Низкий уровень собственного джиттера, высокая точность отображения по вертикали позволяют проводить измерения более аккуратно
- Длинная память приборов обеспечивает высокое разрешение и увеличенную длительность захвата осциллограмм:
  - 10 млн. точек на канал для серий DPO70000 и MSO70000, 31 млн. для серии DSA70000 в стандартной конфигурации
  - Возможность расширения до 125 млн. точек на всех четырех каналах для моделей с полосами пропускания 4, 6 и 8 ГГц
  - Возможность расширения до 250 млн. точек на всех четырех каналах для моделей с полосами пропускания 12,5, 16, 20, 25 и 33 ГГц
  - В серии MSO70000 объем памяти логических каналов совпадает по размеру с памятью аналоговых каналов, позволяя захватывать коррелированные по времени аналоговые и цифровые сигналы
  - MultiView Zoom упрощает работу с длинной памятью, сравнение и анализ нескольких сегментов осциллограммы
- Обладая отличным соотношением сигнал-шум и низким уровнем собственного шума, приборы серий DPO/DSA/MSO70000 позволяют проводить измерения наиболее точно. При отладке устройств низкий уровень шума и максимальная четкость сигнала позволяют найти малейшие аномалии, которые могут повлиять на работу. При анализе РЧ сигналов данные характеристики позволяют расширить динамический диапазон, открывая более широкую область применения DPO/DSA/MSO70000

Широчайший выбор пробников – независимо от того, исследуете ли вы последовательные потоки данных на скорости 8 Гбит/с, быстрые цифровые сигналы, или коммутационные токи источника питания, Tektronix предлагает широкий выбор пробников, включая несимметричные, дифференциальные, оптические, высокого напряжения, тока и широкий выбор вспомогательных устройств.

### Сравнительные характеристики приборов

Модель	Полоса пропускания аналогового канала	Частота дискретизации аналогового сигнала по 2/4 каналам	Стандартная память (аналоговые и цифровые каналы)	Аналоговые каналы	Цифровые каналы
DPO70404C	4 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA70404C	4 ГГц	25 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO70404C	4 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO70604C	6 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA70604C	6 ГГц	25 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO70604C	6 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO70804C	8 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA70804C	8 ГГц	25 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO70804C	8 ГГц	25 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO71254C	12,5 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA71254C	12,5 ГГц	100/50 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO71254C	12,5 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO71604C	16 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA71604C	16 ГГц	100/50 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO71604C	16 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO72004C	20 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA72004C	20 ГГц	100/50 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
MSO72004C	20 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	16
DPO72504D	25 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA72504D	25 ГГц	100/50 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	
DPO73304D	33 ГГц	100/50 Гвыб./с	10 Мвыб.	4	
DSA73304D	33 ГГц	100/50 Гвыб./с	31 Мвыб.	4	

**От тестирования опытных образцов до серийных испытаний**  
Измерительные функции осциллографов серий DPO/DSA/MSO70000 позволяют использовать их на всех стадиях реализации проекта: от проверки опытного образца до испытаний готовой продукции.

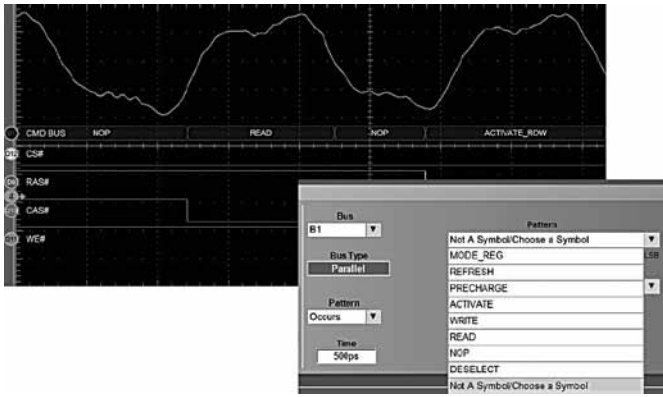
**Непревзойденные возможности захвата сигналов по четырем каналам**  
Самый низкий в отрасли уровень собственного шума и частота дискретизации 50 Гвыб./с на всех четырех каналах осциллографов DPO70000 позволяют проверять целостность сигнала и анализировать временные параметры, не принимая во внимание искажения, обусловленные собственными шумами и джиттером прибора. Полоса пропускания каждого канала более 20 ГГц обеспечивает захват необходимых сигналов одновременно по нескольким каналам без уменьшения частоты дискретизации. Осциллографы с частотой дискретизации 100 Гвыб./с предоставляют еще более широкие измерительные возможности в приложениях, требующих минимального собственного шума и джиттера.

**Захват по 16 цифровым каналам (только MSO70000)**

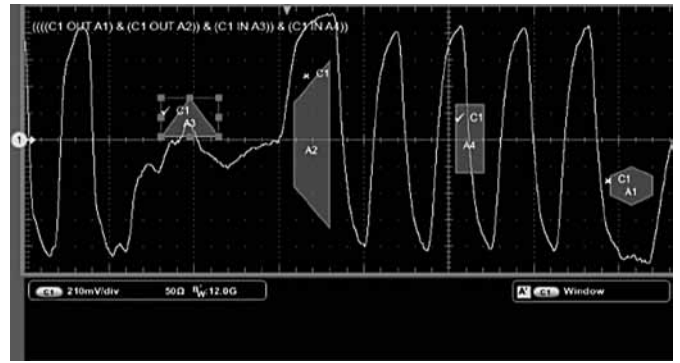
Для анализа временных параметров сигналов осциллографы MSO70000 обеспечивают одновременный захват сигналов по четырем аналоговым и 16 цифровым каналам. Благодаря разрешению 80 пс, осциллограф MSO70000 способен одновременно измерять временные параметры 20 сигналов с высочайшей точностью.

**Технология iCapture – один вход для аналоговых и цифровых сигналов (только MSO70000)**

Увеличение числа каналов часто делает измерительную установку сложной и громоздкой. Функция iCapture позволяет исследовать аналоговые характеристики любого из 16 цифровых сигналов благодаря встроенному мультиплексору, который позволяет провести коммутацию цифрового канала на выбранный аналоговый вход. Если аналоговая форма сигнала не вызывает нареканий, то переключите его для отображения только в цифровом виде и перейдите к анализу другого канала.



Символьные форматы отображения цифровых шин облегчают контроль состояний системы и установку системы запуска по интересующему событию.



Визуальный запуск



Захват длительностью 10 мс участков синхронных высокоскоростного и низкоскоростного сигналов с частотой дискретизации 25 Гвыб/с.

**Декодирование сигналов шин и установки системы запуска**  
Для правильной оценки работы таких шин, как SDRAM DDR, часто требуется оценивать их определенные системные состояния. Осциллографы DPO/DSA/MSO70000 могут декодировать сигналы параллельных и последовательных шин с целью углубленного анализа поведения системы. Возможность задания запускающего события позволяет выделить необходимое состояние или определить источник ошибок на шине, а также выбрать битовую комбинацию или символьное слово, описывающие данное состояние. Кроме того, декодирование сигналов последовательных шин, таких как 8/10-битные шины, I<sup>2</sup>C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, USB и MIL-STD-1553B позволяет определить начало и конец пакетов управления и данных, а также идентифицировать такие параметры, как адрес, данные, CRC и т.п.

#### Длинная память для всех каналов

Длинная память на всех четырех аналоговых каналах DSO/DSA70000B, а также 16 цифровых каналах MSO70000 позволяют без снижения частоты дискретизации записывать длительные события, такие как слова состояния системы и последовательность подачи питания при включении. Кроме того, существует возможность расширения памяти до 125 Мвыб. (опция 10 XL) для моделей с полосой 4, 6 и 8 ГГц, и до 250 Мвыб. (опция 20 XL) для моделей с полосой 12,5, 16, 20, 25 и 33 ГГц. Источники питания могут стать «слабым местом» любой системы, а проверка последовательности подачи питания часто занимает много времени. К цифровым входам MSO70000 можно подключить различные шины питания системы и задать для каждого канала собственные пороговые значения напряжения, что позволяет быстро проверить последовательность включения.

#### Запуск по протоколу и комбинации последовательных данных

Для отладки последовательных интерфейсов существует возможность запуска по определенной комбинации потока NRZ со встроенным восстановлением тактовой частоты и корреляции событий по физическим и канальным уровням. Эта функция является стандартной для серии DSA70000, а также доступна в качестве опции ST6G для DPO70000 и MSO70000. Указанные приборы могут восстанавливать тактовый сигнал, определять транзакции и позволяют устанавливать желаемые кодированные последовательности для системы запуска. Для стандартов с большими скоростями передачи (до 6,25 Гбит/с), такими как USB 3.0, приборы способны декодировать 8/10-битные комбинации и запускаться по ним. Запуск по фиксированной комбинации NRZ добавляет новые возможности, позволяя осциллографу осуществлять синхронизированные захваты длинной последовательной тестовой комбинации с непревзойденной точностью по времени. Данный вид запуска можно использовать для компенсации случайного джиттера в длинных комбинациях последовательных данных. Можно исследовать эффекты передачи отдельных битов, а с тестированием по маске можно использовать усреднение. Эта функция поддерживает поток последовательных данных NRZ на скорости до 6,25 Гбит/с и является стандартной для приборов DSA70000, а в сериях DPO70000 и MSO70000 доступна в качестве опции ST6G.

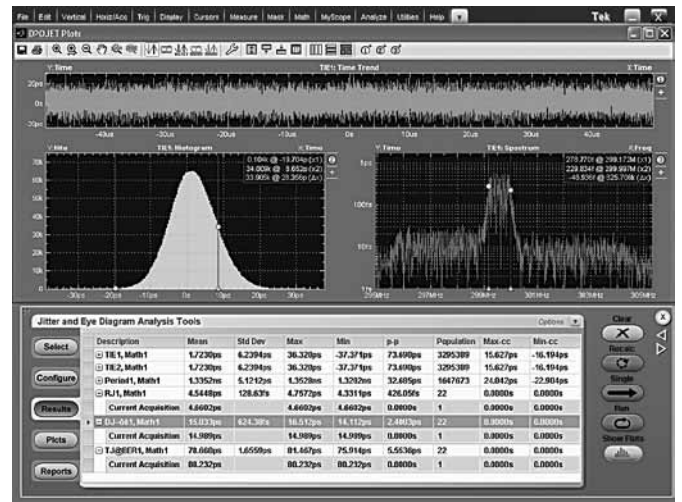
#### Визуальный запуск – быстрое обнаружение интересующего сигнала

Для обнаружения нужного участка сложного последовательного сигнала может потребоваться несколько часов сбора и сортировки тысяч захватов интересующего события. Определение момента запуска, который выделяет нужное событие и показывает результаты, только если событие наступило, ускоряет этот процесс. Визуальный запуск позволяет легко и быстро идентифицировать нужный фрагмент сигнала. Визуальный запуск работает совместно с системой Tektronix Pinpoint, сканируя все захваченные осциллограммы и сравнивая их с представленной на экране областью (геометрическое совпадение). С помощью интуитивно понятного управления изображениями на экране можно выбрать до 8 областей и составить условия запуска с целью обнаружения только тех событий, которые нужны для проверки и анализа.

**Измерение номинальных и предельных параметров систем**  
 После того как будет признано, что система работает корректно, следующим шагом становится определение всех её характеристик. Осциллографы серии DSA70000 предлагают самый полный в отрасли набор средств для проведения анализа и сертификации, таких как математическая обработка, тестирование по маске сигнала, разбраковка «годен/негоден», поиск и маркировка событий. Индивидуальные приложения, которые вы можете разработать самостоятельно, позволят вам избежать утомительных ручных операций и ускорить процесс за счет выполнения сотен автоматических измерений с целью определения характеристик системы.

**Расширенный анализ осциллограмм**

Полный анализ параметров тестируемой системы (напряжения, мощности, температуры) может занять очень много времени, поэтому DPO/DSA/MSO70000 предлагают широкий выбор средств анализа осциллограмм. Курсоры упрощают измерение временных соотношений между разными осциллограммами, а курсоры, связывающие YT и XY, упрощают исследование фазовых соотношений и выход за пределы области безопасной работы. Графическая панель предоставляет выбор из 53 встроенных автоматических измерений, которые сгруппированы по категориям: амплитуда, время, гистограммы и коммуникации. В распоряжении пользователя также статистическая обработка данных, в которую входят усреднение, минимум, максимум, стандартное отклонение и заполнение. Для математической обработки осциллограмм можно задавать различные выражения, результаты расчетов в выбранных единицах выводятся на экран. Стандартные математические функции можно вызвать нажатием одной кнопки на панели прибора. В более сложных случаях возможно создавать свои собственные алгебраические выражения, определяя действия над осциллограммами (как реальными, снятыми со входа прибора, так и опорными или считанными из памяти), математическими функциями, значениями измерений, коэффициентами и настраиваемыми пользователем переменными. Все это доступно с помощью простого в использовании редактора. Большая глубина памяти позволяет маркировать события на протяжении многих циклов и анализировать длительные фрагменты записанных сигналов. Кроме того, панель инструментов Excel позволяет передать захваченные данные для обработки в Microsoft Excel, а панель Word дает пользователю возможность создавать на внешнем компьютере формализованные отчеты о выполненных осциллографами DPO/DSA/MSO70000 измерениях.



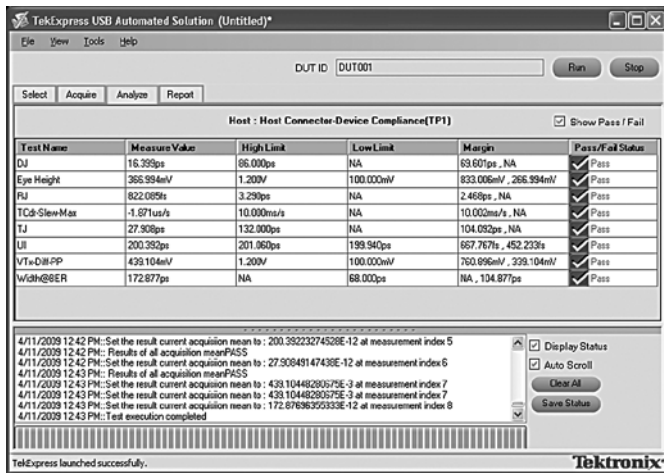
**Программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и построения глазковых диаграмм упрощает обнаружение причин и следствий нарушения целостности сигнала и возникновения джиттера. DPOJET обеспечивает наивысшую чувствительность и точность при работе с осциллографами реального времени.**

**Средства автоматизации для повышения производительности измерительного оборудования**

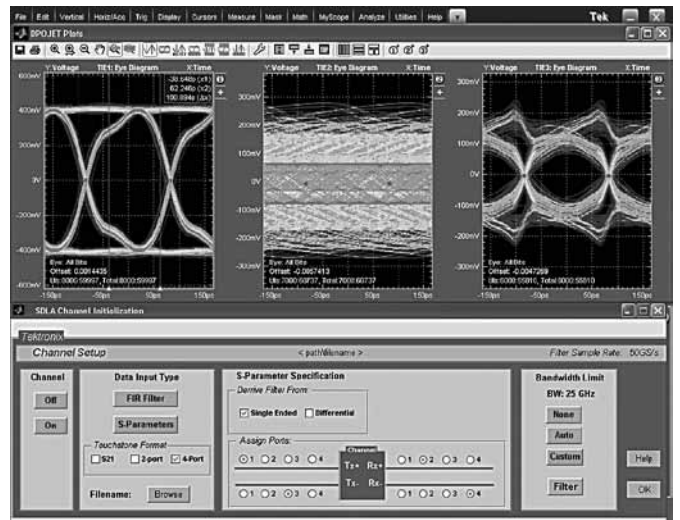
Простота использования и производительность являются определяющими характеристиками при выборе высококачественного осциллографа для большого количества измерений. В стандартный комплект поставки DSA70000 входит программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и построения глазковых диаграмм, позволяющее быстро выполнить множество измерений и собрать необходимую статистику. Для моделей DPO70000 и MSO70000 в стандартный комплект поставки входит DPOJET Essentials, а расширенная версия DPOJET доступна в виде опции. Кроме того, имеются специализированные измерительные приложения, расширяющие возможности DPOJET и позволяющие выполнять большое число тестов в соответствии с отраслевыми стандартами.

**Спектральный и векторный анализ РЧ сигналов**

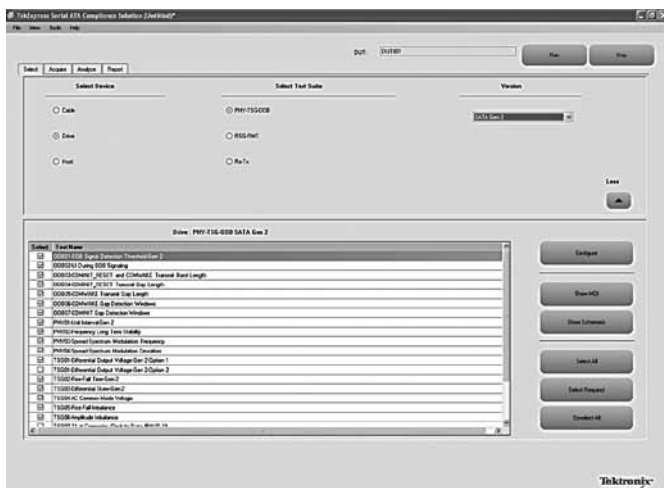
Специальное приложение SignalVu позволяет выполнять анализ радиочастотных или модулирующих сигналов одновременно в частотной, фазовой, временной и модуляционной областях. Выполняемые SignalVu измерения полностью коррелированы с системой захвата и запуска по времени. События во временной области, такие как команды радиочастотному тракту, могут использоваться в качестве запускающих, в то время как собственно радиочастотный сигнал отображается в виде спектра.



Программное обеспечение TekExpress USB 3.0 (опция USB-TX) обеспечивает быстрое и эффективное автоматизированное тестирование электрической совместимости приемников и передатчиков USB 3.0 и других устройств этой высокоскоростной шины. Приложение автоматически выбирает соответствующий фильтр STLE, опорный фильтр эмуляции канала и тип измерения исходя из тестируемого устройства и типа испытаний, точек измерения и выбранных пробников. Кроме того, опция USB-TX позволяет использовать DPOJET для отладки и расширенных измерений параметров устройств на базе USB 3.0



SDLA – анализ каналов последовательной передачи данных (опции SLE и SLA). Данные опции предоставляют пользователю возможность эмуляции канала последовательной передачи, учета влияния оснстки или измерительных схем и внесения предскажений передатчика. Опция SLA добавляет обработку осциллограмм с компенсацией FFE и DFE, а также автоматической настройкой эквалайзера. В сочетании с опцией DPOJET данный пакет обеспечивает расширенное измерение и анализ джиттера получаемых осциллограмм.



Программное обеспечение TekExpress для автоматизированных испытаний на соответствие протоколу SATA полностью поддерживает спецификации для передатчиков и приемников SATA Gen1 и SATA Gen2. За счет эффективной автоматизации всех необходимых процедур время проверки уменьшается примерно на 70%. Данное ПО поддерживает автораспознавание всего необходимого тестового оборудования, обеспечивает интуитивно понятное управление и позволяет выполнять тест нажатием одной кнопки.

### Программная платформа TekExpress®

Программная платформа TekExpress предназначена для автоматизированного тестирования различных стандартов высокоскоростных последовательных шин одним нажатием кнопки. Созданный на базе ПО TestStand компании National Instruments, пакет TekExpress эффективно выполняет тесты в соответствии с многочисленными стандартами последовательных интерфейсов, таких как SATA, SAS, MIPI®D-PHY, USB 3.0, DisplayPort и 10GBase-T Ethernet. Работаящее под управлением ОС Windows на внешнем ПК приложение TekExpress управляет измерительным оборудованием и последовательностью измерений, обеспечивая всестороннее тестирование испытуемого образца. Помимо использования платформы TekExpress, специальные средства разработки, такие как MATLAB®, позволяют вам создать индивидуальные приложения, расширяющие набор функций осциллографов серий DPO/DSA/MSO70000. Измерения параметров устройств требуют высокой точности и воспроизводимости результатов. Широкая полоса пропускания и высочайшее качество сигнального тракта осциллографов DPO/DSA/MSO70000 обеспечивают исключительную точность измерения таких характеристик, как время нарастания импульса, благодаря неравномерности АЧХ не более ±0,5 дБ.

### Пользовательские и встроенные фильтры

Разработанные пользователем и входящие в стандартный комплект осциллографов DPO/DSA/MSO70000 фильтры обеспечивают выделение или удаление компонентов исследуемого сигнала (шума или определенных гармоник). Эти настраиваемые КИХ-фильтры можно использовать при обработке сигнала, например, для компенсации предскажений или исключения влияния соединительных кабелей и тестовой оснстки. Дополнительное приложение для анализа канала последовательной передачи данных (SDLA) предоставляет возможность эмуляции на основе S-параметров с компенсацией или исключением потерь передатчика или приемника и искажений, вносимых оснсткой и измерительными схемами.

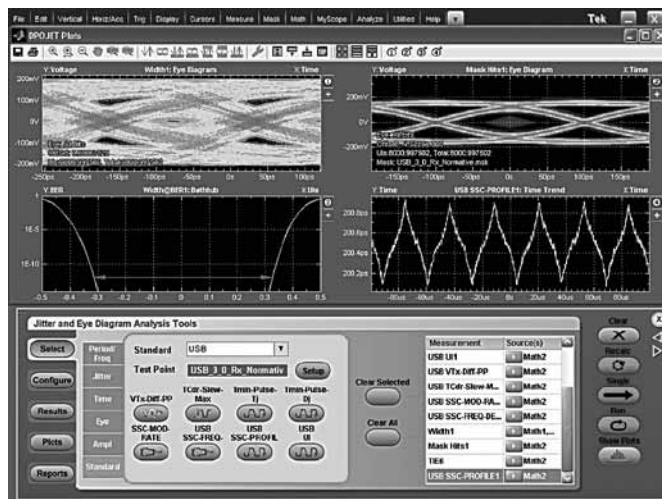
## Сертификация

Перед тем как выпустить на рынок новое изделие с высокоскоростными последовательными шинами, вы должны подвергнуть его серии сертификационных испытаний. Данный процесс характеризуется трудоемкой сборкой испытательных схем, многочасовыми измерениями и сравнением их результатов с требованиями нормативных документов.

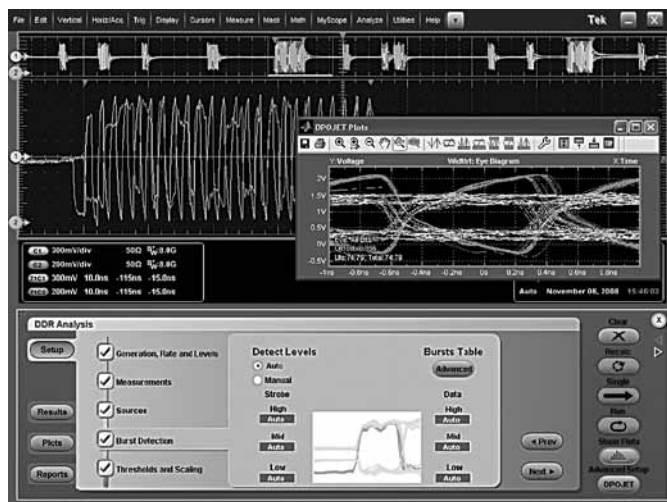
### Специализированные программные приложения для сертификационных испытаний, автоматизации измерений и расширенного анализа сигналов

Точная, простая и настраиваемая система проверки и аттестации. Для разработчиков, которым необходимо проводить сертификацию различных устройств, приборы серии DPO/DSA/MSO70000 опционально могут быть дооснащены программными модулями для анализа и проверки на соответствие различным стандартам. Это позволяет сконфигурировать маску тестирования и граничные условия для проведения тестов типа «годен/негоден» таких стандартов, как PCI Express®, DDR, Serial ATA и SAS, InfiniBand, HDMI, Ethernet, DisplayPort, DVI, UWB, MIPI®D-PHY и M-PHY, USB, а также для источников питания.

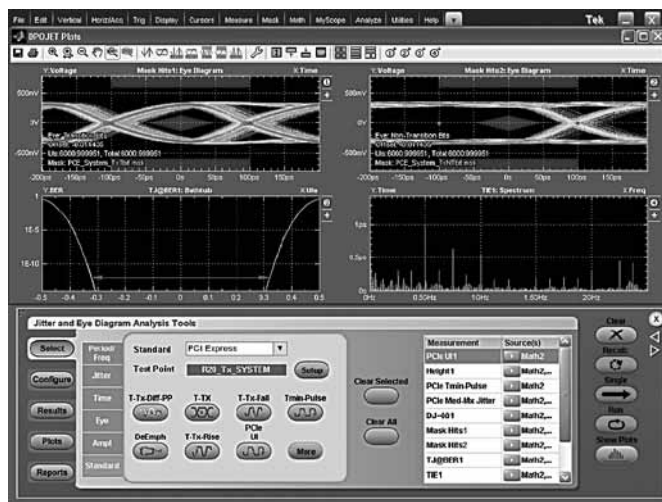
Ниже показаны предлагаемые в качестве опций специализированные программные приложения.



Проверка на соответствие USB 3.0 (опция USB3) предоставляет пользователю возможность аттестации, измерения всех параметров и отладки устройств USB 3.0. Измерения выполняются в DPOJET в соответствии со спецификацией USB 3.0. Для автоматизированного тестирования на соответствие стандартам предлагается опция USB-TX.



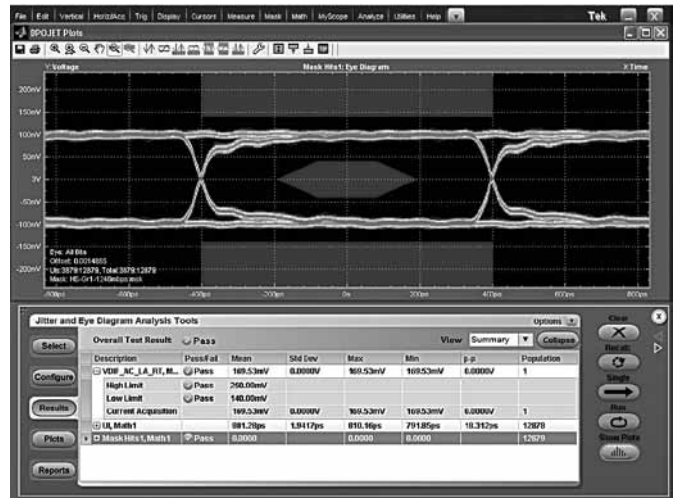
ПО для анализа шин памяти DDR (опция DDRA) позволяет в автоматическом режиме распознавать пакеты записи и чтения шин DDR1, LPDDR1, LPDDR2, DDR2, DDR3 и GDDR3, а также проверять соответствие этих шин требованиям JEDEC с помощью тестов типа «годен/негоден» по всем фронтам пакетов чтения-записи. Кроме того, DDRA позволяет измерять сигналы синхронизации, адресации и управления. Опции DDRA и DPOJET обеспечивают не только возможность тестирования на соответствие стандартам, но и самое быстрое решение сложных проблем передачи сигналов по шинам памяти. DDRA также может использовать сигналы команды/адреса для запуска по конкретным состояниям записи/чтения при работе с осциллографом смешанных сигналов серии MSO70000, который располагает 16 цифровыми каналами.



ПО для анализа PCI Express (опция PCE3) обеспечивает полный анализ работы протокола PCI-Express версий 1.0, 2.0 или 3.0. При совместном использовании с опцией DPOJET предоставляется возможность тестирования на совместимость согласно стандартам PCI-SIG.



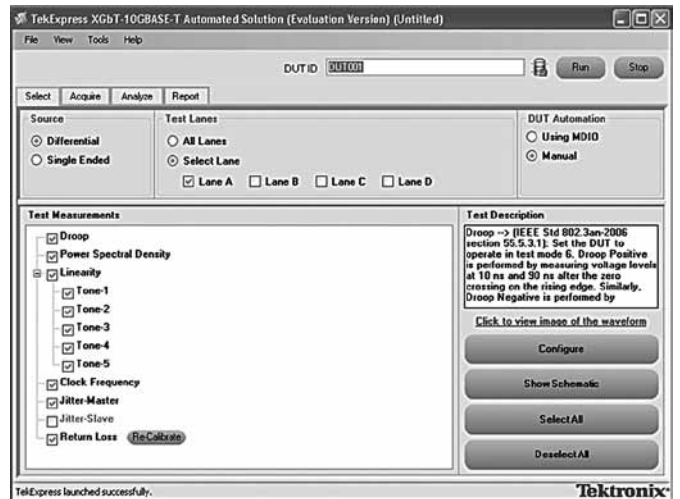
Проверка на соответствие стандарту Ethernet (опция ET3). Поддержка протокола физического уровня для Ethernet 10BASE-T, 100BASE-TX и 1000BASE-T с полным интегрированным набором ПО Tektronix для Ethernet, включающим аналоговую проверку формы сигналов, автоматическую проверку на соответствие и определение характеристик устройств.



Решение для отладки, анализа, измерения параметров и проверки на соответствие MIP®M-PHY (опция M-PHY). ПО для проверки соответствия протоколу M-PHY, позволяющее быстро обнаружить причины появления джиттера и нарушения целостности сигналов. При совместном использовании с опцией DPOJET опция M-PHY позволяет выполнить измерения временных соотношений сигналов передатчика, таких как глазковая диаграмма дифференциальной передачи, время нарастания и спада, скорость нарастания выходного напряжения, амплитудные параметры, синфазные напряжения для каждой последовательной линии при больших и малых значениях амплитуды и при подключенной и отключенной оконечной нагрузке.

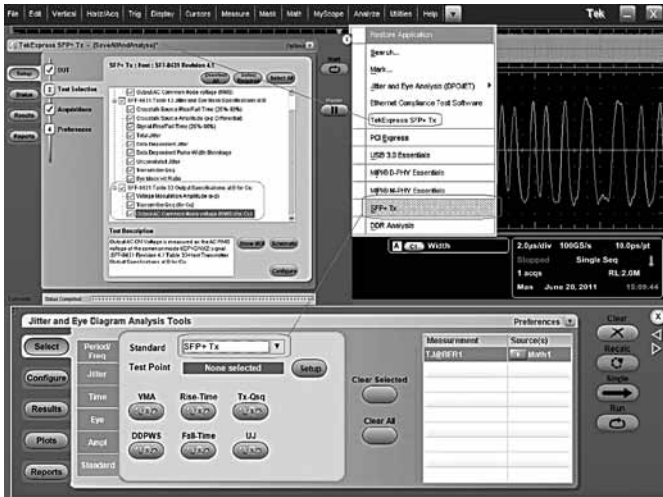


Решение для анализа и измерения параметров устройств MIP®D-PHY (опция D-PHY). ПО для проверки соответствия протоколу D-PHY, позволяющее быстро обнаружить причины появления джиттера, измерить его параметры и нарушения целостности сигналов. При совместном использовании с опцией DPOJET опция D-PHY позволяет выполнить измерения временных соотношений сигналов передатчика, а также других электрических параметров в высокоскоростных режимах или режимах низкого энергопотребления.

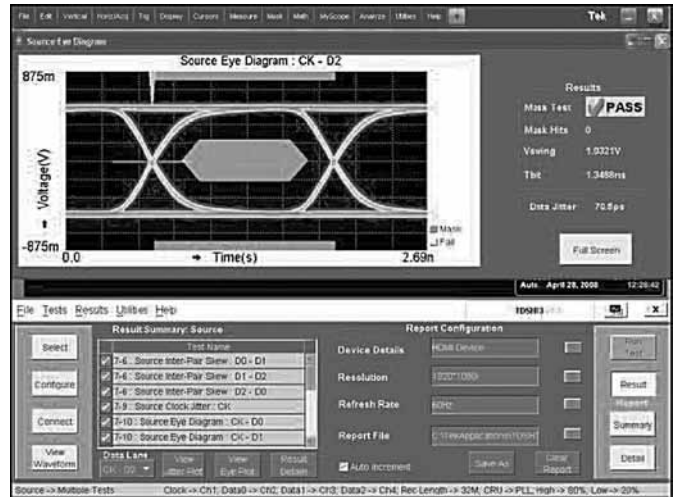


ПО XGbT для автоматизированного тестирования устройств 10GBase-T. Несложная измерительная схема обеспечивает быстрые измерения параметров устройств 10GBase-T в соответствии со стандартом IEEE 802.3an-2006, включая спектральную плотность мощности (PSD), уровень мощности и линейность характеристики. ПО XGbT осуществляет гибкое управление измерительной схемой и анализом параметров, обеспечивая более подробное определение характеристик тестируемого устройства.

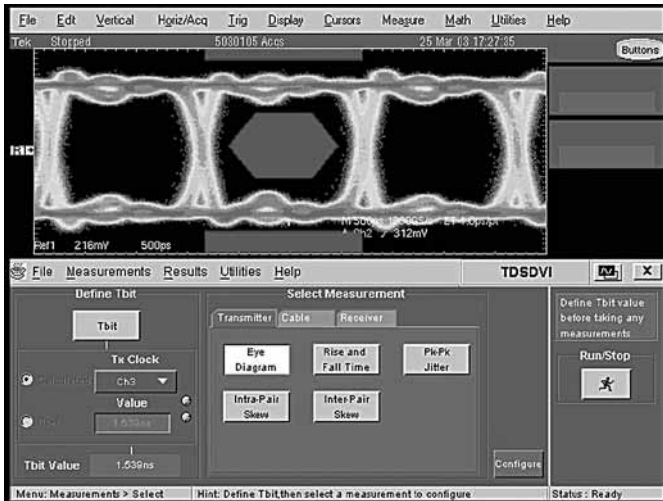




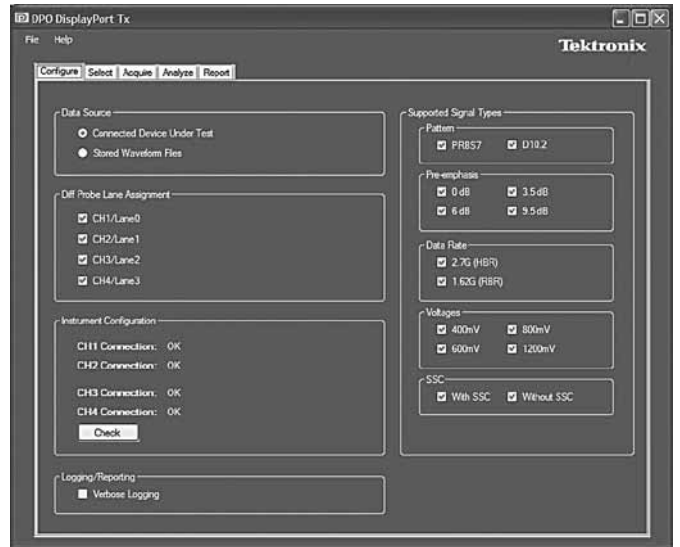
Решение для проверки на соответствие и отладки устройств стандарта SFF-8431 SFP+ (опция SFP-TX). Всобъемлющее автоматизированное решение для отладки физического уровня модулей SFF-8431 SFP+ и SFP+ Direct Attach Cable Specifications "10GSFP+CU." Эта опция позволяет проводить автоматизированную проверку на соответствие и отладку устройств с подключенной опцией DPOJET. Настройку параметров тестирования и все измерения можно выполнить с помощью одной кнопки, что снижает время испытаний. Режим, задаваемый пользователем, позволяет гибко изменять параметры для снятия характеристик и оценки запаса по значению параметра.



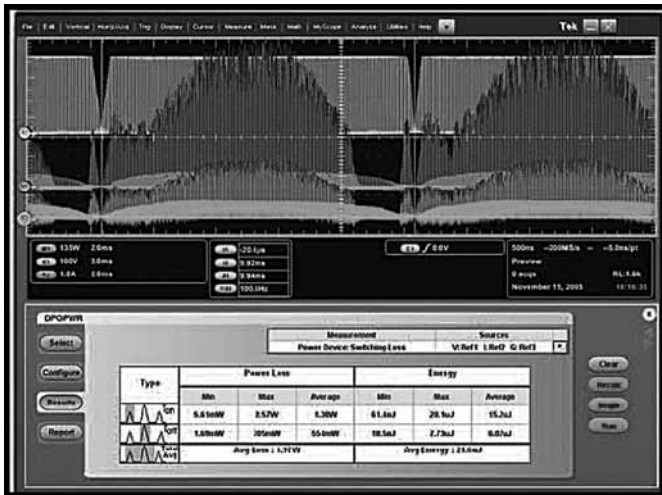
Проверка на соответствие стандарту HDMI (опция HT3). Быстрое и эффективное средство для проверки на соответствие HDMI. Независимо от того, работаете ли Вы с источником, кабелем или приемником сигнала, это приложение предоставляет все необходимые средства для проверки и обеспечения качества и совместимости.



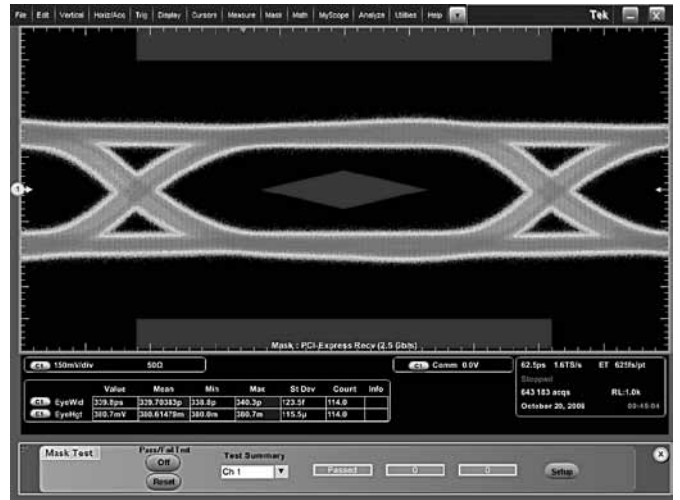
Проверка на соответствие стандарту DVI (опция DVI) позволяет быстро получить достоверные результаты. Полностью автоматическая проверка «годен/не годен» значительно увеличивает производительность.



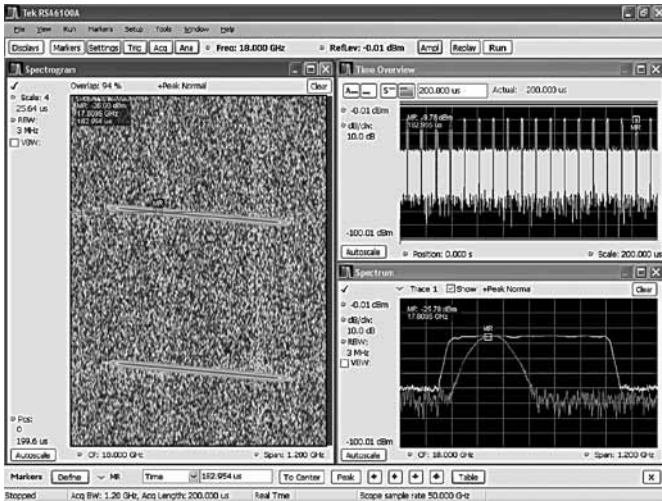
Проверка на соответствие стандарту DisplayPort (опция DSPT). DSPT поддерживает проверку с одновременным тестированием по четырем каналам с помощью пробников серии Tektronix P7300SMA и программного обеспечения DisplayPort. Данная опция включает в себя возможность составления отчетов о проверке с осциллограммами, результатами проверки «годен/не годен» и тестирования по маске.



Программное обеспечение для анализа источников питания (опция PWR). Данное ПО позволяет измерять и проводить анализ потерь в импульсных источниках питания и магнитопроводах импульсных трансформаторов, а также автоматизирует процесс составления подробных отчетов об испытаниях.



Тестирование коммуникационного сигнала по маске.



ПО векторного анализа сигналов SignalVu® простая проверка широкополосных систем, таких как РЛС, спутниковые каналы связи с высокой скоростью передачи данных и радиосигналы со скачкообразной перестройкой частоты, поиск и нахождение различных сигналов в спектре. SignalVu сочетает в себе функциональность векторного анализатора, анализатора спектра и мощные возможности системы запуска осциллографов DPO/DSA/MSO70000.

DSA70000 – осциллографы, созданные для решения современных задач в области высокоскоростной последовательной передачи данных. Цифровой анализатор последовательных потоков DSA70000 предназначен для работы с высокоскоростными системами последовательной передачи данных и включает в себя множество различных функций, необходимых для проверки и определения характеристик таких систем. Программное обеспечение, входящее в стандартный комплект поставки приборов серии DSA70000, поставляется опционально для DPO70000 и MSO70000.

Запуск по сигналам последовательных интерфейсов. Декодирование в реальном времени позволяет восстанавливать сигнал тактовой частоты, благодаря встроенной функции восстановления, определять переходы и декодировать протоколы. Для удобства анализа можно отобразить декодированные 8/10-битные последовательности или устанавливать необходимую разрядность кодирования для настройки системы запуска по определенной последовательной комбинации. Система запуска с фиксацией последовательности позволяет DSA70000 синхронизироваться по длинным последовательностям интерфейсов со скоростями передачи до 6,25 Гбит/с и удалять случайный джиттер.

PROJET – анализ джиттера, временных параметров и глазковых диаграмм. Серия DSA70000 характеризуется самыми точными измерениями джиттера и временных параметров сигналов, а также полным набором средств анализа. При разработке современных систем все большее внимание уделяется джиттеру. Можно проводить измерения джиттера за непрерывные циклы синхронизации по каждому существующему импульсу в режиме однократного захвата. В режиме постоянного захвата возможно проводить анализ временных параметров системы при различных изменяемых условиях функционирования, а также разделять случайный, детерминистический и ограниченный некоррелированный джиттер.

Тестирование по маске предоставляет полный набор масок для проверки на соответствие стандартам последовательной передачи данных. Поддерживаются более 150 масок для следующих стандартов: PCI Express, ITU-T/ANSI T1.102, Ethernet IEEE 802.3, ANSI X3.263, Sonet/SDH, Fibre Channel, InfiniBand, USB, Serial ATA, Serial Attached SCSI, IEEE 1394b, RapidIO, OIF, Open Base Station Architecture Initiative (OBSAI), Common Public Radio Interface (CPRI).

Длина памяти 31 миллиона точек на всех четырех каналах обеспечивает возможность записывать большие фрагменты сигналов с высоким разрешением. Опционально доступны расширения памяти на канал до 125 млн. точек для моделей с полосами пропускания 4, 6 и 8 ГГц и 250 млн. точек для моделей 12,5, 16, 20, 25 и 33 ГГц.

Вместе со стандартными функциями, расширяющими возможности осциллографов Tektronix серии DPO70000 для анализа и сертификации высокоскоростных последовательных интерфейсов, серия DSA70000 предлагает специализированный инструментарий, позволяющий эффективно решать сложные задачи.

### Опция DSA – использование функций DSA70000 в MSO70000

При использовании опции DSA осциллограф MSO70000 приобретает функции тестирования высокоскоростных последовательных шин, имеющиеся в осциллографе DSA70000 (см. опции DSAH и DSAU в разделе «Информация для заказа»).

### Переключаемые полосовые фильтры

Наряду с тем что для работы с высокоскоростными последовательными шинами необходима широкая полоса, для проведения сертификационных испытаний полоса пропускания прибора должна соответствовать скорости сигнала. Только при этом условии гарантируется воспроизводимость результатов измерений в различных лабораториях. Осциллографы серий DPO/DSA/MSO70000 оснащены переключаемыми полосовыми фильтрами от 500 МГц до 32 ГГц, позволяющими выполнять измерения в определенной полосе, указанной в соответствующем промышленном стандарте.

### Отладка электрических схем

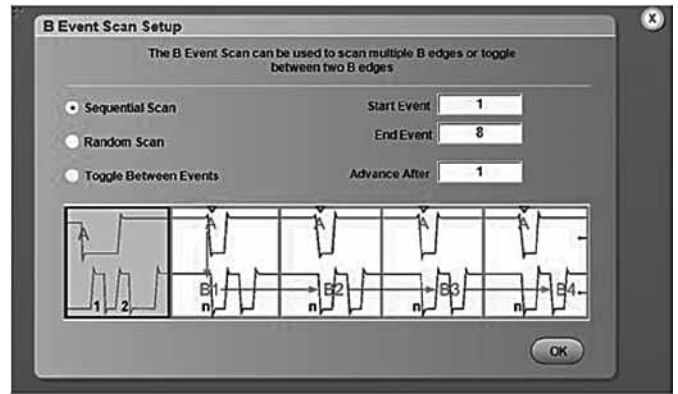
В течение всего цикла разработки осциллографы серий DPO/DSA/MSO70000 позволяют найти неисправный узел и выявить причину некорректной работы устройства. Используя режим высокоскоростного захвата осциллограмм FastAcq, вы можете быстро обнаружить и проанализировать «плавающие» аномалии сигналов, что позволит экономить минуты, часы и даже дни работы. Предоставляемая системой Pinpoint возможность запуска осциллографа по интересующим событиям, таким как неперіодические глитчи или сбои сигналов, вызванные конфликтом на шине, позволяет захватывать аномальные участки для анализа и последующего устранения неисправностей.

Режим захвата FastAcq ускоряет устранение ошибок, четко указывая дефекты сигнала

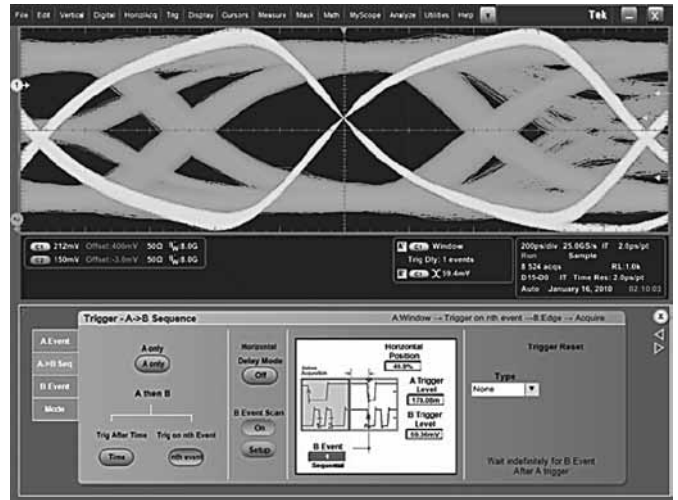
Больше, чем просто цветовая градация частоты появления сигнала, запатентованная технология DPX® позволяет захватывать сигналы со скоростью более 300 000 осциллограмм в секунду на всех четырех каналах одновременно, значительно увеличивая возможности обнаружения аномалий. Простой поворот ручки интенсивности свечения позволяет увидеть то, чего раньше не было видно, рассмотреть полную картину работы всей схемы. Некоторые производители осциллографов заявляют о высоких скоростях захвата осциллограмм в течение коротких периодов времени, но только осциллографы DPO/DSA/MSO70000, оснащенные технологией DPX, способны делать это неограниченно долго.

### Система запуска Pinpoint®

Если вы пытаетесь найти аномалии или хотите локализовать часть сложного сигнала для дальнейшего анализа, например, сигнал чтения или записи шины DDR, то воспользуйтесь системой запуска Pinpoint® компании Tektronix. Построенная на кремниво-германиевой (SiGe) технологии для обеспечения очень высокой чувствительности срабатывания с низким уровнем собственного джиттера, система Pinpoint позволяет захватывать глитчи с минимальной длительностью. Система Pinpoint предоставляет полный набор различных типов запуска по двум событиям А и В, логическую оценку для контроля времени поиска этих событий и сброс системы запуска после определенного периода времени, состояния или перехода, что дает возможность захвата событий даже в самых сложных сигналах. Другие осциллографы обычно предоставляют менее 20 комбинаций запуска, тогда как система Pinpoint предоставляет более 1400. Уровень джиттера расширенной системы запуска составляет <100 фс. Такая стабильность точки срабатывания дает возможность использовать её в качестве опорной точки измерения.



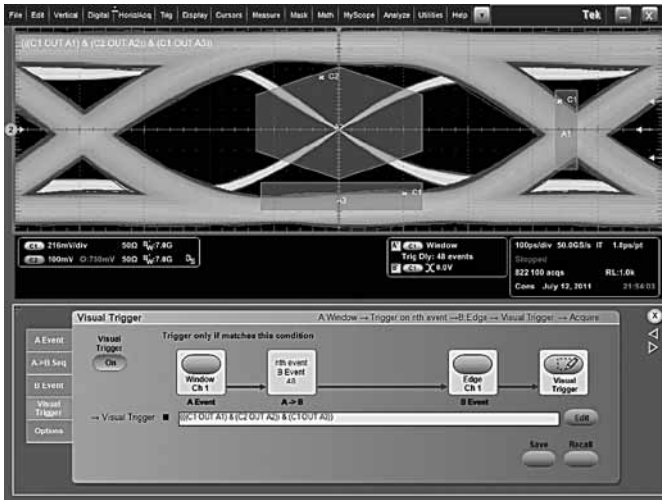
*B Event Scan выделяет нужные события для построения глазковой диаграммы.*



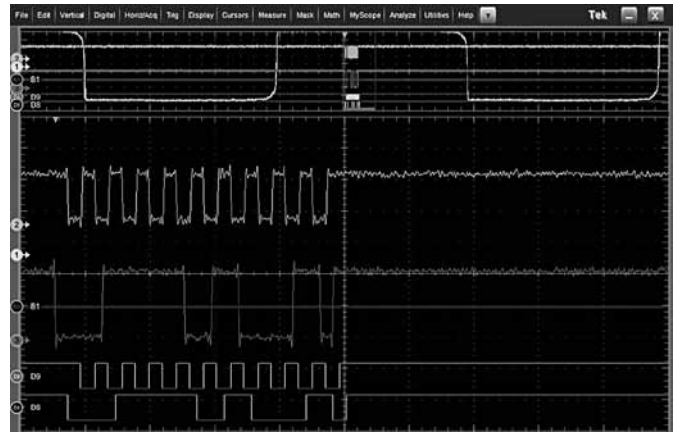
*Использование B Event Scan для запуска по фронтам сигнала DDR DQS с целью построения глазковой диаграммы по всем битам пакета.*

### Система запуска B Event Scan

Функция запуска B Event Scan (сканирование события В) будет особенно полезна в случае, когда нужно построить глазковую диаграмму по пакетам данных, синхронизированных с событием А или инициируемых им. Функция B Event Scan осуществляет последовательный запуск по событиям А и В, при которых будет захватываться пакет данных интересующего события, определенного в меню настройки этой функции. Захваченные данные могут быть просканированы последовательным или случайным образом, кроме того, запуск может производиться по одному из двух удовлетворяющих условиям запуска событий В.



Использование визуального запуска для просмотра сигналов DQ и DQS памяти DDR3.



Привязанное к единой шкале времени отображение аналоговых и цифровых каналов для отладки системы.

### Система визуального запуска для отладки электрических схем

Опция визуального запуска добавляет еще одну функцию системе запуска Pinpoint, обеспечивающую интуитивно понятный способ запуска по форме осциллограммы. Пользователь может задать нужную форму на экране осциллографа, которая будет определять условия запуска по входному сигналу. Для определения формы предоставляется выбор из большого количества геометрических фигур, включая треугольник, прямоугольник, шестиугольник и трапецию. После того, как форма создана на экране осциллографа, можно менять ее положение и размеры в рабочем режиме осциллографа для достижения идеальных условий запуска. Визуальный запуск может сочетаться с системой запуска Tektronix Pinpoint, при этом будет происходить отбор событий A или B на основе Булевой алгебры.

Визуальный запуск может ускорить процесс отладки при возникновении сложных проблем в разработке высокоскоростных последовательных сигналов с 8-ю различными формами для выделения последовательности нулей и единиц. При отладке схем DDR визуальный запуск может оказаться полезным для точного захвата множества коротких импульсов чтения/записи. Кроме того, он может обнаруживать кодовые последовательности в шинах данных памяти с помощью динамических форм визуального запуска, чтобы выделить причину снижения запаса по времени установки/удержания.

### Запуск по логической комбинации

Данная функция обеспечивает логическое управление запуском, позволяющее обнаруживать неисправности, игнорируя события, которые не характерны для требуемого состояния анализируемого устройства. Логическая комбинация запуска разрядностью до 20 бит расширяет возможности системы Pinpoint осциллографов MSO70000, помогая изолировать определенные состояния и события, приводящие к неисправностям.

Запуск по событию A в цифровом канале, а затем по событию B в аналоговом канале (только MSO70000)

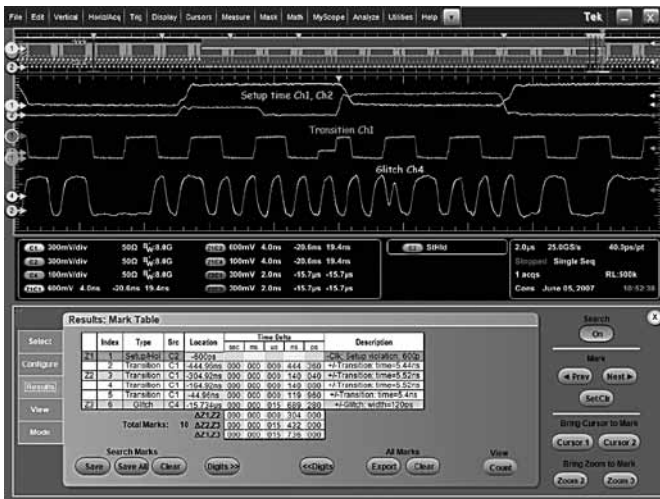
Расширенные возможности запуска, в том числе запуск по событию A в цифровом канале, а затем по событию B в аналоговом канале помогут сначала идентифицировать конкретную кодовую последовательность или состояние системы, а затем дождаться появления такого аналогового события, как рант, после чего произойдет запуск.

### Встроенные цифровые каналы (только MSO70000)

В MSO70000 возможности традиционного 4-канального осциллографа расширены за счет 16 цифровых каналов, которые могут быть использованы для анализа состояния системы в случае неисправности или ошибки. Детальное многоканальное отображение такого состояния позволяет определить причину его возникновения. С помощью MSO70000 можно быстро и легко находить и устранять причины конфликтов на уровне системы, не используя логический анализатор, необходимый для решения этой задачи при использовании других осциллографов. Разрешение 80 пс и задержка между двумя каналами не более 160 пс, а также наличие встроенных цифровых каналов позволяют отображать в одном окне дисплея коррелированные по времени цифровые и аналоговые данные.

### iCapture (только MSO70000)

Функция iCapture позволяет отображать сигналы цифровых каналов в аналоговом виде. Данная функция позволяет проводить коммутацию любого цифрового канала с любым аналоговым. Уникальный мультиплексор iCapture обеспечивает одновременное отображение сигналов в цифровом и аналоговом виде без необходимости переключения логического пробника или использования двух пробников.



Расширенный поиск и система маркеров позволяют выделять важные и пропускать незначительные события, а также легко переходить от одного события к другому.

### Режим FastFrame

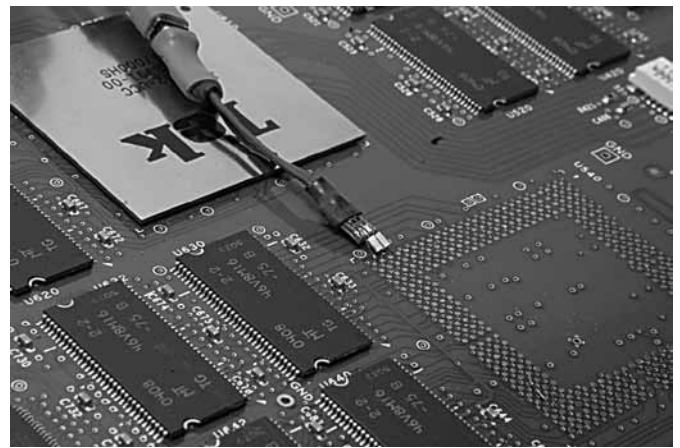
На случай, когда интересные события, такие как передача определенных пакетов по шине, широко разнесены по времени, в осциллографах серий DPO/DSA/MSO70000 предусмотрен специальный режим сегментированной памяти FastFrame, позволяющий запоминать данные события в виде фреймов. Используя запуск по заданным событиям, FastFrame захватывает и сохраняет короткие пакеты для последующего отображения и анализа. В осциллографе MSO70000 режим FastFrame и запуск по событиям на шине или логическому состоянию позволяет захватывать самые короткие пакетные сигналы на аналоговых каналах с высочайшей частотой дискретизации, в то время как система запуска по цифровым каналам распознает интересные циклы шины. FastFrame позволяет захватывать тысячи фреймов, благодаря чему можно строить долгосрочные тренды для анализа изменений в пакетных сигналах.

### Расширенный поиск и система маркеров

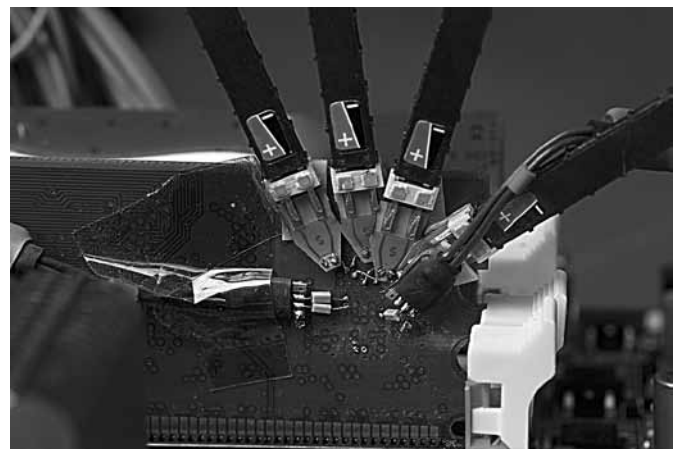
Поиск причин системных отказов нередко является очень утомительным занятием. Функция расширенного поиска и маркировки событий, имеющаяся в стандартной конфигурации осциллографов серии DPO/DSA/MSO70000, автоматически проверяет данные и выделяет важные события, пропуская незначительные, что помогает легко понять природу возникновения ошибки. С помощью этой функции вы можете легко перемещаться между событиями и быстро находить редкие события, которые трудно обнаружить другим способом.

### Встроенный декодер и запуск по событиям последовательных шин I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB

Осциллографы DPO/DSA/MSO70000 оборудованы встроенным декодером сигналов шин I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB, обеспечивающим запуск по событиям на этих шинах. Данная функция поддерживает до 16 отдельных последовательных шин и позволяет осуществлять контроль и отладку таких устройств, как синтезаторы частоты, ЦАП и флеш-память, то есть компонентов, для управления и мониторинга состояния которых используются последовательные шины. Наряду с тем, что контроль состояния и отладка самих этих последовательных шин – относительно несложная задача, декодирование событий на последовательной шине делает возможным более глубокий анализ при отладке системы. Таким образом, если вы обладаете опытом работы с высокоскоростными шинами, то с помощью встроенного декодера осциллографа MSO70000 вы сможете отображать данные, передаваемые через интерфейсы шин I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART и USB, и находить причины возникновения ошибок.



Недорогие припаяемые наконечники пробников P7500 TriMode обеспечивают быстрое подключение и легкость переключения пробников между контрольными точками на плате.



Дополнительные припаяемые наконечники для дифференциальных логических пробников P6780 позволяют снимать сигнал даже с тесно расположенных переходных отверстий и выводов компонентов с мелким шагом.

### Аналоговые и цифровые пробники

При отладке электронных схем очень часто самой сложной проблемой является доступ к нужным сигналам. Компания Tektronix предлагает большой выбор пробников, включая P7500 TriMode, полоса частот которых соответствует полосе пропускания осциллографов DPO/DSA/MSO70000. Пробники P7500 TriMode позволяют переключаться между дифференциальным, несимметричным и синфазным режимами измерения без изменения способа подключения к тестируемому устройству. В серию P7500 входят пробники полосой пропускания от 4 до 20 ГГц, несколько видов недорогих припаяемых наконечников с быстроразъемным подключением к пробнику, позволяющим легко и быстро переключаться между контрольными точками.

Дифференциальный пробник P6780, пробник P6750 D-Max® с малым шагом между выводами и логический пробник общего назначения P6717A для осциллографов серии MSO70000 позволяют работать с низко- или высокоскоростными цифровыми сигналами, при этом не занимая много места на печатной плате и не внося изменений в тестируемую цепь. К пробникам предлагаются аксессуары для пайки и маркировки.

## Производственные испытания

Осциллографы DPO/DSA/MSO70000 могут использоваться не только в ходе разработки, но и в процессе производства электронной продукции, выполняя измерения аналоговых и цифровых сигналов с широким диапазоном тактовых частот и скоростей передачи. Опциональные монтажные комплекты позволяют устанавливать DPO/DSA/MSO70000 в соответствующую стандарту EIA стойку шириной 19" (487 мм). Интерфейс GPIB входит в базовую конфигурацию осциллографов всех моделей.

### Интерфейс LXI класса C

Интерфейс LXI класса C и встроенный веб-сервер предоставляют доступ к осциллографам серий DPO/DSA/MSO70000 через стандартный веб-браузер. Для этого достаточно ввести IP адрес осциллографа в поле адреса браузера. Веб-интерфейс позволяет просматривать состояние и конфигурацию прибора, а также контролировать и изменять параметры сетевого интерфейса. Все процедуры удаленного доступа соответствуют спецификации интерфейса LXI класса C.

### Аналитическое программное обеспечение OpenChoice®

Программное обеспечение OpenChoice позволяет вам оснастить контрольно-измерительную систему знакомыми средствами анализа. Его аналитические функции и коммуникационные возможности делают осциллографы Tektronix серий DPO/DSA/MSO70000 еще более гибкими. Через быструю внутреннюю шину данные могут передаваться из осциллографа в специализированное ПО для дальнейшего анализа гораздо быстрее, чем по интерфейсу GPIB.

Реализованные компанией Tektronix такие протоколы, как TekVISA™ и элементы управления ActiveX, позволяют лучше использовать возможности приложений Windows для анализа и документирования данных. ДрайверыIVI, включенные в комплект поставки, призваны упростить подключение осциллографа к персональному компьютеру через интерфейсы GPIB, RS-232 и LAN.

Комплект для разработки программных приложений (ADK) расширяет возможности ПО OpenChoice в области создания пользовательских приложений и поддержки приложений сторонних производителей. В документации ADK описывается, как организовать общедоступный интерфейс хранения данных для ускорения внутренней обработки осциллограмм с помощью созданных пользователем алгоритмов и отображения результатов в режиме реального времени на экране осциллографа. Общедоступный интерфейс хранения данных позволяет ускорить процесс передачи вдвое по сравнению с обычным GPIB. Для работы с общедоступным интерфейсом хранения данных используется MathWorks MATLAB, а также языки платформы Visual Studio – C# или Visual Basic. Среди других особенностей ADK – интеграция с ПО DPOJET, дающая возможность пользователю добавлять собственные измерения в этот один из самых востребованных инструментов анализа временных параметров и джиттера. Комплект ADK снабжен документацией в полном объеме с примерами исходных кодов, чтобы помочь пользователю при разработке собственных уникальных средств для быстрого сбора и анализа сигналов.

## Исследовательская работа

Обладая лучшей в отрасли скоростью захвата и отношением сигнал/шум, осциллографы DPO/DSA/MSO70000 позволяют исследователям с высочайшей точностью захватывать, отображать и анализировать высокоскоростные сигналы и переходные процессы.

### Полный контроль параметров захвата и отображения осциллограмм

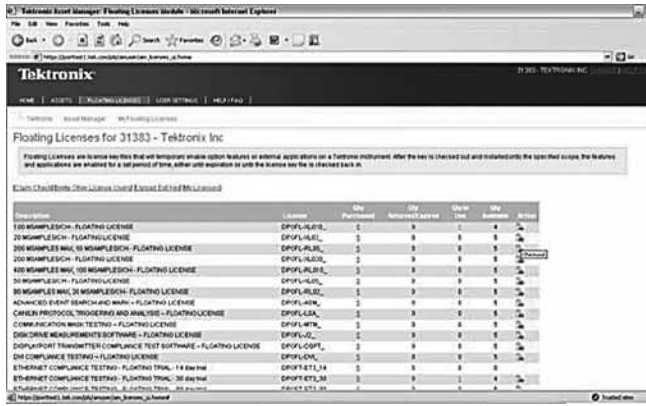
Вы можете полностью контролировать все режимы захвата. Выберите подходящий режим для максимального ускорения работы: автоматический, с постоянной частотой дискретизации или с ручными настройками. При исследовании сигнала Автоматический режим по умолчанию обеспечивает самое быстрое обновление дисплея. Если вам нужно обеспечить максимальную точность измерения, то понадобится режим Постоянная частота дискретизации. Он обеспечит лучшее разрешение в реальном времени. Наконец, Ручной режим обеспечивает прямой и независимый контроль частоты дискретизации и длины записи для тех областей применения, которые требуют специальных настроек.

### TekLink®

Если вам требуется одновременно осуществить захват более чем по четырем аналоговым каналам, то функция TekLink может синхронизировать до четырех осциллографов DPO/DSA70000B и MSO70000 для одновременного запуска по заданному событию.

### Средства документирования

ПО OpenChoice обеспечивает интеграцию осциллографа в локальную сеть для связи с внешними компьютерами, на которых гораздо быстрее и удобнее выполнять обработку данных. Для упрощения анализа и документирования на рабочем столе Windows или на внешнем компьютере можно использовать программы передачи данных, например дополнительные программные модули для Excel или Word.



Система управления плавающими лицензиями идентифицирует текущего пользователя и местонахождение лицензии, что позволяет легко управлять реестром своих плавающих лицензий.

### Непревзойденное удобство использования

Осциллографы серий DPO/DSA/MS070000 отличаются удобством использования благодаря набору различных функций, таких как сенсорный экран, простая и удобная структура меню, интуитивно понятные графические иконки, отдельные ручки управления вертикальной разверткой для каждого канала, поддержка комбинаций клавиш, знакомых по системе Windows, а также управление правой кнопкой и колесиком мыши.

### Удаленный рабочий стол

Если ваш осциллограф подключен к сети, то воспользуйтесь функцией удаленного рабочего стола Windows для доступа к осциллографу из любой лаборатории в любой точке мира.

### MyScore® – создание собственных окон управления

Создайте свою собственную индивидуальную «панель инструментов» осциллографа за несколько минут с помощью функции «перетаскивания». После этого индивидуальные окна управления можно легко вызвать специальной кнопкой MyScore и через меню осциллографа, как и любое другое окно управления. Вы можете создать неограниченное количество индивидуальных окон управления, давая возможность каждому пользователю осциллографа работать со своим уникальным интерфейсом. Окна управления MyScore будут удобны для всех пользователей осциллографа, поскольку не придется заново привыкать к интерфейсу после некоторого перерыва в работе, что делает процесс измерений гораздо более эффективным. Все необходимое находится в одном окне управления, и отпадает необходимость «путешествий» по меню осциллографа для выполнения повторяющихся задач.

### Управление ресурсами: плавающие или фиксированные лицензии

Многие программные приложения Tektronix и аппаратные опции поставляются с лицензионным ключом, который вводится через меню осциллографа. Возможен выбор из двух вариантов. Первый – это фиксированная лицензия, привязанная к конкретному серийному номеру осциллографа и подключенная постоянно. Фиксированная лицензия не может быть перенесена с одного осциллографа на другой. Вторым вариантом является плавающая лицензия. Плавающая лицензия предоставляет возможность передачи лицензионного ключа от одного осциллографа к другому. Эта функция позволяет пользователям одного подразделения, находящимся в разных местах и работающим на нескольких осциллографах Tektronix серий DPO/DSA/MS070000, DPO7000 или MS0/DP05000, лучше управлять своими ресурсами и устанавливать приложения или другие опции, такие как расширенная память осциллографа там, где это необходимо. Для работы с плавающей лицензией используется простая онлайн система управления. Все функции управления плавающей лицензией поддерживаются безопасными серверами Tektronix. Наличие какой-либо инфраструктуры или участия отдела ИТ вашей компании не требуется. Просто используйте учетную запись myTek для доступа, отслеживания и установки на ваш осциллограф опции с плавающей лицензией.

### Качество, на которое можно положиться

Доверьтесь компании Tektronix, и вы получите качество, на которое можно положиться. Все приборы Tektronix сопровождаются лучшими в отрасли службами поддержки.

## Технические характеристики

### Система вертикального отклонения

Модели	DPO70404C	DPO70604C	DPO70804C	DPO71254C	DPO71604C	DPO72004C	DPO72504D	DPO73304D
	DSA70404C	DSA70604C	DSA70804C	DSA71254C	DSA71604C	DSA72004C	DSA72504D	DSA73304D
	MSO70404C	MSO70604C	MSO70804C	MSO71254C	MSO71604C	MSO72004C		
Полоса пропускания (с отключаемой пользователем цифровой коррекцией)	4 ГГц	6 ГГц	8 ГГц	12,5 ГГц	16 ГГц	20 ГГц	25 ГГц (2 канала) 23 ГГц (4 канала)	33 ГГц (2 канала) 23 ГГц (4 канала)
Полоса пропускания аналогового тракта (-3 дБ)	4 ГГц	6 ГГц	8 ГГц	12,5 ГГц	16 ГГц (типичная)	16 ГГц (типичная)	25 ГГц	33 ГГц
Количество аналоговых каналов	4	4	4	4	4	4	4	4
Количество цифровых каналов (только MSO70000)	16	16	16	16	16	16		
Время нарастания по уровням 10-90 % (типичное)	98 пс	65 пс	49 пс	32 пс	24,5 пс	18 пс	16 пс	12,5 пс
Время нарастания по уровням 20-80 % (типичное)	68 пс	45 пс	34 пс	22 пс	17 пс	14 пс	12 пс	9 пс
Вертикальный шум (% от полного диапазона) (типичной)* <sup>1</sup>	0,28%	0,32%	0,35%	0,36%	0,36%	0,56%	0,58%	0,58%
Ограничения полосы пропускания	В зависимости от модели: от 33 ГГц до 1 ГГц с шагом 1 ГГц или 500 МГц Только аппаратное ограничение полосы пропускания: 33 ГГц, 25 ГГц, 20 ГГц, 16 ГГц							
Развязка между каналами (любые два канала при одинаковой чувствительности по вертикали)	≥120:1 (41 дБ) (для входной частоты от 0 до 10 ГГц) ≥80:1 (38 дБ) (для входной частоты от 10 ГГц до 12 ГГц) ≥50:1 (34 дБ) (для входной частоты от 12 ГГц до 15 ГГц) ≥25:1 (28 дБ) (для входной частоты >15 ГГц) ≥20:1 (26 дБ) (для входной частоты от 20 ГГц до 33 ГГц)							
Погрешность усиления по пост. току	±2% (от показаний)							
Задержка между любыми двумя каналами (типичная)	≤10 пс для любых двух каналов при одинаковой чувствительности по вертикали и развязке входа ≤3 пс для любых двух каналов при любом усилении (для DPO/DSA/MSO70000D)							
Эффективное количество битов (типичное)	5,5 бит* <sup>2</sup>							
Отношение сигнал/шум (типичное)	34 дБ							
Развязка по входу	Связь по пост. току (50 Ом), заземление							
Входное сопротивление	50 Ом ±3 %, 1 МОм с адаптером TCA-1MEG							
Входная чувствительность								
18 ГГц и ниже	От 10 до 500 мВ/дел. (полный диапазон: от 100 мВ до 5 В)							
20 ГГц и 19 ГГц	От 20 до 500 мВ/дел. (полный диапазон: от 200 мВ до 5 В)							
33 ГГц и ниже	От 6,25 до 120 мВ/дел. (полный диапазон: от 62,5 мВ до 1,2 В)							
Макс. входное напряжение, 50 Ом* <sup>3</sup>	<5,0 В (ср.кв.) для ≥100 мВ/дел.; 1,0 В(ср.кв.) для <100 мВ/дел. 1,2 В(ср.кв.)							
Погрешность смещения								
10–99,5 мВ/дел.	±(0,35% (положение смещения) + 1,5 мВ + 1 % от полного диапазона)							
100–500 мВ/дел.	±(0,35% (положение смещения) + 7,5 мВ + 1% от полного диапазона)							
Диапазон смещения	10 мВ/дел.: ±450 мВ 20 мВ/дел.: ±400 мВ 50 мВ/дел.: ±250 мВ 100 мВ/дел.: ±2,0 В 200 мВ/дел.: ±1,5 В 500 мВ/дел.: ±0,0 В От +3,4 В до -3,4 В							
Допустимый диапазон напряжения	От +3,4 В до -3,4 В							
Равномерность полосы пропускания (20, 50, 100, 250 мВ/дел.) (типичная)	±0,5 дБ на 50% номинальной полосы пропускания							
Диапазон позиционирования	±5 дел.							
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит с усреднением)							

\*<sup>1</sup> 50 мВ/дел., фильтр полосы пропускания вкл., макс. частота дискретизации.

\*<sup>2</sup> 50 мВ/дел., фильтр полосы пропускания вкл., макс. полоса до 13 ГГц, макс. частота дискретизации.

\*<sup>3</sup> Зависит также и от принадлежностей ТекСоллпест.



**Цифровые каналы (только MSO70000)**

Модели	MSO70404C	MSO70604C	MSO70804C	MSO71254C	MSO71604C	MSO72004C
Количество каналов	16					
Вход запуска	1					
Полоса пропускания аналогового тракта						
С логическим пробником P6780	2,5 ГГц					
С логическими пробниками P6750 или P6717A	1 ГГц					
Входной импеданс						
С логическим пробником P6780	20 кОм в несимметричном или 40 кОм в дифференциальном режиме, $\pm 2,0\%$ , 0,5 пФ					
С логическими пробниками P6750 или P6717A	20 кОм $\pm 1,0\%$ , 3 пФ					
Разрешение по вертикали	1 бит					
Пороги логических уровней	По одному на канал, задаются независимо					
Погрешность порога	$\pm 75$ мВ +3% от заданного порога					
Разрешение порога	5 мВ					
Диапазон настройки порогов						
С логическим пробником P6780	от -2 до +4,5 В					
С логическими пробниками P6750 или P6717A	от -1,5 до +4,0 В					
Мин. разность порогов	300 мВ <sub>ампл.</sub>					
Макс. входное напряжение	$\pm 15$ В (без повреждений)					

**Система горизонтального отклонения**

Модели	DPO70404C DSA70404C MSO70404C	DPO70604C DSA70604C MSO70604C	DPO70804C DSA70804C MSO70804C	DPO71254C DSA71254C MSO71254C	DPO71604C DSA71604C MSO71604C	DPO72004C DSA72004C MSO72004C	DPO72504D DSA72504D	DPO73304D DSA73304D
Диапазон развертки	От 20 пс/дел. до 1000 с/дел.				От 10 пс/дел. до 1000 с/дел.			
Разрешение по времени (в режиме ET/IT)	200 фс				100 фс			
Сдвиг фаз между каналами	$\pm 75$ нс							
Ср. кв. погрешность измерения интервала времени при длительности <100 нс; однократный запуск; время нарастания сигнала = 1,2 от времени нарастания осциллографа* <sup>4</sup>	1,48 пс	1,33 пс	1,24 пс	1,23 пс	1,15 пс	1,43 пс	330 фс	347 фс
Уровень собственного джиттера (типовой) (с включенным расширением полосы пропускания BWE)	340 фс	300 фс	300 фс	270 фс	270 фс	290 фс	<250 фс	<250 фс
Погрешность генератора развертки	Начальная погрешность $\pm 1,5 \times 10^{-6}$ , старение $< 1 \times 10^{-6}$ в год							
Диапазон задержки развертки	От -5000 с до 1000 с							
Джиттер системы запуска (ср.кв.)	1 пс (ср.кв.) (типовое) с выключенной расширенной системой запуска <100 фс (ср.кв) с включенной расширенной системой запуска							

\*<sup>4</sup> 100 мВ/дел., фильтр полосы пропускания вкл., макс. частота дискретизации.

### Система захвата сигнала

Модели	DPO70404C DSA70404C MSO70404C	DPO70604C DSA70604C MSO70604C	DPO70804C DSA70804C MSO70804C	DPO71254C DSA71254C MSO71254C	DPO71604C DSA71604C MSO71604C	DPO72004C DSA72004C MSO72004C	DPO72504D DSA72504D	DPO73304D DSA73304D
Частота дискретизации								
Режим реального времени с 1 или 2 каналами (макс.)						100 Гвыб./с *5		
Режим реального времени с 1, 2, 3 или 4 каналами (макс.)	25 Гвыб./с					50 Гвыб./с		
Режим ET/IT (макс.)	5 Твыб./с					10 Твыб./с		
<b>Максимальная длина записи на канал</b>								
Стандартная конфигурация	10 млн. точек на всех четырех каналах (только для серий DPO70000 и MSO70000) 31,25 млн. точек на всех четырех каналах (только для серии DSA70000)							
С опцией 2XL	31,25 млн. точек на всех четырех каналах (только для серии DPO70000 и MSO70000)							
С опцией 5XL	62,5 млн. точек на всех четырех каналах							
С опцией 10XL	125 млн. точек на всех четырех каналах							
С опцией 20XL	Нет					250 млн. точек на всех четырех каналах		
<b>Максимальная длительность при наивысшем разрешении в режиме реального времени</b>								
Разрешение по времени	40 пс (25 Гвыб./с)					10 пс (100 Гвыб./с)		
Стандартная конфигурация	0,4 мс для серий DPO70000 и MSO70000 1,25 мс для серии DSA70000				0,1 мс для серий DPO70000 и MSO70000 0,31 мс для серии DSA70000			
С опцией 2XL	1,25 мс для серий DPO70000 и MSO70000				0,31 мс для серий DPO70000 и MSO70000			
С опцией 5XL	2,5 мс				0,63 мс			
С опцией 10XL	5,0 мс				1,3 мс			
С опцией 20XL	Нет				2,5 мс			

\*5 Максимальная частота дискретизации 50 Твыб./с, если сигнал подается с цифрового канала на аналоговый канал через аналоговый мультиплексор iCapture.

### Цифровые каналы (только MSO70000)

Модели	MSO70404C	MSO70604C	MSO70804C	MSO71254C	MSO71604C	MSO72004C
Макс. частота дискретизации на всех каналах	12,5 Гвыб./с					
Разрешение	80 пс					
Задержка между двумя любыми каналами	<160 пс					
Максимальная длина записи на канал	125 млн. точек на всех каналах (опция 10XL)			250 млн. точек на всех каналах (опция 20XL)		
Мин. длительность обнаруживаемого импульса	<400 пс					
Макс. количество шин	16					
Количество каналов на шину	до 24 (16 цифровых, 4 аналоговых, 4 расчетных)					

### Режимы захвата

Режим	Описание
Усреднение	Усредняется от 2 до 10 000 осциллограмм
Огибающая	Построение огибающей мин.-макс. по числу сигналов от 1 до 2×10 <sup>9</sup>
Режим FastAcq	FastAcq оптимизирует анализ динамических сигналов и захват редких событий
Максимальная скорость захвата осциллограмм в режиме FastAcq	>300 000 осциллограмм/с по всем 4 каналам одновременно
Режим FastFrame™	Память сигнала разбивается на сегменты; максимальная скорость захвата >310 000 сигналов в секунду. Регистрируется время возникновения каждого события. Средство поиска фреймов помогает визуально идентифицировать переходные процессы.
Высокое разрешение	Усреднение по выборке в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает разрешение
Пиковый детектор	Захват коротких глитчей на всех частотах дискретизации реального времени: 1 нс при ≤125 Мвыб./с; 1/скорость выборки при ≥250 Мвыб./с
Режим прокрутки	Последовательная прокрутка осциллограммы справа налево. До 10 Мвыб./с для максимальной длины записи 40 Мвыб.
Выборка	Захват и отображение выборочных значений
База данных осциллограмм	Пополняемая база данных сигналов позволяет строить трехмерную диаграмму с осями: амплитуда, время, количество

## Система запуска Pinpoint®

Чувствительность	Модели DPO и MSO	Модели DSA
Внутренний запуск (связь по постоянному току)	4 % от полного диапазона в полосе от 0 до 50 МГц 10 % от полного диапазона на частоте 4 ГГц 20 % от полного диапазона на частоте 8 ГГц 50 % от полного диапазона на частоте 11 ГГц	
Внешний запуск (дополнительный вход, 50 Ом)	250 мВ в полосе от 0 до 50 МГц, повышается до 350 мВ на частоте 1,0 ГГц	
<b>Параметры системы запуска</b>		
Режимы запуска по событию А и событию В с задержкой	Фронт, глитч, рант, длительность, время перехода, таймаут, шаблон, состояние, установка/удержание, окно – все, кроме фронта, шаблона и состояния могут быть логическими состояниями, определяемыми одним или двумя каналами	
Основные режимы запуска	Автоматический, обычный и однократный	
Последовательность запуска	Основная, задержка по времени, задержка по событиям, сброс по времени, сброс по состоянию, сброс по переходу. Все последовательности могут включать отдельную задержку горизонтальной развертки после запуска для позиционирования окна захвата во времени	
Развязка по входу системы запуска	Связь по пост. току, связь по перем. току (подавление в полосе <100 Гц), ФНЧ (подавление в полосе >20 кГц), ФВЧ (подавление в полосе <200 кГц), Подавление шума (снижение чувствительности)	
Диапазон удержания сигнала запуска	От 250 нс до 12 с	
Диапазон уровней внутреннего запуска	±120 % полного диапазона относительно центра экрана	
Система восстановления тактовой частоты	Необходима опция ST6G или MTH	В стандартной конфигурации
Полоса ФАПЧ системы восстановления тактовой частоты	Фиксированная на $F_{\text{код}}/1600$	
Джиттер системы восстановления тактовой частоты (ср. кв.)	<0,25 % от битового периода +2 пс <sub>ср.кв.</sub> для псевдослучайной двоичной последовательности < 0,25% от битового периода +1,5 пс <sub>ср.кв.</sub> для повторяющейся последовательности "0011"	
Минимальная амплитуда сигнала, необходимая для восстановления тактовой частоты	1 дел. <sub>пик-пик</sub> для скоростей до 1,25 Гбод 1,5 дел. <sub>пик-пик</sub> для скоростей свыше 1,25 Гбод	
Диапазон слежения/захвата	±2% от требуемой скорости в бодах	
Диапазон скоростей потока системы восстановления тактовой частоты	От 1,5 Мбод до 3,125 Гбод	
Запуск по сигналам последовательных шин	Необходима опция ST6G	Стандартная конфигурация
	Распознавание слов длиной до 64 бит, биты, указанные в двоичном (высокий, низкий, не важно) или шестнадцатеричном формате. Запуск по протоколам NRZ со скоростью до 1,25 Гбит/с. Запуск по 8/10-битным потокам данных со скоростями от 1,25 до 6,25 Гбод (40 бит)	
Макс. скорость для 8/10-битной посылки	Необходима опция ST6G	Стандартная конфигурация
	6,25 Гбод	
Длина кодовой последовательности	1-4 действительных символа, 10-битовые символы	
Символ выравнивания	K28.5 (оба представления)	
Запуск по коммуникационным сигналам	Необходима опция MTH	Стандартная конфигурация
	Поддержка AMI, HDB3, VnZS, CMI, MLT3 и коммуникационных сигналов типа NRZ. Возможность выбора положительной или отрицательной единицы, формы нулевого импульса или формы глаза в зависимости от требований стандарта	
<b>Запуск по кодовым последовательностям (серия MS070000)</b>		
Диапазон порогов логических уровней		
С пробником P6780	от -2 до +4,5 В	
С пробником P6717	от -1,5 до +4 В	
Погрешность порога	±10 мВ +3 % заданного порога	
Макс. тактовая частота шин		
I <sup>2</sup> C, SPI, FlexRay, RS-232/422/485/UART	10 Мбит/с	
USB	Низкоскоростная, полноскоростная	
CAN	1 Мбит/с	
LIN	100 кбит/с	
MIL-STD-1553B	2 Мбит/с	
Расширенные режимы запуска	Выбираются пользователем; возможна коррекция задержки между каналом запуска и каналом захвата данных (поддерживаются все типы запуска Pinpoint для событий А и В, за исключением запуска по шаблону); недоступно в режиме FastAcq	
Запуск по сети питания	Фиксированное значение 0 В	
<b>Система визуального запуска</b>		
Макс. кол-во областей	8	
Формы области	Прямоугольная, треугольная, трапециевидная, шестиугольная, определяемая пользователем	
Совместимость	Визуальный запуск совместим со всеми видами запуска и со всеми последовательностями запуска	

## Режимы запуска

Режим	Аналоговые каналы	Цифровые каналы MSO	Описание
Запуск по коммуникационным сигналам	X		Стандартный режим для DSA70000, поддерживается с опцией MTH для DPO70000 и MSO70000. Поддержка сигналов AMI, HDB3, VnZS, CMI, MLT3 и NRZ
Запуск по сигналам шин	X	X	Запуск в случае обнаружения заданного значения, передаваемого по последовательной или параллельной шине
I <sup>2</sup> C	X	X	Запуск по стартовому биту, повторному старту, стоповому биту, ошибке квитирования (ACK), адресу(7- или 10-битовому), данным, адресу и данным
SPI	X	X	Запуск по SS или данным
CAN	X	X	Запуск по началу фрейма, типу фрейма, идентификатору, данным, концу фрейма, пропущенному ACK, по ошибке вставки битов
LIN	X	X	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму или по ошибкам
FlexRay	X	X	Запуск по началу фрейма, по бит-индикаторам, числу циклов, полям заголовка, идентификатору, данным, концу фрейма или по ошибкам
RS-232/422/485/UART	X	X	Запуск по стартовому биту, концу пакета, данным или по ошибке четности
USB	X	X	Низкоскоростная или полноскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету или по ошибке
MIL-STD-1553B	X	X	Запуск по синхросигналу, командному слову, слову статуса, слову данных, времени ожидания или по ошибке
PCI Express	X	X	Запуск по кодовым последовательностям (включая упорядоченные множества), по символу, ошибке, управляющим символам
Фронт	X	X	Положительный или отрицательный перепад на любом канале или дополнительном входе на передней панели. Со связью по постоянному, переменному току, с подавлением шума или ВЧ и НЧ составляющей
B Event Scan	X		Функция B Event Scan (сканирование события B) осуществляет последовательный запуск по событиям A и B, при котором будет захватываться пакет данных интересующего события, определенного в меню настройки этой функции. Захваченные данные могут быть просканированы последовательным или случайным образом, кроме того, запуск может производиться по одному из двух удовлетворяющих условиям запуска событий B. По пакетам данных, захваченных с помощью этой функции, можно построить глазковую диаграмму
Глитч	X	X	Запуск по глитчам или подавление глитчей положительной, отрицательной или любой полярности. Минимальная длительность глитчей 150 пс (типовая) с интервалом между запусками 300 пс
Логическое выражение	X	X	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех четырех входных каналов (и 16 цифровых каналов MSO70000), определяются как Высокое, Низкое или Безразлично
Рант	X	X	Запуск по импульсу, который пересек один порог, но не пересек второй перед повторным пересечением первого. События могут квалифицироваться по времени или по логике
Кодовая последовательность	X		Запуск по последовательным сигналам с кодировкой NRZ, передаваемым со скоростями до 6,25 Гбод. Для скоростей более 1,25 Гбод требуется 8/10-битное кодирование. Возможно расширение системы запуска для выполнения повторяющихся захватов длинных последовательностей данных со скоростями до 6,25 Гбит/с
Установка/удержание	X		Запуск по нарушению времени установки/удержания между тактовой частотой и данными, присутствующими на любых двух входных каналах
Состояние	X	X	Любое логическое сочетание каналов (1, 2, 3) (и 16 цифровых каналов MSO70000), тактируемое по фронту канала 4. Запуск по фронту или спаду сигнала тактовой частоты
Таймаут	X	X	Запуск по событию, которое сохраняет высокий, низкий или любой уровень в течение указанного периода. Возможен выбор интервала от 300 пс
Переход	X	X	Запуск по фронту импульса, короче или длиннее указанной величины. Перепад может быть положительным, отрицательным или произвольным
Задержка запуска по событиям	X	X	От 1 до 2 млрд. событий
Задержка запуска по времени	X	X	От 3,2 нс до 3 Мс
Визуальный запуск	X		Запуск происходит, когда выполняется заданное визуальное условие
Длительность	X	X	Запуск по длительности положительных или отрицательных импульсов в пределах или за пределами выбранного интервала (от 150 пс)
Окно	X		Запуск по событию, которое входит или выходит из окна, определяемого двумя настраиваемыми порогами. Событие может квалифицироваться по времени или по логическому состоянию

## Поиск и маркировка событий

Поиск глитчей или рантов, также поиск по скорости перехода, длительности импульса, времени установки и удержания, таймауту, выходу за пределы окна или поиск любого логического состояния в любом числе каналов. Все обнаруженные события, соответствующие критерию поиска, маркируются и помещаются в таблицу событий. Поиск положительных, отрицательных или обоих перепадов на любом канале.

Поиск пакетов записи или чтения памяти DDR с опцией DDR.A.

Таблица событий содержит сводку всех обнаруженных событий. Каждое событие маркируется по времени относительно момента запуска. Пользователь может прервать захват при обнаружении события.

## Анализ осциллограмм

### Измерения формы сигнала

Измерение	Описание
Автоматические измерения	53 вида, 8 из которых могут отображаться на экране одновременно; статистическая обработка измерений, определяемые пользователем опорные уровни, измерение в интервалах, выделяющих специальные события
Параметры, относящиеся к амплитуде	Амплитуда, высокий/низкий уровень, максимум, минимум, от пика до пика, среднее значение, циклическое среднее, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое значение, положительный/отрицательный выброс
Комбинация	Область, циклическая область, фаза, ширина пакета
Параметры, относящиеся к глазковой диаграмме	Коэффициент контрастности (абсолютный, %, дБ), высота и ширина глаза, вершина глаза, основание глаза, % пересечения, джиттер (пик-пик, ср.кв., 6 сигма), шум (пик-пик, ср.кв.), отношение сигнал/шум, циклические искажения, коэффициент добротности
Параметры, относящиеся к гистограмме	Счетчик сигналов, попадание в заданные пределы, попадание в пиковое значение, медиана, максимум, минимум, от пика до пика, среднее ( $\mu$ ), стандартное отклонение (сигма), $\mu+1$ сигма, $\mu+2$ сигма, $\mu+3$ сигма
Параметры, относящиеся ко времени	Время нарастания, время спада, длительность положительного и отрицательного импульса, скважность положительных и отрицательных импульсов, период, частота, задержка

### Декодирование сигналов шин

Шина	Описание
Параллельная шина	Данные из выбранных каналов группируются в одну многоканальную параллельную шину и отображаются в виде значений этой шины. Значения могут отображаться в двоичном, шестнадцатеричном и символьном виде
I <sup>2</sup> C	Каналы SCLK и SDA отображаются как шина согласно спецификации интерфейса I <sup>2</sup> C
SPI	Каналы MOSI, MISO, SCLK и SS отображаются как шина согласно спецификации протокола последовательного периферийного интерфейса
CAN	Каналы CAN_H, CAN_L, TX или RX отображаются как шина
LIN	Данные отображаются как шина в соответствии со стандартами LIN версии 1 или версии 2
FlexRay	Сигналы BP, BM, TX или RX отображаются как шина
RS-232/422/485/UART	Каналы отображаются как шина
USB	Каналы отображаются как шина согласно спецификации USB
MIL-STD-1553B	Данные отображаются как шина
PCI Express	Данные отображаются как шина в соответствии со стандартом PCIe, автоматическое определение скорости передачи, соответствующей Gen 1, 2 или 3
MIP1 <sup>®</sup> D-PHY	Каналы DSI или CSI2 отображаются как шина согласно стандарту MIP1
8/10-битное кодирование	Символы управления и данных отображаются как шина

### Обработка сигналов/математические функции

Тип обработки	Описание
Алгебраические выражения	Определение сложных алгебраических выражений, которые могут включать сигналы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений, например, Интеграл (Кан.1 – Среднее (Кан.1)) $\times$ 1,414 $\times$ Перем.1)
Арифметические функции	Сложение, вычитание, умножение, деление осциллограмм и скалярных величин
Функции фильтрации	Определяемые пользователем фильтры. Пользователь выбирает файл с необходимыми коэффициентами фильтра. Образцы файлов входят в комплект поставки
Операции в частотной области	Амплитуда и фаза спектра, реальный и мнимый спектр

Тип обработки	Описание
Функция маскирования	Функция, создающая базу данных сигналов в виде пиксельной карты на основе захваченных сигналов. Можно определить счетчик выборов
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 >, <, $\geq$ , $\leq$ , ==, !=
Единицы измерения по вертикальной шкале	Амплитуда: линейная, дБ, дБм Фаза: градусы, радианы, групповое запаздывание Шкала IRE и мВ
Оконные функции	Прямоугольник, Хэмминг, Хеннинг, Кайзер-Бессель, Блекман-Харрис, Гаусс, Flattop2, Tek Exponential

Параметры отображения, компьютер и порты ввода/вывода

### Параметры отображения

Параметр	Описание
Палитра	Обычная, зеленая, серая, температурная, спектральная и определяемая пользователем
Формат отображения	YT, XY, XYZ
Разрешение дисплея	XGA, 1024 $\times$ 768 точек
Размер дисплея	Диагональ: 307,3 мм (12,1 дюйма)
Тип дисплея	Жидкокристаллическая цветная активная матрица
Горизонтальных делений	10
Вертикальных делений	10
Режимы отображения	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение

### Компьютер и периферийные устройства

Наименование	Описание
Операционная система	MS Windows 7 Ultimate, 64-разрядная
Процессор	Intel Core 2 Duo, 3 ГГц
Оперативная память	8 ГБ
Жесткий диск	Съемный жесткий диск на задней панели, емкость 160 ГБ
Опциональный твердотельный накопитель (опция SSD)	Съемный, емкость 160 ГБ (SSD входит в стандартную конфигурацию моделей 25 и 33 ГГц)
Привод CD/DVD	Привод CD-R/W, DVD-R на передней панели
Мышь	Оптическая мышь с колесиком, USB-интерфейс
Клавиатура	USB-интерфейс

Порты ввода/вывода

### Передняя панель

Порт	Описание
Дополнительный вход запуска	См. характеристики системы запуска
Выход калибровки пробников	Разъем BNC, $\pm 10$ В пост. тока для калибровки пробников по пост. току. (Сигнал подается только при калибровке.)
Выход сигнала с крутыми фронтами	Разъем SMA, сигнал с крутыми фронтами: 1 кГц $\pm 20\%$ ; 810 мВ (размах) $\pm 20\%$ на нагрузке $\geq 10$ Ом; 440 мВ $\pm 20\%$ на нагрузке 50 Ом
Восстановленная тактовая частота	Разъем SMA, $\leq 1,25$ Гбит/с, выходная амплитуда $\geq 130$ мВ <sub>пик-пик</sub> на нагрузке 50 Ом для 1,25 Гбит/с. Необходима опция ST6G или MTH для DPO70000 и MSO70000, для DSA70000 – в стандартной конфигурации
Восстановленный сигнал данных	Разъем SMA, $\leq 1,25$ Гбит/с, выходная амплитуда повторяющейся последовательности «1010» 200 мВ на нагрузке 50 Ом для 1,25 Гбит/с. Необходима опция ST6G или MTH для DPO70000 и MSO70000, для DSA70000 – в стандартной конфигурации
Порт USB 2.0	Позволяет подключать USB-клавиатуру, мышь или устройство хранения данных

## Интерфейс LXI

Класс	LXI класс C
Версия	1.3
<b>Задняя панель</b>	
Порт	Описание
Аудиопорты	Миниатюрные гнезда для входа стереомикрофона и линейного выхода
Дополнительный выход запуска	Разъем BNC, от 0 до 3 В; состояние выхода по умолчанию – запуск по низкому уровню события А
Вход внешнего сигнала опорной частоты	Разъем BNC; позволяет системе синхронизации производить фазовую автоподстройку от внешнего источника 10/100 МГц. Оптимизирован для источника высокостабильной частоты или следящего режима
Порт GPIB	Стандарт IEEE 488.2
Порт клавиатуры	PS/2-совместимый
Порт LAN	Разъем RJ-45, поддерживает 10Base-T, 100Base-T и 1000Base-T
Порт мыши	PS/2-совместимый
Порт eSATA	Внешний интерфейс SATA для накопителей eSATA
Питание	От 100 до 240 В <sub>ср.кв.</sub> ±10%, 50/60 Гц; 115 В <sub>ср.кв.</sub> ±10%, <870 Вт, 400 Гц; категория II, <1100 ВА (тип.)
Видеопорт DVI-I	Розетка DVI. Предусмотрен переходник с DVI на 15-контактный разъем D-Sub VGA Предназначен для вывода изображения с экрана осциллографа (в том числе живых осциллограмм) на внешний монитор или проектор. С помощью этого порта на внешний монитор также можно вывести изображение основного рабочего стола Windows. Кроме того, DVI-I порт может быть сконфигурирован для отображения дополнительного рабочего стола Windows (режим расширенного рабочего стола или вывод на два монитора)
Последовательный порт	2 порта, разъемы DB-9 COM1
TekLink®	Используется для синхронизации нескольких осциллографов при одновременном захвате более чем по четырем каналам
Выход источника опорной частоты	Разъем BNC; TTL-совместимый выход внутреннего опорного генератора частотой 10 МГц
Порты USB 2.0	Пять портов на моделях 25 и 33 ГГц, четыре порта на остальных моделях. Позволяют подключать USB-клавиатуру, мышь или устройство хранения данных

## Общие характеристики

### Габариты и масса

#### Настольная конфигурация

Размеры, мм	
Высота	298
Ширина	451
Глубина	489,97
Масса, кг	
Нетто	24
Брутто	34

#### Конфигурация для монтажа в стойку

Размеры, мм	
Высота	311
Ширина	480,1
Глубина (от монтажной скобы до задней части прибора)	546,1
Масса, кг	
Нетто	22
Принадлежности	2,7

#### Охлаждение

Требуемые зазоры, мм	
Верхняя сторона	0
Нижняя сторона	0
Левая сторона	76
Правая сторона	76
Передняя сторона	0
Задняя сторона	0

### Климатические условия

Параметр	Значение
Температура	
Рабочая	От +5 до +45 °C
Хранения	От -20 до +60 °C
Влажность	
Рабочая	При температуре до +32 °C: отн. влажность от 8 до 80 % При температуре от +32 до +45 °C: не более +29,4 °C по влажн. термометру
Хранения	Относительная влажность от 5 до 95 % При температуре от +32 до +60 °C: не более +29,4 °C по влажн. термометру
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3 000 м
Хранения	12 000 м
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	2004/108/EC; EN61326-2-1:2006
Сертификация	UL 61010-1, CSA 61010-1-04, Директива по низковольтному оборудованию 2006/95/EC, EN61010-1, IEC 61010-1

## Информация для заказа

Модель	Описание
MSO70404C	Осциллограф смешанных сигналов 4 ГГц
MSO70604C	Осциллограф смешанных сигналов 6 ГГц
MSO70804C	Осциллограф смешанных сигналов 8 ГГц
MSO71254C	Осциллограф смешанных сигналов 12,5 ГГц
MSO71604C	Осциллограф смешанных сигналов 16 ГГц
MSO72004C	Осциллограф смешанных сигналов 20 ГГц
DPO70404C	Осциллограф с цифровым люминофором 4 ГГц
DPO70604C	Осциллограф с цифровым люминофором 6 ГГц
DPO70804C	Осциллограф с цифровым люминофором 8 ГГц
DPO71254C	Осциллограф с цифровым люминофором 12,5 ГГц
DPO71604C	Осциллограф с цифровым люминофором 16 ГГц
DPO72004C	Осциллограф с цифровым люминофором 20 ГГц
DPO72504D	Осциллограф с цифровым люминофором 25 ГГц
DPO73304D	Осциллограф с цифровым люминофором 33 ГГц
DSA70404C	Цифровой анализатор последовательных потоков 4 ГГц
DSA70604C	Цифровой анализатор последовательных потоков 6 ГГц
DSA70804C	Цифровой анализатор последовательных потоков 8 ГГц
DSA71254C	Цифровой анализатор последовательных потоков 12,5 ГГц
DSA71604C	Цифровой анализатор последовательных потоков 16 ГГц
DSA72004C	Цифровой анализатор последовательных потоков 20 ГГц
DSA72504D	Цифровой анализатор последовательных потоков 25 ГГц
DSA73304D	Цифровой анализатор последовательных потоков 33 ГГц

**В комплект поставки всех моделей входит:** отсек для принадлежностей, передняя крышка, мышь, клавиатура, краткое руководство пользователя (071-173х-хх), 4 переходника с TekConnect® на разъем 2,92 мм (TCA-292MM) и 1 переходник с TekConnect® на BNC (TCA-BNC), переходник DVI-VGA, антистатический браслет, диск с программным обеспечением для приборов серии DPO/DSA/MSO70000, файл PDF с описанием процедуры проверки характеристик, справочник по программированию GPIB (на диске с программным обеспечением), свидетельство о калибровке, свидетельство о соответствии Z540-1 и ISO9001, кабель питания, гарантия на один год.

**Примечание.** При заказе следует указать язык краткого руководства пользователя и тип вилки кабеля питания.

## Опции

### Опции прибора

Опция	DPO70000	DSA70000	MSO70000	Описание
<b>Увеличение длины записи</b>				
Опция 2XL	X	В стандартной конфигурации	X	31,25 млн. точек на канал
Опция 5XL	X	X	X	62,5 млн. точек на канал
Опция 10XL	X	X	X	125 млн. точек на канал
Опция 20XL *11	X	X	X	250 млн. точек на канал
<b>Опции накопителей</b>				
Опция SSD *18	X	X	X	Дополнительный съемный твердотельный накопитель
<b>Опции анализатора цифровых сигналов MSO70000</b>				
Опция DSAH			X для MSO70404C, MSO70604C, MSO70804C	Пакет для анализа цифровых последовательных сигналов, включающий опции 2XL, ASM, DJA, MTH, ST6G
Опция DSAU			X для MSO71254C, MSO71604C, MSO72004C	Пакет для анализа цифровых последовательных сигналов, включающий опции 2XL, ASM, DJA, MTH, ST6G
<b>Запуск и поиск</b>				
Опция LT	X	X	X	Тестирование по предельным значениям
Опция MTH	X	В стандартной конфигурации	X	Тестирование коммуникационных стандартов по маске, включает аппаратную схему восстановления тактовой частоты (до 3,125 Гбит/с)
Опция ST6G	X	В стандартной конфигурации	X	Декодирование и запуск по 8/10-битовым последовательным протоколам со скоростями до 6,25 Гбит/с. Включает схему восстановления тактовой частоты и схему запуска по кодовой последовательности
<b>Расширенный анализ</b>				
Опция 10G-KR *12,19	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям 10GBASE-KR/KR4
Опция D-PHY *12	X	X	X	Программное обеспечение для анализа и измерения параметров сигнала стандарта MIPI® D-PHY, базовая версия
Опция DDRA *20	X	X	X	Анализ шины памяти DDR
Опция DJA	X	В стандартной конфигурации	X	Анализ джиттера и глазковых диаграмм DPOJET
Опция DP12	X	X	X	Программное обеспечение для автоматизированного тестирования на соответствие спецификациям DisplayPort 1.2
Опция DVI	X	X	X	Тестирование на соответствие спецификациям DVI
Опция ERRDT *15	X	X	X	Детектор фреймов и коэффициента битовых ошибок для высокоскоростных последовательных интерфейсов (доступно только через программируемый интерфейс)
Опция ET3 *15	X	X	X	Тестирование на соответствие спецификациям Ethernet
Опция HT3	X	X	X	Программное обеспечение для тестирования на соответствие спецификациям HDMI
Опция HT3DS	X	X	X	Прямой синтез HDMI для HDMI 1.4
Опция MHD *8,12	X	X	X	Программное обеспечение для расширенного анализа и тестирования на соответствие спецификациям MHL
Опция MOST *12	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие электрическим спецификациям MOST50 и MOST150
Опция M-PHY *12	X	X	X	Программное обеспечение для анализа и измерения параметров сигнала стандарта MIPI® M-PHY, базовая версия
Опция PCE3 *12	X	X	X	Программное обеспечение для анализа интерфейсов PCI Express™ Gen3
Опция PWR *9	X	X	X	Программное обеспечение для измерения и анализа мощности
Опция QPI *12	X	X	X	Программное обеспечение для автоматизированного тестирования Intel® Quick Path Interconnect
Опция SAS3 *12,27	X	X	X	Измерение основных характеристик SAS3
Опция SLA	X	X	X	Анализ каналов последовательной передачи данных (с компенсацией), расширенная версия
Опция SLE	X	X	X	Анализ каналов последовательной передачи данных (без компенсации), базовая версия
Опция SR-AERO	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин MIL-STD-1553B и запуск от них
Опция SR-AUTO	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин CAN/LIN/FlexRay и запуск от них
Опция SR-COMP	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин компьютеров и запуск от них (RS-232/422/485/UART)
Опция SR-CUST	X	X	X	Комплект разработчика для анализа пользовательских последовательных шин
Опция SR-DPHY	X	X	X	Анализ последовательных шин MIPI® D-PHY (DSI / CSI2)



Опция	DPO70000	DSA70000	MSO70000	Описание
Опция SR-EMBD	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин встраиваемых устройств и запуск от них (I <sup>2</sup> C, SPI)
Опция SR-PCIE	X <sup>*15</sup>	X	X <sup>*15</sup>	Анализ сигналов последовательной шины PCI Express
Опция SR-USB	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин USB и запуск от них
Опция SVA <sup>*13</sup>	X	X	X	Анализ аудиосигналов и модулированных сигналов АМ/ЧМ/ФМ
Опция SVE	X	X	X	ПО SignalVu® – векторный анализ сигналов, базовая версия
Опция SVM <sup>*13</sup>	X	X	X	Общий анализ модуляции
Опция SVO <sup>*13</sup>	X	X	X	Гибкий анализ OFDM
Опция SVP <sup>*13</sup>	X	X	X	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения)
Опция SVT <sup>*13</sup>	X	X	X	Измерения времени установки частоты и фазы
Опция TBT-TX <sup>*8,12,19</sup>	X	X	X	Измерение характеристик передатчиков, отладка и тестирование на соответствие спецификациям Thunderbolt
Опция UHS2 <sup>*7</sup>	X	X	X	Измерение характеристик UHS-II-Host-Tx и UHS-II-Device-Tx
Опция USB <sup>*6</sup>	X	X	X	Тестирование на совместимость USB 2.0
Опция USB3 <sup>*12,14</sup>	X	X	X	ПО анализа и тестирования на совместимость USB 3.0
Опция VET	X	X	X	Визуальный запуск

#### Плавающие лицензии

Плавающие лицензии предлагают альтернативный метод управления вашими приборами Tektronix. Плавающие лицензии позволяют с помощью лицензионного ключа переносить опции между любыми осциллографами серий DPO/DSA/MSO70000, DPO7000 и MSO/DPO5000. Плавающие лицензии предлагаются для перечисленных ниже опций с лицензионным ключом.

DPOFL-10G-KR <sup>*12,19</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям 10GBASE-KR/KR4
DPOFL-ASM	X	X <sup>*17</sup>	X	Расширенный поиск и маркировка событий
DPOFL-D-PHY <sup>*12</sup>	X	X	X	Программное обеспечение для анализа и измерения параметров сигнала стандарта MIPI® D-PHY, базовая версия
DPOFL-DDRA <sup>*20</sup>	X	X	X	Анализ шины памяти DDR
DPOFL-DJA	X	X <sup>*17</sup>	X	Анализ джиттера и глазковых диаграмм, расширенный вариант (DPOJET)
DPOFL-DP12	X	X	X	Программное обеспечение для автоматизированного тестирования на соответствие спецификациям DisplayPort 1.2
DPOFL-DSA	X	X <sup>*17</sup>	X	Пакет для анализа цифровых сигналов последовательных шин
DPOFL-ERRDT <sup>*15</sup>	X	X	X	Детектор фреймов и коэффициента битовых ошибок для высокоскоростных последовательных интерфейсов
DPOFL-ET3 <sup>*5</sup>	X	X	X	Тестирование на соответствие стандарту Ethernet
DPOFL-HT3	X	X	X	Тестирование на соответствие HDMI
DPOFL-HT3DS	X	X	X	Прямой синтез HDMI для HDMI 1.4
DPOFL-LT	X	X	X	Тестирование по предельным значениям
DPOFL-MOST <sup>*12</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие электрическим спецификациям MOST50 и MOST150
DPOFL-MPHY	X	X	X	Программное обеспечение для анализа и измерения параметров сигнала стандарта MIPI® M-PHY, базовая версия
DPOFL-MTH	X	X <sup>*17</sup>	X	Тестирование по маске, включая аппаратное восстановление тактовой частоты
DPOFL-PCE3 <sup>*12</sup>	X	X	X	Программное обеспечение для анализа интерфейсов PCI Express™ Gen3, базовая версия
DPOFL-PTD	X	X <sup>*17</sup>	X	Декодирование и запуск по 8/10-битовым последовательным протоколам
DPOFL-PTM-H	X	X	X	Декодирование и запуск по последовательным протоколам со скоростями до 6,25 Гбит/с.
DPOFL-PWR <sup>*9</sup>	X	X	X	Программное обеспечение для измерения и анализа мощности
DPOFL-QPI <sup>*12</sup>	X	X	X	Программное обеспечение для автоматизированного тестирования Intel® Quick Path Interconnect
DPOFL-SFP-TX <sup>*12,19</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям SFP+
DPOFL-SFP-WDP <sup>*19,26</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям SFP+ с измерениями TWDPc
DPOFL-SLA	X	X	X	Анализ каналов последовательной передачи данных (с компенсацией), расширенная версия
DPOFL-SLE	X	X	X	Анализ каналов последовательной передачи данных (без компенсации), базовая версия
DPOFL-SR-AERO	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин MIL-STD-1553B и запуск от них
DPOFL-SR-AUTO	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин CAN/LIN/FlexRay и запуск от них
DPOFL-SR-COMP	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин компьютеров и запуск от них (RS-232/422/485/UART)
DPOFL-SR-DPHY	X	X	X	Анализ последовательных шин MIPI® D-PHY (DSI/CSI2)
DPOFL-SR-EMBD	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин встраиваемых устройств и запуск от них (I <sup>2</sup> C, SPI)
DPOFL-SR-PCIE	X <sup>*15</sup>	X	X <sup>*15</sup>	Анализ сигналов последовательной шины PCI Express

Опция	DPO70000	DSA70000	MSO70000	Описание
DPOFL-SR-USB	X	X	X	Анализ сигналов последовательных шин USB и запуск от них
DPOFL-ST6G	X	X <sup>*17</sup>	X	Декодирование и запуск по 8/10-битовым последовательным протоколам со скоростями до 6,25 Гбит/с
DPOFL-STU	X	X	X	Увеличение скорости с 3,125 Гбит/с до 6,25 Гбит/с для декодирования и запуска по 8/10-битовым последовательным протоколам
DPOFL-SVA <sup>*13</sup>	X	X	X	Анализ аудиосигналов и модулированных сигналов АМ/ЧМ/ФМ
DPOFL-SVE	X	X	X	ПО SignalVu – векторный анализ сигналов, базовая версия
DPOFL-SVM <sup>*13</sup>	X	X	X	ПО SignalVu – общий анализ модуляции <sup>*12</sup>
DPOFL-SVO <sup>*13</sup>	X	X	X	Гибкий анализ OFDM <sup>*12</sup>
DPOFL-SVP <sup>*13</sup>	X	X	X	ПО SignalVu для импульсных сигналов – расширенный анализ сигналов <sup>*12</sup>
DPOFL-SVT <sup>*13</sup>	X	X	X	Измерения времени установки частоты и фазы
DPOFL-TBT-TX <sup>*8,12,19</sup>	X	X	X	Измерение характеристик передатчиков, отладка и тестирование на соответствие спецификациям Thunderbolt
DPOFL-UHS2 <sup>*7</sup>	X	X	X	UHS-II-Host-Tx and UHS-II-Device-Tx Measurements
DPOFL-USB <sup>*6</sup>	X	X	X	Тестирование на совместимость USB 2.0
DPOFL-USB3 <sup>*12,14</sup>	X	X	X	ПО анализа и тестирования на совместимость USB 3.0
DPOFL-VET	X	X	X	Визуальный запуск
DPOFL-XL02	X	X <sup>*17</sup>	X	Увеличение длины записи, 31,25 млн. точек на канал
DPOFL-XL05	X	X	X	Увеличение длины записи, 62,5 млн. точек на канал
DPOFL-XL010	X	X	X	Увеличение длины записи, 125 млн. точек на канал
DPOFL-XL020 <sup>*11</sup>	X	X	X	Увеличение длины записи, 250 млн. точек на канал
<b>Программная платформа TekExpress®</b>				
TEKEXP	X	X	X	Программная платформа автоматизированного тестирования TekExpress
Опция D-PHYTX	X	X	X	Автоматизированное тестирование D-PHY
Опция DiiVA	X	X	X	Автоматизированное тестирование DiiVA
Опция DP-SINK	X	X	X	Автоматизированное тестирование DisplayPort Sink
Опция HEAC	X	X	X	Автоматизированное тестирование HEAC
Опция SAS-RSG	X	X	X	Измерение параметров отдельного приемника SAS
Опция SAS-TSG	X	X	X	Измерение параметров отдельного передатчика SAS
Opt. SAS-TSGW	X	X	X	Измерение характеристик передатчиков SAS, включая комплект измерений WDP
Опция SATA-TSG	X	X	X	TekExpress для автоматизированного тестирования передатчика SATA PHY/TSG/OOB
Опция SATA-RSG	X	X	X	TekExpress для автоматизированного тестирования приемника SATA RSG/RMT
Opt. SFP-TX <sup>*12,19</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям SFP+
Opt. SFP-WDP <sup>*19,26</sup>	X	X	X	Решение для отладки и тестирования на соответствие спецификациям SFP+, включая измерения TWDPc
Опция USB-RMT	X	X	X	TekExpress для автоматизированного тестирования приемников USB 3.0
Опция USB-TX <sup>*12,14</sup>	X	X	X	TekExpress для автоматизированного тестирования USB 3.0
Опция XGbT	X	X	X	Автоматизированное тестирование 10GBase-T

<sup>\*5</sup> Требуется тестовая оснастка Ethernet

<sup>\*6</sup> Требуется TDSUSB (тестовая оснастка USB)

<sup>\*7</sup> Для моделей с полосой ≥6 ГГц

<sup>\*8</sup> Требуется опция 2XL или старше

<sup>\*9</sup> Рекомендуются как минимум опция 2XL и буферный усилитель с входным сопротивлением 1 МОм TCA-1MEG TekConnect

<sup>\*10</sup> Требуется опция RTE

<sup>\*11</sup> Для моделей с полосой ≥12,5 ГГц

<sup>\*12</sup> Требуются опции DJA

<sup>\*15</sup> Требуется опция SVE

<sup>\*14</sup> Для моделей с полосой ≥8 ГГц

<sup>\*15</sup> Требуется опция ST6G

<sup>\*17</sup> Эта опция входит в стандартную конфигурацию моделей DSA70000. Плавающая лицензия возможна, но не обязательна.

<sup>\*18</sup> Вместо стандартного съемного накопителя. Входит в стандартную конфигурацию моделей с полосой 25 и 33 ГГц

<sup>\*19</sup> Для моделей с полосой ≥16 ГГц

<sup>\*20</sup> Требуется опция ASM и DJA

<sup>\*26</sup> Требуется опция SFP-TX

<sup>\*27</sup> Для моделей с полосой ≥20 ГГц

## Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке
<b>Кабель питания</b>	
Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

## Сервисные опции

Опция	Описание
Опция C3	Калибровка в течение 3 лет
Опция C5	Калибровка в течение 5 лет
Опция D1	Отчет о калибровке
Опция D3	Отчет о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция G3	Комплексное обслуживание в течение 3 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.)
Опция G5	Комплексное обслуживание в течение 5 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.)
Опция R3	Ремонт в течение 3 лет
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет
Опция IF	Модернизация изделия

Рекомендуемые принадлежности

**Пробники**

Пробник	Описание
P7520	Пробник TriMode™ 20 ГГц
P7516	Пробник TriMode™ 16 ГГц
P7513A	Пробник TriMode™ 13 ГГц
P7313SMA	Дифференциальный пробник SMA TekConnect® 13 ГГц
P7508	Пробник TriMode™ 8 ГГц
P7380SMA	Дифференциальный пробник SMA TekConnect® 8 ГГц
P7506	Пробник TriMode™ 6 ГГц
P7504	Пробник TriMode™ 4 ГГц
P6780	Дифференциальный логический пробник
P6750	Логический пробник D-Max
P6717A	Логический пробник общего назначения
P6251	Дифференциальный пробник 1 ГГц, 42 В (необходим адаптер TCA-BNC)
P6250	Дифференциальный пробник 500 МГц, 42 В (необходим адаптер TCA-BNC)
ТСРА300/ТСРА400	Серия токовых пробников
P5200/P5205/P5210	Серия высоковольтных дифференциальных пробников
067-0484-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки аналогового пробника (4 ГГц)
067-1586-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов аналогового пробника (>4 ГГц)
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов пробников при измерении источников питания

**Адаптеры**

Адаптер	Описание
TCA-1MEG	Буферный усилитель с высоким входным сопротивлением TekConnect. Включает пассивный пробник P6139A
TCA-292MM	Переходник с TekConnect на разъем 2,92 мм
TCA-292D	Переходник с TekConnect на разъем 2,92 мм (с полосой пропускания 33 ГГц)
TCA-BNC	Переходник с TekConnect на разъем BNC
TCA-N	Переходник с TekConnect на разъем N-типа
TCA-SMA	Переходник с TekConnect на разъем SMA
TCA75	Прецизионный 8 ГГц переходник TekConnect с 75 Ом на 50 Ом с входным разъемом BNC на 75 Ом

**Кабели**

Кабель	Кат. номер
Кабель Centronics	012-1214-xx
Кабель GPIB (1 м)	012-0991-xx
Кабель GPIB (2 м)	012-0991-xx
Коаксиальный кабель 40 ГГц с аттенуатором 6 дБ	011-0152-xx

**Стандартные принадлежности логического пробника P6780**

Принадлежность	Кат. номер
Адаптер D-MAX для подключения пробника к контактам квадратного сечения	NEX-P6960PIN
Адаптер MICTOR для подключения пробника к контактам квадратного сечения	NEX-HD2HEADER
Приспособление для компенсации фазовых сдвигов логического пробника	067-2083-xx
Стандартный адаптер	020-3035-xx
Адаптер увеличенного размера	020-3036-xx
Держатель 25°/55°	020-3032-00
Провод с термическим снятием изоляции длиной 4,57 м	020-3021-00
Адаптер для ручного поиска	020-3031-xx
Гибкий адаптер	020-3033-xx
Комплект проводов заземления	020-3038-xx
Объединитель пробников	020-3042-xx
Ферритовые кольца	020-3034-xx
Трубка для проводов длиной 4,57 м	020-3037-xx

**Стандартные принадлежности логического пробника P6717A**

Принадлежность	Кат. номер
Адаптер D-MAX для подключения пробника к контактам квадратного сечения	NEX-P6960IN
Адаптер MICTOR для подключения пробника к контактам квадратного сечения	NEX-HD2HEADER
Приспособление для компенсации фазовых сдвигов логического пробника	067-2083-xx
Удлиненная насадка для подключения к заземлению	206-0559-xx
Наконечник пробника	131-5638-xx
Насадка для подключения к ИС	206-0569-xx
Объединитель пробников	352-1115-xx
Комплекты проводов	196-3501-xx
Комплекты проводов заземления	196-3497-xx

**Принадлежности**

Принадлежность	Кат. номер
<b>Тестирование устройств памяти</b>	
Припаяваемый переходник DDR3 ×4/×8	NEX-DDR3MP78BSC
Съемный переходник DDR3 ×4/×8	NEX-DDR3MP78BSCK
Припаяваемый переходник DDR3 ×16	NEX-DDR3MP96BSC
Съемный переходник DDR3 ×16	NEX-DDR3MP96BSCK
Припаяваемый переходник DDR2 ×4/×8	NEX-DDR2MP60BSC
Съемный переходник DDR2 ×4/×8	NEX-DDR2MP60BSCK
Припаяваемый переходник DDR2 ×16	NEX-DDR2MP84BSC
Съемный переходник DDR2 ×16	NEX-DDR2MP84BSCK
Плата модуля DIMM для тестирования памяти DDR3	Продукция

**Тестирование систем**

Оснастка для тестирования, используется с опцией USB	TDSUSBFB
Оснастка для тестирования 10GBase-T, используется с программной опцией XGbT	TF-XGbT
Оснастка для тестирования Ethernet	

Продукция компании Crescent Heart Software: набор приспособлений для тестирования интерфейса SATA ZP (тестирование хостов, устройств и кабелей)	TF-SATA-SET-IV-ZP
Продукция компании Crescent Heart Software: набор приспособлений для тестирования интерфейса eSATA ZP (тестирование хостов, устройств и кабелей)	TF-ESATA-SET-IV-ZP
Комплект для тестирования интерфейса HEAC TPA, состоящий из: основной платы, платы подключения с разъемом типа A, двух плат TDR с розетками типа A и двух плат TDR с розетками типа C	TF-HEAC-TPA-KIT
Комплект оснастки типа C для приемника/передатчика HDMI	TF-HDMI-TPA-S/STX HDMI
Коммутаторы ВЧ/СВЧ компании Keithley Instruments, 32 канала, без оконечной нагрузки, с кабелем питания американского стандарта	S46-6666-A-AMER
Коммутаторы ВЧ/СВЧ компании Keithley Instruments, 32 канала, без оконечной нагрузки, с кабелем питания стандарта стран Азии и Тихоокеанского региона	S46-6666-A-ASIAP
Коммутаторы ВЧ/СВЧ компании Keithley Instruments, 32 канала, без оконечной нагрузки, с кабелем питания стандарта стран Европы и Африки	S46-6666-A-EURAF
Комплект оснастки с разъемами типа A/B и кабелями для интерфейса USB 3.0	TF-USB3-AB-KIT
Оснастка с разъемами типа A для USB 3.0	TF-USB3-A-P

Комплект оснастки с розетками типа А для USB 3.0	TF-USB3-A-R
Комплект оснастки с розетками типа В для USB 3.0	TF-USB3-B-R
Пакет для расширенного тестирования интерфейса 10/100/1000BASE-T (состоит из набора плат для тестирования, соединительного кабеля с разъемом RJ45 и кабеля для подсоединения к порту 1000BASE-T для тестирования джиттера)	TF-GBE-ATP
Базовая версия пакета тестирования интерфейса 10/100/1000BASE-T (состоит из набора плат для тестирования и соединительного кабеля с разъемом RJ45)	TF-GBE-BTP
Кабель длиной 103 м для подсоединения к порту 1000BASE-T для тестирования джиттера	TF-GBE-JTC
Короткий (0,1 м) соединительный кабель с разъемом RJ45	TF-GBE-SIC
Приспособления для тестирования, позволяющие использовать решение TekEXP-XGbT	TF-XGbT
<b>Прочее</b>	
Тележка для осциллографа	K4000
Набор для монтажа в стойку	016-1985-xx
Руководство по обслуживанию	071-1740-xx
Запасной жесткий диск для приборов серии DPO/DSA/MSO70000	065-0864-xx
Кейс для транспортировки (металлический каркас, деревянные панели)	016-2039-00
Кейс для транспортировки (из углеволокна)	016-2043-00

#### Обновления

Осциллографы серии DPO/DSA/MSO70000 можно легко модернизировать по месту эксплуатации.

Для модернизации осциллографов серии DPO/DSA/MSO70000 закажите требуемые опции обновления, которые перечислены ниже. Код заказа обновления состоит из условного обозначения модели осциллографа и окончания, указанного в таблице, например, DPO-UP DDRA.

Опция	Описание
<b>Память</b>	
Для расширения длины записи в DPO70000 или MSO70000 от:	
XL02	стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 2XL
XL05	стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 5XL
XL010	стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 10XL
XL020* <sup>10</sup>	стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 20XL
Для расширения длины записи DPO70000, DSA70000 или MSO70000 от:	
XL25	конфигурации с опцией 2XL до конфигурации с опцией 5XL
XL210	конфигурации с опцией 2XL до конфигурации с опцией 10XL
XL220* <sup>10</sup>	конфигурации с опцией 2XL до конфигурации с опцией 20XL
XL510	конфигурации с опцией 5XL до конфигурации с опцией 10XL
XL520* <sup>10</sup>	конфигурации с опцией 5XL до конфигурации с опцией 20XL
XL1020* <sup>10</sup>	конфигурации с опцией 10XL до конфигурации с опцией 20XL
<b>Поиск и запуск</b>	
Для дооснащения DPO70000, DSA70000 и MSO70000	
LT	Тестирование по предельным значениям
MTH	Тестирование коммуникационных стандартов по маске, включает аппаратную схему восстановления тактовой частоты
ST6G	Декодирование и запуск по 8/10-битовым последовательным протоколам со скоростями до 6,25 Гбит/с
STU	Декодирование и запуск по протоколам со скоростями от 3,125 Гбит/с до 6,25 Гбит/с
<b>Расширенный анализ</b>	
Для дооснащения DPO70000, DSA70000 и MSO70000	
ASM	Расширенный поиск и маркировка событий
CP2* <sup>16,25</sup>	Для проверки на соответствие телекоммуникационным стандартам ANSI/ITU
D-PHY* <sup>11</sup>	Анализ и измерение параметров сигналов стандарта MIPI®D-PHY



Кейс для транспортировки (из углеводного волокна)

Опция	Описание
DDRA* <sup>20</sup>	Опция DDRA
DJAH* <sup>22</sup>	Программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и построения глазковых диаграмм (для дооснащения моделей DPO70404 - DPO70804 и MSO70404 - MSO70804)
DJAU* <sup>10</sup>	Программное обеспечение DPOJET для анализа джиттера и построения глазковых диаграмм (для дооснащения моделей DPO71254 - DPO72004 и MSO71254 - MSO72004)
DSAH* <sup>22</sup>	Пакет для анализа цифровых сигналов (для моделей MSO70404 - MSO70804)
DSAU* <sup>10</sup>	Пакет для анализа цифровых сигналов (для моделей MSO71254 - MSO72004)
DSPT* <sup>13,14</sup>	Проверка на соответствие спецификациям DisplayPort
DVI	Проверка на соответствие спецификациям DVI
EQ* <sup>21</sup>	Дооснащение от опции SLE до опции SLA
ERRDTH* <sup>15, 22</sup>	Детектор фреймов и коэффициента битовых ошибок (дооснащение моделей DPO70404 - DPO70804, DSA70404 - DSA70804, или MSO70404 - MSO70804)
ERRDTU* <sup>10, 15</sup>	Детектор фреймов и коэффициента битовых ошибок (дооснащение моделей DPO71254 - DPO72004, DSA71254 - DSA72004, или MSO71254 - MSO72004)
ET3	Проверка на соответствие спецификациям Ethernet
FBD* <sup>9, 25</sup>	Анализ шин памяти FB-DIMM
HT3	Программное обеспечение тестирования на соответствие спецификациям HDMI
HT3DS	Прямой синтез HDMI для HDMI 1.4
IBA* <sup>9,25</sup>	Тестирование на соответствие спецификациям InfiniBand и построение глазковых диаграмм
J2* <sup>25</sup>	Программное обеспечение анализа дисковых накопителей TDSDDM2
JA3* <sup>25</sup>	Программное обеспечение для расширенных измерений джиттера и временных соотношений TDSJIT3
M-PHY* <sup>11</sup>	Анализ и измерение параметров сигнала стандарта MIPI®M-PHY

Опция	Описание
PCE3* <sup>11</sup>	Программное обеспечение для анализа интерфейсов PCI Express™
PTD	Декодирование 8/10-битовых последовательных протоколов
PWR	Программное обеспечение для измерения и анализа мощности
QPI* <sup>11</sup>	Программное обеспечение для автоматизированного тестирования Intel® Quick Path Interconnect 1.1
RJUP	Модернизация серии DSA70000 – программное обеспечение RT-Eye для анализа и тестирования последовательных данных
RTE* <sup>25</sup>	Программное обеспечение для построения глазковых диаграмм, тестирования и анализа последовательных данных
SLA	Анализ каналов последовательной передачи данных (с компенсацией), расширенная версия
SLE	Анализ каналов последовательной передачи данных (без компенсации), базовая версия
SR-COMP	Анализ сигналов последовательных шин компьютеров и запуск от них (RS-232/422/485/UART)
SR-CUST	Комплект разработчика для анализа пользовательских последовательных шин
SR-DPHY	Анализ последовательных шин MIPI® D-PHY (DSI/CSI2)
SR-EMBD	Анализ сигналов последовательных шин встраиваемых устройств и запуск от них (I <sup>2</sup> C, SPI)
SR-USB	Анализ сигналов последовательных шин USB и запуск от них
SSD	Дополнительный съемный диск (твердотельный накопитель)
SST* <sup>9,25</sup>	Программный модуль для анализа SATA и SAS и построения глазковых диаграмм
SVEH* <sup>22</sup>	ПО SignalVu™ – векторный анализ сигналов, базовая версия
SVEU* <sup>10</sup>	ПО SignalVu™ – векторный анализ сигналов, базовая версия
SVM* <sup>24</sup>	Общий анализ модуляции. Необходима опция SVE
SVO* <sup>24</sup>	Гибкий анализ OFDM
SVP* <sup>24</sup>	Расширенный анализ сигналов (включая измерение импульсов). Необходима опция SVE
SVT* <sup>24</sup>	Измерения времени установки частоты и фазы. Необходима опция SVE
USB	Тестирование на совместимость USB 2.0
USB3* <sup>11,13</sup>	Тестирование на совместимость и анализ USB 3.0
UWB* <sup>25</sup>	Спектральный анализ сверхширокополосных сигналов (включает проверку интерфейса WiMedia Alliance PHY), расширенная версия
VETH* <sup>22</sup>	Визуальный запуск
VETU* <sup>10</sup>	Визуальный запуск
VNM* <sup>23</sup>	Декодирование и измерение временных параметров TDSVNM CAN и LIN (без запуска)
Прочее	
IF	Модернизация изделия

<sup>9</sup> Требуется опция RTE

<sup>10</sup> Для моделей с полосой ≥12,5 ГГц

<sup>11</sup> Требуется опция DJA

<sup>13</sup> Для моделей с полосой >8 ГГц

<sup>14</sup> Требуется опция DJA и 5XL

<sup>15</sup> Требуется опция ST6G

<sup>16</sup> Требуется опция MTH

<sup>20</sup> Требуется опции ASM и DJA

<sup>21</sup> Требуется опция SLE

<sup>22</sup> Для моделей с полосой ≤8 ГГц

<sup>23</sup> Имеется модуль запуска CAN/LIN. Закажите ATM1 в компании Crescent Heart Software

<sup>24</sup> Требуется опции SVE, SVEH или SVEU

<sup>25</sup> Совместимость только с осциллографами с ОС Windows XP

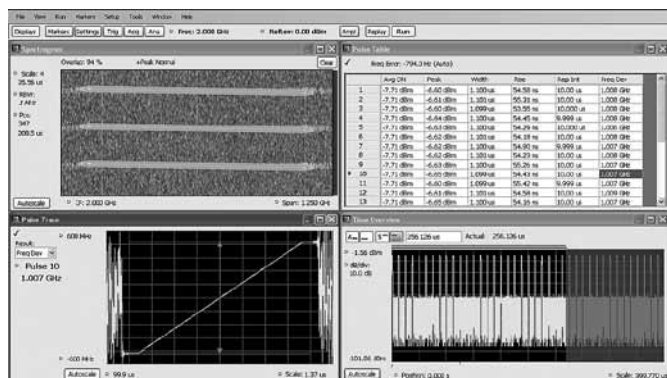
### Расширение полосы пропускания прибора

Полосу пропускания аналогового тракта осциллографов серии DPO/DSA/MSO70000 можно легко расширить по месту эксплуатации с помощью перечисленных ниже опций.

Исходная полоса	Полоса после модернизации	Код заказа
<b>Серии DPO70000 и DSA70000</b>		
4 ГГц	6 ГГц	BWU4T6
4 ГГц	8 ГГц	BWU4T8
4 ГГц	12,5 ГГц	BWU4T12
4 ГГц	16 ГГц	BWU4T16
4 ГГц	20 ГГц	BWU4T20
6 ГГц	8 ГГц	BWU6T8
6 ГГц	12,5 ГГц	BWU6T12
6 ГГц	16 ГГц	BWU6T16
6 ГГц	20 ГГц	BWU6T20
8 ГГц	12,5 ГГц	BWU8T12
8 ГГц	16 ГГц	BWU8T16
8 ГГц	20 ГГц	BWU8T20
12,5 ГГц	16 ГГц	BWU12T16
12,5 ГГц	20 ГГц	BWU12T20
16 ГГц	20 ГГц	BWU16T20
<b>Серии DPO70000C и DSA70000C</b>		
4 ГГц	6 ГГц	CBWU4T6
4 ГГц	8 ГГц	CBWU4T8
4 ГГц	12,5 ГГц	CBWU4T12
4 ГГц	16 ГГц	CBWU4T16
4 ГГц	20 ГГц	CBWU4T20
6 ГГц	8 ГГц	CBWU6T8
6 ГГц	12,5 ГГц	CBWU6T12
6 ГГц	16 ГГц	CBWU6T16
6 ГГц	20 ГГц	CBWU6T20
8 ГГц	12,5 ГГц	CBWU8T12
8 ГГц	16 ГГц	CBWU8T16
8 ГГц	20 ГГц	CBWU8T20
12,5 ГГц	16 ГГц	CBWU12T16
12,5 ГГц	20 ГГц	CBWU12T20
16 ГГц	20 ГГц	CBWU16T20
<b>Серия MSO70000 и MSO70000C</b>		
4 ГГц	6 ГГц	MBWU4T6
4 ГГц	8 ГГц	MBWU4T8
4 ГГц	12,5 ГГц	MBWU4T12
4 ГГц	16 ГГц	MBWU4T16
4 ГГц	20 ГГц	MBWU4T20
6 ГГц	8 ГГц	MBWU6T8
6 ГГц	12,5 ГГц	MBWU6T12
6 ГГц	16 ГГц	MBWU6T16
6 ГГц	20 ГГц	MBWU6T20
8 ГГц	12,5 ГГц	MBWU8T12
8 ГГц	16 ГГц	MBWU8T16
8 ГГц	20 ГГц	MBWU8T20
12,5 ГГц	16 ГГц	MBWU12T16
12,5 ГГц	20 ГГц	MBWU12T20
16 ГГц	20 ГГц	MBWU16T20
<b>Серия DPO70000D и DSA70000D</b>		
25 ГГц	33 ГГц	DBWU25T33

# Программное обеспечение для векторного анализа сигналов

## SignalVu™



## Возможности и преимущества

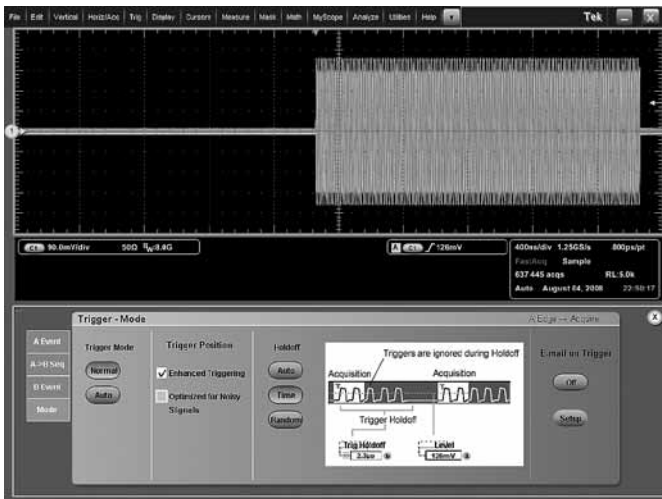
- **Запуск**
  - Встроенный пакет анализа РЧ сигналов позволяет воспользоваться всеми возможностями осциллографа
  - Система запуска Pinpoint™ предлагает более 1400 сочетаний параметров, позволяющих осуществлять запуск практически от любых событий
- **Захват**
  - Прямое наблюдение СВЧ сигналов без внешнего преобразователя частоты
  - Возможность захвата всех сигналов в полосе пропускания аналогового тракта осциллографа
  - Возможность настройки параметров захвата осциллографа для повышения эффективности использования памяти
  - Сегментированная память FastFrame сохраняет пакеты сигналов, не расходуя объем на промежутки между пакетами
  - На 4 входных аналоговых канала осциллографа можно подавать РЧ, I, Q и дифференциальные I и Q сигналы

## ■ Анализ

- Одновременное отображение коррелированных по времени событий в нескольких областях позволяет сопоставить проблемы по времени, частоте, фазе и амплитуде, что существенно ускоряет диагностику неисправностей
- Измерение мощности и статистических параметров сигнала помогает характеризовать компоненты и системы: коэффициент утечки мощности в соседний канал, коэффициент утечки мощности в соседний канал для сигналов с несколькими несущими, зависимость мощности от времени, комплементарная интегральная функция распределения, занимаемая/эффективная полоса частот и поиск выбросов
- Измерение параметров аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов для определения характеристик аналоговых передатчиков (опция SVA)
- Измерение времени установки, частоты и фазы (опция SVT) для определения параметров широкополосных задающих генераторов с быстрой перестройкой частоты
- Расширенный пакет анализа сигналов (опция SVP) – автоматические измерения параметров импульсов, включая время нарастания, длительность импульса и фазовый сдвиг между импульсами, позволяя глубоко анализировать поведение импульсных сигналов
- Пакет анализа цифровой модуляции общего назначения (опция SVM) предоставляет функции векторного анализа сигналов
- Гибкий анализ сигналов OFDM стандартов 802.11a/g/j и WiMAX 802.16-2004 в (опция SVO)
- Управление отстройкой частоты для анализа модулирующих сигналов с близкой к нулю промежуточной частотой (ПЧ)
- Пакет Tektronix OpenChoice® облегчает передачу данных в аналитические приложения, такие как Excel и Matlab

## Применение

- Сигналы широкополосных радиолокационных систем и импульсные РЧ сигналы
- Коммуникационные устройства со скачкообразной перестройкой частоты
- Широкополосные спутниковые и радиорелейные каналы связи



Разнообразные функции запуска осциллографа позволяют захватывать только те фрагменты сигнала, которые вас интересуют. Функции системы запуска Pinpoint, такие как сочетание событий A и B с запуском по фронту и удержанием, позволяют захватывать последовательности импульсов в конкретных режимах работы передатчика.

## ПО векторного анализа сигналов SignalVu™ для осциллографов серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000

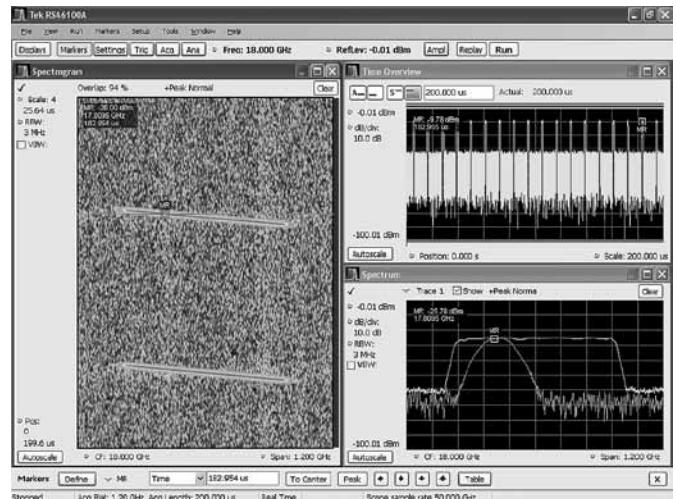
Измерение характеристик широкополосных сигналов

ПО векторного анализа сигналов SignalVu упрощает проверку работы широкополосных схем и измерение характеристик сигналов с широким спектром. Объединение функций анализа сигналов, присущих анализаторам спектра реального времени серии RSA5000 и RSA6000, с функциями широкополосных цифровых осциллографов позволяет обрабатывать сложные сигналы без внешних преобразователей частоты. В результате вы получаете функции векторного анализатора сигналов и анализатора спектра, а также расширенные возможности запуска цифрового осциллографа в одном комплекте. Чем бы вы ни занимались – проектированием широкополосных РЛС, высокоскоростных средств спутниковой связи или коммуникационных устройств со скачкообразной перестройкой частоты – ПО SignalVu ускорит вашу работу, показав изменяющееся во времени поведение этих широкополосных сигналов.

SignalVu представляет собой встроенное прикладное программное обеспечение для цифровых осциллографов серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000. Для оптимизации сбора широкополосных данных пользователь может легко переключаться между ПО SignalVu и интерфейсом пользователя осциллографа.

### Запуск

ПО SignalVu прекрасно работает с осциллографами, обеспечивая доступ к их расширенным функциям запуска. Возможность запуска по событиям, изменяющимся по времени или по амплитуде, жизненно необходима для проектирования, отладки и проверки широкополосных систем. Используемая в осциллографах Tektronix система Pinpoint позволяет выбирать практически любые типы запуска по событиям A и B – по фронту, по состоянию, по времени или по логической комбинации событий. После запуска SignalVu обрабатывает захваченные данные, позволяя анализировать сигналы в нескольких областях.



После захвата сигнала в память SignalVu предоставляет возможность детального анализа в нескольких областях. Спектрограмма (левая панель) показывает изменяющуюся во времени частоту ЛЧМ импульса шириной 800 МГц. Если выбрать точку спектрограммы в момент появления импульса, можно увидеть нарастание модулирующей частоты от нижнего до верхнего значения (нижняя правая панель).

### Захват

Один захват данных позволяет выполнить несколько измерений без повторного захвата. Все сигналы в полосе захвата сохраняются в длинной памяти осциллографа. Возможен одновременный захват по всем четырем каналам, каждый из которых можно независимо анализировать в ПО SignalVu. На входы каналов осциллографа можно подавать P, C, I и Q, или дифференциальные сигналы. Кроме того, перед выполнением анализа захваченных данных в ПО SignalVu, их можно обработать с помощью математических функций. Длительность захвата зависит от выбранной полосы – осциллографы серии MSO/DPO5000 в одноканальном режиме могут захватить до 25 мс, DPO7000 в одноканальном режиме – до 12,5 мс, а DPO/DSA/MSO70000 в одноканальном режиме – до 2,5 мс сигнала. Снижение частоты дискретизации осциллографа позволяет существенно увеличить длительность захвата. Режим сегментированной памяти FastFrame в ПО SignalVu позволяет захватывать интересные события, например, импульсы с большой скважностью, не расходуя лишней памяти захвата. Используя несколько событий запуска, FastFrame захватывает и сохраняет короткие пакеты сигналов для последующего векторного анализа с помощью ПО SignalVu. Это позволяет захватывать тысячи фреймов сигнала и анализировать долговременные тенденции и изменения пакетных сигналов.

**Анализ**

ПО векторного анализа сигналов SignalVu предлагает те же возможности, что и анализаторы спектра реального времени серии RSA5000 и RSA6000. SignalVu повышает производительность инженеров, занятых разработкой, интеграцией и проверкой компонентов и широкополосных систем, а также инженеров по эксплуатации, работающих с радиосетями или занимающихся распределением частотного ресурса. Помимо выполнения спектрального анализа, спектрограммы показывают зависимость частоты и амплитуды от времени. Коррелированные по времени измерения можно выполнять в частотной, фазовой, амплитудной и модуляционной областях. Это идеально подходит для анализа сигналов, включая частотные скачки, импульсные характеристики, изменение режимов модуляции, время установки, изменение полосы и непериодические сигналы.

SignalVu может обрабатывать данные, захваченные по любому из четырех имеющихся каналов осциллографа. Кроме того, SignalVu может использовать математические функции осциллографа, что позволяет применять специальные фильтры перед векторным анализом сигналов.

**Опции, адаптированные к широкополосным приложениям**

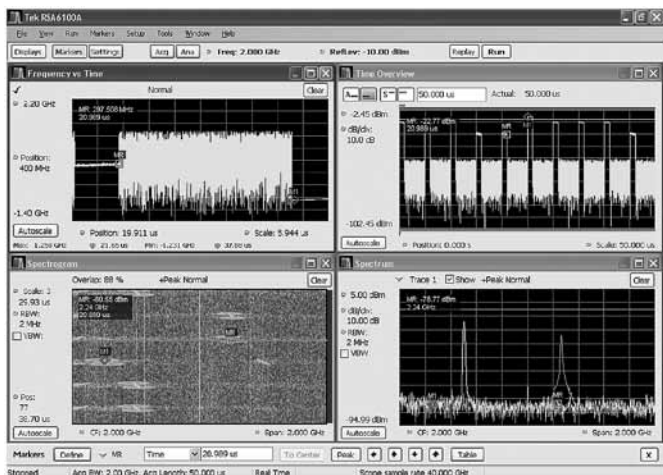
ПО векторного анализа сигналов SignalVu может работать со всеми осциллографами серий MSO/DPO5000, DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000 и предлагает опции, позволяющие адаптировать его для работы со специальными приложениями, такими как измерения характеристик широкополосных РЛС и спутниковых сигналов или управление спектром. Пакет SignalVu Essentials (опция SVE) предлагает набор базовых функций для всех типов измерений и необходим для выполнения анализа импульсных сигналов (опция SVP), измерения времени установки (опция SVT), анализа цифровой модуляции (опция SVM) и гибкого анализа сигналов OFDM (опция SVO).

**Измерительные функции**

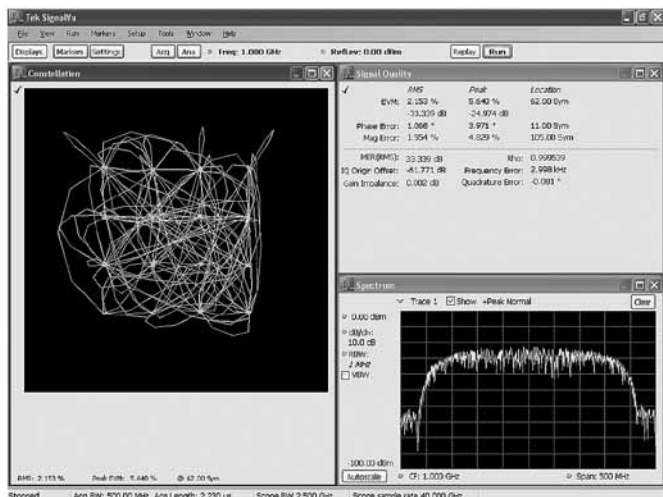
<b>Измерения</b>	<b>Описание</b>
Измерения в режиме анализатора спектра (опция SVE)	Мощность в канале, мощность в соседнем канале, коэффициент утечки мощности в соседний канал для сигналов с несколькими несущими, занимаемая полоса частот, полоса по уровню x дБ, маркер дБм/Гц, маркер dBc/Гц
Измерения во временной области и статистические функции (опция SVE)	Зависимость I/Q от времени, зависимость амплитуды от времени, зависимость мощности от времени, зависимость частоты от времени, зависимость фазы от времени, комплементарная интегральная функция распределения, отношение пикового значения к среднему, амплитуда, частота, анализ фазовой модуляции
Поиск выбросов (опция SVE)	До 20 диапазонов, выбираемые пользователем детекторы (пиковый, усредняющий, пиковый CISPR), фильтры (RBW, CISPR, MIL и VBW в каждом диапазоне). Линейная или логарифмическая шкала частот. Величина отклонения мощности в абсолютных единицах или по отношению к уровню несущей. До 999 отклонений в табличной форме для экспорта в формат CSV
Измерение параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов (опция SVA)	Мощность несущей, ошибка по частоте, частота модуляции, параметры модуляции (размах, амплитуда, ср. кв. значение), отношение сигнала к шуму и искажениям (SINAD), модуляционные искажения, отношение сигнал/шум, гармонические искажения, негармонические искажения, уровень фона и шума.
Время установки (частота и фаза) (опция SVT)	Измерение частоты, времени установки от последней установленной частоты, времени установки от последней установленной фазы, времени установки от запуска. Автоматический или ручной выбор опорной частоты. Настраиваемые пользователем полоса измерения, усреднение и сглаживание. Разбраковка по шаблону «годен/не годен» с тремя определяемыми зонами.
Расширенный анализ сигналов (опция SVP)	Средняя мощность импульса, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения импульсов (в секундах), период повторения импульсов (в герцах), коэффициент заполнения (%), скважность, пульсации (дБ), пульсации (%), наклон (дБ), наклон (%), выброс (дБ), выброс (%), среднеквадратическая ошибка частоты, макс. ошибка частоты, среднеквадратическая ошибка фазы, макс. ошибка фазы, отклонение частоты, отклонение фазы, импульсная характеристика (дБ), импульсная характеристика (с), метка времени.
Гибкий анализ сигналов OFDM (опция SVO)	Анализ сигналов OFDM стандартов WLAN 802.11a/g/j и WiMAX 802.16-2004. Конституционная диаграмма, результаты скалярных измерений, амплитуда вектора ошибки (EVM) или мощность сигнала в зависимости от несущей, таблица символов (двоичные или шестнадцатеричные числа)
Анализ цифровой модуляции общего назначения (опция SVM)	Амплитуда вектора ошибки (EVM) (ср. кв., пиковая, зависимость от времени), коэффициент ошибок модуляции (MER), ошибка амплитуды (ср. кв., пиковая, зависимость от времени), ошибка фазы (ср. кв., пиковая, зависимость от времени), смещение исходной точки, ошибка по частоте, разбаланс усиления, квадратурная ошибка, ро, конституционная диаграмма, таблица символов. Только для ЧМн: отклонение частоты, ошибка синхронизации символа

Операционная система MS Windows дополнительно упрощает выполнение анализа в нескольких областях, предлагая неограниченное число коррелированных по времени измерительных окон, что позволяет глубже изучить поведение сигнала. Настраиваемый в соответствии с вашими предпочтениями интерфейс пользователя (клавиатура, передняя панель, сенсорный экран и мышь) помогает обучению работе с SignalVu, как для новичков, так и для опытных пользователей.

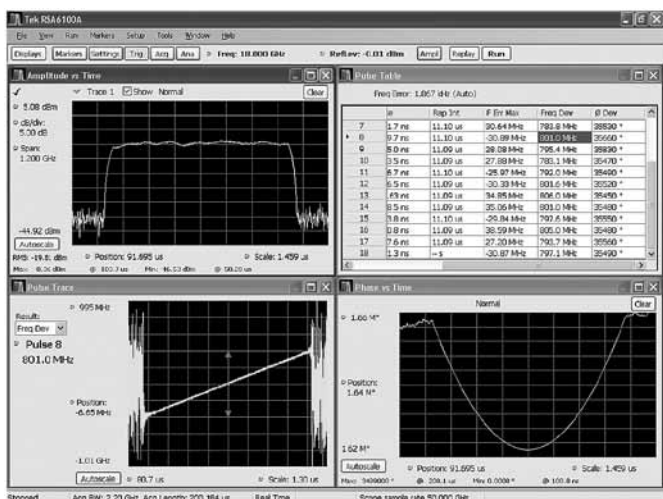




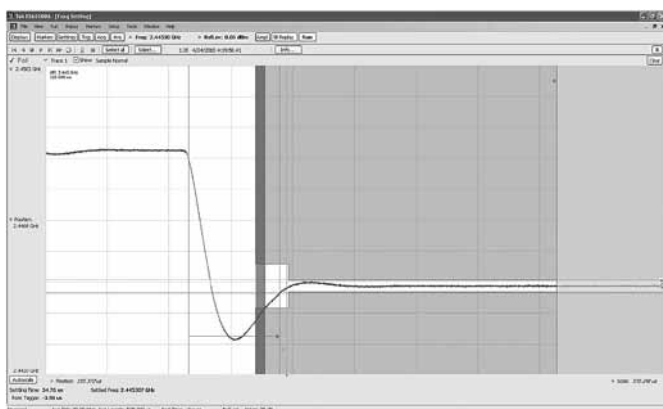
Коррелированное по времени представление сигнала в нескольких областях позволяет по-новому взглянуть на работу схемы. Здесь можно увидеть спектрограмму скачков узкополосного сигнала (слева внизу) и точно измерить параметры скачков по графику зависимости частоты от времени (слева вверху). На двух правых панелях показана частотная и временная зависимость скачков сигнала.



ПО SignalVu позволяет непосредственно наблюдать широкополосные сигналы спутниковых каналов и СВЧ сигналы каналов типа «точка-точка». Здесь показано, как пакет анализа цифровой модуляции общего назначения (опция SVM) демодулирует сигнал с модуляцией 16QAM, передаваемый со скоростью 312,5 Мсимв./с.



Расширенный пакет анализа сигналов (опция SVP) предлагает 27 функций для автоматического измерения длинных импульсных последовательностей. На рисунке показан ЛЧМ импульс шириной 800 МГц с центральной частотой 18 ГГц с результатами измерения импульсов с 7 по 18 (справа вверху). Форма импульса видна на графике зависимости амплитуды от времени (слева вверху). Две нижние панели показывают девиацию частоты и параболическую фазовую траекторию импульса № 8.



Измерения времени установки (опция SVT) выполняются автоматически. Пользователь может выбрать полосу измерения, интервалы допусков, опорную частоту (автоматически или вручную) и установить 3 интервала допуска в зависимости от времени для разбивки по шаблону «годен/не годен». Время установки можно измерять по внешнему или внутреннему запуску и от последней установленной частоты или фазы. На рисунке показано измерение времени установки генератора со скачкообразной перестройкой частоты по внешнему запуску.

## Технические характеристики (типичные)

Ниже приведены типичные характеристики ПО SignalVu, работающего на любом осциллографе серий MSO/DPO5000, DPO7000 или DPO/DSA/MSO70000.

### Частотные характеристики

Параметр	Значение
Диапазон частот	См. техническое описание соответствующего осциллографа
Начальная точность установки центральной частоты	Равна точности установки скорости развертки осциллографа
Шаг установки центральной частоты	0,1 Гц
Диапазон установки частоты	От 0 Гц до верхнего значения полосы пропускания осциллографа
Погрешность показаний частотного маркера	$\pm(\text{Ошибка опорной частоты} \times \text{Частота маркера} + 0,001 \times \text{Полоса обзора} + 2) \text{ Гц}$
Погрешность полосы обзора	$\pm 0,3 \%$
Погрешность опорной частоты	Равна погрешности, дрейфу и долговременному уходу опорной частоты осциллографа. См. техническое описание соответствующего осциллографа DPO/DSA/MSO

### Интермодуляционные искажения 3-го порядка<sup>1</sup>

Центральная частота	MSO/DPO5000	DPO7000	DPO/DSA/MSO70000
2 ГГц	-38 dBc	-40 dBc	-55 dBc
10 ГГц	-	-	-48 dBc
18 ГГц	-	-	-50 dBc

<sup>1</sup> Условия измерения: уровень каждого сигнала -5 дБм, опорный уровень 0 дБм, разнесение сигналов по частоте 1 МГц. Математическая обработка отключена. Характеристики DPO7054/7104 и MSO/DPO5034/5054/5104 не нормируются.

### Остаточная неравномерность АЧХ<sup>2</sup>

Серия осциллографов	Значение
DPO/DSA/MSO70000 (для всех полос обзора)	-60 дБм
DPO/70000 (для всех полос обзора)	-65 дБм
MSO/DPO/5000 (для всех полос обзора)	-70 дБм

<sup>2</sup> Условия измерения: РЧ вход заглушен, опорный уровень 0 дБм, измерения выполнялись после рекомендованного времени прогрева осциллографа и выполнения калибровки SPC. Не включает выбросы с частотой ноль герц.

### Отображаемый средний уровень шумов<sup>3</sup>

Полоса обзора	MSO/DPO5000	DPO7000	DPO/DSA/MSO70000
0 Гц – 500 МГц	-94 дБм	-100 дБм	-103 дБм
500 МГц – 3,5 ГГц	-	-102 дБм	-103 дБм
3,5 ГГц – 14 ГГц	-	-	-101 дБм
14 ГГц – 20 ГГц	-	-	-88 дБм
20 ГГц – 25 ГГц	-	-	-87 дБм
25 ГГц – 33 ГГц	-	-	-85 дБм

<sup>3</sup> Условия измерения: РЧ вход заглушен, разрешающая способность по частоте 10 кГц, усреднение по 100 точкам, опорный уровень -10 дБм, усредняющий детектор. Измерения выполнялись после рекомендованного времени прогрева осциллографа и выполнения калибровки SPC. Характеристики MSO/DPO5034 и MSO/DPO5054 не нормируются.

### Входные характеристики

Параметр	Значение
Количество входов <sup>4</sup>	4
Тип входного сигнала	РЧ, несимметричные I/Q, дифференциальные I/Q
Максимальный уровень входного сигнала	+26 дБм при входном сопротивлении 50 Ом (5 В <sub>ср.кв.</sub> )

<sup>4</sup> ПО SignalVu может обрабатывать сигналы, захваченные с любого канала осциллографа. Кроме того, в каждом канале осциллографа можно применять математические функции и фильтрацию. Затем SignalVu может выбрать результирующий математический канал для обработки сигнала.

### Запуск

Параметр	Описание
Режимы запуска	Периодический запуск и система запуска по выбранному критерию. Чувствительность и технические характеристики системы запуска приведены в техническом описании соответствующего осциллографа

**Захват сигнала**

SignalVu позволяет захватывать длительные фрагменты сигнала с высоким разрешением по времени и частоте. Максимальное время захвата определяется объемом памяти и полосой пропускания аналогового тракта осциллографа. В следующей таблице приведены характеристики моделей в одноканальном режиме с максимальным объемом памяти.

Модель <sup>*5</sup>	Макс. полоса обзора	Макс. время захвата при макс. частоте дискретизации	Макс. разрешение по частоте при макс. частоте дискретизации	Макс. разрешение I/Q сигналов по времени	Макс. кол-во кадров в режиме FastFrames <sup>*6</sup>
DPO/DSA73304D	33 ГГц	2,5 мс	1,2 кГц	20 пс	65 535
DPO/DSA7204D	25 ГГц				
DPO/DSA/MS072004C	20 ГГц				
DPO/DSA/MS071604C	16 ГГц				
DPO/DSA/MS071254C	12,5 ГГц				
DPO/DSA/MS070804C	8 ГГц	5 мс	600 Гц	80 пс	
DPO/DSA/MS070604C	6 ГГц				
DPO/DSA/MS070404C	4 ГГц				
DPO7354C	3,5 ГГц	12,5 мс	300 Гц	50 пс	
DPO7254C	2,5 ГГц				
DPO7104C	1 ГГц			100 пс	
DPO7054C	500 МГц				
MSO/DPO5204	2 ГГц	25 мс	100 Гц	200 пс	
MSO/DPO5104	1 ГГц				
MSO/DPO5054	500 МГц			400 пс	
MSO/DPO5034	350 МГц				

<sup>\*5</sup> С опцией, максимально удлиняющей время записи, при максимальной частоте дискретизации.

<sup>\*6</sup> Максимальное количество доступных кадров будет зависеть от длины записи осциллографа, частоты дискретизации и настройки длины захвата.

**Аналитические функции**

Область представления	Режим отображения
Частота (опция SVE)	Спектр (зависимость амплитуды от линейной или логарифмической частоты) Спектрограмма (зависимость амплитуды от частоты и времени) Паразитные составляющие (зависимость амплитуды от линейной или логарифмической частоты)
Временные и статистические характеристики (опция SVE)	Зависимость амплитуды от времени Зависимость частоты от времени Зависимость фазы от времени Зависимость амплитудной модуляции от времени Зависимость частотной модуляции от времени Зависимость фазовой модуляции от времени Зависимость I и Q от времени Обзор во временной области Комплементарная интегральная функция распределения Отношение пикового значения к среднему
Время установки, частота и фаза (опция SVT)	Зависимость установки частоты от времени Зависимость установки фазы от времени
Пакет расширенных измерений (опция SVP)	Таблица импульсных характеристик Трассировка импульсов (выбирается по номеру импульса) Статистические характеристики импульсов (тренд, БПФ тренда и гистограмма)
Цифровая демодуляция (опция SVM)	Констелляционная диаграмма Зависимость EVM от времени Таблица символов (двоичная или шестнадцатеричная) Зависимость амплитудной и фазовой ошибки от времени и качества сигнала Зависимость демодулированного IQ от времени Глазковая диаграмма Решетчатая диаграмма Зависимость отклонения частоты от времени
Гибкий анализ сигналов OFDM (опция SVO)	Зависимость EVM от символа или от поднесущей Зависимость мощности поднесущей от символа или канала Констелляционная диаграмма поднесущей Таблица символов Зависимость ошибки по амплитуде от символа, или от поднесущей Зависимость ошибки по фазе от символа, или от поднесущей Частотная характеристика канала

**Поддерживаемые форматы файлов** – ПО SignalVu может считывать данные, сохраненные приборами серий MSO/DPO5000, DPO7000, DPO/DSA/MSO70000, RSA5000 и RSA6000. Возможна загрузка файлов в формате WFM и TIQ.

**Радиочастотные характеристики и возможности спектрального анализа**

**Полоса разрешения**

Параметр	Описание
<b>Разрешающая способность по полосе разрешения</b>	
Разрешающая способность по полосе пропускания (спектральный анализ)	Изменение с кратностью шага 1, 2, 3, 5, режим связи автоматический или выбираемый пользователем
Форма полосы разрешения	Близкая к гауссовской, коэффициент формы 4,1:1 (60:3 дБ) ±10% (тип.)
Точность полосы разрешения	±1% (в автоматическом режиме связи)
Альтернативные типы полосы разрешения	Окно Кайзера (фильтр ПЧ), –6 дБ MIL, CISPR, окно Блекмана-Харриса 4В, стандартное окно (без окна), окно с плоской вершиной (амплитуда синусоиды), окно Хеннинга

Параметр	Описание
<b>Видеополоса</b>	
Диапазон изменения видеополосы	Зависит от установленной длины записи осциллографа Примерно от 500 Гц до 5 МГц
Максимальное отношение разрешения по частоте к видеополосе	10 000:1
Минимальное отношение разрешения по частоте к видеополосе	1:1
Разрешение	5% от введенного значения
Погрешность (типовая)	±10%

**Полоса пропускания во временной области**

Диапазон изменения полосы пропускания	Не менее чем от 1/2 до 1/10 000 полосы захвата
Форма полосы пропускания	Близкая к Гауссовской, коэффициент формы 4,1:1 (60:3 дБ), ±10% (тип.) Коэффициент формы <2,5:1 (60:3 дБ), типовой для всех полос
Погрешность полосы пропускания	±10%

**Диаграммы спектра, детекторы и функции**

Параметр	Описание
Диаграммы	Три диаграммы + 1 математическая диаграмма + 1 спектрограмма для отображения спектра
Детектор	Пиковый, –пиковый, усредняющий, пиковый CISPR
Функции обработки диаграмм	Нормализация, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
Длина диаграммы спектра	801, 2401, 4001, 8001 или 10401 точек спектра

**Измерение параметров AM/ЧМ/ФМ сигналов и аудиосигналов (опция SVA)\*7**

Параметр	Значение
<b>Аналоговая демодуляция</b>	
Диапазон частот несущей	От 1 кГц (или от половины значения полосы анализа аудиосигнала) до максимальной входной частоты*8
Максимальная полоса обзора аудиосигнала	10 МГц*8

**Фильтры аудиосигнала**

ФНЧ, кГц	0,3, 3, 15, 30, 80, 300 и настраиваемая пользователем частота, не превышающая 0,9 x полосу аудиосигнала
ФВЧ, Гц	20, 50, 300, 400 и настраиваемая пользователем частота, не превышающая 0,9 x полосу аудиосигнала
Стандартный	ССИТТ, псофометрический фильтр
Компенсация предыскажений, мкс	25, 50, 75, 750 и вводимое пользователем значение
Определяемый пользователем	Файлы формата .TXT или .CSV, содержащие пары амплитуда/частота. Максимум 1000 пар

**Анализ ЧМ сигналов**

Измерения ЧМ сигналов Девияция/(частота модуляции) > 0,1	Мощность несущей, ошибка по частоте несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, –пик, амплитуда, ср. кв. значение), отношение сигнала к шуму и искажениям (SINAD), модуляционные искажения, отношение сигнал/шум, гармонические искажения, негармонические искажения, уровень фона и шума
Погрешность измерения девиации ЧМ (частота модуляции 1 кГц, девиация от 1 до 100 кГц)	±1,5 %

Параметр	Значение
Погрешность измерения частоты модуляции (частота модуляции от 1 до 100 кГц, девиация от 1 до 100 кГц)	±1,0 Гц
Погрешность измерения частоты несущей (девиация: от 1 до 10 кГц)	±1,0 Гц + (частота передатчика x погрешность опорной частоты)
<b>Остаточная ЧМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 5 кГц)</b>	
Гармонические искажения	0,2% (серии 7000, 70000) 1,0% (серия 5000)
SINAD	44 дБ (серии 7000, 70000) 38 дБ (серия 5000)
<b>Анализ АМ сигналов</b>	
Измерения АМ сигналов	Мощность несущей, частота аудиосигнала, глубина модуляции (+пик, -пик, амплитуда, ср. кв. значение), амплитуда отношение сигнала к шуму и искажениям (SINAD), модуляционные искажения, отношение сигнал/шум, гармонические искажения, негармонические искажения, уровень фона и шума
Погрешность измерения глубины модуляции (частота модуляции 1 кГц, глубина 50%)	±1% + 0,01 x измеренное значение
Погрешность измерения частоты модуляции (частота модуляции 1 кГц, глубина 50%)	±1 Гц
<b>Остаточная АМ</b>	
Гармонические искажения	0,3% (серии 7000, 70000) 1,0% (серия 5000)
SINAD	48 дБ (серии 7000, 70000) 43 дБ (серия 5000)
<b>Анализ ФМ сигналов</b>	
Измерения ФМ сигналов	Мощность несущей, ошибка по частоте несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, -пик, амплитуда, ср. кв. значение), отношение сигнала к шуму и искажениям (SINAD), модуляционные искажения, отношение сигнал/шум, гармонические искажения, негармонические искажения, уровень фона и шума

Параметр	Значение
Погрешность измерения девиации ЧМ (частота модуляции 1 кГц, девиация 0,628 рад.)	±100% x (0,01 + (частота модуляции/1 МГц))
Погрешность измерения частоты модуляции (частота модуляции 1 кГц, девиация 0,628 рад.)	±1 Гц
<b>Остаточная ФМ</b>	
Гармонические искажения	0,1% (серии 7000, 70000) 0,5% (серия 5000)
SINAD	48 дБ (серии 7000, 70000) 43 дБ (серия 5000)
<b>Прямой аудиовход</b>	
Измерения аудиосигнала	Мощность сигнала, частота аудиосигнала (+пик, -пик, амплитуда, ср. кв. значение), отношение сигнала к шуму и искажениям (SINAD), модуляционные искажения, отношение сигнал/шум, гармонические искажения, негармонические искажения, уровень фона и шума
Диапазон частот на прямом аудиовходе (только для аудиоизмерений)	От 1 Гц до 10 МГц
Максимальная полоса обзора аудиосигналов	10 МГц
Погрешность измерения аудиочастоты	±1 Гц
<b>Остаточная ФМ</b>	
Гармонические искажения	1,5%
SINAD	38 дБ

\*7 Все значения в таблице получены при следующих условиях измерений: уровень входного сигнала 0 дБм, частота входного сигнала 100 МГц, полоса разрешения в режиме Авто, усреднение отключено, фильтры отключены. Частота дискретизации и входные параметры оптимизированы для достижения наилучших результатов.

\*8 Рекомендуемая частота дискретизации осциллографа не должна превышать более чем в 10 раз несущую аудиочастоту для модулированных сигналов и верхнюю частоту полосы анализа аудиосигналов для прямого аудиовхода. Это уменьшает необходимую длину захвата для анализа узкополосных аудиосигналов.

Минимальная полоса анализа аудиосигналов и полоса разрешения в зависимости от объема памяти и частоты дискретизации осциллографа (опция SVA)

Модель	Частота дискретизации: 1 Гвыб/с				Частота дискретизации: максимальная			
	Стандартный объем памяти		Максимальный объем памяти		Стандартный объем памяти		Максимальный объем памяти	
	Мин. полоса анализа	Полоса разрешения (авто)	Мин. полоса анализа	Полоса разрешения (авто)	Мин. полоса анализа	Полоса разрешения (авто)	Мин. полоса анализа	Полоса разрешения (авто)
MSO/DPO5034 MSO/DPO5054	200 кГц	400 Гц	20 кГц	40 Гц	1 МГц	2 кГц	100 кГц	200 Гц
MSO/DPO5104 MSO/DPO5204	100 кГц	200 Гц	10 кГц	20 Гц	1 МГц	2 кГц	100 кГц	200 Гц
DPO7000	50 кГц	100 Гц	50 кГц	100 Гц	2 МГц	4 кГц	2 МГц	4 кГц
DPO/DSA/MSO70000 полоса пропускания ≥12,5 ГГц	200 кГц	400 Гц	10 кГц	20 Гц	Не рекомендуется	>4 кГц	1 МГц	2 кГц
DPO/DSA/MSO70000 полоса пропускания <12,5 ГГц	200 кГц	400 Гц	20 кГц	40 Гц	Не рекомендуется	>4 кГц	500 кГц	1 кГц

Время установки частоты и фазы (опция SVT)\*<sup>9</sup>

Погрешность установки частоты с достоверностью 95 % (тип.) для фиксированных значений частот, полос пропускания и количества измерений для усреднения

Измеряемая частота, число усредняемых измерений	Погрешность частоты в зависимости от полосы пропускания			
	1 ГГц	100 МГц	10 МГц	1 МГц
1 ГГц				
Одно измерение	20 кГц	2 кГц	500 Гц	100 Гц
100 измерений	10 кГц	500 Гц	200 Гц	50 Гц
1000 измерений	2 кГц	200 Гц	50 Гц	10 Гц
9 ГГц				
Одно измерение	20 кГц	5 кГц	2 кГц	200 Гц
100 измерений	10 кГц	2 кГц	500 Гц	50 Гц
1000 измерений	2 кГц	500 Гц	200 Гц	20 Гц

Погрешность установки фазы с достоверностью 95 % (тип.) для фиксированных значений частот, полос пропускания и количества измерений для усреднения

Измеряемая частота, число усредняемых измерений	Погрешность фазы в зависимости от полосы пропускания			
	1 ГГц	100 МГц	10 МГц	1 МГц
1 ГГц				
Одно измерение	2°	2°	2°	2°
100 измерений	0,5°	0,5°	0,5°	0,5°
1000 измерений	0,2°	0,2°	0,2°	0,2°
9 ГГц				
Одно измерение	5°	5°	5°	5°
100 измерений	2°	2°	2°	2°
1000 измерений	0,5°	0,5°	0,5°	0,5°

<sup>9</sup> Установившееся значение частоты или фазы на частоте измерения. Уровень измеряемого сигнала > -20 дБм, аттенуатор в режиме Авто.

Расширенный пакет анализа сигналов (опция SVP)

Параметр	Описание
Измерения	Средняя мощность во включенном состоянии, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения импульсов (в секундах), частота следования импульсов (в герцах), коэффициент заполнения (%), скважность (отношение), пульсации (дБ), пульсации (%), наклон (дБ), наклон (%), выброс (дБ), выброс (%), разность частот импульсов, разность фаз импульсов, среднеквадратическая ошибка по частоте, максимальная ошибка по частоте, среднеквадратическая ошибка по фазе, максимальная ошибка по фазе, отклонение частоты, отклонение фазы, импульсная характеристика (дБ), импульсная характеристика (с), метки времени
Число импульсов	От 1 до 10 000
Системное время нарастания (типовое)	Равно времени нарастания для осциллографа

Минимальная детектируемая длительность импульса\*<sup>10</sup>

Модель	Минимальная длительность импульса
DPO/DSA72004B MS072004	400 пс
DPO/DSA71604B MS071604	500 пс
DPO/DSA71254B MS071254	640 пс
DPO/DSA70804B MS070804	1 нс
DPO/DSA70604B MS070604	1,3 нс
DPO/DSA70404B MS070404	2 нс
DPO7354	2,25 нс
DPO7254	3 нс
DPO7104	8 нс
DPO7054	16 нс
MSO/DPO5204	4 нс
MSO/DPO5104	8 нс
MSO/DPO5054	16 нс
MSO/DPO5034	25 нс

<sup>10</sup> Условия измерения: длительность примерно равна 10/(частота дискретизации IQ). Частота дискретизации IQ является конечной частотой дискретизации после цифрового понижения частоты. Фильтр для измерения импульсов настроен на максимальную полосу пропускания.

Погрешность измерения импульсов\*<sup>11</sup>

Измерение	Погрешность (типовая)
Средняя мощность импульса	±0,3 дБ + абсолютная погрешность осциллографа по амплитуде
Средняя передаваемая мощность	±0,4 дБ + абсолютная погрешность осциллографа по амплитуде
Пиковая мощность	±0,4 дБ + абсолютная погрешность осциллографа по амплитуде
Длительность импульса	±(3% от показаний + 0,5 x период дискретизации)
Частота следования импульсов	±(3% от показаний + 0,5 x период дискретизации)

<sup>11</sup> Условия измерения: длительность импульса > 450 нс, отношение сигнал/шум ≥30 дБ, скважность от 0,5 до 0,001, температура от +18 до +28 °С.

Анализ цифровой модуляции (опция SVM)

Параметр	Описание
Форматы модуляции	π/2DBPSK, BPSK, SBPSK, QPSK, DQPSK, π/4DQPSK, D8PSK, 8PSK, OQPSK, SOQPSK, CPM, 16/32/64/128/256QAM, MSK, GMSK, GFSK, 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK, C4FM
Глубина анализа	До 80 000 выборок
Типы фильтров	
Измерительные фильтры	Корень квадратный из приподнятого косинуса, приподнятый косинус, фильтр Гаусса, прямоугольный, IS-95, IS-95 EQ, C4FM-P25, 1/2Sin, без фильтра, вводимый пользователем
Эталонные фильтры	Приподнятый косинус, фильтр Гаусса, прямоугольный, IS-95, SBPSK-MIL, SOQPSK-MIL, SOQPSK-ARTM, без фильтра, вводимый пользователем
Диапазон Alpha/B x T	От 0,001 до 1, с шагом 0,001
Измерения	Константная диаграмма, зависимость амплитуды вектора ошибки (EVM) от времени, коэффициент ошибок модуляции (MER), зависимость ошибки амплитуды от времени, зависимость фазовой ошибки от времени, качество сигнала, таблица символов, ро Только для ЧМн: девиация частоты, ошибка синхронизации символов
Диапазон скорости передачи	От 1 ксимв./с до (0,4 x частота дискретизации) Гсимв./с (модулированный сигнал должен полностью лежать в пределах полосы захвата)

**Адаптивный эквалайзер**

Параметр	Описание
Тип	Линейный, с управлением по решению, эквалайзер с упреждающей коррекцией (с конечной импульсной характеристикой) с изменяемым коэффициентом адаптации и регулируемой скоростью сходимости
Поддерживаемые виды модуляции	BPSK, QPSK, OQPSK, $\pi/2$ DBPSK, $\pi/4$ DQPSK, 8PSK, 8DPSK, 16DPSK, 16/32/64/128/256 QAM
Эталонные фильтры для всех видов модуляции кроме OQPSK	Приподнятый косинус, прямоугольный, без фильтра
Эталонные фильтры для OQPSK	Приподнятый косинус, $1/2\text{Sin}$
Длина фильтра	1-128 звеньев
Количество звеньев/ символов в фильтрах: приподнятый косинус, $1/2\text{Sin}$ ; без фильтра	1, 2, 4, 8
Количество звеньев/ 1 символов для прямоугольного фильтра	1
Управление эквалайзером	Отключен, настройка, удержание, сброс

**Остаточная амплитуда вектора ошибки (EVM) для модуляции 16QAM для серий DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000 (типичное значение)\*<sup>12</sup>**

Символьная скорость	ВЧ	IQ
100 Мсимв./с	<2,0 %	<2,0 %
312,5 Мсимв./с	<3,0 %	<3,0 %

\*<sup>12</sup> Частота несущей равна 1 ГГц, измерительный фильтр – корень квадратный из приподнятого косинуса, эталонный фильтр – приподнятый косинус, глубина анализа – 200 символов

**Остаточная амплитуда вектора ошибки (EVM) для модуляции 16QAM для серии MSO/DPO5000 (типичное значение)\*<sup>13</sup>**

Символьная скорость	ВЧ	IQ
10 Мсимв./с	1,5 %	1,0 %
100 Мсимв./с	4,0 %	2,0 %

\*<sup>13</sup> Частота несущей равна 700 МГц. Для моделей MSO/DPO5054 и MSO/DPO5034 данные не указаны. Использование внешнего эталона ухудшит значение EVM.

**Остаточная амплитуда вектора ошибки (EVM) для сигналов OFDM стандарта 802.11g на частоте 2,4 ГГц (типичное значение)**

Параметр	Серия DPO7000	Серия DPO/DSA/MSO70000
Выбран оптимальный уровень входного сигнала	-33 дБ	-38 дБ

**Общие технические характеристики**

Параметр	Описание
Интерфейс GPIB	SCPI-совместимый, в особых случаях см. «Руководство программиста»

## Информация для заказа

ПО векторного анализа сигналов SignalVu™ совместимо с осциллографами серии DPO/MSO5000 с микропрограммой версии 6.1.1 и с осциллографами серий DPO7000, DPO/DSA/MSO70000 с микропрограммой версии 5.1.0 и старше. ПО SignalVu Essentials (опция SVE) предлагает базовые функции векторного анализа сигналов и необходимо для работы всех остальных опций анализа.

**В комплект поставки всех опций SignalVu входит:** краткое руководство (печатная брошюра), готовый к распечатке файл справки и руководство программиста (на компакт-диске).

### Опции

Опция	Описание
SVE	SignalVu Essentials – ПО векторного анализа сигналов
SVP	Расширенный анализ сигналов (в том числе измерение параметров импульсных сигналов). Необходима опция SVE
SVM	Общий анализ цифровой модуляции. Необходима опция SVE
SVT	Измерение времени установки частоты и фазы. Необходима опция SVE
SVO	Гибкий анализ сигналов OFDM с поддержкой стандартов 802.11a/j/g и 802.16-2044 (фиксированный WiMAX). Не доступно для серии MSO/DPO5000. Необходимы приборы с операционной системой Windows 7
SVA	Измерение параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов. Необходима опция SVE. Необходимы приборы с операционной системой Windows 7

## Заказ ПО SignalVu и руководство по обновлению для вновь приобретаемых и находящихся в эксплуатации осциллографов

Перечень доступных для заказа опций ко всем осциллографам. Опция SVE является обязательной для всех остальных представленных опций. Опция SVO не совместима с моделями MSO/DPO5000.

Модель осциллографа	Заказ для установки на новый осциллограф	Модернизация имеющегося осциллографа
Серия MSO/DPO5000	Опция SVE (обязательна)	DPO-UP опция SVEE
Серия DPO7000	Опция SVE (обязательна)	DPO-UP опция SVEM
Серия DPO/DSA/MSO70000 ≤8 ГГц	Опция SVE (обязательна)	DPO-UP опция SVEH
Серия DPO/DSA/MSO70000 >8 ГГц	Опция SVE (обязательна)	DPO-UP опция SVEU
Опция SVE обязательна для всех указанных опций	Опция SVT (время установки)	DPO-UP опция SVT
	Опция SVP (импульсные измерения)	DPO-UP опция SVP
	Опция SVM (Общий анализ цифровой модуляции)	DPO-UP опция SVM
	Опция SVO (сигналы OFDM)	DPO-UP опция SVO
	Опция SVA (AM/ЧМ/ФМ, аудио)	DPO-UP опция SVA

### Ранее выпущенные модели

Серия DPO7000	На выпущенные ранее осциллографы серий DPO7000 и DPO/DSA/MSO70000 может быть установлено ПО SignalVu. Эти приборы используют операционную систему Microsoft Windows XP, имеют микропрограмму версии 5.1 или выше и совместимы с ПО SignalVu версии 2.3.0072.
Серия DPO/DSA/MSO70000	Информация для заказа ПО с целью обновления моделей приведена в таблице выше. Опции SVO (OFDM) и SVA (AM/ЧМ/ФМ, аудио) не совместимы с приборами, работающими под управлением ОС Microsoft Windows XP.



# Стробоскопический осциллограф для анализа высокоскоростных последовательных потоков данных

## Серия DSA8300



*DSA8300 представляет собой самый современный стробоскопический осциллограф эквивалентного времени, обеспечивающий наивысшую точность измерения и возможности анализа коммуникационных сигналов, сигналов последовательных шин и сетей передачи данных.*

### Возможности и преимущества

#### Высокая точность захвата сигналов

- Очень низкое значение джиттера генератора развертки
  - 425 фс (типичное значение) на 8 одновременно работающих каналов захвата
  - <200 фс (типичное значение) на 6 каналах с модулем опорной фазы 82A04
- Лучшее разрешение по вертикали – 16-разрядный АЦП
  - электрическое разрешение: <20 мкВ для младшего значащего разряда (для полного диапазона 1 В)
  - оптическое разрешение зависит от динамического диапазона оптического модуля – от <20 нВТ для модуля 80C07B (полный диапазон 1 мВт) до <0,6 мкВт для модуля 80C10B (полный диапазон 30 мВт)

#### Гибкая конфигурация

- Осциллограф DSA8300 поддерживает до 8 одновременно работающих каналов захвата.
- Широкий выбор оптических, электрических и вспомогательных модулей может удовлетворить любые требования при проведении испытаний.
- Оптические модули
  - Интегрируемые оптические модули, поддерживающие весь ряд стандартных скоростей передачи данных по оптическому каналу от 155 Мб/с до 100 Гб/с
  - Сертифицированные оптические эталонные приемники удовлетворяют специальным требованиям при проведении проверки на соответствие стандартам
  - Оптическая полоса пропускания >80 ГГц
  - Высокая оптическая чувствительность, низкие шумы и широкий динамический диапазон оптических модулей захвата позволяют проводить точное тестирование и измерение параметров стандартов ближней и дальней оптической связи

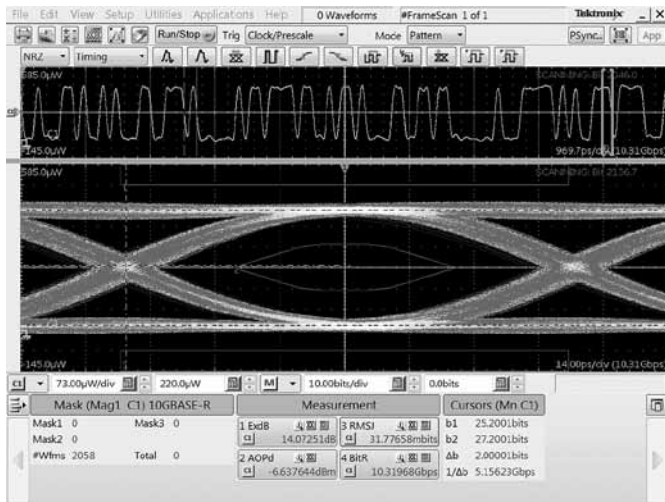
- Восстановление тактовой частоты со встроенной калибровкой – не требуется ручной калибровки для компенсации потерь сигнала данных
- Калиброванные измерения коэффициента экстинкции гарантируют воспроизводимость с точностью <0,5 дБ для всех модулей систем с такой опцией заводской калибровки
- Электрические модули
  - Полоса пропускания >70 ГГц
  - Низкий уровень шумов электрического дискретизатора (280 мкВ на 20 ГГц, 450 мкВ на 60 ГГц, типовые значения)
  - Возможность выбора полосы пропускания (для модулей 80E07, 08, 09, 10) позволяет пользователю достичь компромисса между полосой пропускания и уровнем шума для получения оптимальных параметров захвата данных
  - Выносные дискретизаторы (80E07, 08, 09, 10) с удлинительными кабелями поддерживают минимальный уровень ухудшения сигнала за счет того, что дискретизатор располагается вблизи тестируемого устройства
  - В прибор встроен один из лучших в мире рефлектометров TDR (измерение отраженного сигнала во временной области) с типовым шагом по времени, равным 10 пс. Он поддерживает поиск отклонений импеданса и измерение S-параметров в широком динамическом диапазоне и полосе частот до 50 ГГц

#### Анализ

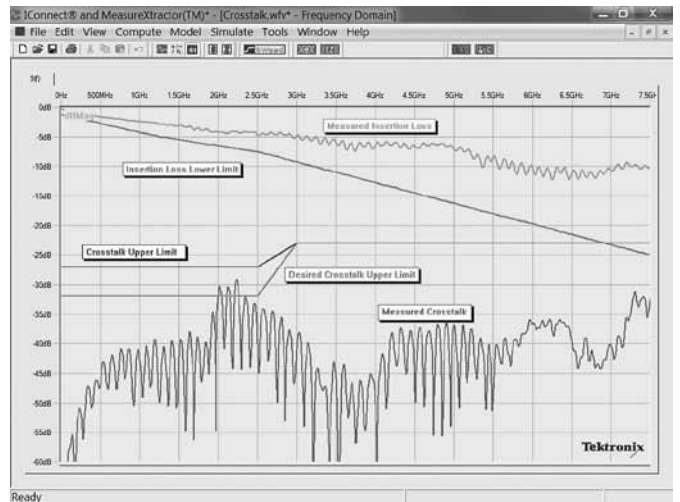
- Возможности стандартного анализа
  - Полный набор более чем 120 автоматизированных измерений импульсных сигналов и сигналов типа NRZ, RZ
  - Автоматизированное тестирование по маске в соответствии с более чем 80 промышленными стандартами. Для поддержки вновь появившихся стандартов в DSA8300 можно импортировать новые маски. Кроме того, пользователь может создать собственные маски для автоматизированного тестирования
  - Построение вертикальных и горизонтальных гистограмм для статистического анализа захваченных сигналов
  - Вертикальные, горизонтальные и точечные измерительные курсоры
- Базовая и расширенная версии программного обеспечения 80SJNB позволяют провести анализ джиттера, шума, коэффициента битовых ошибок (BER) и последовательных каналов передачи данных
- Опциональное программное обеспечение IConnect® позволяет выполнять расширенный анализ TDR, измерения S-параметров, извлекать параметры моделей и моделировать последовательные каналы

#### Высокая производительность испытаний

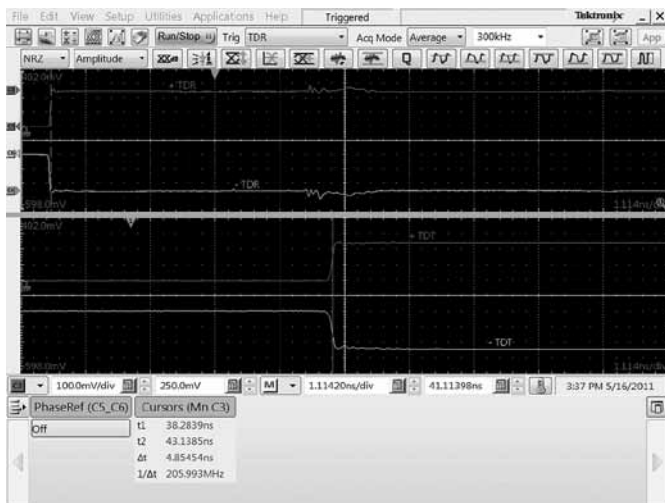
- Высокая скорость захвата – до 300 квыб./с
- Эффективный интерфейс программирования (IEEE-488, Ethernet, или доступ к локальному процессору) обеспечивает высокую производительность испытаний



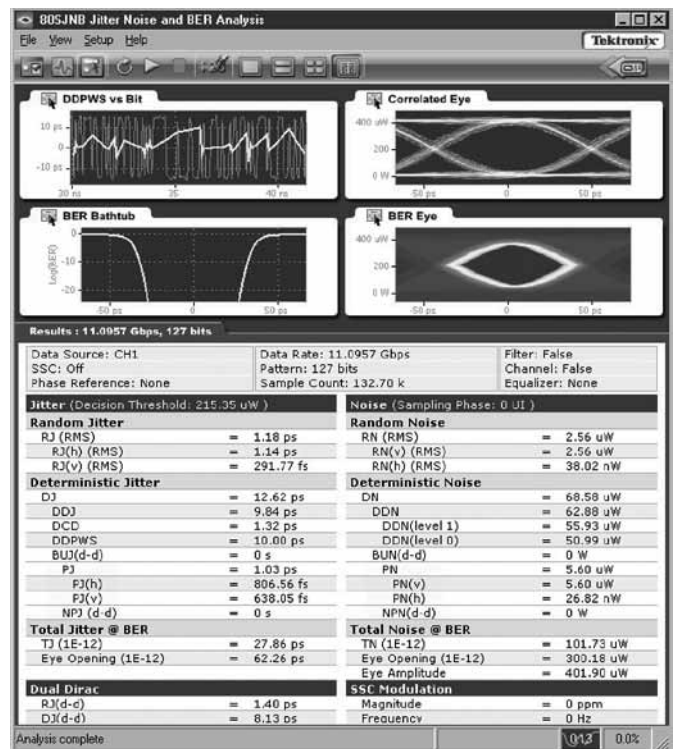
Тестирование оптических каналов с помощью глазковых диаграмм



Анализ сети с последовательной передачей данных



Тестирование пассивных внутренних соединений



Анализ джиттера, шума и коэффициента битовых ошибок

## Применение

- Разработка и проверка компонентов и систем для телекоммуникационной отрасли
- Производство и тестирование на соответствие стандартам ITU/ANSI/IEEE/SONET/SDH
- Точные, истинно дифференциальные измерения отраженного сигнала во временной области (TDR)
- Расширенный анализ джиттера, шума и BER
- Измерение импеданса и анализ сигналов последовательных шин, включая измерение S-параметров
- Моделирование канала и глазковой диаграммы, создание моделей SPICE по результатам измерений

## Сочетание высокой производительности с удивительной гибкостью

Стробоскопический осциллограф DSA8300 идеально подходит для разработки и тестирования средств связи, компьютеров и бытовых электронных приборов, в которых применяются высокоскоростные каналы передачи данных. Его можно использовать для измерения параметров оптических и электрических передатчиков, а также для проверки на соответствие стандартам устройств, модулей и систем, используемых в этих изделиях. Кроме того, DSA8300 хорошо подходит для измерения электрических параметров корпусированных микросхем, печатных плат и электрических кабелей. Благодаря исключительной широкой полосе пропускания, превосходному качеству сигнала и модульной архитектуре, DSA8300 позволяет анализировать характеристики TDR и внутренних соединений, с высокой точностью выявлять дефекты сигнала и рассчитывать значения BER для современных и будущих технологий последовательной передачи данных. Наконец, за счет исключительного качества сигнала и высокой разрешающей способности, DSA8300 является золотым стандартом для электрических и оптических приложений, требующих сверхширокой полосы пропускания, отличного вертикального разрешения, низкого уровня джиттера и/или исключительной точности измерения временных интервалов. С помощью DSA8300 можно создавать измерительные системы чрезвычайно высокого качества благодаря сверхнизкому значению собственного джиттера (типовое значение 425 фс при скоростях последовательных сигналов >1,25 Гб/с), что гарантирует наиболее точный одновременный захват восьми широкополосных сигналов. Существенные преимущества по снижению джиттера захвата дает модуль опорной фазы, при использовании которого значение джиттера составляет 200 фс. Многопроцессорная архитектура с отдельным цифровым сигнальным процессором (DSP) на каждый слот обеспечивает высокие скорости захвата сигналов, сокращая время тестирования, что необходимо для надежного измерения характеристик и проверки на соответствие стандартам.

Гибкая модульная архитектура DSA8300 поддерживает большое и постоянно расширяющееся семейство подключаемых устройств, которые позволяют компоновать измерительную систему из широкого диапазона электрических, оптических и вспомогательных модулей, наилучшим образом отвечающих требованиям текущих и будущих приложений. Обладая шестью слотами для подключения модулей, DSA83200 допускает одновременную установку модуля восстановления тактовой частоты, прецизионного модуля опорной фазы и нескольких электрических или оптических модулей захвата, что позволяет адаптировать характеристики системы к вашим растущим потребностям.

Благодаря высокому качеству сигнала, семейство электрических модулей обеспечивает работу в полосе частот с верхней границей от 20 ГГц до более чем 70 ГГц, а оптические модули поддерживают работу с оптическими сигналами, обладающими скоростями от 125 Мб/с до 100 Гб/с и полосой, превышающей 80 ГГц. Осциллограф DSA8300 поддерживает все ранее выпускавшиеся электрические и оптические модули и принадлежности для серии 8000<sup>\*1</sup>.

Кроме того, специализированные модули поддерживают такие функции, как несимметричное или дифференциальное восстановление электрической тактовой частоты, защита входных цепей от статического электричества и возможность подключения пробников с интерфейсом TekConnect, позволяя в полной мере использовать характеристики уникальных высокоомных и дифференциальных пробников Tektronix. Имеются также низкоомные пробники с входным сопротивлением 50 Ом и пробники для измерений TDR. Ряд параметров захвата прибора DSA8300, его модулей захвата и аксессуаров в дальнейшем могут быть расширены за счет дополнительных возможностей измерения и анализа, заложенных в DSA8300 и соответствующих программных приложениях. Например, программное обеспечение IConnect<sup>®</sup> позволяет проводить анализ TDR, S-параметров и целостности сигнала для пассивных внутренних электрических соединений (корпусов ИС, печатных плат, объединительных плат, кабелей и т.д.), а приложения 80SJNB обеспечивают полный анализ джиттера, шума и битовых ошибок, а также анализ характеристик канала и его коррекции, эмуляцию оптических и электрических каналов последовательной передачи данных.

<sup>\*1</sup> DSA8300 не поддерживает модуль запуска от заданной последовательности 80A06, так как эта возможность заменена встроенной опцией расширенного запуска (опция ADVTRIG) для DSA8300.

## Анализ джиттера, шума, BER и последовательных каналов передачи данных

Измерения и анализ высокоскоростных последовательных потоков данных осуществляются с помощью трех программных пакетов: 80SJARB, 80SJNB Essentials и 80SJNB Advanced\*2.

- Программное обеспечение 80SJARB (опция JARB) предназначено для базовых измерений джиттера сигналов любой формы – периодических и непериодических. Упрощенная дискретизация сигнала ограничивает возможности анализа простейшим разложением; воспроизводимость результатов при этом зависит от вида сигнала.
- Программное обеспечение 80SJNB Essentials (опция JNB) обладает возможностями полного анализа джиттера, шума и BER с разложением сигнала на составляющие для однозначного выявления дефектов сигнала. Способ дискретизации предусматривает работу только с периодическими сигналами. По сравнению с 80SJARB, данное ПО характеризуется меньшей погрешностью и лучшей воспроизводимостью результатов, поскольку в нем осуществляется более точное представление формы сигнала.
- Программное обеспечение 80SJNB Advanced (опция JNB 01) отличается от 80SJNB Essentials наличием дополнительных функций для анализа высокоскоростных последовательных потоков данных, таких как исключение влияния тестовой оснастки, эмуляция канала, коррекция FFE/DFE, внесение/компенсация предискажений.

### Анализ джиттера произвольных данных (80JARB)

Программное обеспечение 80SJARB для измерения джиттера на осциллографе DSA8300 предназначается для приложений IEEE 802.3ba, требующих измерений джиттера J2 и J9. Оно также выполняет базовые измерения джиттера сигналов данных NRZ, в том числе PRBS31, случайного трафика и скремблированных данных. Это дает возможность анализа джиттера входного уровня с помощью простой двойной модели Дирака при отсутствии требований синхронизации кодовой последовательности. ПО 80SJARB может непрерывно осуществлять захват в режиме свободного запуска, перекрывая по числу захватов и скорости обновления требуемый по условиям IEEE минимум 10 000 выборок. Результаты отображаются в виде U-образных кривых джиттера для измеренных и экстраполированных значений, а также гистограммы захваченных данных.

### Анализ джиттера с помощью опции 80JARB

Измерение	Описание
J2	Полный джиттер при BER = $2,5e^{-3}$
J9	Полный джиттер при BER = $2,5e^{-10}$
Tj	Полный джиттер при BER = $1,0e^{-12}$
DJdd	Детерминированный джиттер (двойная модель Дирака)
RJdd	Случайный джиттер (двойная модель Дирака)

**Режим свободного запуска:** для непрерывного захвата и обновления сигнала с превышением минимальных требований IEEE, составляющих 10 000 выборок.

**Отображение результатов:** джиттер/U-образные кривые, гистограмма захваченных данных.

## Функции анализа джиттера и шума ПО 80SJNB

### Анализ джиттера

Измерение	Описание
TJ at BER	Полный джиттер при заданном значении BER
J2	Полный джиттер при BER = $2,5e^{-3}$
J9	Полный джиттер при BER = $2,5e^{-10}$
RJ	Случайный джиттер
RJ(h)	Горизонтальная составляющая случайного джиттера
RJ(v)	Вертикальная составляющая случайного джиттера
RJ(d-d)	Случайный джиттер в соответствии с двойной моделью Дирака
DJ	Детерминированный джиттер
DDJ	Джиттер, зависящий от данных
DDPWS	Зависящее от данных сокращение длительности импульса
DCD	Нарушение скважности
DJ(d-d)	Детерминированный джиттер, вычисленный с помощью двойной модели Дирака
PJ	Периодический джиттер
PJ(h)	Горизонтальная составляющая периодического джиттера
PJ(v)	Вертикальная составляющая периодического джиттера
EO at BER	Раскрытие глаза по горизонтали при заданном значении BER
BUJ	Ограниченный некоррелированный джиттер
NPJ	Непериодический джиттер (ограниченный и некоррелированный)
SSCMagnitude	Амплитуда SSC модуляции в миллионных долях
SSCFrequency	Частота SSC модуляции в миллионных долях

### Анализ шума

Измерение	Описание
RN	Случайный шум
RN(v)	Вертикальная составляющая случайного шума
RN(h)	Горизонтальная составляющая случайного шума
DN	Детерминированный шум
DDN1	Шум, зависящий от данных на уровне логической 1
DDN0	Шум, зависящий от данных на уровне логического 0
PN	Периодический шум
PN(v)	Вертикальная составляющая периодического шума
PN(h)	Горизонтальная составляющая периодического шума
EO at BER	Раскрытие глаза по вертикали при заданном значении BER
BUN	Ограниченный некоррелированный шум
NPN	Непериодический шум

### Расширенные возможности 80SJNB

- FFE (упреждающая коррекция) на 100 ответвлений
- DFE (коррекция с решающей обратной связью) на 40 ответвлений
- Фильтр для поддержки линейной фильтрации: от исключения влияния тестовой оснастки до коррекции АЧХ передатчика. Эмуляция канала поддерживается для каналов с потерями >30 дБ на частоте 1-ой гармоники

\*2 Эти приложения могут быть приобретены для установки на имеющийся в эксплуатации осциллограф DSA8300 с комплектом модернизации DSA83UP.

### Измерение отраженного сигнала во временной области

DSA8300 представляет собой полностью интегрированную систему измерения отраженного сигнала во временной области (TDR) с наилучшими в своем классе характеристиками. Истинно дифференциальные измерения TDR в диапазоне до 50 ГГц с длительностью фронта\*<sup>3</sup> отраженного сигнала 15 пс и прямого сигнала 12 пс позволяют идти в ногу с самыми высокими требованиями, предъявляемыми к анализу цепей последовательной передачи данных (SDNA).

Новые TDR модули 80E10 и 80E08 оборудованы полностью интегрированным независимым двухканальным выносным дискретизатором на 2-метровом кабеле, позволяющим минимизировать влияние тестовой оснастки и оптимизировать качество сигнала. Используя каскадное соединение дифференциальных модулей для подачи сигнала на одну линейную пару при одновременном мониторинге второй пары с помощью второго дифференциального модуля, пользователь может измерять перекрестные наводки в дифференциальных линиях передачи.

DSA8300 является наиболее гибкой в своем классе измерительной системой TDR, включающей до 4 двухканальных истинно дифференциальных модулей TDR, предназначенных для быстрого и точного многоканального измерения импеданса и S-параметров.

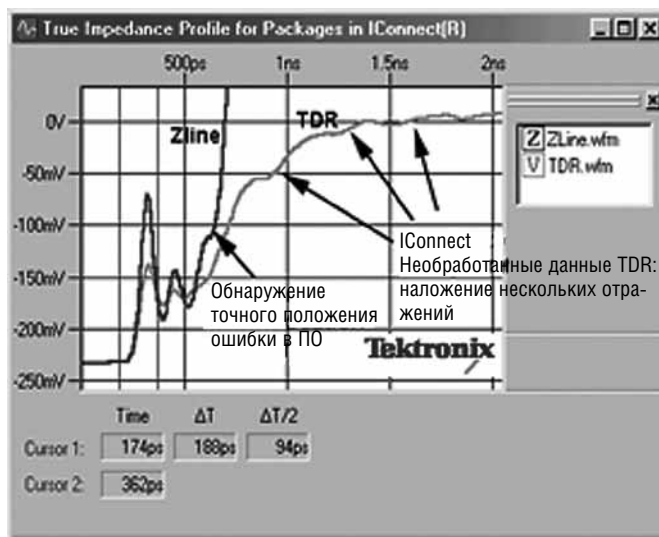
Истинно дифференциальный TDR пробник P80318 и пассивный несимметричный TDR пробник P8018 позволяют создавать высококачественные решения для подключения к цепям с широким диапазоном импеданса и электрических характеристик. P80318, дифференциальный TDR пробник с диапазоном частот 18 ГГц и входным сопротивлением 100 Ом, позволяет выполнять прецизионные измерения импеданса дифференциальных линий передачи. Регулируемый шаг пробника позволяет подключаться к линиям с разным шагом проводников и значением импеданса. P8018 представляет собой 20 ГГц несимметричный пассивный TDR пробник. P80318 и P8018 могут использоваться в качестве автономных пробников, но в первую очередь они предназначены для работы с модулем защиты от статического электричества 80A02.

\*<sup>3</sup> Длительность фронта определяется по уровню 10-90 %. Типовая длительность фронта 80E10 составляет <10 пс.

### Измерение характеристик и анализ мультигигабитных сигнальных трактов – анализ цепей последовательной передачи данных (SDNA)

С ростом скоростей передачи данных и крутизны фронтов цифровых сигналов качество сигналов межблочных соединений начинает существенно влиять на характеристики цифровых систем. Точный и эффективный анализ во временной и частотной областях цепей последовательной передачи данных (SDNA), используемых в сигнальных трактах и межблочных соединениях, играет важнейшую роль для предсказания потерь, джиттера, перекрестных наводок, согласования и звона, битовых ошибок и ухудшения глазковой диаграммы, что необходимо для надежной работы системы.

Компания Tektronix предлагает несколько истинно дифференциальных модулей TDR, которые в сочетании с программным обеспечением IConnect<sup>®</sup> позволяют измерять S-параметры с динамическим диапазоном до -70 дБ. Такие характеристики гарантируют точные и воспроизводимые измерения в ходе анализа последовательных шин, цифровых схем, качества сигнала и тестирования совместимости электрических параметров.



Субмиллиметровое разрешение модуля 80E10 и истинный профиль импеданса ПО IConnect<sup>®</sup> позволяют быстро локализовать ошибки.

### Характеристики модулей TDR с ПО IConnect<sup>®</sup>

Модуль TDR	Полоса измерения S-параметров
80E10	50 ГГц
80E08	30 ГГц
80E04	20 ГГц

Благодаря большой длине записи захваченных данных, IConnect<sup>®</sup> обеспечивает высокую гибкость, позволяя получить необходимый частотный диапазон и шаг перестройки частоты в ходе измерения S-параметров. ПО позволяет захватывать до 1 000 000 выборок.

Используя ПО измерения качества TDR сигналов и S-параметров IConnect<sup>®</sup> с DSA8300, вы получаете эффективное, простое и недорогое решение для локализации ошибок и оценки характеристик мультигигабитных межблочных соединений и устройств, включая такие параметры, как качество сигнала, импеданс, S-параметры и глазковая диаграмма. IConnect позволяет анализировать межблочные соединения не за дни, а за считанные минуты, что ускоряет и удешевляет проектирование систем. Кроме того, IConnect позволяет выполнять тесты на совместимость с учетом таких параметров, как импеданс, S-параметры и глазковая диаграмма, чего требуют многие стандарты последовательной передачи данных, а также выполнять полный анализ каналов, выводить файлы в формате Touchstone (SnP) и выполнять SPICE моделирование мультигигабитных межблочных соединений.

### Анализ ошибок – быстрый поиск ошибки

Новый модуль 80E10 обладает чрезвычайно высокой разрешающей способностью, поэтому локализация ошибок при анализе отказов устройств, плат и микросхем происходит гораздо быстрее и эффективнее.

## ПО IConnect® для измерения качества TDR сигнала и S-параметров

Работая на платформе DSA8300 TDR, ПО IConnect® обеспечивает наиболее рентабельный и производительный подход к измерению S-параметров цифровых схем, анализу качества сигналов и тестированию совместимости межблочных соединений, обеспечивая до 50 % экономии по сравнению с аналогичными по полосе векторными анализаторами электрических цепей (VNA), что радикально ускоряет измерения. Можно также воспользоваться преимуществами интерфейса командной строки ПО IConnect®, который позволяет автоматизировать измерение S-параметров при выполнении производственных тестов с помощью TDR, что существенно сокращает время измерения при одновременном повышении воспроизводимости результатов.

Простота калибровки S-параметров с помощью калибра (разомкнутого, замкнутого или проходного) и дополнительная 50 Ом нагрузка значительно упрощает измерение, исключение влияния тестовой оснастки и перемещение плоскости отсчета. Возможность вывода файлов в формате Touchstone упрощает обмен файлами S-параметров для дальнейшего анализа и моделирования.

Компания Tektronix предлагает несколько истинно дифференциальных TDR модулей, которые, в сочетании с ПО IConnect®, позволяют измерять S-параметры на частоте до 50 ГГц с динамическим диапазоном до -70 дБ.

Эти характеристики превосходят характеристики, необходимые для анализа последовательных данных, измерения цифровых схем и оценки качества сигнала, повышая точность измерения перекрестных наводок до 1 % (-40 дБ), в то время как для тестирования электрической совместимости по маске обычно требуются измерения в диапазоне от -10 до -30 дБ.

- ПО IConnect® позволяет быстро и просто создавать SPICE и IBIS модели печатных плат, гибких плат, разъемов, кабелей, корпусов ИС, контактных панелей и буферов ввода/вывода на основе данных, полученных при измерении S-параметров в TDR/T или VNA.
- ПО IConnect® позволяет отображать деградацию глазковой диаграммы, джиттер, потери, перекрестные наводки, отражения и звоны в цифровых системах.
- Линейный имитатор ПО IConnect® позволяет объединить несколько межблочных каналов для оценки общих временных характеристик, характеристик в частотной области и глазковой диаграммы суммарного канала.
- ПО IConnect® существенно упрощает анализ качества сигнала межблочных соединений, проектирование цепей коррекции и предискажений и анализ межблочных соединений с передатчиком и приемником.

Дополнительная информация о ПО IConnect® представлена в техническом описании «ПО IConnect® для измерения целостности сигналов, TDR и S-параметров 80SICMX • 80SICON • 80SSPAR».

## Тестирование высокоскоростных оптических систем

Осциллографы DSA8300 отличаются мощной конфигурируемой платформой и широким выбором оптических модулей, что позволяет создавать законченные решения для тестирования оптических систем, обеспечивая превосходное качество сигнала на скоростях от 125 Мбит/с до 100 Гбит/с и выше. Модули перекрывают весь диапазон длин волн для одномодовых и многомодовых оптоволоконных линий. Каждый модуль можно дополнительно оборудовать несколькими оптоволоконными эталонными приемниками (ORR) с ограниченной и/или полной полосой пропускания. Каждый модуль также поддерживает работу с калиброванной схемой восстановления тактовой частоты (независимо от того, встроена такая схема в модуль, или данные направляются на внешний модуль восстановления тактовой частоты, или на отдельное устройство восстановления тактовой частоты). Ниже приводится краткое описание всех доступных оптических дискретизаторов, а также руководство по выбору, где представлены основные характеристики каждого модуля. Более полная информация об этих модулях приведена в техническом описании «Модули оптических дискретизаторов 80C07B • 80C08C • 80C10B • 80C11 • 80C12B • 80C25GBE».

заторов, а также руководство по выбору, где представлены основные характеристики каждого модуля. Более полная информация об этих модулях приведена в техническом описании «Модули оптических дискретизаторов 80C07B • 80C08C • 80C10B • 80C11 • 80C12B • 80C25GBE».

## Модули оптических дискретизаторов

Модуль	Описание
Многоскоростной модуль 80C07B для тестирования систем связи и передачи данных	80C07B представляет собой широкодиапазонный (от 700 до 1650 нм) многоскоростной модуль оптического дискретизатора, оптимизированный для работы с сигналами систем связи и передачи данных в диапазоне скоростей от 125 Мбит/с до 2,5 Гбит/с. Благодаря усовершенствованной конструкции оптоэлектрического преобразователя, модуль обладает низким уровнем шума и высокой оптической чувствительностью, позволяя исследовать оптические сигналы малого уровня. Дополнительно 80C07B можно оборудовать полнофункциональным калиброванным внутренним модулем восстановления тактовой частоты, поддерживающим скорости 125, 155, 622, 1063, 1250, 2125, 2488, 2500 и 2666 Мбит/с.
Многоскоростной широкополосный высокочувствительный модуль 80C08C со скоростью передачи 10 Гбит/с	80C08C представляет собой широкодиапазонный (от 700 до 1650 нм) многоскоростной модуль оптического дискретизатора, позволяющий тестировать устройства передачи данных для приложений 10GbE, 40GbE-R4, 100GbE-SR10 со скоростями 9,953, 10,3125 и 10,709 Гбит/с, а также оптоволоконные каналы 10G со скоростями 10,51875 и 11,317 Гбит/с. Кроме того, 80C08C позволяет тестировать телекоммуникационные устройства со скоростями 9,953; 10,664 и 10,709 Гбит/с. Благодаря усовершенствованной конструкции оптоэлектрического преобразователя, модуль обладает низким уровнем шума и высокой оптической чувствительностью, позволяя исследовать оптические сигналы малого уровня. Дополнительно 80C08C можно оборудовать модулем восстановления тактовой частоты, поддерживающим все стандартные и заданные пользователем скорости в непрерывном диапазоне от 9,8 до 12,6 Гбит/с.
Многоскоростной модуль 80C10B для тестирования систем связи и передачи данных со скоростью передачи 40 Гбит/с и 100 Гбит/с	Модуль 80C10B содержит интегрированный перестраиваемый фильтр эталонного приемника, позволяет выполнять тесты на совместимость для сигналов с длиной волны 1310 нм или 1550 нм на скоростях 39,813 Гбит/с (OC-768/STM-256, VSR2000 G.693, 40G NRZ G.959.1), 41,25 Гбит/с (40GBase-FR) и 43,018 Гбит/с (G.709 FEC, OTU3, 4x10G LAN PHY). Кроме выбора скоростей, пользователь может установить полосу пропускания 30 ГГц, 65 ГГц или 80 ГГц для получения оптимального шума в заданной полосе, что необходимо для точного измерения характеристик сигнала. Также 80C10B выпускается с опцией F1, которая расширяет выбор фильтров, добавляя скорости 27,739 Гбит/с (100GBase-LR4 + FEC) и 25,781 Гбит/с (100GBase-LR4 и 100GBase-ER4). При оснащении опцией CRTP, для восстановления тактовой частоты используется формирователь электрического сигнала. Восстановление тактовой частоты до 28,6 Гбит/с для 80C10B обеспечивается с помощью устройства восстановления тактовой частоты CR286A (продается отдельно). Кроме того, 80C10B можно заказать в составе комплекта, включающего электрический канал дискретизатора с диапазоном частот свыше 70 ГГц.
Многоскоростной модуль 80C11 для тестирования систем связи и передачи данных со скоростью передачи 10 Гбит/с	80C11 представляет собой многоскоростной модуль оптического дискретизатора, оптимизированный для тестирования сигналов систем связи и передачи данных с большой длиной волны (от 1100 до 1650 нм) со скоростями 9,953, 10,3125, 10,51875, 10,664, 10,709, 11,0957, 11,317 и 14,025 Гбит/с. Кроме того, широкая оптическая полоса пропускания до 30 ГГц (типовое значение) хорошо подходит для тестирования высокоскоростных оптических компонентов общего назначения (10Гбит/с). Дополнительно 80C11 можно оборудовать модулем восстановления тактовой частоты, поддерживающим все стандартные и заданные пользователем скорости в непрерывном диапазоне от 9,8 до 12,6 Гбит/с.
Многоскоростной модуль 80C12B для тестирования систем связи и передачи данных	80C12 представляет собой широкодиапазонный (от 700 до 1650 нм) многоскоростной модуль оптического дискретизатора, позволяющий тестировать средства связи и передачи данных, которые работают на скоростях от 155 Мб/с до 11,4 Гбит/с. Этот очень гибкий модуль можно настроить так, чтобы он поддерживал низкоскоростные приложения (от 155 Мб/с до 7,4 Гбит/с), широкий диапазон приложений со скоростью 10 Гбит/с или комбинацию 10G и низкоскоростных стандартов. Среди низкоскоростных приложений для систем передачи данных – приложения со скоростями от 155 до 2666 Мб/с, 1G, 2G и 4G Fibre Channel, многопоточные стандарты, такие как 10G Base-X4, 4-поточный Fibre Channel 10 Гбит/с и Infiniband в режимах DDR и SDR. Поддерживаемые 10 Гбит/с приложения охватывают как средства связи, так и системы передачи данных. Среди поддерживаемых 10 Гбит/с систем передачи данных такие стандарты, как 10GbE, 40GbE-R4, 100GbE-SR10 со скоростями 9,953, 10,3125 и 10,709 Гбит/с, а также оптоволоконные каналы 10G со скоростями 10,51875 и 11,317 Гбит/с. Кроме того, 80C12B позволяет тестировать системы связи со скоростями передачи 9,953, 10,664 и 10,709 Гбит/с. Благодаря усовершенствованной конструкции оптоэлектрического преобразователя, модуль обладает низким уровнем шума и высокой оптической чувствительностью, позволяя исследовать оптические сигналы малого уровня. Восстановление тактовой частоты в модуле 80C12B выполняется модулями 80A05 или CR125A (продаются отдельно).
Модуль 80C14 для тестирования систем связи и передачи данных	80C14 представляет собой широкодиапазонный (от 700 до 1650 нм) многоскоростной модуль оптического дискретизатора, позволяющий тестировать средства связи и системы передачи данных стандартов 8G, 10G и 16G. Среди поддерживаемых систем передачи данных – стандарты 10GbE, 40GbE-R4, 100GbE-SR10 со скоростями передачи 9,953, 10,664 и 10,709 Гбит/с. Поддерживаемые оптоволоконные каналы работают со скоростями 8,500, 10,51875, 11,317 и 14,025 Гбит/с. Благодаря усовершенствованной конструкции оптоэлектрического преобразователя, модуль обладает низким уровнем шума и высокой оптической чувствительностью, позволяя исследовать оптические сигналы малого уровня. Восстановление тактовой частоты в модуле 80C14 выполняется модулями CR286A или CR175A (продаются отдельно).
Многоскоростной модуль 80C25GBE для тестирования систем передачи данных со скоростью передачи 100 Гбит/с (4x25 Гбит/с)	Модуль 80C25GBE поддерживает полную полосу 65 ГГц со встроенным перестраиваемым фильтром эталонного приемника, позволяющим выполнять тесты на совместимость для сигналов с длиной волны 1310 нм или 1550 нм на скоростях 27,739 Гбит/с (100GBase-LR4+FEC и 100GBase-ER4+FEC) и 25,781 Гбит/с (100GBase-LR4 и 100GBase-ER4). При оснащении опцией CRTP для восстановления тактовой частоты используется формирователь электрического сигнала. Восстановление тактовой частоты до 28,6 Гбит/с для 80C25GBE обеспечивается с помощью устройства восстановления тактовой частоты CR286A (продается отдельно).

**Сводная таблица модулей оптических дискретизаторов**

В нижеприведенной таблице представлены основные характеристики всех выпускаемых модулей оптических дискретизаторов, совместимых с осциллографом DSA8300. Она поможет подобрать оптический модуль, наиболее подходящий для вашей задачи оптического тестирования. Подробные технические характеристики представлены в техническом описании модулей 80Схх.

Параметр	80С07В <sup>4</sup>	80С08С	80С12В <sup>5</sup>		80С14	80С11	80С25GBE	80С10В <sup>6</sup>	
			Опции F0-F12	Опции 10G-10GP				Станд.	Опция F1
Длина волны, нм	700-1650	700-1650	700-1650	700-1650	700-1650	1100-1650	1290-1330 1520-1620	1290-1330 1520-1620	1290-1330 1520-1620
Оптическая полоса пропускания (без фильтра), ГГц	2,5	10	12 <sup>7</sup>	12 <sup>7</sup>	12	30	65	80	65
Оптический вход, мкм	9, 50, 62,5	9, 50, 62,5	9, 50, 62,5	9, 50, 62,5	9, 50, 62,5	9	9	9	9
Чувствительность тестирования по маске, дБм	-22	-16 <sup>8</sup>	-19	-15	-15	-9	-8 <sup>9</sup>	-7 <sup>9</sup>	-8 <sup>9</sup>
Поддерживаемые скорости									
155 Мбит/с	■		■						
622 Мбит/с	■		■						
1,063 Гбит/с	■		■						
1,250 Гбит/с	■		■						
2,125 Гбит/с	■		■						
2,488 Гбит/с	■		■						
2,500 Гбит/с	■		■						
2,66 Гбит/с			■						
3,125 Гбит/с			■						
3,188 Гбит/с			■						
4,250 Гбит/с			■						
5,000 Гбит/с			■						
6,144 Гбит/с			■						
7,373 Гбит/с			■						
8,500 Гбит/с				■	■	■			
9,953 Гбит/с		■		■	■	■			
10,31 Гбит/с		■		■	■	■			
10,51 Гбит/с		■		■	■	■			
10,66 Гбит/с		■		■	■	■			
10,71 Гбит/с		■		■	■	■			
11,1 Гбит/с		■		■	■	■			
11,3 Гбит/с		■		■	■	■			
14,025 Гбит/с					■	■			
14,063 Гбит/с					■	■			
25,78 Гбит/с							■		■
27,74 Гбит/с							■		■
39,81 Гбит/с								■	■
41,25 Гбит/с								■	■
43,02 Гбит/с								■	■

<sup>4</sup> Существуют отдельные группы эталонных приемников, поддерживающих модули 80С07В, см. техническое описание оптических модулей 80Схх.

<sup>5</sup> Существуют отдельные группы эталонных приемников, поддерживающих модули 80С12В, см. техническое описание оптических модулей 80Схх.

<sup>6</sup> Опция восстановления тактовой частоты с формирователем сигнала (опция CRTP) в модулях 80С10В работает до скоростей более 43 Гбит/с.

<sup>7</sup> Полная полоса пропускания 12 ГГц в модуле 80С12В доступна только с опциями F0, 10G или 10GP.

<sup>8</sup> Чувствительность тестирования по маске в модуле 80С08С снижается приблизительно на 1 дБм для опции с внутренним восстановлением тактовой частоты.

<sup>9</sup> Чувствительность тестирования по маске в модулях 80С10В и 80С25GBE снижается приблизительно на 0,6 дБм для опции восстановления тактовой частоты с формирователем сигнала (опция CRTP).



## Восстановление тактовой частоты при тестировании оптических сигналов

Во многих оптических устройствах при захвате сигналов отсутствует прямой доступ к тактовой частоте. В таких случаях нужно восстановить тактовую частоту из сигнала данных. Учитывая эту необходимость, в стробоскопических осциллографах Tektronix серии 8000 предусмотрены комплексные решения восстановления тактовой частоты. Каждое из этих решений полностью откалибровано, так что пользователям не нужно проводить какую-либо ручную калибровку системы для компенсации потерь при подаче сигнала данных на вход блока восстановления тактовой частоты. Ниже приведена таблица технических характеристик для выбора решений восстановления тактовой частоты, которая поможет сделать выбор, наиболее подходящий для ваших задач. Подробные технические характеристики представлены в техническом

описании модулей оптических дискретизаторов 80Схх (для опций восстановления тактовой частоты, интегрируемых в модули 80С07В, 80С08С или 80С11) или в соответствующих технических описаниях выносных модулей или отдельных устройств восстановления тактовой частоты.

**Примечание.** Выносные модули/устройства восстановления тактовой частоты имеют электрические входы и в качестве входного могут использовать электрические сигналы, а также электрические сигналы с выходов модулей оптических дискретизаторов серии 8000.

### Встраиваемые опции восстановления тактовой частоты \*10

Параметр	80С07В		80С08С		80С11			
	Опция CR1	Опция CR1	Опция CR2	Опция CR4	Опция CR1	Опция CR2	Опция CR3	Опция CR4
Непрерывный диапазон скоростей, Гбит/с	Фиксированные скорости	Фиксированные скорости	Фиксированные скорости	9,8-12,6	Фиксированные скорости	Фиксированные скорости	Фиксированные скорости	9,8-12,6
Чувствительность схемы восстановления тактовой частоты*11, дБм	-22	-15	-15	-15	-9	-9	-9	-9
Поддерживаемые скорости								
125, 155 Мбит/с	■							
622 Мбит/с	■							
1063 Мбит/с	■							
1250 Мбит/с	■							
2125 Мбит/с	■							
2488, 2500 Мбит/с	■							
9,95 Гбит/с		■		■	■	■	■	■
10,31 Гбит/с		■	■	■				■
10,52 Гбит/с			■	■				■
10,66 Гбит/с				■		■		■
10,71 Гбит/с				■			■	■
11,1 Гбит/с				■				■
11,3 Гбит/с				■				■
14,025 Гбит/с								
14,063 Гбит/с								
25,78 Гбит/с								
27,74 Гбит/с								

\*10 Схема восстановления тактовой частоты интегрирована в оптический модуль и управление ей осуществляется из меню настройки запуска осциллографа серии 8000.

\*11 Чувствительность схемы восстановления тактовой частоты приведена для электрического дифференциального входа и меняется в зависимости от входной тактовой частоты. Для получения дополнительной информации см. технические описания устройств восстановления тактовой частоты.

## Выносные электрические модули/устройства восстановления тактовой частоты

Параметр	80A05 <sup>12</sup>		CR125A <sup>13</sup>	CR175A <sup>13</sup>	CR286A <sup>13</sup>
	Станд.	Опция 10G			
Непрерывный диапазон скоростей, Гбит/с	50 – 3,188, 4,25	50 – 3,188, 3,267 – 4,25, 4,900 – 6,375, 9,8 – 12,6	0,1 – 12,5	0,1 – 17,5	0,1 – 28,6
Чувствительность схемы восстановления тактовой частоты* <sup>11</sup> , дБм	≤15	≤15	15	15	15
Регулируемая полоса пропускания схемы восстановления тактовой частоты и РЧ коррекция			■	■	■
Поддерживаемые скорости					
125, 155 Мбит/с	■	■	■	■	■
622 Мбит/с	■	■	■	■	■
1063 Мбит/с	■	■	■	■	■
1250 Мбит/с	■	■	■	■	■
2125 Мбит/с	■	■	■	■	■
2488, 2500 Мбит/с	■	■	■	■	■
2,66 Гбит/с	■	■	■	■	■
3,125, 3,188 Гбит/с	■	■	■	■	■
4,25 Гбит/с	■	■	■	■	■
5,00 Гбит/с	■	■	■	■	■
6,14 Гбит/с	■	■	■	■	■
7,37 Гбит/с	■	■	■	■	■
8,50 Гбит/с	■	■	■	■	■
9,95 Гбит/с	■	■	■	■	■
10,31 Гбит/с	■	■	■	■	■
10,52 Гбит/с	■	■	■	■	■
10,66 Гбит/с	■	■	■	■	■
10,71 Гбит/с	■	■	■	■	■
11,1 Гбит/с	■	■	■	■	■
11,3 Гбит/с	■	■	■	■	■
14,025 Гбит/с	■	■	■	■	■
14,063 Гбит/с	■	■	■	■	■
25,78 Гбит/с	■	■	■	■	■
27,74 Гбит/с	■	■	■	■	■

<sup>11</sup> Чувствительность схемы восстановления тактовой частоты приведена для электрического дифференциального входа и меняется в зависимости от входной тактовой частоты. Для получения дополнительной информации см. технические описания устройств восстановления тактовой частоты.

<sup>12</sup> Модуль восстановления тактовой частоты устанавливается в один из больших слотов осциллографа серии 8000 и управляется из меню настройки запуска.

<sup>13</sup> Выносное устройство восстановления тактовой частоты; управляется с помощью приложения для управления устройствами восстановления тактовой частоты BERTScore из меню App осциллографа серии 8000.

<sup>14</sup> Для получения дополнительной информации о полосе пропускания схемы восстановления тактовой частоты и РЧ коррекции, см. технические описания устройств восстановления тактовой частоты.

## Средства измерения и анализа для оптического тестирования

Осциллограф DSA8300 обладает широким набором средств для измерений и анализа, которые непосредственно предназначены для тестирования оптических устройств. В дополнение к стандартным измерениям амплитудных и временных параметров (например, времени нарастания/спада, амплитуды, среднеквадратичного значения джиттера, среднеквадратичного значения шума, частоты, периода и т.д.) DSA8300 позволяет проводить специфические измерения оптических сигналов (средней оптической мощности, коэффициента экстинкции, высоты глаза, ширины глаза, амплитуды оптической модуляции (OMA) и т. д.). Полный перечень измерений приведен в разделе «Математические и измерительные функции» этого технического описания.

DSA8300 также включает стандартные маски для проверки на соответствие со всеми распространенными оптическими стандартами от 155 Мбит/с до 100 Гбит/с. Пользователи могут также создавать свои собственные маски для автоматизированного тестирования. Для анализа оптических сигналов, захваченных DSA8300, также доступно построение гистограмм и измерения с помощью курсоров.

И, наконец, с помощью приложения 80SJNB можно выполнять комплексный анализ джиттера, шума и BER для оптических сигналов. Расширенная версия этого ПО (опция JNB01) поддерживает оценку предсказаний и выравнивание поврежденных сигналов.

**Высококачественные решения для тестирования электрических сигналов**

Осциллограф DSA8300 оптимизирован для различных электрических приложений, требующих высокого качества и точности. Благодаря модульной системе пользователи могут оснастить свой DSA8300 различными электрическими модулями, которые лучше всего соответствуют их требованиям.

В таблице ниже приведены основные характеристики всех выпускаемых электрических дискретизаторов, совместимых с DSA8300. Подробные технические характеристики доступны в техническом описании модулей электрических дискретизаторов 80Exx.

**Сводная таблица модулей электрических дискретизаторов**

Параметр	80E01	80E03	80E06	80E07	80E09	Модули TDR		
						80E04	80E08	80E10
Число каналов	1	2	1	2	2	2	2	2
Полоса пропускания	50 ГГц	20 ГГц	70+ ГГц	20/30 ГГц (выбирается пользователем)	30/40/60 ГГц (выбирается пользователем)	20 ГГц	20/30 ГГц (выбирается пользователем)	30/40/50 ГГц (выбирается пользователем)
Разрешение по времени в полной полосе (по уровню 10-90 %)	7 пс	17,5 пс	5,0 пс	11,7 пс	5,8 пс	17,5 пс	11,7 пс	7 пс
Среднеквадратичное значение шума	1,8 мВ	600 мкВ	1,8 мВ	280 мкВ при 20 ГГц 300 мкВ при 30 ГГц	300 мкВ при 30 ГГц 330 мкВ при 40 ГГц 450 мкВ при 60 ГГц	600 мкВ	280 мкВ при 20 ГГц 300 мкВ при 30 ГГц	300 мкВ при 30 ГГц 370 мкВ при 40 ГГц 600 мкВ при 60 ГГц
Разрешение по времени нарастания прямого сигнала (по уровню 10-90 %)	–	–	–	–	–	23 пс	18 пс	12 пс
Разрешение по времени нарастания отраженного сигнала (по уровню 10-90 %)	–	–	–	–	–	28 пс	20 пс	15 пс
Возможность подключения выносного дискретизатора	Опциональный 2-метровый удлинительный кабель 80N01	Опциональный 2-метровый удлинительный кабель 80N01	Опциональный 2-метровый удлинительный кабель 80N01	Несъемный 2-метровый кабель	Несъемный 2-метровый кабель	Опциональный 2-метровый удлинительный кабель 80N01	Несъемный 2-метровый кабель	Несъемный 2-метровый кабель

Характеристики S-параметров (80E10)

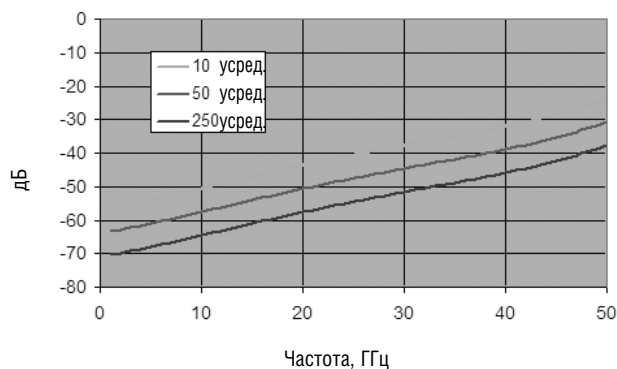
Условия измерения

- Все измерения выполняются после соответствующего прогрева, рекомендованного в руководстве к DSA8300
- Для определения динамического диапазона модуля использовались стандартные методы измерения динамического диапазона S-параметров
- Погрешность результатов вычислялась на основе большого числа устройств с усреднением по 250 значениям
- Лучший динамический диапазон можно получить при выборе меньшей полосы модуля 80E10, благодаря меньшему среднеквадратичному значению собственных шумов
- Приведенные результаты применимы к несимметричным или дифференциальным измерениям

Технические характеристики

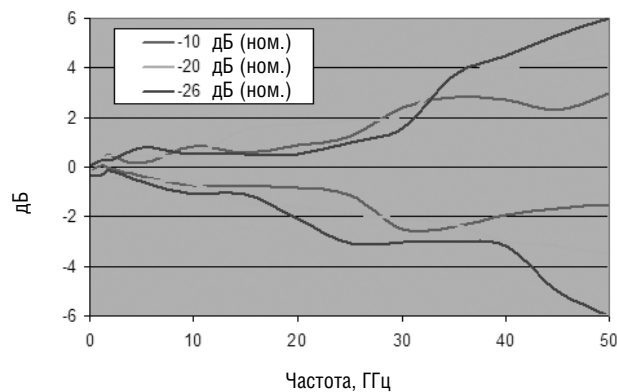
Динамический диапазон

80E10, динамический диапазон потерь на отражение (S11)

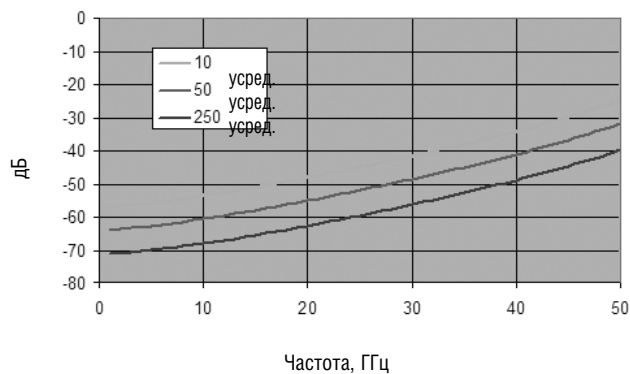


Погрешность

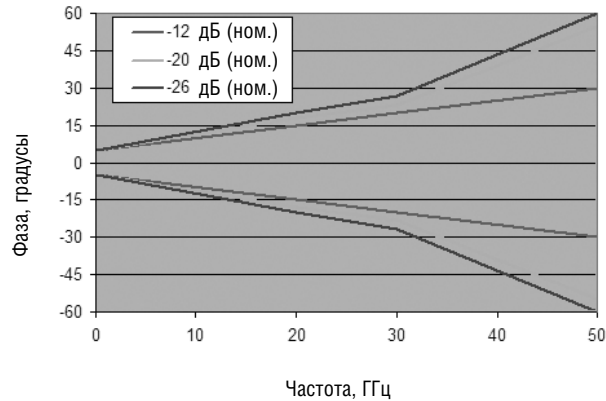
80E10, погрешность амплитуды потерь на отражение (S11)



80E10, динамический диапазон вносимых потерь (S21)



80E10, погрешность фазы потерь на отражение (S11)



Технические характеристики и описание прибора могут быть изменены без предварительного уведомления.

### Захват сигнала

Параметр	Описание
Режимы захвата	Выборка (нормальная), огибающая и усреднение
Число устанавливаемых модулей дискретизаторов	До четырех двухканальных электрических; до двух оптических модулей. (С двумя привязанными к слоту каналами можно использовать как одноканальные, так и двухканальные модули). Установка в большой слот CH1/CH2 любых других модулей, кроме тех, которым необходимо только питание, нарушает функциональность малого слота CH1/CH2; установка в большой слот CH3/CH4 любых других модулей, кроме тех, которым необходимо только питание, нарушает функциональность малого слота CH3/CH4.
Число одновременно захватываемых входов	Максимум 8 каналов
Максимальная скорость захвата	300 квыб./с на канал в режиме TDR, 200 квыб./с на канал (в остальных режимах, кроме режима опорной фазы), 120 квыб./с на канал (режим опорной фазы)
<b>Развертка по вертикали</b>	
Длительность фронта/полоса	Определяется используемым модулем дискретизатора
Вертикальное разрешение	16 битов в динамическом диапазоне дискретизатора  Электрическое разрешение: <20 мкВ для младшего значащего разряда (для полного диапазона 1 В)  Оптическое разрешение зависит от динамического диапазона оптического модуля – от <20 нВТ для 80С07В (для полного диапазона 1 мВт) до < 0,6 мкВт для 80С10В (для полного диапазона 30 мВт)
<b>Развертка по горизонтали</b>	
Скорость обычной и растянутой развертки	От 100 фс/дел. до 1 мс/дел. с кратностью шага 1-2-5 или с шагом 100 фс
<b>Погрешность временного интервала</b>	
Вход прямого запуска (на передней панели)	Скорость развертки >20 пс/дел., крайняя правая точка измеряемого интервала <150 нс; средняя погрешность: 0,1% от интервала, STDEV ≤1 пс Скорость развертки ≤20 пс/дел., крайняя правая точка измеряемого интервала <150 нс; средняя погрешность: 1 пс + 0,5 % от интервала
Вход тактовой частоты/запуск с предварительным масштабированием (на передней панели), режим глазковой диаграммы или кодовой последовательности	Средняя погрешность определяется погрешностью на входе тактовой частоты, STDEV: <0,7 пс (макс.); <0,1 пс (тип.)

Параметр	Описание
Вход тактовой частоты/запуск с предварительным масштабированием (на передней панели), остальные режимы	Скорость развертки >20 пс/дел., крайняя правая точка измеряемого интервала <150 нс; средняя погрешность: 0,1% от интервала, STDEV ≤3 пс Скорость развертки ≤20 пс/дел., крайняя правая точка измеряемого интервала <150 нс; средняя погрешность: 1 пс + 0,5 % от интервала
Запуск от тактовой частоты TDR (синхронизация от внешнего генератора тактовой частоты 10 МГц)	Скорость развертки >20 пс/дел., крайняя правая точка измеряемого интервала <150 нс; средняя погрешность: 0,01% от интервала, STDEV ≤1 пс, 0,1 пс (тип.)
Режим коррекции фазы случайной тактовой частоты 82A04)	Максимальное отклонение по времени по отношению к сигналу опорной фазы: 0,1% от периода сигнала опорной фазы (тип.)
Режим коррекции фазы сигнала запуска (вход тактовой частоты 82A04)	Максимальное отклонение по времени по отношению к сигналу опорной фазы: >40 нс после запуска: 0,2% от периода сигнала опорной фазы (тип.) ≤40 нс после запуска: 0,4% от периода сигнала опорной фазы (тип.)
Диапазон горизонтальной компенсации фазового сдвига*16	От –500 пс до 100 нс с шагом 100 фс на каждом отдельном канале
Длина записи DSA8300	50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 или 16000 выборок (максимальная длина записи в растянутом режиме составляет 4000 выборок)
Возможность удлинения записи	IConnect®: 1 млн. выборок ПО 80SJNB для анализа джиттера, шума и BER: 10 млн. выборок (100 тыс. единичных интервалов, 100 выборок на интервал)
Базы данных осциллограмм	4 независимо накапливаемых записи осциллограмм объемом до 4 млн. точек. В каждой из четырех баз данных имеется режим базы данных осциллограмм переменной длины с истинной структурой «первым вошел, первым вышел» на 2000 осциллограмм (максимум 2 млн. точек на базу осциллограмм)
Режимы растянутой развертки	Кроме основной развертки DSA8300 поддерживает два режима растянутой развертки. В этих режимах выполняется независимый захват с индивидуальными параметрами развертки, что позволяет использовать ту же или более высокую скорость развертки, по сравнению с основной разверткой

\*15 Дополнительная информация о работе в режимах с опорной фазой представлена в техническом описании «Модуль опорной фазы для стробоскопического осциллографа DSA8300».

\*16 Только для встраиваемых модулей, для выносных модулей дискретизаторов 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10 необходима дополнительная компенсация фазового сдвига в канале.

**Система запуска**

Параметр	Описание
Источники сигнала запуска	Вход тактовой частоты/вход внешнего запуска с предварительным масштабированием (на передней панели) Тактовая частота TDR (встроенный генератор) Восстановленная тактовая частота из оптических дискретизаторов и электрических модулей восстановления тактовой частоты (встраиваемых) Режим развертки с опорной фазой* <sup>17</sup> поддерживает захват без сигнала запуска в режиме свободного запуска Вход прямого запуска (на передней панели)
Вход тактовой частоты/вход внешнего запуска с предварительным масштабированием	
Чувствительность по входу тактовой частоты	100 мВ <sub>пик-пик</sub> * от 0,15 до 20 ГГц (тип.) 200 мВ <sub>пик-пик</sub> * от 0,15 до 15 ГГц (гарантировано)
Минимальная скорость нарастания	≥2 В/нс
Уровень входного сигнала	1,0 В <sub>пик-пик</sub> (макс.) со связью по перем. току
Длина кодовой последовательности (для запуска по кодовой последовательности с помощью опции ADVTRIG)	От 2 до 2 <sup>23</sup> (8 388 608) включительно
Джиттер по входу тактовой частоты, используемой для запуска глазковой диаграммы или кодовой последовательности (тип.)	0,15 – 0,40 ГГц: 900 фс <sub>ср.кв.</sub> 0,40 – 1,25 ГГц: 800 фс 1,25 – 20 ГГц: 425 фс
Джиттер по входу тактовой частоты, используемой для запуска глазковой диаграммы или кодовой последовательности (макс.)	0,80 – 1,25 ГГц: 900 фс <sub>ср.кв.</sub> 1,25 – 11,20 ГГц: 500 фс 11,2 – 15 ГГц: 600 фс
Запуск TDR	
Шаг тактовой частоты TDR	Выбирается в диапазоне от 25 до 200 кГц с шагом 1 кГц* <sup>18</sup>
Джиттер запуска TDR	1,3 пс <sub>ср.кв.</sub> (тип.) 1,8 пс <sub>ср.кв.</sub> (макс.)
Развертка с опорной фазой	
Диапазон частот входного сигнала* <sup>19</sup>	82A04 в стандартном исполнении: от 8 до 25 ГГц (гарантировано), от 2 до 25 ГГц (тип.) 82A04 с опцией 60G: от 8 до 60 ГГц, (гарантировано), от 2 до 70 ГГц (тип.)
Чувствительность по входу	Минимальное значение джиттера достигается при амплитуде входного сигнала тактовой частоты 82A04 в диапазоне от 0,6 до 1,8 В. Развертка с опорной фазой обеспечивается до уровня 100 мВ (тип.), при этом возрастает джиттер
Джиттер	f ≥ 8 ГГц: 200 фс <sub>ср.кв.</sub> (тип.) для дискретизатора с частотой 10 ГГц или выше 2 ГГц ≤ f ≤ 8 ГГц* <sup>19</sup> : 280 фс <sub>ср.кв.</sub> (тип.) для дискретизатора с частотой 10 ГГц или выше
Вход прямого запуска	
Чувствительность по входу запуска	50 мВ, от 0 до 4 ГГц (тип.) 100 мВ, от 0 до 3 ГГц (гарантировано)
Диапазон уровней запуска	±1,0 В

Параметр	Описание
Диапазон входных сигналов запуска	±1,5 В
Время удержания запуска	Регулируется от 5 нс до 50 мс с шагом 0,5 нс
Джиттер по входу прямого запуска	1,1 пс <sub>ср.кв.</sub> + 5*10 <sup>-6</sup> от значения положения по горизонтали (тип.) 1,5 пс <sub>ср.кв.</sub> + 10 <sup>-5</sup> от значения положения по горизонтали (макс.)

\*<sup>17</sup> При использовании модуля опорной фазы 82A04.\*<sup>18</sup> Фактический шаг тактовой частоты TDR может отличаться на 2% от установленного.\*<sup>19</sup> Для тактовой частоты менее 8 ГГц может потребоваться фильтрация входного тактового сигнала с целью устранения гармоник (см. «Прочие принадлежности» 020-2566-xx, 020-2567-xx и 020-2568-xx).**Математические и измерительные функции**

Параметр	Описание
Системные изменения	DSA8300 поддерживает до восьми одновременных измерений, которые обновляются три раза в секунду с возможностью дополнительного отображения статистических параметров каждого измерения (мин., макс., среднее значение и стандартное отклонение)
Набор измерительных функций	Свыше 120 автоматизированных измерительных функций включают сигналы с возвратом к нулю (RZ), без возврата к нулю (NRZ) и импульсные сигналы, позволяя выполнять следующие измерения:
Измерения уровня	Высокий уровень, низкий уровень, амплитуда, размах, максимум, середина, минимум, среднее значение, +выброс, -выброс, мощность между пиками и средняя оптическая мощность (дБм, Вт), шум, отношение сигнал/шум, среднеквадратичное значение шума, высота глаза, коэффициент открытия глаза, коэффициент экстинкции (отношение, %, дБ), коэффициент подавления (отношение, %, дБ), OMA, добротность, среднеквадратичное значение, среднеквадратичное значение за период, среднеквадратичное значение переменной составляющей, среднее значение за период, усиление, наложение в %, уровень наложения
Измерения временных параметров	Длительность переднего фронта, длительность заднего фронта, период, скорость передачи, длительность бита, частота, длительность наложения, +наложение, -наложение, джиттер (от пика до пика, среднеквадратичное значение), ширина глаза, +ширина, -ширина, длительность пакета, +скважность, -скважность, искажение скважности, задержка, фаза, симметричность импульса
Измерение площади	Площадь, площадь за период
Курсоры	Точка, вертикальная линия, горизонтальная линия
Обработка осциллограмм	Можно определить до восьми математических осциллограмм и вывести их с применением следующих математических функций: сложение, вычитание, умножение, деление, усреднение, производная, экспонента, интеграл, натуральный логарифм, десятичный логарифм, амплитуда, минимум, максимум, корень квадратный и фильтр. Кроме того, измеренные значения можно использовать в качестве скаляров в определении математических осциллограмм

Параметр	Описание
Тестирование по маске	В осциллографе предусмотрены готовые встроенные маски для многих приложений. Ниже перечислено большинство наиболее распространенных стандартных масок. Для ознакомления со списком всех доступных масок, обращайтесь в местное представительство Tektronix. Если не оговорено иное, то новые заводские обновляемые маски Tektronix загружаются вместе с файлом микропрограммы. Пользователь может создавать собственные специальные маски (через интерфейс пользователя или программный интерфейс).
Ethernet	100BASE-LX10 125,0 Мбит/с 100BASE-BX10 125,0 Мбит/с Gigabit Ethernet 1,250 Гбит/с 1000BASE-KX 1,250 Гбит/с 2GBE 2,500 Гбит/с 10GBASE-X4 3,125 Гбит/с 10GBASE-W 9,95328 Гбит/с 10GBASE-R 10,31250 Гбит/с FEC11.10 11,095728 Гбит/с 10GBASE-LRM 10,31250 Гбит/с 40GBASE-FR 41,25 Гбит/с 40GBASE-LR4 10,3125 Гбит/с 40GBASE-SR4 10,3125 Гбит/с 100GBASE-ER4 25,71825 Гбит/с 100GBASE-LR4 25,71825 Гбит/с 100GBASE-SR10 10,3125 Гбит/с
SONET/SDH	OC-1/STM-0 51,84 Мбит/с OC-3/STM-1 155,52 Мбит/с OC-12/STM-4 622,08 Мбит/с OC-48/STM-16 2,48832 Гбит/с FEC2.666 2,6660571 Гбит/с OC-192/STM-64 9,95328 Гбит/с FEC10.66 10,6642 Гбит/с FEC10.71 10,709225 Гбит/с OC-768/STM-256 39,81312 Гбит/с FEC42.66 42,6569 Гбит/с FEC43.02 43,018414 Гбит/с
Fiber Channel оптический	FC133 132,81 Мбит/с FC266 265,6 Мбит/с FC531 531,2 Мбит/с FC1063 1,0625 Гбит/с FC2125 2,125 Гбит/с FC4250 4,250 Гбит/с 8GFC 8,500 Гбит/с 10GFC 10,518750 Гбит/с FC11317 11,3170 Гбит/с 16GFC MM r6.1 14,025 Гбит/с 16GFC SM r6.1 14,025 Гбит/с
Fiber Channel электрический	FC133 132,81 Мбит/с FC266 265,6 Мбит/с FC531 531,2 Мбит/с FC1063 1,0625 Гб/с FC2125E 2,125 Гб/с Abs, Beta, Tx Abs, Beta, Rx Abs, Gamma, Tx Abs, Gamma Rx FC4250E 4,250 Гб/с Abs, Beta, Tx Abs, Beta, Rx Abs, Gamma, Tx Abs, Gamma Rx FC8500E 8,500 Гб/с Abs, Beta, Tx Abs, Beta, Rx Abs, Gamma, Tx Abs, Gamma Rx
SATA	G1 1,500 Гб/с Tx Rx G2 3,000 Гб/с Tx Rx G3 6,000 Гб/с Tx Rx

## Общие характеристики

Приведенные характеристики гарантированы в диапазоне температур от +10 до +40 °C (если не указано иное). Технические характеристики действительны для данного температурного диапазона через 20 минут прогрева после включения прибора. В общем случае компенсация эффективна, пока изменение температуры не превысило 5 °C.

## Габариты и масса DSA8300

Размеры, мм			Масса, кг
Ширина	Высота	Глубина	Нетто
457	343	419	21

## Компьютер и периферия

Параметр	Описание
Операционная система	Windows 7 Ultimate (32-разрядная)
Центральный процессор	Intel Core™ 2 DUO, 3 ГГц
Оперативная память	4 ГБ
Жесткий диск	160 ГБ, съемный, со стороны задней панели
Оптический привод	На передней панели, DVD - только чтение/CD - чтение/запись, с ПО для записи CD

## Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Сенсорный экран	Цветной с диагональю 264 мм/10,4 дюйма
Градации цвета	16 777 216 (24 бита)
Разрешение	1024 (по горизонтали) x 768 (по вертикали)
Тип экрана	ЖК

## Порты ввода/вывода

Параметр	Описание
Передняя панель	
Порт USB 2.0	Один разъем USB 2.0
Антистатический разъем	Гнездо 4 мм, 1 МОм
Прямой вход сигнала запуска	См. технические характеристики системы запуска
Вход сигнала запуска с предварительным масштабированием	См. технические характеристики системы запуска
Выход внутренней тактовой частоты TDR	См. технические характеристики системы запуска
Выход калибровки пост. напряжения	±1,25 В макс.
Задняя панель	
Порты USB	4 разъема USB 2.0
Порт LAN	Разъем RJ-45, поддержка 10Base-T, 100Base-T, 1000Base-T
Последовательные порты	Порты DB-9 COM1, COM2
GPIO	Разъем IEEE488.2
Видеопорт DVI-I	Розетка DVI. Предусмотрен переходник с DVI на 15-контактный разъем D-Sub VGA. Предназначен для вывода изображения с экрана осциллографа (в том числе живых осциллограмм) на внешний монитор или проектор. С помощью этого порта на внешний монитор также можно вывести изображение основного рабочего стола Windows. Кроме того, DVI-I порт может быть сконфигурирован для отображения второго рабочего стола Windows (режим расширенного рабочего стола или вывод на два монитора).
Последовательные порты PS2	Входы для мыши и клавиатуры
Аудиопорты	Гнезда 3,5 мм, микрофонный вход и линейный выход

**Эксплуатационные требования**

Параметр	Описание
Требования к питающей сети	
Сеть электропитания	От 90 до 250 В, от 50 до 400 Гц
Потребляемая мощность	205 Вт (тип.), только базовый блок 330 Вт (тип.), со всеми установленными модулями 600 Вт (максимум)
Климатические требования	
Температура	
Рабочая	от +10 до +40 °C
Хранения	От -22 до +60 °C
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3048 м
Хранения	12190 м
Относительная влажность	
Рабочая (без CD-ROM)	От 20 до 80 % при температуре не более 40 °C (верхний предел снижается на 45 % относительно значения при температуре 40 °C)
Электромагнитная совместимость	В соответствии с требованиями 89/336/EC
Безопасность	В соответствии с требованиями UL3111-1, CSA1010.1, EN61010-1, IEC61010-1

**Информация для заказа****DSA8300**

Стробоскопический осциллограф для анализа последовательных потоков данных

**Комплект поставки:** руководство пользователя, руководство по быстрой настройке прибора, клавиатура и мышь, совместимые с MS Windows 7, стилус для сенсорного экрана, онлайн-справочная система, онлайн-новый справочник программиста, кабель питания, годовая гарантия.

**Опции**

Опция	Описание
ADVTRIG	Расширенный запуск с синхронизацией от кодовой последовательности
ICMX	ПО IConnect® и MeasureXtractor для измерения целостности сигналов и анализа отказов
ICON	ПО IConnect® для измерения целостности сигналов и анализа отказов
JARB	Добавление 80SJARB (входит в опцию JNB или JNB01)
JNB	Добавление базовой версии ПО 80SJNB
JNB01	Добавление расширенной версии ПО 80SJNB
SPAR	ПО IConnect® для измерения S-параметров

**Сервисные опции**

Опция	Описание
CA1	Одна калибровка или проверка функционирования
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчет о калибровке
D3	Отчет о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)
D5	Отчет о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)
R3	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантийное обслуживание)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)
IF	Модернизация изделия

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**DSA83UP – комплект опций для анализа последовательных потоков данных для модернизации осциллографа DSA8300**

Опция	Описание
ADVTRIG	Расширенный запуск с синхронизацией от кодовой последовательности
HDD8	Дополнительный жесткий диск в комплекте с установочным кронштейном, операционной системой и приложением для осциллографа
JARB	Добавление 80SJARB (входит в опцию JNB или JNB01)
JNB	Добавление базовой версии ПО 80SJNB
JNB01	Добавление расширенной версии ПО 80SJNB
ADDJNB01	Обновление базовой версии ПО 80SJNB до расширенной версии 80SJNB01

**Оптические модули**

Оптические модули устанавливаются непосредственно в большой слот базового блока стробоскопического осциллографа DSA8300.

Дополнительная информация представлена в техническом описании «Модули оптических дискретизаторов 80C07B • 80C08C • 80C10B • 80C11 • 80C12B • 80C25GBE»

Во всех оптических модулях установлены разъемы FC/PC. В качестве опции можно приобрести переходники к разъемам следующих типов: ST/PC, D4/PC, Biconic, SMA 2.5, SC/PC, DIN/PC, HP/PC, SMA, DIAMOND 3.5.

Изделие	Описание
80C07B	Одномодовый и многомодовый широкополосный (от 750 до 1650 нм) модуль с оптической полосой пропускания 2,5 ГГц, позволяющий тестировать много-скоростные устройства связи и передачи данных с опциональной встраиваемой схемой восстановления тактовой частоты
80C08C	Одномодовый и многомодовый широкополосный (от 750 до 1650 нм) модуль с оптической полосой пропускания 9 ГГц, оптимизированный для приложений со скоростями передачи от 8,5 Гбит/с до 12,5 Гбит/с с опциональной встраиваемой схемой восстановления тактовой частоты
80C10B	Одномодовый (для длин волн от 1290 до 1330 нм и от 1520 до 1620 нм) модуль с оптической полосой пропускания 65/80 ГГц с эталонными приемными фильтрами, позволяющий тестировать многоскоростные устройства связи и передачи данных со скоростями 40 Гбит/с и 100 Гбит/с (4x25 Гбит/с) с опциональным калиброванным формирователем сигнала запуска для использования с внешними устройствами восстановления тактовой частоты (например, CR286A)
80C11	Одномодовый (для длин волн от 1100 до 1650 нм) модуль с оптической полосой пропускания 30 ГГц, с эталонными приемными фильтрами, позволяющий тестировать устройства связи и передачи данных со скоростями от 8,5 Гбит/с до 14,1 Гбит/с. Опциональная встраиваемая схема восстановления тактовой частоты для приложений со скоростями от 8,5 Гбит/с до 12,6 Гбит/с.
80C12B	Одномодовый и многомодовый широкополосный (от 750 до 1650 нм) модуль с оптической полосой пропускания 12 ГГц, с оптическими эталонными приемниками, предназначенный для приложений со скоростями передачи от 155 Мбит/с до 12,5 Гбит/с, с опциональным калиброванным формирователем сигнала запуска для использования с внешними устройствами восстановления тактовой частоты (например, 80A05 или CR125A)



Изделие	Описание
80C14	Одномодовый и многомодовый широкополосный (от 750 до 1650 нм) модуль с оптической полосой пропускания 12 ГГц, с оптическими эталонными приемниками, предназначенный для приложений со скоростями передачи от 8,5 Гбит/с до 12,5 Гбит/с, с опциональным калиброванным формирователем сигнала запуска для использования с внешними устройствами восстановления тактовой частоты (например, CR175A или CR286A)
80C25GBE	Одномодовый (для длин волн от 1290 до 1330 нм и от 1520 до 1620 нм) модуль с оптической полосой пропускания 65 ГГц, с эталонными приемными фильтрами, позволяющий тестировать многоскоростные устройства связи и передачи данных со скоростями 100 Гбит/с (4x25 Гбит/с) с опциональным калиброванным формирователем сигнала запуска для использования с внешними устройствами восстановления тактовой частоты (например, CR286A)

### Электрические модули

Электрические модули устанавливаются непосредственно в один из четырех малых слотов базового блока стробоскопического осциллографа DSA8300. Дополнительная информация представлена в техническом описании «Модули электрических дискретизаторов 80E10 • 80E09 • 80E08 • 80E07 • 80E06 • 80E04 • 80E03 • 80E01»

Изделие	Описание
80E10	Выносной* <sup>20</sup> модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 50/40/30* <sup>21</sup> ГГц, двухканальный с истинно дифференциальными возможностями TDR
80E09	Выносной* <sup>20</sup> модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 60/40/30* <sup>21</sup> ГГц, двухканальный
80E08	Выносной* <sup>20</sup> модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 30/20* <sup>21</sup> ГГц, двухканальный с истинно дифференциальными возможностями TDR
80E07	Выносной* <sup>20</sup> модуль дискретизатора с полосой пропускания 30/20* <sup>21</sup> ГГц, электрический, двухканальный
80E06* <sup>22</sup>	Одноканальный модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 70+ ГГц
80E04* <sup>21</sup>	Модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 20 ГГц, двухканальный с истинно дифференциальными возможностями TDR
80E03* <sup>21</sup>	Двухканальный модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 20 ГГц
80E01* <sup>21</sup>	Одноканальный модуль электрического дискретизатора с полосой пропускания 50 ГГц

<sup>20</sup> Все выносные дискретизаторы/генераторы TDR оснащены 2-метровым кабелем, что позволяет устанавливать дискретизатор в непосредственной близости от тестируемого устройства, обеспечивая наилучшее качество сигнала.

<sup>21</sup> Полоса пропускания выбирается пользователем.

<sup>22</sup> В удаленном режиме следует использовать удлинительный кабель 80N01 для модуля электрического дискретизатора.

### Модули опорной фазы

Модуль опорной фазы 82A04 устанавливается в осциллограф DSA8300 и синхронизируется от тактовой частоты захватываемого сигнала, что обеспечивает развертку захватываемых сигналов с чрезвычайно низким значением джиттера. Модуль позволяет работать с тактовой частотой от 2 ГГц\*<sup>19</sup> до более чем 60 ГГц.

Изделие	Описание
82A04	Модуль опорной фазы в стандартном исполнении поддерживает тактовую частоту до 20 ГГц. Опция 60G расширяет диапазон тактовой частоты до более чем 60 ГГц

<sup>19</sup> Для тактовой частоты <8 ГГц может потребоваться фильтрация на входе тактовой частоты, чтобы устранить гармоники сигнала тактовой частоты (см. раздел «Прочие принадлежности» 020-2566-xx, 020-2567-xx и 020-2568-xx).

### Модули/устройства восстановления тактовой частоты

Изделие	Описание
80A05	Электрический модуль восстановления тактовой частоты. Может работать с электрическими сигналами или с модулем 80C12B. В стандартном исполнении поддерживает следующие скорости: 50 Мбит/с - 2,700 Гбит/с 2,700 Гбит/с - 3,188 Гбит/с 4,250 Гбит/с (скорость 4-гигабитного Fibre Channel) С опцией 10G поддерживаются скорости: 3,267 - 4,250 Гбит/с 4,900 - 6,375 Гбит/с 9,800 - 12,60 Гбит/с
CR125A	Электрическое устройство восстановления тактовой частоты. CR125A восстанавливает тактовую частоту потоков последовательных данных всех наиболее известных стандартов в диапазоне от 100 Мбит/с до 12,5 Гбит/с. Может работать с электрическими сигналами или с модулем 80C12B
CR175A	Электрическое устройство восстановления тактовой частоты. CR175A восстанавливает тактовую частоту потоков последовательных данных всех наиболее известных стандартов в диапазоне от 100 Мбит/с до 17,5 Гбит/с. Может работать с электрическими сигналами или с модулями 80C12B и 80C14
CR286A	Электрическое устройство восстановления тактовой частоты. CR286A восстанавливает тактовую частоту потоков последовательных данных всех наиболее известных стандартов в диапазоне от 100 Мбит/с до 28,6 Гбит/с. Может работать с электрическими сигналами или с модулями 80C12B, 80C14, 80C10B* <sup>23</sup> и 80C25GBE

\*<sup>23</sup> До скоростей 28,6 Гбит/с.

**Прочие принадлежности**

Изделие	Описание
Удлинительный кабель дискретизатора, 2 м	Заказ 80N01. Предназначен для работы с модулями 80E01, 80E02, 80E03, 80E04, 80E06 и 82A04. Не совместим с модулями 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10
Удлинительный кабель адаптера SlotSaver	Подает питание и управляющие сигналы на 80A02 при внешнем управлении от базового блока, высвобождает один слот. Заказ 174-5230-xx
82A04, фильтр на 2 ГГц	Фильтр для несинусоидального тактового сигнала опорной фазы с частотой от 2 до 4 ГГц. Заказ 020-2566-xx
82A04, фильтр на 4 ГГц	Фильтр для несинусоидального тактового сигнала опорной фазы с частотой от 4 до 6 ГГц. Заказ 020-2567-xx
82A04, фильтр на 6 ГГц	Фильтр для несинусоидального тактового сигнала опорной фазы с частотой от 6 до 8 ГГц. Заказ 020-2568-xx
2X Атенюатор (SMA вилка на розетку)	От 0 до 18 ГГц. Заказ 015-1001-xx
5X Атенюатор (SMA вилка на розетку)	От 0 до 18 ГГц. Заказ 015-1002-xx
Переходник	С вилки 2,4 мм или 1,85 мм на розетку 2,92 мм, от 0 до 40 ГГц. Заказ 011-0157-xx
Делитель мощности	50 Ом, согласованный делитель мощности, вилка SMA на две розетки SMA. Заказ 015-0705-xx
Комплект для монтажа в стойку	Заказ 016-1791-xx
Антистатический браслет	Заказ 006-3415-04
P7513/P7516	Дифференциальные пробники TriMode™, 13 ГГц и 16 ГГц. Необходим интерфейсный модуль 80A03
P7260	Активный пробник на полевом транзисторе, 6 ГГц. Необходим интерфейсный модуль 80A03
P7350	Активный пробник на полевом транзисторе, 5 ГГц. Необходим интерфейсный модуль 80A03
P7350SMA	Активный пробник с переходом с дифференциальной линии на несимметричную, 5 ГГц, 50 Ом. Необходим интерфейсный модуль 80A03. Примечание. Для дискретизации рекомендуется использовать пробники P7380 (а не P7350), которые обладают более широкой полосой и лучшим качеством сигнала.
P7380SMA	Активный пробник с переходом с дифференциальной линии на несимметричную, 8 ГГц, 50 Ом. Необходим интерфейсный модуль 80A03
P6150	Пассивный пробник, 9 ГГц; состоит из сверхвысококачественного 20 ГГц наконечника и очень гибкого кабеля с разъемом SMA. Для улучшения ВЧ характеристик рекомендуется применение 015-0560-xx или другого дополнительного кабеля.
P8018	Несимметричный TDR пробник, 20 ГГц. Для защиты от статического электричества рекомендуется применять модуль 80A02
P80318	Дифференциальный TDR пробник, 18 ГГц, 100 Ом
80A02	Модуль защиты от статического электричества осциллографа DSA8300 (1 канал). Рекомендуется TDR пробник P8018
80A03	Позволяет использовать два пробника TekConnect™ серии Tektronix P7000 со стробоскопическими осциллографами серии 8000
Соединительные кабели	450 мм, потери 1 дБ на частоте 20 ГГц. Высококачественный кабель, рекомендуемый для работы на частотах до 20 ГГц. Заказ 015-0560-xx

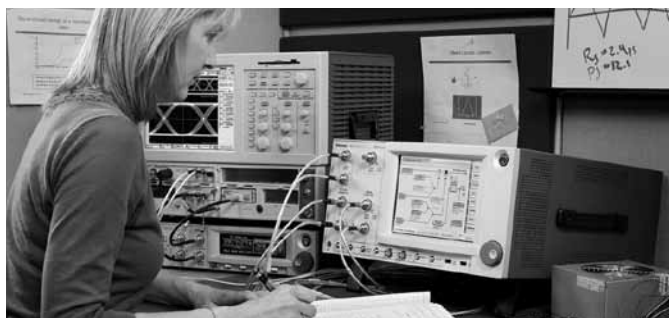
**Соединительные кабели других производителей**

Для достижения минимального разброса результатов измерений Tektronix рекомендует применять с описанными широкополосными приборами высококачественные соединительные кабели. Перечисленные ниже кабели компании W.L. Gore и ее партнеров совместимы с разъемами 2,92 мм, 2,4 мм и 1,85 мм модулей 80Exx.

Кабель	Частота	Разъемы	Длина
<b>Кабели для настольных измерений</b>			
TEK40PF18PP	40 ГГц	2,92 мм, вилка	457 мм
TEK50PF18PP	50 ГГц	2,4 мм, вилка	457 мм
TEK65PF18PP	60 ГГц	1,85 мм, вилка	457 мм
<b>Высокочастотные соединительные кабели для модулей электрических дискретизаторов</b>			
TEK40HF06PP	40 ГГц	2,92 мм, вилка	152 мм
TEK40HF06PS	40 ГГц	2,92 мм, вилка 2,92 мм, розетка	152 мм
TEK50HF06PP	50 ГГц	2,4 мм, вилка	152 мм
TEK50HF06PS	50 ГГц	2,4 мм, вилка 2,4 мм, розетка	152 мм
TEK65HF06PP	65 ГГц	1,85 мм, вилка	152 мм
TEK65HF06PS	65 ГГц	1,85 мм, вилка 1,85 мм, розетка	152 мм

**Калибровочные комплекты и принадлежности других производителей**

Для облегчения измерений S-параметров с помощью электрических TDR модулей 80E10, 80E08, 80E04 и ПО IConnect® мы рекомендуем применять прецизионные калибровочные комплекты, комплекты адаптеров, предохранители разъемов, соединительные линии с воздушным диэлектриком, динамометрические ключи и измерители разъемов компании Maury Microwave.



BERTScope® BSA



BERTScope BSA/CR/DPP и осциллограф MSO70000

### Тестеры коэффициента битовых ошибок

Тестеры коэффициента битовых ошибок обладают превосходными характеристиками и исключительной гибкостью, позволяющей значительно сократить сроки разработки новых изделий и снизить расходы, связанные с тестированием на соответствие стандартам. Эти приборы прекрасно справляются со своей основной задачей быстрым и надежным выявлением ошибок в цифровых потоках.

	Серия BERTScope® BSA	Серия BERTScope® CR	Серия BERTScope® DPP	Серия BERTScope® BA
<b>Тип</b>	Измерение коэффициента битовых ошибок с функциями осциллографа	Универсальное прецизионное восстановление и анализ тактовой частоты	Производительный анализ последовательных данных	Поиск источников битовых ошибок
<b>Макс. скорость потока</b>	8,5 – 26 Гбит/с	12,5 – 28,6 Гбит/с	12,5 Гбит/с	1,5 – 1,6 Гбит/с
<b>Применение</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Измерение параметров скоростных цифровых устройств с помощью встроенного генератора кодовых последовательностей, обнаружение ошибок и генерация сигналов максимальной нагрузки</li> <li>■ Анализ целостности сигнала – коррелированная глазковая диаграмма BER, пиковый джиттер, карта джиттера, измеренные и экстраполированные контура BER, тестирование по маске и анализ добротности</li> <li>■ Опциональный встроенный генератор калиброванного сигнала максимальной нагрузки SJ, SI, RJ и BUJ для тестирования глазковой диаграммы и допусков джиттера, включая:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6, 11 и 25 G CEI</li> <li>• PCI Express 3.0</li> <li>• USB 3.0</li> <li>• Fibre Channel</li> <li>• 10/40/100 G Ethernet</li> <li>• SATA &amp; SAS</li> <li>• SFP+/SFI и XFP/XFI</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Непрерывное восстановление тактовой частоты для данных, передаваемых со скоростью от 150 Мбит/с до 12,5, 17,5 или 28,6 Гбит/с</li> <li>■ Восстановление тактовой частоты существующих и будущих стандартов последовательных шин, включая: 16XFC, 100GBASELR-4, CEI-28 G-SR, PCI-e Gen. 3, 10/40/100 G Ethernet, SAS, SATA</li> <li>■ Непрерывные, выбираемые пользователем полосы ФАПЧ от 200 кГц до 12 МГц, опционально до 24 МГц</li> <li>■ Автономная работа, совместная работа с другим испытательным оборудованием, с приборами семейства BERTScope или DSA8200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Измерение параметров высокоскоростных, сложных устройств</li> <li>■ Сертификационные испытания последовательных потоков данных на соответствие промышленным стандартам</li> <li>■ Разработка/проверка скоростных компонентов и систем ввода/вывода</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Измерение параметров полупроводниковых приборов</li> <li>■ Производственное тестирование по маске глазковой диаграммы, тестирование BER и джиттера</li> <li>■ Функциональное тестирование систем спутниковой связи</li> <li>■ Функциональное тестирование систем беспроводной связи</li> <li>■ Тестирование оптоволоконных компонентов и систем</li> <li>■ Оценка упреждающей коррекции ошибок</li> </ul>

## ТЕСТЕРЫ КОЭФФИЦИЕНТА БИТОВЫХ ОШИБОК

### Серия BERTScore® BSA



#### Применение

- Проверка/измерение параметров устройств
- Проверка совместимости систем последовательной передачи данных
- Анализ целостности сигнала
  - Тестирование электрических/оптических приемников в условиях максимальной нагрузки
  - Автоматическое тестирование допусков джиттера CDR

#### Возможности

Генерация кодовых последовательностей и анализ ошибок, высокоскоростные измерения коэффициента битовых ошибок (BER) до 26 Гбит/с

Встроенный генератор сигнала максимальной нагрузки для тестирования глазковой диаграммы в условиях максимальной нагрузки (SRS) и автоматического тестирования допусков джиттера.

Встроенный, коррелированный анализ глазковой диаграммы BER по маске «годен/не годен» для PCI Express, USB, SATA и других последовательных шин.

Локализация ошибок и анализ контура BER посредством сигналов псевдослучайной двоичной последовательности со скоростью до 26 ГБ/с.

#### Преимущества

Объединение генерации и анализа в одном приборе позволяет тестировать BER приемников для современных стандартов последовательных шин 2-го и 3-го поколения.

Испытательная скорость передачи, максимальная нагрузка и последовательности данных могут изменяться во время работы независимо друг от друга, позволяя генерировать широкий спектр сигналов для проверки устойчивости ИМС/систем.

Расширенные возможности отладки по сравнению с другими тестерами BER за счет представления результатов в виде знакомой глазковой диаграммы, позволяющей сравнивать их с шаблоном конкретного стандарта.

Быстрый анализ целостности сигнала, касающейся BER. Локализация ошибок предоставляет подробные диаграммы BER, ускоряя разделение ошибок BER на детерминированные и случайные.

### Информация для заказа

#### Тестер коэффициента битовых ошибок

Серия BERTScore BSA

Модели

Модель	Описание
BSA85C	Одноканальный анализатор коэффициента битовых ошибок BERTScore 8,5 Гбит/с
BSA85CPG	Генератор кодовых последовательностей BERTScore 8,5 Гбит/с
BSA125C	Анализатор коэффициента битовых ошибок BERTScore 12,5 Гбит/с
BSA125CPG	Генератор кодовых последовательностей BERTScore 12,5 Гбит/с
BSA175C	Анализатор коэффициента битовых ошибок BERTScore 17,5 Гбит/с
BSA175CPG	Генератор кодовых последовательностей BERTScore 17,5 Гбит/с
BSA260C	Анализатор коэффициента битовых ошибок BERTScore 26,0 Гбит/с
BSA260CPG	Генератор кодовых последовательностей BERTScore 26,0 Гбит/с

**В комплект поставки всех моделей входит:** краткое руководство по эксплуатации, кабель питания, мышь, кабель-разветвитель PS2, три коротких кабеля с малыми потерями, адаптер DVI.

#### Опции

Опция	Описание	BSA85C	BSA85CPG	BSA125C	BSA125CPG	BSA175C	BSA175CPG	BSA260C	BSA260CPG
F2	F/2 генерация джиттера 8G/10.3125G (необходима опция STR)	X	X	X	X	X	X	X	X
STR	Генератор сигналов максимальной нагрузки (включает опции ECC, MAP, PL, XSSC, JTOL, SF)	X	X <sup>11</sup>	X	X	X	X	X	X
XSSC	Расширенная тактовая частота с распределенным спектром (SSC) (входит в STR)	X	X	X	X	X	X	X	X
PCISTR	Генерация расширенных сигналов максимальной нагрузки для PCIe	X	X	X	X	X	X		X
J-MAP	ПО разложения джиттера	X		X		X		X	
ECC	Эмуляция кодирования с коррекцией ошибок (ПО) (входит в STR)	X		X		X		X	
JTOL	Шаблоны допуска на джиттер (ПО) (используется только с STR)	X		X		X		X	
LDA	ПО анализа живых данных (входит в STR)	X		X		X		X	
MAP	ПО анализа распределения ошибок (входит в STR)	X		X		X		X	
PL	Пакет тестов физического уровня (ПО) (входит в STR)	X		X		X		X	
PVU	Обработка компенсации PatternVu (ПО)	X		X		X		X	
SF	ПО фильтрации символов (используется с STR)	X <sup>12</sup>		X		X		X	
SLD	Испытательные живые данные (ПО)	X		X		X		X	
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени	X	X	X	X	X	X	X	X
C3	Калибровка в течение 3 лет	X	X	X	X	X	X	X	X
R3	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантию)	X	X	X	X	X	X	X	X
-R3DW	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантию). 3-летний период отсчитывается с момента покупки прибора заказчиком	X	X	X	X	X	X	X	X

<sup>11</sup> В BSA85CPG обязательно должна быть установлена опция STR.

<sup>12</sup> Для этой модели поставляется с опцией STR

## Серия BERTScore® CR



### Применение

- Проверка/измерение параметров устройств
- Восстановление тактовой частоты для цифровых осциллографов и анализаторов коэффициента битовых ошибок
- Анализ целостности сигнала

Возможности	Преимущества
Скорость передачи данных до 28,6 Гбит/с	Непрерывный диапазон скорости передачи данных для систем ввода/вывода нового поколения, включая PCIe 3.0, 10GBASE-KR, 16xFC, 25 & 28G CEI и 100GBASE-LR-4 & ER-4.
Независимое измерение, управление и отображение полосы ФАПЧ, JTF (передаточной функции джиттера) и пиковых значений.	Создает точную характеристику «Эталонной ФАПЧ» для тестирования джиттера приемников и тестирования устойчивости приемника в условиях максимальной нагрузки. Обеспечивает полную гибкость измерения параметров.
Входная компенсация при восстановлении тактовой частоты	Позволяет восстанавливать тактовую частоту сигналов с значительными межсимвольными помехами, не оказывая влияния на исследуемый поток данных. Восстановленная тактовая частота позволяет выполнять другие виды анализа, включая «чистый глаз», применение к сигналу фильтрации КИХ и тестирование BER.
Полоса ФАПЧ 24 МГц (опционально)	Отвечает требованиям к полосе JTF шин USB 3.0, 6 G SATA и PCIe 3.

## Информация для заказа

### CR125A

Прибор для восстановления тактовой частоты 12,5 Гбит/с

### CR175A

Прибор для восстановления тактовой частоты 17,5 Гбит/с

### CR286A

Прибор для восстановления тактовой частоты 28,6 Гбит/с

### Опции

Опция	Описание	CR125A	CR175A	CR286A
PCIE	Анализ ФАПЧ для PCIe (необходима опция для измерения спектра джиттера, работает только на 2.5G и 5G)	X	X	X
HS	Восстановление тактовой частоты с высокой чувствительностью		X	X
XLBW	Расширенная полоса обратной связи в системе восстановления тактовой частоты	X	X	X
12GJ	Анализ спектра джиттера от 1,2 до 11,2 Гбит/с	X		
17GJ	Анализ спектра джиттера от 1,2 до 11,2 Гбит/с		X	
28GJ	Анализ спектра джиттера от 1,2 до 11,2 Гбит/с			X
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени	X	X	X
C3	Калибровка в течение 3 лет	X	X	X
R3	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантию)	X	X	X
-R3DW	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантию). 3-летний период отсчитывается с момента покупки прибора заказчиком	X	X	X

### Принадлежности

Принадлежность	Описание
CR125ACBL	Комплект высококачественных кабелей с согласованной задержкой (необходим для BERTScore и CRU в приложениях SSC)
100PSRTFILTER	Фильтр фронтов длительностью 100 пс
BSA12500ISI	Дифференциальная плата межсимвольных помех
PMCABLE1M	Прецизионная пара кабелей с согласованной фазой, 1 м
SMAPOWERDIV	Делители мощности SMA
BSASATATEE	T-образный ответвитель BSA-SATA для сигнализации OOB
BSARACK	Комплект для монтажа в стойку BSA

## ТЕСТЕРЫ КОЭФФИЦИЕНТА БИТОВЫХ ОШИБОК

### Серия BERTScore® DPP



#### Применение

- Проверка/измерение параметров устройств
- Проверка совместимости последовательных данных

#### Возможности

Работа в диапазоне от 1 до 12,5 Гбит/с в стандартной конфигурации с 3 отводами.

Оценка 3-отводной компенсации на сигналах 8b/10b со скоростями более 5 Гбит/с (опционально 4 отвода)

Гибкая установка курсора

#### Преимущества

Поддержка высокой скорости передачи данных с аппаратной компенсацией позволяет выполнять тесты совместимости современных последовательных шин 2-го и 3-го поколения.

Поддерживает тесты совместимости для 802.3ar, Serial Attached SCSI, объединительных панелей 10GBASE-KR, DisplayPort™, USB 3.0, PCI Express® Gen 3.

Регулировка предварительных и последующих курсоров для оптимизированной компенсации межсимвольных помех и потерь.

### Информация для заказа

#### DPP125B

Процессор цифровых предсказаний 1-12,5 Гбит/с 3 отвода

#### Опция 4T

Опциональный процессор цифровых предсказаний с 4 отводами для DPP125

DPP может работать автономно с ПК (не входит в комплект поставки) или совместно с тестером коэффициента битовых ошибок BERTScore соответствующей модели

**В комплект поставки всех моделей входит:** кабель питания, кабель USB, два входных кабеля с разъемами SMA и компакт-диск с программным обеспечением.

### Серия BERTScore® BA



#### Применение

- Измерение параметров полупроводников
- Производственное тестирование глазковых диаграмм по маске, тестирование коэффициента битовых ошибок (BER) и джиттера
- Функциональное тестирование систем спутниковой связи и беспроводных коммуникационных систем

#### Возможности

Генерация кодовых последовательностей и анализ ошибок, высокоскоростные измерения BER до 1,6 Гбит/с

Локализация ошибок и анализ контура BER сигналов псевдослучайной двоичной последовательности со скоростью до 1,6 Гб/с.

Измерение джиттера в соответствии со стандартом ANSI (RJ, DJ и TJ)

#### Преимущества

Объединение генерации и анализа в одном приборе позволяет тестировать BER приемников для современных электронных и коммуникационных систем.

Быстрый анализ целостности сигнала, касающейся BER. Локализация ошибок предоставляет подробные диаграммы BER, ускоряя разделение ошибок BER на детерминированные и случайные.

Быстрый, эффективный метод определения джиттера для длинных последовательностей PRBS31 с триангуляцией. Графическое представление позволяет глубже анализировать джиттер, одновременно упрощая работу.

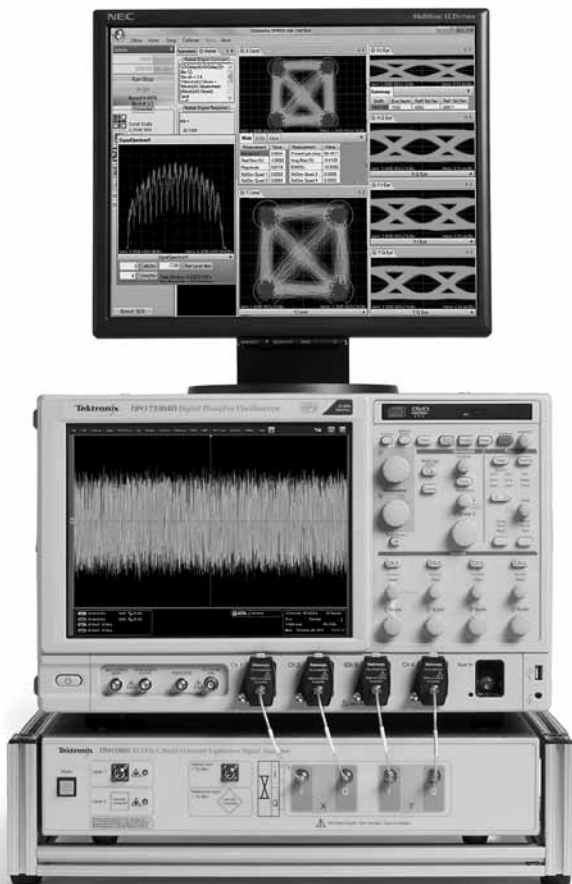
### Информация для заказа

#### Приборы

Прибор	Опция	Описание
BA1600		Генератор кодовых последовательностей 1,6 Гбит/с и анализатор ошибок
	ECC	Эмуляция кодирования с коррекцией ошибок
	MAP	Анализ распределения ошибок
	PL	Пакет тестов физического уровня
BA1500		Генератор кодовых последовательностей 1,5 Гбит/с и анализатор ошибок
	ECC	Эмуляция кодирования с коррекцией ошибок
	MAP	Анализ распределения ошибок
	PL	Пакет тестов физического уровня

# Анализатор когерентных оптических сигналов

Серия OM4000



Анализатор когерентных оптических сигналов серии OM4000 и осциллограф серии Tektronix<sup>1</sup> DPO70000.

## Возможности и преимущества

### Непревзойденная гибкость

- Архитектура анализатора когерентных оптических сигналов, совместимая с осциллографами реального и эквивалентного времени<sup>2</sup>
- Полная система анализа когерентных оптических сигналов для использующих поляризационное уплотнение сигналов QPSK, смещенного QPSK, QAM, дифференциального BPSK/QPSK и других современных форматов модуляции
- Отображение констеляционной диаграммы, фазовой глазковой диаграммы, Q-фактора, Q-графика, спектра, сферы Пуанкаре, зависимости сигнала от времени, фазовых характеристик лазера, коэффициента ошибок на бит (BER) и дополнительных графиков, а также применение функций анализа через интерфейс MATLAB
- Измерение дисперсии в режиме поляризации (PMD) произвольного порядка для большинства поляризованных мультиплексируемых сигналов

### Прецизионный оптический приемник

- Прецизионный когерентный приемник обеспечивает минимальные температурные и временные отклонения параметров, гарантируя высокую степень точности и стабильности
- Высоколинейный фотодетектор позволяет работать с большими уровнями мощности гетеродина и сигнала, позволяя обойтись без электрического усиления
- Встроенная пара настраиваемых лазеров ECDL (полупроводниковый лазер с внешним резонатором), один из которых используется в качестве гетеродина, а другой – для самодиагностики. Оба лазера обладают лучшими в отрасли шириной спектральной линии и диапазоном настройки, обеспечивающим настройку на любую длину волны в пределах рабочего диапазона
- ПО анализа когерентных оптических сигналов способно работать с мгновенной шириной спектральной линии лазерного сигнала >5 МГц, что совместимо со стандартными настраиваемыми по сети источниками, такими как лазеры DBR и DFB
- Отсутствие потребности в синхронизации фазы или частоты лазера
- Интеллектуальное разделение поляризации после поляризации сигнала

### Расширяемость под нужды пользователя

- Доступ к встроенным функциям непосредственно через интерфейс MATLAB<sup>3</sup>
- Дистанционное управление по сети Ethernet
- Превосходный интерфейс пользователя предлагает упрощающие работу средства визуализации и позволяет использовать мощные возможности MATLAB
- В комплект поставки приборов серии OM4000 входит ПО анализа когерентных оптических сигналов OM1106

<sup>1</sup> Для OM4106D необходим осциллограф Tektronix. Другие модели серии OM4000 совместимы с большинством осциллографов. Подробную информацию можно получить в торговом представительстве.

<sup>2</sup> Некоторые функции доступны только при использовании с осциллографами Tektronix

<sup>3</sup> MATLAB является зарегистрированным товарным знаком компании MathWorks.

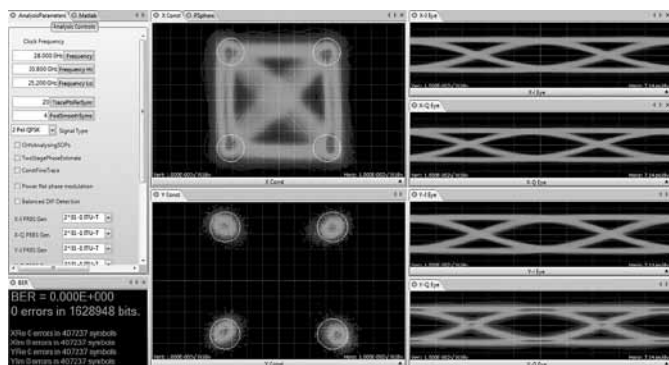


Рис. 1. Интерфейс пользователя (OUI) анализатора OM4000 отображает некоторые параметры градациями цвета. Можно также применить цветовое кодирование символов в зависимости от предыдущего состояния. Показаны данные сигнала 112 Гбит/с PM-QPSK.

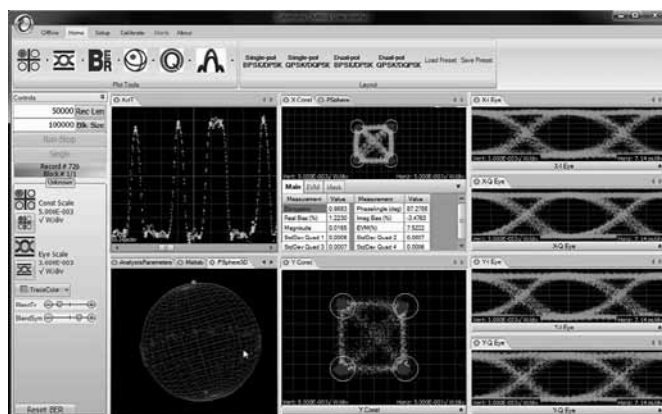


Рис. 2. Интерфейс пользователя OM4000 (OUI) показывает выбранные измерения эквивалентного времени.

### Введение

Анализатор когерентных оптических сигналов OM4000 представляет собой 1550 нм оптоволоконную оптическую систему (C и L диапазонов), предназначенную для визуализации и измерения сигналов со сложной модуляцией и предлагающую комплексное решение для тестирования как когерентных передающих систем, так и систем с непосредственным детектированием. Анализатор состоит из приемника оптических сигналов с различной поляризацией и фазой, а также аналитического программного обеспечения, одновременно позволяющего выполнять измерения широко используемых в современной оптоволоконной связи форматов модуляции, включая поляризационное уплотнение (PM-) QPSK. Программное обеспечение анализатора выполняет все калибровки и обработку, необходимые для отображения констелляционной диаграммы пакетного режима реального времени, глазковой диаграммы, сферы Пуанкаре и обнаружения битовых ошибок.

### Гибкость приборов серии OM4000

OM4000 по-своему уникален, позволяя работать с осциллографами реального и эквивалентного времени. Такая беспрецедентная архитектура позволяет использовать преимущества обоих форматов регистрации, и все это с одним анализатором когерентных оптических сигналов. Для тех пользователей, которые выполняют анализ, требующий высокой частоты дискретизации, оптимальные результаты может дать применение анализатора с осциллографом реального времени, таким как DP073304D. Для тех пользователей, которым требуется высокое разрешение, например, при измерении параметров модуляции, более удобным может оказаться осциллограф эквивалентного времени. Выбрав осциллограф Tektronix с достаточной полосой пропускания, можно анализировать потоки со скоростью более 240 Гбит/с.

### Интерфейс пользователя (OUI) серии OM4000

Все анализаторы когерентных оптических сигналов имеют единый OUI, который позволяет управлять прибором и отображать данные. Кроме того, OUI можно заказать отдельно от анализатора OM4000 и использовать его для анализа с другой системой приема когерентных сигналов. Версия OUI, способная выполнять только регистрацию данных и анализ, называется OM1106. Для облегчения визуализации данных OUI предлагает функции градации цвета, послесвечения и цветового кодирования. На рис. 1 видно, что горизонтальные переходы выполняются реже, чем вертикальные, в связи с относительной синхронизацией последовательности данных IQ (посередине вверху на рис. 1). Другая констелляционная диаграмма поляризации показана с градацией цвета только с точками символов (посередине внизу). Градация цвета доступна также и для глазковой диаграммы (справа внизу).

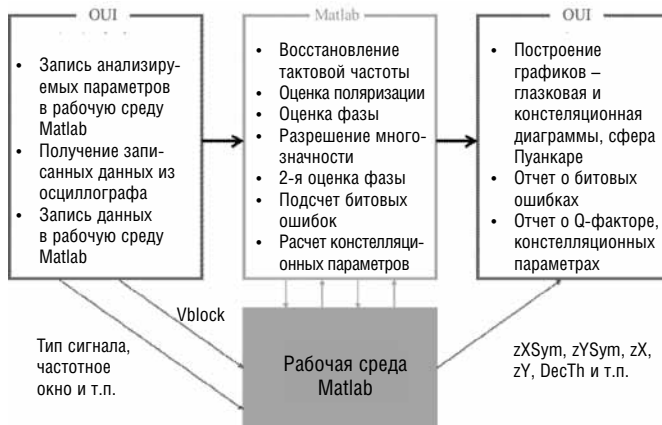


Рис. 3. Прохождение данных под управлением OUI.

### Взаимодействие интерфейса пользователя (OUI) с MATLAB

Входными данными для OUI является информация о сигнале, предоставляемая пользователем, и данные, получаемые от осциллографа. Далее все это передается в рабочую среду MATLAB, как показано на рис. 3. Затем для обработки данных и создания результирующих переменных поля, вызывается серия скриптов MATLAB. После этого OUI получает эти переменные и строит по ним график. Автоматический тест выполняется путем подключения к OUI или непосредственного подключения к рабочей среде MATLAB. Пользователю не нужен опыт работы с MATLAB – всем взаимодействием с MATLAB может управлять OUI. Тем не менее, опытные пользователи могут обращаться к внутренним функциям через интерфейс MATLAB. Это можно использовать для создания специализированных модуляторов и алгоритмов или для специальной визуализации результатов анализа.



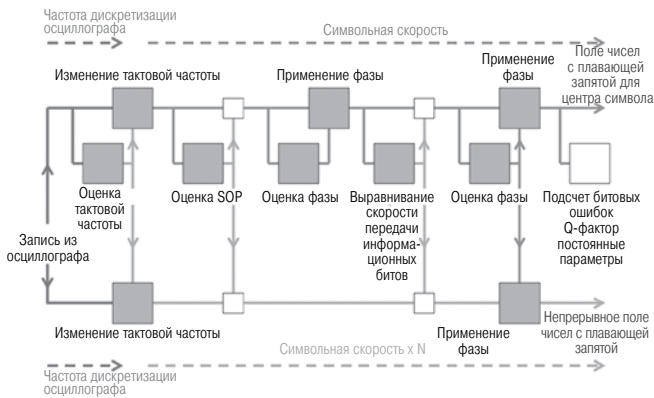


Рис. 4. Прохождение данных через «Ядро обработки»

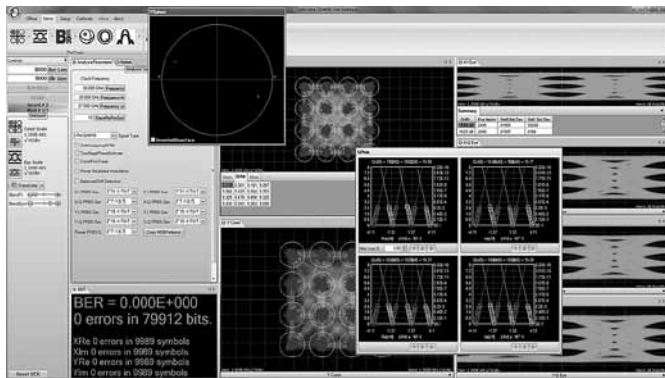


Рис. 5. Измерения QAM, отображаемые интерфейсом пользователя OM4000.

**Подход к обработке сигнала**

Для систем реального времени после захвата данных выполняется восстановление тактовой частоты и перенастройка данных, так, чтобы получить одну выборку на символ в центре символа для разделения поляризации и других алгоритмов (верхний путь на рис. 4). Кроме того, выполняется передискретизация данных с десятикратной скоростью передачи (выбирается пользователем) для определения кривых, связывающих символы в глазковой или констеляционной диаграмме (нижний путь). Метод восстановления тактовой частоты зависит от выбранного типа сигнала. Затем выполняется восстановление фазы лазера на основе центрированных по символу выборок. После восстановления фазы лазера модулированная часть поля становится доступной для совмещения с предполагаемыми данными для каждой боковой составляющей. В этой точке можно выполнить расчет битовых ошибок путем оценки разности между реальными и ожидаемыми данными после учета всех возможных неопределенностей в полярности данных. Выбрана полярность с наименьшим значением BER. Когда реальные данные становятся известными, можно выполнить вторую оценку фазы для устранения ошибок, которые могут возникнуть из-за скачка фазы лазера. После расчета переменных поля они становятся доступными для получения и отображения в OUI. На каждом этапе обработки выбирается наилучший алгоритм для данного типа данных, причем вмешательство пользователя не требуется, если только он сам этого не захочет.

Measurement	Value	Mean	Min	Max	StdDev	Count
Xconst Symbol Std. Dev.	0.0886 <sup>1</sup> /mV	0.0886 <sup>1</sup> /mV	0.0833 <sup>1</sup> /mV	0.0912 <sup>1</sup> /mV	0.00208 <sup>1</sup> /mV	19
Xconst Symbols Displayed	3942	4101	3905	4268	132	19
Xconst Mask Violations	6	6	6	7	0	19
Xconst EVM, Average	8.8 %	8.6 %	8.2 %	8.9 %	0.23 %	19
Xconst Magnitude	1.482 <sup>1</sup> /mV	1.439 <sup>1</sup> /mV	1.373 <sup>1</sup> /mV	1.505 <sup>1</sup> /mV	0.03873 <sup>1</sup> /mV	19
Xconst Phase Angle	94 deg	90 deg	85 deg	94 deg	3.2 deg	19
Xconst Bias, Imag	-0.12 %	-0.12 %	-0.13 %	-0.12 %	0.0029 %	19
Xconst Bias, Real	-0.011 %	-0.011 %	-0.012 %	-0.011 %	0.00028 %	19
Xconst IQ Imbalance	0.9946	0.9976	0.9534	1.046	0.02677	19
X-I Undershoot	0.79 %	0.75 %	0.72 %	0.79 %	0.023 %	19
X-I Overshoot	0.86 %	0.86 %	0.82 %	0.9 %	0.022 %	19
X-I Falltime	45 ps	47 ps	45 ps	49 ps	1.3 ps	19
X-I Risetime	49 ps	47 ps	45 ps	50 ps	1.5 ps	19
X-I Skew	0.027 ps	0.028 ps	0.027 ps	0.029 ps	0.00082 ps	19
X-I Crossing Point	50 %	50 %	48 %	52 %	1.4 %	19
X-I Rail 1 Std Dev	0.0873 <sup>1</sup> /mV	0.0904 <sup>1</sup> /mV	0.0863 <sup>1</sup> /mV	0.0949 <sup>1</sup> /mV	0.00244 <sup>1</sup> /mV	19
X-I Rail 0 Std Dev	0.0838 <sup>1</sup> /mV	0.0868 <sup>1</sup> /mV	0.0828 <sup>1</sup> /mV	0.0911 <sup>1</sup> /mV	0.00234 <sup>1</sup> /mV	19
X-I Eye Height	2.04 <sup>1</sup> /mV	2.02 <sup>1</sup> /mV	1.96 <sup>1</sup> /mV	2.11 <sup>1</sup> /mV	0.053 <sup>1</sup> /mV	19
X-I Q-Factor	21 dB	21 dB	20 dB	22 dB	0.61 dB	19
X-Q Undershoot	0.71 %	0.73 %	0.69 %	0.76 %	0.021 %	19
X-Q Overshoot	0.85 %	0.87 %	0.83 %	0.91 %	0.025 %	19
X-Q Falltime	47 ps	47 ps	45 ps	50 ps	1.3 ps	19
X-Q Risetime	47 ps	48 ps	45 ps	50 ps	1.3 ps	19
X-Q Skew	0.054 ps	0.056 ps	0.054 ps	0.059 ps	0.0014 ps	19
X-Q Crossing Point	49 %	50 %	48 %	52 %	1.2 %	19

Рис. 6. Аннотированная таблица измерений, сформированная интерфейсом пользователя OM4000.

**Простой OUI позволяет быстро приступить к работе**

Интерфейс пользователя анализатора когерентных оптических сигналов называется OUI. Он позволяет без труда настраивать измерения и отображать результаты, а также предлагает средства программного управления приложениями сторонних поставщиков через WCF или .NET. Кроме того, им можно управлять из MATLAB или LabVIEW. На рис. 5 показана конфигурация для измерения QAM. Графики можно перемещать, закреплять и изменять по размеру. Вы можете закрывать и создавать графики, отображая только ту информацию, которая вам нужна.

Помимо множества измерений, доступных в виде графиков, можно вывести сводку результатов измерений в окно измерений, в котором отображаются также и статистические данные. Пример такой таблицы показан на рис. 6 .

**Быстрое выполнение настроек**

OUI предназначен для получения данных от осциллографа и очень быстрого их перемещения в рабочую среду MATLAB для обеспечения максимальной скорости обновления данных. Затем данные обрабатываются в MATLAB, и результирующие переменные извлекаются для отображения.

**Тесная интеграция с MATLAB**

Поскольку вся обработка данных выполняется в MATLAB, инженеры могут без труда контролировать каждый этап обработки, что необходимо для глубокого понимания происходящих процессов. Научно-исследовательские лаборатории тоже выигрывают от тесной интеграции с MATLAB, поскольку могут писать собственные алгоритмы MATLAB для новых разрабатываемых технологий.

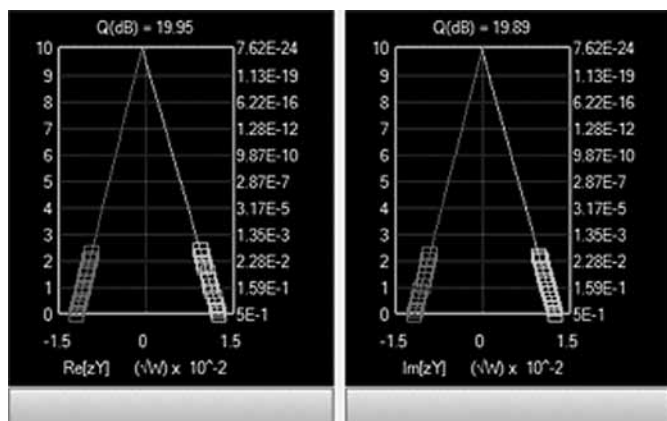


Рис. 7. Q-график.

### Применение оптимальных алгоритмов

Не думайте о том, какой алгоритм использовать. Когда вы выбираете в OUI определенный тип сигнала, например, PM-QPSK, данные этого сигнала обрабатываются по наиболее оптимальному алгоритму. Каждому типу сигнала сопоставлен специально разработанный метод обработки, наилучший для данного приложения. Это значит, что вы сможете получить результат оптимальным образом.

### Фазовый шум лазера вам не мешает

Алгоритмы обработки, предназначенные для сигналов беспроводной связи, не всегда хорошо работают с более зашумленными источниками сигналов со сложной оптической модуляцией. Наши надежные методы обработки сигналов выдерживают значительные уровни фазовых шумов и даже позволяют тестировать сигналы, такие как DQPSK, которые традиционно измеряются дифференциальным методом или методом прямого детектирования.

### Найдите правильный BER

Наши Q-графики отлично справляются с измерением качества сигнала. После каждой регистрации данных выполняются многочисленные сравнения BER с порогами принятия решений. Построение зависимости BER от порога принятия решения демонстрирует шумовые качества сигнала. Гауссовский шум дает на Q-графике прямую линию. Рассчитываются также оптимальный порог принятия решения и экстраполированный BER. Это дает вам два значения BER: реальное число ошибок, поделенное на число подсчитанных битов, а также экстраполированный BER, который можно использовать в случаях, когда BER слишком мал для быстрого измерения.

### Констанционные диаграммы

После устранения фазовых и частотных флуктуаций лазера можно построить график электрического поля на комплексной плоскости. Если на график наносятся только значения в центрах символов, такой график называется «констанционная диаграмма». Если кроме этого на комплексной плоскости отображаются непрерывные кривые, такой график называется «фазовая диаграмма». Поскольку непрерывные кривые можно включать и выключать, мы будем называть оба типа графика констанционной диаграммой. Разброс символьных точек показывает, насколько модуляция близка к идеалу. Разброс символьных точек связан с аддитивным шумом, закрытием глаза передатчика или искажениями в оптоволокне. Этот разброс можно оценивать по стандартному отклонению символов, по амплитуде вектора ошибки или по выходу за пределы маски.

Измерения, выполняемые на констанционной диаграмме, доступны на «динамической» панели, связанной с каждым графическим окном. Измерения, доступные для констанционных диаграмм, описаны далее.

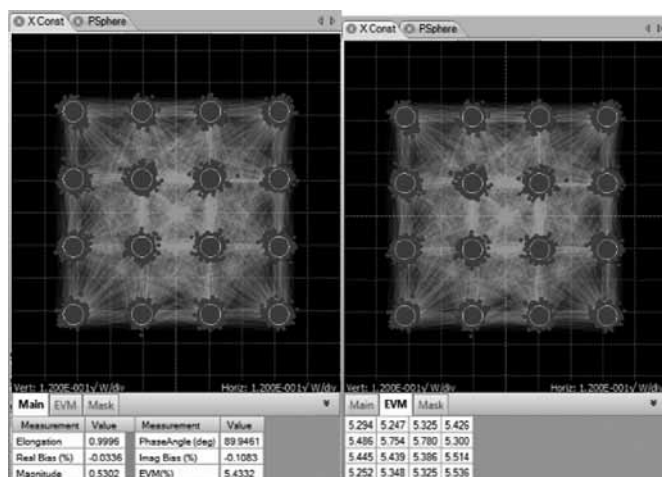


Рис. 8. Констанционная диаграмма.

### Измерения констанционных диаграмм

Измерение	Описание
Удлинение	Отношение амплитуды Q-модуляции к амплитуде I-модуляции, показывает качество баланса модуляции I и Q составляющих сигнала с определенной поляризации.
Смещение по действительной оси	Выражается в процентах и показывает сдвиг диаграммы влево или вправо. Отличное от нуля смещение по действительной оси (синфазное) обычно свидетельствует о том, что синфазная составляющая модулятора передатчика возбуждается несимметрично относительно центра глаза.
Смещение по мнимой оси	Выражается в процентах и показывает сдвиг диаграммы вверх или вниз. Отличное от нуля смещение по мнимой оси (квадратурное) обычно свидетельствует о том, что квадратурная составляющая модулятора передатчика возбуждается несимметрично относительно центра глаза.
Амплитуда	Среднее значение амплитуды всех символов, выраженное в единицах измерения данного графика. Может использоваться для определения относительных уровней двух поляризованных сигналов.
Фазовый угол	Смещение фазы I-Q в передатчике. В общем случае должно составлять 90°.
Стандартное отклонение по квадрантам	Стандартное отклонение расстояния между символьными точками и средним символом, выраженное в единицах измерения данного графика. Отображается для сигналов BPSK и QPSK.
EVM (амплитуда вектора ошибок), %	Среднеквадратическое расстояние между каждой символьной точкой и идеальной символьной точкой, поделенное на амплитуду идеального символа и представленное в процентах.
Вкладка EVM	Показанная на рис. 7 справа отдельная вкладка EVM содержит значения EVM в % для каждой группы точек. Расположение чисел соответствует расположению символов. Это очень удобно для настройки смещения модулятора передатчика. Например, если левые группы имеют большую EVM, чем правые, это обычно означает, что нужно настроить смещение синфазного модулятора передатчика для большей раскочки отрицательного плеча.
Вкладка Маска	Показанная на рис. 7 справа отдельная вкладка Маска, показывает выходы за пределы маски для каждой группы точек. Расположение чисел соответствует расположению символов. Пороговые значения маски настраиваются в окне Engine и могут использоваться для разбраковки передатчиков.

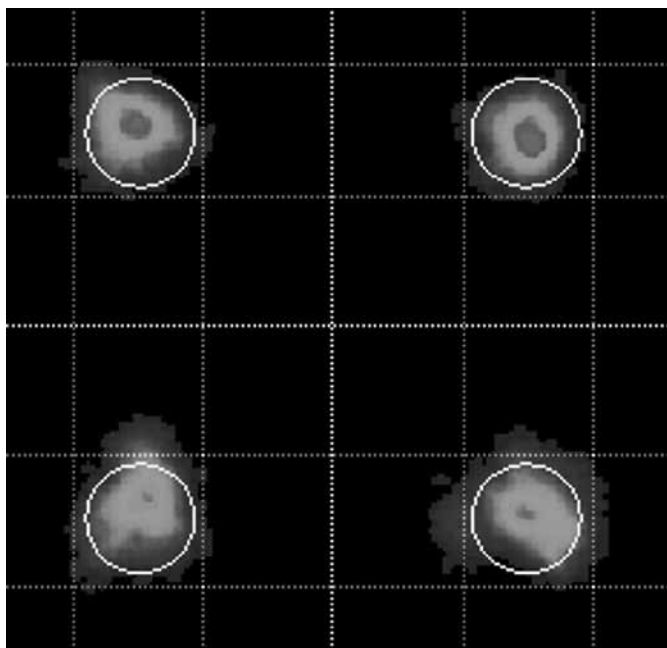


Рис. 9. Констеляционная диаграмма с градациями цвета.

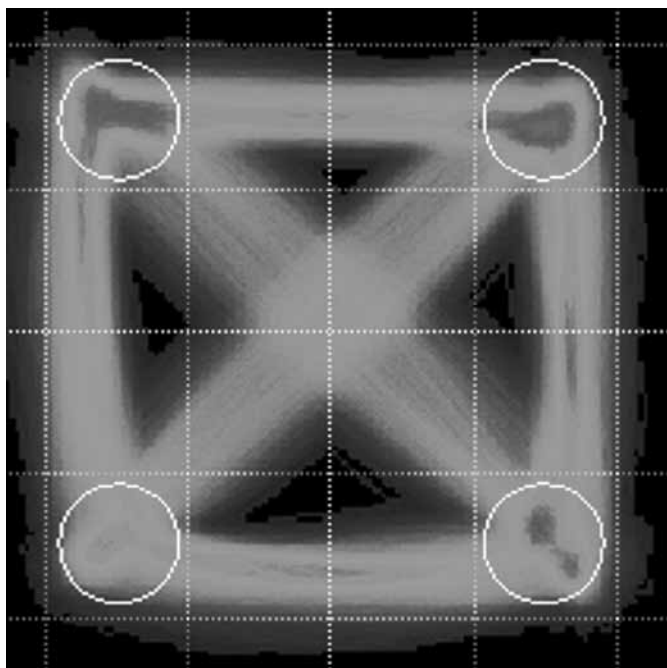


Рис. 10. Градации цвета с тонкими кривыми.

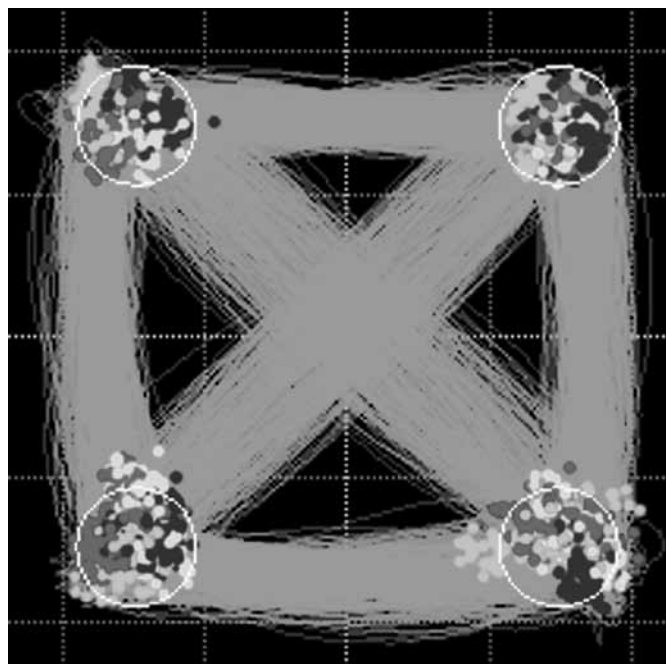


Рис. 11. Констеляционная диаграмма с цветовым кодированием. Если предшествующий символ находился в квадранте 1 (верхний правый), то текущий символ окрашивается желтым цветом. Если предшествующий символ находился в квадранте 2 (верхний левый), то текущий символ окрашивается пурпурным цветом. Если предшествующий символ находился в квадранте 3 (нижний левый), то текущий символ окрашивается голубым цветом. Если предшествующий символ находился в квадранте 4 (нижний правый), то текущий символ окрашивается синим цветом.

#### Использование цвета

Функция цветовых градаций позволяет строить график с бесконечным послесвечением, на котором частота появления точки представляется определенным цветом. Этот режим позволяет выявлять закономерности, плохо заметные на монохромном изображении. Заметьте, что нижние группы точек в приведенном ниже примере имеют большую EVM, чем верхние группы. В большинстве случаев это означает, что квадратурной модулятор слишком сильно смещен в сторону положительного плеча. По точкам пересечения, которые выглядят вполне корректно, такого вывода сделать нельзя. В данном случае неправильно смещенный модулятор маскируется неправильно смещенным усилителем.

Констеляционная диаграмма с цветовым кодированием представляет собой специальную функцию, которая работает, если не используется режим градаций цвета. В этом случае цвет символа определяется значением предыдущего символа. Это помогает выявить зависимости распределения. В данном случае видно, что зависимость распределения связана с плохим значением EVM других групп. Обычно зависимости такого типа маскируются нелинейностью модулятора из-за потерь в ВЧ кабеле, но в этом случае неправильное смещение модулятора отразилось на оптическом сигнале.

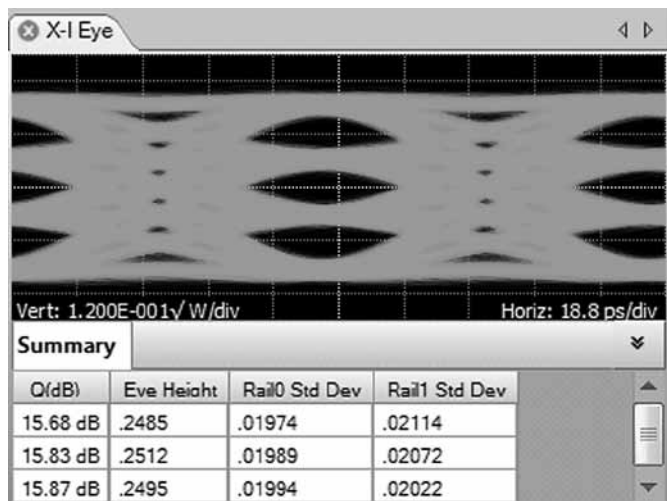


Рис. 12. Глазковая диаграмма поля.

### Глазковые диаграммы

Глазковые диаграммы можно строить для соответствующих форматов модуляции. Поддерживаемые форматы глаза включают «глаз поля», который просто представляет собой действительную часть фазовой кривой на комплексной плоскости, «глаз мощности», имитирующий глаз, отображаемый с помощью оптического входа осциллографа Tektronix, и «дифференциальный глаз», который имитирует глаз, генерируемый с помощью интерферометра с 1-битовой линией задержки. Как и в случае констанционной диаграммы, вы можете щелкнуть правой кнопкой и выбрать цветовые опции. Глаз поля позволяет выполнять следующие измерения:

### Измерения по глазковой диаграмме поля

Измерение	Описание
Q, дБ	Q-фактор глаза, рассчитываемый по формуле $20 \times \text{Log}_{10}$ от линейного порога принятия решения
Высота глаза	Расстояние от середины 1 уровня до середины 0 уровня (в единицах графика)
Стандартное отклонение Rail0	Стандартное отклонение 0 уровня, определяемое по порогу принятия решения для измерения Q-фактора
Стандартное отклонение Rail1	Стандартное отклонение 1 уровня, определяемое по порогу принятия решения для измерения Q-фактора

Для многоуровневых сигналов приведенные выше измерения можно перечислить в порядке, соответствующем раскрытию глаза на диаграмме. Верхний ряд значений соответствует самому верхнему открытию глаза. Перечисленные выше функции, связанные с Q-фактором, используют метод порога принятия решения, описанный в статье Бергано<sup>4</sup>. Если число битовых ошибок в интервале измерения мало, что часто и случается, Q-фактор, полученный на основе коэффициента битовых ошибок (BER), не может точно представлять качество сигнала. Тем не менее, Q-фактор порога принятия решения получается точным, поскольку он опирается на все значения сигнала, а не только на те, которые пересекают определенную границу.

<sup>4</sup> Н.С. Бергано, Ф.У. Керфут, К.Р. Дэвидсон, "Граничные измерения в системах с оптическим усилителем", Письма по оптическим технологиям IEEE, 5, № 3, стр. 304-306 (1993).

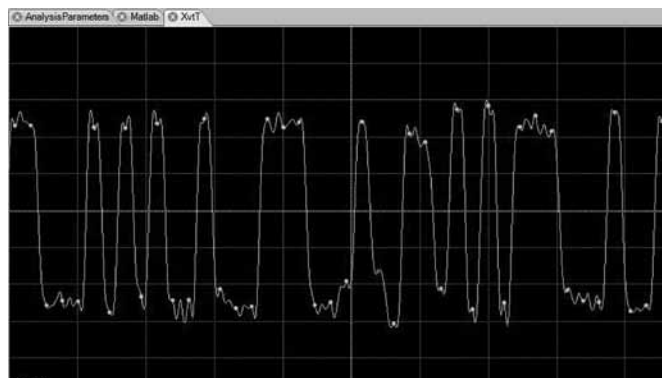


Рис. 13. Ошибочный символ на графике зависимости от времени.

### Дополнительные измерения, доступные для форматов без смещения

Измерение	Описание
Выброс	Частичный выброс сигнала. Для составляющей показывается одно значение, а для многоуровневого сигнала (QAM) представляется результат усреднения всех выбросов.
Провал	Частичный провал сигнала (выброс отрицательной полярности)
Длительность фронта	Длительность фронта сигнала на участке от 10 до 90 %. Для составляющей показывается одно значение, а для многоуровневого сигнала (QAM) представляется результат усреднения всех выбросов
Длительность спада	Длительность спада сигнала на участке от 90 % до 10 %.
Сдвиг фазы	Время, отсчитываемое от центра глаза мощности средней точки, расположенной между точками пересечения для конкретной составляющей.
Точка пересечения	Частичное вертикальное положение на пересечении фронта и спада.

### Измерения зависимости сигнала от времени

Кроме глазковой диаграммы часто бывает важно увидеть зависимость сигнала от времени. Например, полезно увидеть, что происходит со значениями поля вблизи битовых ошибок. Все графики, отображающие значения с центровкой относительно символа, индицируют ошибочные символы, окрашивая их в красный цвет (при условии синхронизации данных с указанной последовательностью). График зависимости от времени особенно полезен для этого, поскольку помогает выделять ошибки, связанные с шумом, зависимостью от последовательности или ошибками последовательности.

### Средства объемной визуализации

Сигналы со сложными видами модуляции исходно имеют объемную природу, поскольку синфазные и квадратурные компоненты изменяются во времени. Объемная глазковая диаграмма предлагает полезную комбинацию констанционной и глазковой диаграмм на одной объемной диаграмме. Это помогает визуализировать изменение комплексных величин за период одного бита. Диаграмму можно вращать и масштабировать. Кроме того, в объемном виде можно представить сферу Пуанкаре. Объемное представление полезно для наблюдения состояния поляризации каждого символа. Символы имеют тенденцию образовывать кластеры на сфере Пуанкаре, которые могут дать много информации опытным пользователям. Кроме того, на эту диаграмму можно нанести ненормализованные векторы Стокса.

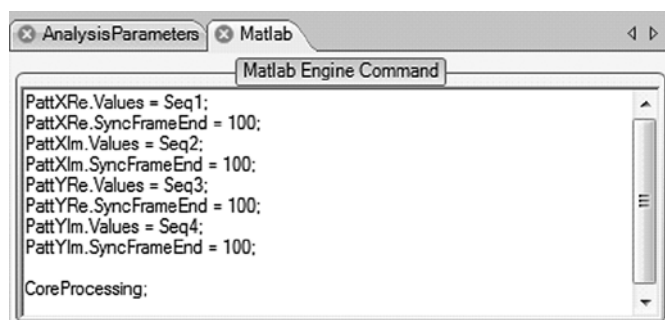


Рис 14. Окно MATLAB.

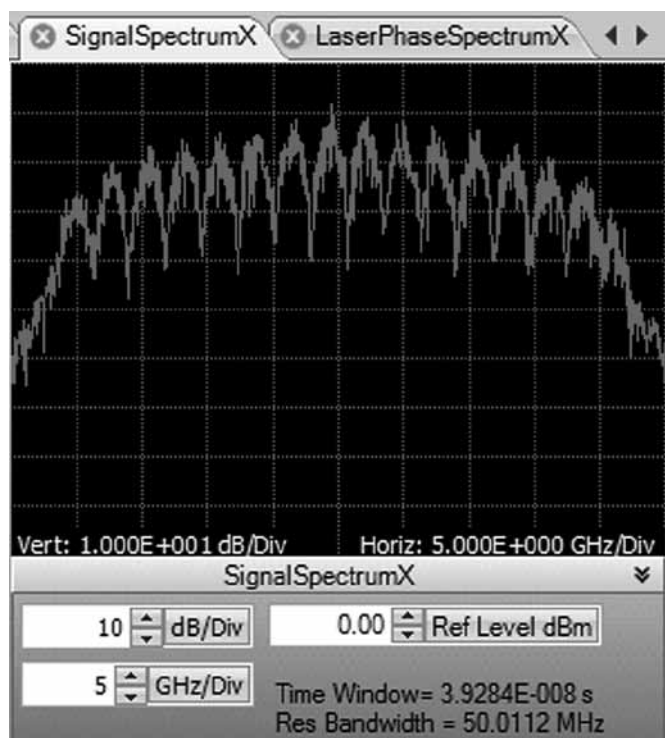


Рис 15. Окно спектра сигнала.

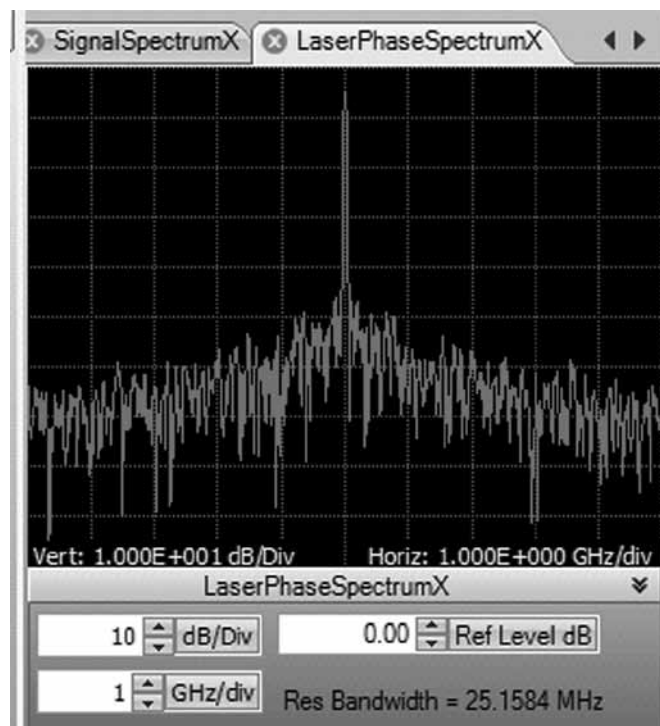


Рис 16. Окно фазового спектра лазера.

### Органы управления анализом

Окно управления анализом позволяет настраивать параметры, относящиеся к системе и измерениям.

#### Параметры анализа

Параметр	Описание
Частота	Восстановление тактовой частоты выполняется программно, поэтому необходим только диапазон ожидаемых тактовых частот
Тип сигнала	Тип сигнала (такой как PM-QPSK) определяет, какой алгоритм будет использован для обработки данных
Последовательности данных	Указание для физической составляющей известной псевдослучайной двоичной последовательности или последовательности, заданной пользователем, позволяет подсчитывать ошибки, определять ориентацию констеляционной диаграммы и выполнять двухэтапную оценку фазы

Последовательности, заданные пользователем, могут присваиваться в показанном здесь окне MATLAB. Последовательности данных могут вводиться в MATLAB или определяться непосредственно путем измерения сигнала с большим отношением С/Ш.

### Спектр сигнала

График зависимости быстрого преобразования Фурье (БПФ) скорректированного электрического поля от времени может многое рассказать об информационном сигнале. Асимметричный или сдвинутый спектр может означать большую ошибку лазера по частоте. Периодически повторяющиеся структуры в спектре показывают наличие корреляции между составляющими данных. График зависимости БПФ от времени можно использовать для измерения фазового шума лазера.

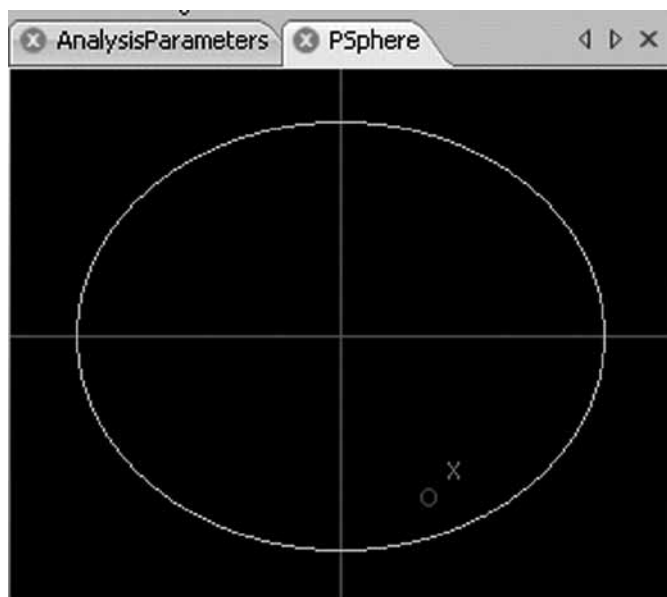


Рис. 17. Окно сферы Пуанкаре.

### Сфера Пуанкаре

Поляризованные информационные сигналы изначально хорошо выровнены по осям оптоволокну, сохраняющего поляризацию. Однако со временем в стандартном одномодовом оптоволокне поляризация начинает дрейфовать. Тем не менее, еще можно измерить состояния поляризации и определить коэффициент экстинкции поляризации. Программное обеспечение синхронизируется с каждым поляризованным сигналом. Состояния поляризации двух сигналов отображаются на круговой диаграмме, представляющей лицевую сторону сферы Пуанкаре. Состояния на задней стороне показаны маркером синего цвета. Степень ортогональности можно визуализировать, инвертировав заднюю сторону так, чтобы ортогональные сигналы всегда появлялись в одном и том же месте с разным цветом. Таким образом, синий цвет означает заднюю сторону (отрицательное значение этого компонента вектора Стокса), X соответствует составляющей X, O – составляющей Y, а вектор Стокса построен так, чтобы левая сторона, нижняя сторона и синий маркер имели на сфере отрицательные значения. **InvertedRearFace** (инверсия задней стороны) – если этот параметр отмечен, то задняя сторона сферы Пуанкаре инвертируется, и две ортогональные поляризации будут всегда находиться одна поверх другой.

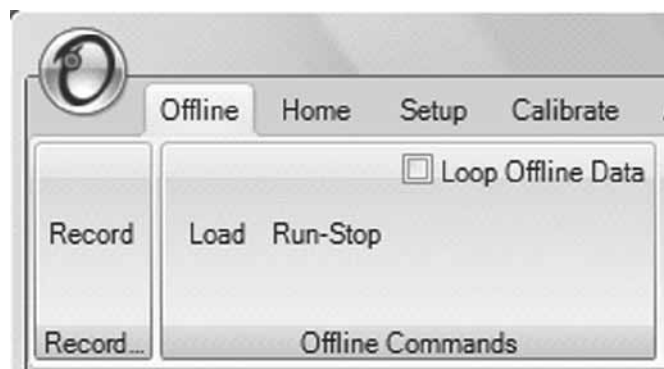


Рис. 18. Запись и воспроизведение рабочей среды.

### Измерение и компенсация искажений

Исследуя средства передачи, важно иметь возможность компенсации искажений, создаваемых длинными оптическими кабелями или оптическими компонентами. Двумя важными линейными искажениями, которые может измерять или корректировать OM4000, являются хроматическая дисперсия (CD) и дисперсия в режиме поляризации (PMD). Измерение PMD основано на сравнении принимаемого сигнала с соответствующим сигналом передатчика или идеальным сигналом. Такой метод позволяет выполнять непосредственное измерение PMD вместо оценки, основанной на поведении адаптивного фильтра. Для выполнения расчета пользователь может задать порядок PMD. Погрешность для PMD первого порядка составляет приблизительно 1 пс при скорости 10 Гбод. Алгоритм компенсации CD не имеет собственных ограничений. Он успешно используется для компенсации многих тысяч пс/нм.

### Запись и воспроизведение

Кнопка Record (запись) на панели Offline позволяет записывать рабочую среду в виде последовательности файлов .MAT. Если не указано особо, эти файлы сохраняются в директорию по умолчанию, обычно в рабочую директорию MATLAB.

Для воспроизведения рабочей среды из файлов .MAT нужно нажать кнопку Load (загрузить) в секции Offline Commands (автономные команды) панели Home (домой). Загрузите последовательность, отметив мышью файлы, которые вы хотите загрузить, удерживая клавишу Ctrl. Можно также выделить непрерывную последовательность файлов, щелкнув на первом и последнем файле последовательности, удерживая клавишу Shift. С помощью кнопки Run (запустить) в секции Offline Commands панели Home, пролистайте записанные вами файлы .MAT. Вся настроенная вами фильтрация и обработка применяется к записанным файлам по мере воспроизведения.

## Технические характеристики

Если не указано особо, приведенные в таблицах значения являются типовыми (некоторые значения ограничены осциллографом).

## Анализатор когерентных оптических сигналов

Параметр	Описание
Максимальная обнаруживаемая символьная скорость (Q = 9,5 дБ)	60 Гбод с Tektronix <sup>1</sup> DPO73304D (2 кан.) 46 Гбод с Tektronix DPO73304D (4 кан.) 40 Гбод с Tektronix <sup>1</sup> DPO72004
Максимальная обнаруживаемая битовая скорость для PM-QPSK (Q = 9,5 дБ)	240 Гбит/с с Tektronix <sup>1</sup> DPO73304D (×2) 180 Гбит/с с Tektronix DPO73304D (×1) 160 Гбит/с с Tektronix <sup>1</sup> DPO72004
Частота дискретизации	100 Гвыб/с с Tektronix <sup>1</sup> DPO73304D 50 Гвыб/с с Tektronix <sup>1</sup> DPO72004
Погрешность оптического поля (ср.кв.)	2 %
Разбаланс усиления O/E между I и Q	0,1 дБ
Доступные форматы модуляции	OOK, OOK с тремя состояниями, (PM) BPSK, (PM) QPSK, (PM) 8, 16, 32, 64-QAM, (PM) QPSK со смещением, (PM) 8-PSK любая псевдослучайная двоичная последовательность или последовательность, задаваемая пользователем. О новых форматах модуляции можно проконсультироваться у изготовителя
Управление	Встроенный интерфейс Ethernet

<sup>1</sup> Для OM4106D необходим осциллограф Tektronix. Другие модели OM4000 совместимы с большинством осциллографов. Подробную информацию можно получить в торговом представительстве.

## Когерентный приемник серии OM4000

Параметр	Описание
Оптический вход	C-диапазон: от 1530 до 1570 нм L-диапазон: от 1570 до 1610 нм (опция) C и L диапазоны: от 1530 до 1610 нм (опция)
Макс. входной уровень	+15 дБм
Макс. входной уровень повреждения	+20 дБм
Коэффициент экстинкции поляризации	>35 дБ
<b>Выход оптического гетеродина</b>	
Оптический выход синусоидального сигнала	+14,5 дБм C-диапазон: от 1527,6 до 1565,5 нм L-диапазон: от 1570,01 до 1608,76 нм (опция)
<b>Вход внешнего гетеродина</b>	
Диапазон длины волны входного оптического сигнала	C-диапазон: от 1530 до 1570 нм L-диапазон: от 1570 до 1610 нм (опция)
Предполагаемый диапазон входного уровня	от +7 до +15 дБм
Макс. входная пиковая мощность (уровень повреждения)	+20 дБм
Мгновенная ширина спектральной линии	<5 МГц
<b>Дополнительные параметры</b>	
Электрическая полоса пропускания	OM4106D: 33 ГГц OM4106B: 32 ГГц OM4006D: 23 ГГц
Оптический фазовый угол смесителя IQ после коррекции	90° ±1°
Сдвиг фазы после коррекции	±1 пс

## Гетеродин

Параметр	Описание
Диапазон длины волны	C-диапазон: от 1527,6 до 1565,5 нм L-диапазон: от 1570,01 до 1608,76 нм
Минимальный шаг по длине волны	10 ГГц
Минимальный шаг по частоте	100 МГц
Абсолютная погрешность длины волны	10 пм
Ширина спектральной линии (кратковременная)	100 кГц
Коэффициент подавления боковой моды	55 дБ

## Спектрометр высокого разрешения

Параметр	Описание
Максимальная полоса обзора	Частота гетеродина ± полоса пропускания осциллографа
Диапазон длины волны гетеродина	C-диапазон: от 1527,6 до 1565,5 нм L-диапазон: от 1570,01 до 1608,76 нм
Число точек БПФ	500 000
Минимальная полоса разрешения	1/макс. временное окно осциллографа разрешения
Погрешность частоты	10 пм

## ПО анализа когерентных оптических сигналов OM1106

Автономный программный инструмент, способный выполнять регистрацию данных, анализ, фильтрацию и отображение системы OM4000 с помощью предоставляемого заказчиком приемника когерентных сигналов с различной поляризацией.

## Источник для калибровки когерентного приемника OM2210

Подробная информация приведена в техническом описании на Tektronix OM2210. OM2210 можно использовать для калибровки приборов серии OM4000 или для измерения характеристик приемников сторонних изготовителей.

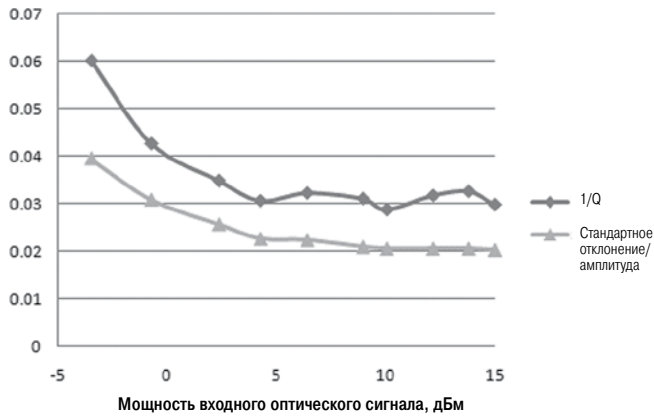


Рис.19. Погрешность констеляционной диаграммы, включая погрешность интрадина и демодуляции, можно получить, разделив среднеквадратическую погрешность точек констелляции на амплитуду электрического поля для каждого поляризованного сигнала. Приведенные данные получены на передатчике 2,5 Гбод NRZ 1-pol QPSK с помощью дискретизатора Tektronix<sup>1</sup> MS072004.

**Отображение результатов измерений и средства анализа (OM1106 и серия OM4000)**

Параметр	Описание	Поддерживаемые функции реального времени	Поддерживаемые функции эквивалентного времени
Констеляционная диаграмма	Погрешность констеляционной диаграммы, включая погрешность интрадина и демодуляции, можно получить, разделив среднеквадратическую погрешность точек констелляции на амплитуду электрического поля для каждого поляризованного сигнала (см. рис. 19)	X	X
Удлинение констеляционной диаграммы	Отношение высоты констеляционной диаграммы к ее ширине	X	X
Фазовый угол констеляционной диаграммы	Определяется фазовым углом IQ передатчика	X	X
Смещение I и Q констеляционной диаграммы	Определяется средним положением символов по отношению к их основанию	X	X
Маска констеляционной диаграммы	Выбираемое пользователем допустимое значение EVM. Выполняется подсчет символов, вышедших за пределы маски	X	X
Q-фактор порога принятия решения глазковой диаграммы	Реально достижимый Q-фактор зависит от качества информационного сигнала, амплитуды сигнала и осциллографа, используемого для оцифровки. При использовании осциллографа Tektronix <sup>1</sup> DPO73304D (4 кан.), Q-фактор=20 дБ достигается на скорости 40 Гбод	X	X
Q-график порога принятия решения	Показывает зависимость BER от порога принятия решения для каждого открытия глаза. Значение Q при оптимальном пороге принятия решения равно Q-фактору	X	X

Параметр	Описание	Поддерживаемые функции реального времени	Поддерживаемые функции эквивалентного времени
Фазовая диаграмма спектра сигнала и спектра лазера	Отображает зависимость электрического поля сигнала от времени на комплексной плоскости БПФ от сигнала мощности или от фазового шума лазера	X	X
Окно MATLAB	Позволяет вводить команды, которые выполняются при каждой регистрации или обработке сигнала	X	X
Зависимость от времени	Отображение в OUI зависимости от времени оптического поля, значений, сгруппированных вокруг символа, ошибок и усредненных сигналов; можно строить зависимость любого параметра от времени с помощью соответствующего выражения MATLAB	X	X
Объемные измерения	Объемный глаз (зависимость комплексных значений поля от времени) и объемная сфера Пуанкаре для символов и соответствующего представления поляризации	X	X
Дифференциальная глазковая диаграмма	Эмулируется и отображается симметричное или несимметричное обнаружение на дифференциальной глазковой диаграмме	X	
Смещение частоты	На панели измерения отображается смещение частоты между сигналом и эталонными лазерами	X	X
Сфера Пуанкаре	Отслеживает и отображает поляризационное уплотнение сигнальных составляющих на сфере Пуанкаре. Выполняется измерение BER	X	
Качество сигнала	EVM (амплитуда вектора ошибок), Q-фактор и выход за пределы маски	X	X
Сдвиг фазы составляющей	На панели измерений отображается смещение времени каждой составляющей	X	X
Компенсация хроматической дисперсии	Никаких ограничений на автономную обработку – для устранения хроматической дисперсии в частотной области на основе заданного значения дисперсии используется фильтр на основе БПФ	X	
Измерение PMD	На панели измерения отображаются значения PMD для мультиплексируемых по поляризации форматов с указанным пользователем порядком PMD	X	
Компенсация задержки осциллографа и/или кабеля	Фазовый сдвиг кабеля, осциллографа и приемника корректируется путем интерполяции в OUI. С помощью интерфейса осциллографа можно выполнять дополнительные настройки кабеля.	±0,5 нс	
Настройка фазового сдвига осциллографа	Фазовый сдвиг осциллографов эквивалентного времени настраивается с помощью функции «Задержка» для поддерживаемой головки пробника.		±100 %
Процедуры калибровки	Сдвиг фазы приемника, смещение по постоянному току и рассогласование усиления тракта. Гибридный угол и состояние поляризации калибруются на заводе.	X	X
Форматы экспортируемых данных	MATLAB (другие форматы доступны через интерфейс MATLAB или ATE); PNG	X	X



Параметр	Описание	Поддерживаемые функции реального времени	Поддерживаемые функции эквивалентного времени
Воспроизведение необработанных данных с различными параметрами	Режим фильма и вторичной обработки	X	X
Измерение коэффициента битовых ошибок	Число подсчитанных битов/символов	X	X
	Число обнаруженных ошибок	X	X
	Коэффициент битовых ошибок	X	X
	Дифференцированные ошибки обнаружения	X	
	Сохранение захваченного сигнала при обнаружении ошибки	X	X
Автономная обработка	Программное обеспечение, работающее на ПК или другом осциллографе	X	X

<sup>1</sup> Для OM4106D необходим осциллограф Tektronix. Другие модели OM4000 совместимы с большинством осциллографов. Подробную информацию можно получить в торговом представительстве.

#### Габариты и масса

Размер, мм	
Высота	89
Ширина	432
Глубина	298,5
Масса, кг	
Нетто	11,8
Брутто	15,9

#### Климатические условия – без осциллографа (OM4106B)

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от +10 до +35 °С
Хранения	от –20 до +70 °С, без конденсации влаги
Относительная влажность	от 15 % до 80 %, без конденсации
Электропитание	100/115/230 В, от 50 до 60 Гц, 1 кабель питания, 100 ВА (макс.)

#### Калибровка и гарантия

Параметр	Описание
Интервал калибровки	1 год

#### Внимание

Настоящий прибор содержит лазер Класса 1М и должен эксплуатироваться только в рекомендуемых условиях и режимах, указанных в техническом описании. Используя управляющие воздействия, регулировки, процедуры, не регламентированные техническим описанием, вы можете подвергнуться опасному воздействию излучения.

Осторожно – невидимое лазерное излучение! Не рассматривайте выходное излучение лазера этого устройства непосредственно с помощью оптических приборов.

Настоящее устройство соответствует требованиям 21CFR1040.10, кроме отклонений, упомянутых в Примечаниях к лазерным продуктам № 50 от 24 июня 2007 г.

**ОСТОРОЖНО – НЕВИДИМОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ!  
НЕ РАССМАТРИВАЙТЕ НЕПОСРЕДСТВЕННО  
С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.  
ЛАЗЕРНЫЙ ПРОДУКТ КЛАССА 1М.**

Информация для заказа

Модели

Модель	Опция	Описание	Полоса пропускания приемника	Лазеры С-диапазона	Лазеры L-диапазона	Длина волны	Подключение к осциллографу
OM4006D	CC	Анализатор когерентных оптических сигналов С-диапазона, 23 ГГц	23 ГГц	2	0	от 1530 до 1570 нм	IVI / Visa
OM4006D	LL	Анализатор когерентных оптических сигналов L-диапазона, 23 ГГц	23 ГГц	0	2	от 1570 до 1610 нм	IVI / Visa
OM4006D	CL	Анализатор когерентных оптических сигналов С и L диапазонов, 23 ГГц	23 ГГц	1	1	от 1530 до 1610 нм	IVI / Visa
OM4106B	CC	Анализатор когерентных оптических сигналов С-диапазона, 32 ГГц	32 ГГц	2	0	от 1530 до 1570 нм	IVI / Visa
OM4106B	LL	Анализатор когерентных оптических сигналов L-диапазона, 32 ГГц	32 ГГц	0	2	от 1570 до 1610 нм	IVI / Visa
OM4106B	CL	Анализатор когерентных оптических сигналов С и L диапазонов, 32 ГГц	32 ГГц	1	1	от 1530 до 1610 нм	IVI / Visa
OM4106D	CC	Анализатор когерентных оптических сигналов С-диапазона, 33 ГГц	33 ГГц	2	0	от 1530 до 1570 нм	DataStore
OM4106D	LL	Анализатор когерентных оптических сигналов L-диапазона, 33 ГГц	33 ГГц	0	2	от 1570 до 1610 нм	DataStore
OM4106D	CL	Анализатор когерентных оптических сигналов С и L диапазонов, 33 ГГц	33 ГГц	1	1	от 1530 до 1610 нм	DataStore

\* **Примечание.** Интерфейс DataStore совместим только с осциллографами серии Tektronix 70000.

Рекомендации по выбору конфигурации

	Модель приемника	Опции приемника	Полоса пропускания приемника	Рекомендуемая модель осциллографа	Полоса пропускания осциллограф
Системы реального времени	OM4006D	Рекомендуется: CC, QAM, TSI, OMRACK	23 ГГц	DPO/DSA72504C	25 ГГц
	OM4106D	Рекомендуется: CC, QAM, TSI, OMRACK	33 ГГц	DPO/DSA73304D	33 ГГц
Системы эквивалентного времени	OM4006D	Рекомендуется: CC, QAM, TSI, OMRACK Необходимо: EXT	23 ГГц	DSA8300 с опцией ADVTRIG и двумя 80E07	30 ГГц
	OM4106D	Рекомендуется: CC, QAM, TSI, OMRACK Необходимо: EXT	33 ГГц	DSA8300 с опцией ADVTRIG и двумя 80E09	60 ГГц

Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский (220 В, 50 Гц)

Сервисные опции

Опция	Описание
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)
R3	Ремонт в течение 3 лет
R5	Ремонт в течение 5 лет

Рекомендуемая конфигурация калибровочного источника для когерентного приемника OM2210

**Опция при использовании с моделью приемника OM4006D или OM4106D:**

Опция при использовании с моделью приемника OM4006D или OM4106D:	Рекомендуемый калибровочный источник для когерентного приемника OM2210
Опция CC – 2 лазера С-диапазона	OM2210 опция NL – для полной калибровки приемника с помощью опции CC OM2210 опция CC – для полной калибровки приемника с помощью опции CC или приемника С-диапазона другого производителя
Опция LL – 2 лазера L-диапазона	OM2210 опция NL – для полной калибровки приемника с помощью опции LL OM2210 опция LL – для полной калибровки приемника с помощью опции LL или приемника С-диапазона другого производителя
Опция CL – по одному лазеру С-диапазона и L-диапазона	OM2210 опция CL – для полной калибровки приемника с помощью опции CL
Опция NL – без лазеров	Необходимы два следующих прибора: OM2210 опция CL – для полной калибровки приемника с помощью опции CL OM2212 опция CL – предоставляет источники лазерного излучения, необходимые для калибровки приемника

## Модели приборов и опции

Заказ	Описание
<b>OM1106</b>	<b>Только ПО анализа сигнала OUI</b>
OM1106 QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM1106 SWS0	Договор на сопровождение ПО OM1106 в течение 1 года с момента приобретения (включается бесплатно)
OM1106 SWS2	Договор на сопровождение ПО OM1106 в течение 2 лет с момента приобретения
OM1106 SWS3	Договор на сопровождение ПО OM1106 в течение 3 лет с момента приобретения
<b>OM4006D</b>	
OM4006D	Анализатор когерентных оптических сигналов, 23 ГГц (необходим выбор лазеров)
OM4006D CC	Лазеры С-диапазона (приемник тестируется в С-диапазоне)
OM4006D LL	Лазеры L-диапазона (приемник тестируется в L-диапазоне)
OM4006D CL	Спаренные лазеры С и L-диапазона (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4006D NL	Без лазеров (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4006D EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера. Необходимо для ET
OM4006D QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM4006D TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D По вопросам интеграции с другими осциллографами обращайтесь в торговое представительство
OM4006D SWS0	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 1 года с момента приобретения (включается бесплатно)
OM4006D SWS2	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 2 лет с момента приобретения
OM4006D SWS3	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 3 лет с момента приобретения
<b>OM4106B</b>	
OM4106B	Анализатор когерентных оптических сигналов, 32 ГГц (необходим выбор лазеров)
OM4106B CC	Лазеры С-диапазона (приемник тестируется в С-диапазоне)
OM4106B LL	Лазеры L-диапазона (приемник тестируется в L-диапазоне)
OM4106B CL	Спаренные лазеры С и L-диапазона (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4106B NL	Без лазеров (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4106B EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера. Необходимо для ET
OM4106B QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM4106B TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D По вопросам интеграции с другими осциллографами обращайтесь в торговое представительство
OM4106B SWS0	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 1 года с момента приобретения (включается бесплатно)
OM4106B SWS2	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 2 лет с момента приобретения
OM4106B SWS3	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 3 лет с момента приобретения
<b>OM4106D</b>	
OM4106D	Анализатор когерентных оптических сигналов, 33 ГГц (необходим выбор лазеров)
OM4106D CC	Лазеры С-диапазона (приемник тестируется в С-диапазоне)
OM4106D LL	Лазеры L-диапазона (приемник тестируется в L-диапазоне)
OM4106D CL	Спаренные лазеры С и L-диапазона (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4106D NL	Без лазеров (приемник калибруется в С и L диапазонах)
OM4106D EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера
OM4106D QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM4106D TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D

Заказ	Описание
OM4106D SWS0	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 1 года с момента приобретения (включается бесплатно)
OM4106D SWS2	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 2 лет с момента приобретения
OM4106D SWS3	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 3 лет с момента приобретения
<b>Общие характеристики</b>	
OMCABLE	Комплект сменного кабеля OM
OMDONGLE	Сменная лицензионная заглушка OM (необходим номер ключа программной лицензии)
OMRACK	Комплект для настольной установки для серии OM4000
OMTRAIN	Обучение и/или установка на территории заказчика для продуктов OMxxxx
OMADDSW	Дополнительное ПО анализатора когерентных оптических сигналов (необходим серийный номер прибора OM4106)
OMSWS1	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 1 года с момента приобретения
OMSWS2	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 2 лет с момента приобретения
OMSWS3	Договор на сопровождение ПО анализатора сигналов в течение 3 лет с момента приобретения
QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы

## Опции обновления

Заказ	Описание
<b>OM1106</b>	
OM11UP QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
<b>OM4006D</b>	
OM40UP QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM40UP CC	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами С-диапазона
OM40UP LL	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами L-диапазона
OM40UP CL	Заменяет лазеры OM4006 одним лазером С-диапазона и одним лазером L-диапазона
OM40UP EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера
OM40UP TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D По вопросам интеграции с другими осциллографами обращайтесь в торговое представительство
OM40UP 4006D	Обновление OM4006 (любая модель) до OM4006D
OM40UP 4106B	Обновление OM4006 (любая модель) до OM4106B
OM40UP 4106D	Обновление OM4006 (любая модель) до OM4106D
<b>OM4106B</b>	
OM41BUP QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM41BUP CC	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами С-диапазона
OM41BUP LL	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами L-диапазона
OM41BUP CL	Заменяет лазеры OM4006 одним лазером С-диапазона и одним лазером L-диапазона
OM41BUP EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера
OM41BUP TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D По вопросам интеграции с другими осциллографами обращайтесь в торговое представительство
OM41BUP 4106B	Обновление OM4106 (любая модель) до OM4106B
OM41BUP 4106D	Обновление OM4006 (любая модель) до OM4106D
<b>OM4106D</b>	
OM41DUP QAM	Добавляется QAM и другие программные демодуляторы
OM41DUP CC	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами С-диапазона
OM41DUP LL	Заменяет лазеры OM4006 двумя лазерами L-диапазона
OM41DUP CL	Заменяет лазеры OM4006 одним лазером С-диапазона и одним лазером L-диапазона
OM41DUP EXT	Добавляются внешние разъемы для эталонного лазера
OM41DUP TSI	Интеграция осциллографа Tektronix с OM4006D

## Анализатор когерентных оптических сигналов – серия OM4000

Дополнительные требования для программного обеспечения анализатора

Пользователи должны предоставить ПО Mathworks MATLAB 2009a (32-разрядное) и компьютер для его запуска; в компьютере должна быть установлена видеокарта nVidia для обеспечения совместимости с некоторыми графическими функциями и операционная система Windows XP (32-разрядная) или Windows 7 (32- или 64-разрядная). ПО анализатора может работать на осциллографах серии 70000, но Windows 7 предпочтительней. При покупке обратитесь в Tektronix и узнайте о последних требованиях, включая поддержку последних версий ПО MATLAB.

Обратившись в Tektronix, вы можете заказать прайс-лист или демонстрацию продукта. Все описания продуктов и технические характеристики могут изменяться без предварительного уведомления.



## Активные пробники

### Возможности и преимущества

- Полоса пропускания до 4 ГГц
- Точное воспроизведение сигнала
- Малая входная емкость: < 0,5 пФ
- Компактная головка для снятия сигнала с элементов малого размера
- Приспособления для подключения тестируемого устройства обеспечивают подключение к SMD с шагом от 0,5 мм
- Простота в обслуживании, прочность и надежность

### Применение

- Проверка, отладка и измерение характеристик высокоскоростных устройств
- Разработка и измерение характеристик компонентов
- Разработка, проектирование и тестирование совместимости
- Анализ качества сигнала, джиттера и временных характеристик
- Производственное проектирование и тестирование
- Наука и образование

## Дифференциальные пробники

### Возможности и преимущества

- Адаптер TriMode™ позволяет выполнять дифференциальные, несимметричные или синфазные измерения с помощью одного пробника (серии P7500)
- Превосходное качество сигнала, благодаря широкой полосе >20 ГГц, превосходной импульсной характеристике, малой нагрузке и высокому коэффициенту ослабления синфазного сигнала
- Возможность выполнения дифференциальных и несимметричных измерений с помощью недорогих аксессуаров для пробников TriMode
- Система сменных наконечников Tip-Clip™ позволяет выбрать оптимальный наконечник для конкретной задачи (серия P7300)
- Дифференциальный ручной пробник TDR для прецизионных измерений импеданса дифференциальных линий передачи (P80318)

### Применение

- Отладка, проверка и тестирование совместимости высокоскоростных последовательных шин
- Коммуникационные системы
- Измерение характеристик и проверка полупроводниковых приборов

## Пассивные пробники

### Возможности и преимущества

- Диапазон от 0 до 1000 МГц
- Широкий спектр возможностей, отвечающий требованиям многих приложений
- Малый вес, эргономичный дизайн
- Широкий выбор наконечников упрощает доступ к исследуемым цепям
- Модульная конструкция сокращает эксплуатационные расходы (P613X, TPP)
- Компактные принадлежности обеспечивают совместимость с существующими адаптерами

### Применение

- Смешанные высокочастотные, среднечастотные и низкочастотные измерения общего назначения
- Цифровые схемы
- Измерение характеристики силовых устройств
- Проектирование источников питания
- Системы бесперебойного питания, преобразователи напряжения
- Электронные устройства управления
- Смешанные сигналы
- Сервис, производство



### Токовые пробники

#### Возможности и преимущества

- Простота в обращении и точные измерения переменного и постоянного тока
- Диапазон от 0 до 2 ГГц
- Измерение тока в диапазоне от 1 мА до 20 000 А
- Конструкция с разделяемым и сплошным сердечником

#### Применение

- Импульсные источники питания
- Электродвигатели
- Дисководы
- Электронные устройства управления
- Инверторные преобразователи
- Измерение характеристик полупроводниковых приборов
- Проектирование высокочастотных аналоговых устройств



### Высоковольтные пробники

#### Возможности и преимущества

- Широкий диапазон измеряемых напряжений – до 40 кВ пикового значения (импульс 100 мс)
- Возможность измерения высокого напряжения
- Несимметричные измерения – относительно земли
- Дифференциальные измерения – с развязкой или с привязкой к земле
- Диапазон от 0 до 1 ГГц

#### Применение

- Источники питания
- Электродвигатели
- Электронные устройства управления
- Преобразователи постоянного напряжения
- Проектирование и проверка силовых устройств
- Управление режимом коммутации
- Системы бесперебойного питания



### Логические пробники

#### Возможности и преимущества

- 16-канальные комплекты пробников для работы с цифровыми каналами осциллографов смешанных сигналов Tektronix
- Дифференциальные логические пробники с полосой пропускания до 2,5 ГГц не нарушают целостность сигнала за счет минимального воздействия на тестируемое устройство
- Цветная маркировка наконечников в соответствии с цветом осциллограммы на экране осциллографа
- Широкий выбор опций позволяет подключиться к любым контрольным точкам, включая гибкие выводы, контакты под пайку, печатные проводники и т.п.

#### Применение

- Проверка электрических характеристик памяти DDR
- Отладка высокопроизводительных систем со смешанными сигналами
- Многоканальная регистрация

# Цифровые мультиметры



## Серия DMM4020

### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Разрядность 5,5
- Основная погрешность измерения напряжения постоянного тока до 0,015% (1 год)
- Диапазон измеряемых напряжений от 200 мВ до 1000 В, с разрешением до 1 мкВ
- Диапазон измеряемых токов от 200 мкА до 10 А, с разрешением до 1 нА
- Диапазон измеряемых сопротивлений от 200 Ом до 100 МОм, с разрешением до 1 МОм
- CAT I 1000 В, CAT II 600 В

#### Функции и характеристики

- Измерение напряжения, сопротивления и тока
- Проверка диодов и проверка на обрыв
- Измерения частоты
- 4-х проводное измерения сопротивления (по схеме 2x4)
- Специальные измерения утечки по постоянному току
- Шесть специальных кнопок для быстрого доступа к установкам прибора
- Режим сравнения предельных значений для испытаний типа “годен/негоден”

#### Подключение

- Входы на передней панели для измерений по схеме 2x4
- Разъем RS-232 на задней панели для быстрого подключения к ПК
- Комплект поставки включает кабель RS-232 - USB для подключения к ПК
- Комплект поставки включает ПО LabVIEW SignalExpress™ TE National Instrument Limited Edition

Гарантия 3 года

## Серия DMM4040/4050

### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Разрядность 6,5
- Основная погрешность измерения напряжения постоянного тока до 0,0024% (1 год)
- Диапазон измеряемых напряжений от 100 мВ до 1000 В, с разрешением до 100 нВ
- Диапазон измеряемых токов от 100 мкА до 10 А, с разрешением до 100 пА
- Диапазон измеряемых сопротивлений от 10 Ом до 1 ГОм, с разрешением до 10 мкОм
- CAT I 1000 В, CAT II 600 В

#### Функции и характеристики

- Измерение напряжения, сопротивления и тока
- Проверка диодов и проверка на обрыв
- Измерения частоты и периода
- Измерения температуры и емкости (DMM4050)
- 4-х проводное измерения сопротивления (по схеме 2x4)
- Режим записи данных без использования бумаги Trendplot™
- Статистика измерений
- Режим построения гистограмм

#### Подключение

- Входы на передней и задней панелях для измерений по схеме 2x4
- USB порт на лицевой панели для простого сохранения данных измерений и настроек приборов
- Разъемы RS-232, LAN и GPIB на задней панели для быстрого подключения к ПК
- Комплект поставки включает кабель RS-232 – USB для подключения к ПК
- Комплект поставки включает базовую версию ПО LabVIEW SignalExpress™ TE компании National Instruments для подключения вашего стенда

Гарантия 3 года

Спецификация	DMM4020	DMM4040	DMM4050
Кол-во разрядов	5.5	6.5	6.5
Точность	0.015%	0.015%	0.0024%
Расширенные измерительные функции	Измерение сопротивления по схеме 2x4, частота	Измерение сопротивления по схеме 2x4, частота, период	Измерение сопротивления по схеме 2x4, частота, период, емкость, температура
Анализ	Тестирование в пределах	Тестирование в пределах, TrendPlot™, гистограмма, статистика	
Дисплей	Двойной		Двойной графический
Внешний накопитель	-		USB
Возможности подключения	Адаптер USB-RS232		LAN, GPIB, адаптер USB-RS232
Скорость чтения	100		1000
Гарантия		3 года	
Программное обеспечение		NI SignalExpress Tek Edition	

## Информация для заказа

### Серия DMM4020

Модель	Описание
DMM4020	Мультиметр 5,5 разрядов

**DMM4020 включает:** Измерительное устройство, диагностические выводы TL710, двухжильный соединительный провод, резервный линейный предохранитель, Сертификат калибровки, Гарантийный сертификат, Руководство по технике безопасности и установке, Руководство по установке соединений, CD-ROM с руководством пользователя (английский, французский, итальянский, немецкий, испанский, упрощенный китайский, традиционный китайский, корейский, русский, японский), кабель USB - RS-232 для подключения к ПК, базовую версию программы National Instruments LabVIEW SignalExpress™ для Tektronix,

При заказе укажите тип шнура питания.

## Опции приборов

### Опции шнура питания

Опция	Описание
Опция A1	Универсальный европейский

### Опции обслуживания\*<sup>6</sup>

Опция	Описание
Опция CA1	Однократная калибровка или покрытие для обозначенного периода калибровки, для первого из наступивших событий
Опция C3	Услуги калибровки в течение 3 лет
Опция C5	Услуги калибровки в течение 5 лет
Опция D1	Отчет о данных калибровки
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантию)

<sup>6</sup> Диагностические выводы и принадлежности не покрываются гарантией DMM и сервисными предложениями. См. техническое описание каждого диагностического вывода и модели принадлежности для получения информации об условиях гарантии и калибровки.

### Рекомендуемые принадлежности и программное обслуживание

Принадлежность	Описание
Руководство по калибровке	077-0365-xx
TL710	Высококачественные диагностические выводы (196-3250-xx)
TL705	Выводы для прецизионных измерений сопротивления по схеме 2x4, 1000 В
TL725	Пинцет для измерений сопротивления SMD компонентов по схеме 2x4
AC4000	Мягкий кейс для транспортировки

## Информация для заказа

### Серия DMM4040/4050

Модель	Описание
DMM4040	Мультиметр с разрядностью 6,5
DMM4050	Мультиметр с разрядностью 6,5

**DMM4050/4040 включает:** измерительное устройство, диагностические выводы TL710, шнур питания, резервный линейный предохранитель, Сертификат калибровки, Гарантийный сертификат, Руководство по технике безопасности и установке, CD-ROM с руководством пользователя (английский, французский, итальянский, немецкий, испанский, упрощенный китайский, традиционный китайский, корейский, русский, японский), кабель USB – RS-232 для подключения к ПК, базовую версию программы National Instruments LabVIEW SignalExpress™ для Tektronix.

При заказе укажите тип шнура питания.

## Опции приборов

### Опции шнура питания

Опция	Описание
Опция A1	Универсальный европейский

### Опции обслуживания\*<sup>17</sup>

Опция	Описание
Опция CA1	Однократная калибровка или покрытие для обозначенного периода калибровки, для первого из наступивших событий
Опция C3	Услуги калибровки в течение 3 лет
Опция C5	Услуги калибровки в течение 5 лет
Опция D1	Отчет о данных калибровки
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантию)

<sup>17</sup> Испытательные выводы и принадлежности не покрываются гарантией на DMM и сервисными предложениями. Условия гарантии и калибровки приведены в техническом описании каждого испытательного вывода и модели принадлежности.

### Рекомендуемые принадлежности и программное обслуживание

Принадлежность	Описание
Руководство по калибровке	077-0362-xx
Руководство программиста	077-0363-xx
TP750	Резисторный датчик температуры 100 Ом (только для DMM4050)
196-3520-xx	Высококачественные диагностические выводы TL710
TL705	Выводы для прецизионных измерений сопротивления по схеме 2x4, 1000В
TL725	Пинцет для измерений сопротивления SMD компонентов по схеме 2x4
AC4000	Мягкий кейс для транспортировки
HCTEK4321	Жесткий кейс для транспортировки
Y8846S	Одиночный комплект для монтажа в стойку
Y8846D	Двойной комплект для монтажа в стойку
013-0369-xx	Калибровочное приспособление, с 4 разъемами, короткое
SIGEXPTE	Программа NI LabVIEW SignalExpress для Tektronix – профессиональная версия



# Источники питания

## Источники питания постоянного тока Серия PWS2000



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Линейная стабилизация
- Выходное напряжение до 72 В
- Базовая погрешность по напряжению 0,05 %
- Базовая погрешность по току 0,2 %
- Программное разрешение 10 мВ / 10 мА
- Пульсации и шум менее 3 мВ<sub>пик-пик</sub>

#### Функции и возможности

- Яркий дисплей
- До 20 определяемых пользователем наборов настроек
- Прямой ввод параметров с цифровой клавиатуры
- Изменение напряжения и тока с определяемым пользователем шагом

Гарантия 3 года

## Программируемые источники питания постоянного тока Серия PWS4000



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Линейная стабилизация
- Выходное напряжение до 72 В
- Базовая погрешность по напряжению 0,03%
- Базовая погрешность по току 0,05%
- Пульсации и шум менее 5 мВ<sub>пик-пик</sub>

#### Функции и возможности

- Одновременное отображение на ярком дисплее выходного напряжения, тока и предельных значений
- До 40 определяемых пользователем наборов настроек
- Прямой ввод параметров с цифровой клавиатуры
- Регулируемая защита от перенапряжения
- Режим списка для пошагового исполнения сохраненных испытательных последовательностей
- Выносной датчик для компенсации сопротивления проводов

#### Интерфейсы

- Выходы на задней панели и линии запуска/состояния
- Порт USB на задней панели для быстрого подключения к ПК и дистанционного программирования
- В комплект поставки входит программное обеспечение National Instrument LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition для интеграции в рабочую среду

Гарантия 3 года

Спецификация	PWS2000	PWS4000
Выходное напряжение/ток	18 В/5 А 32 В/3 А 32 В/6 А 72 В/1,5 А	20 В/5 А 30 В/5 А 32 В/3А 60 В/2,5 А 72 В/1,2 А
Погрешность установки	0,05% по напряжению 0,2% по току	0,03% по напряжению 0,05% по току
Пульсации и шум	Менее 3 мВ (пик-пик)	Менее 5 мВ (пик-пик)
Функциональные возможности	20 ячеек памяти для сохранения настроек Задаваемый пользователем пароль для блокировки органов управления	40 ячеек памяти для сохранения настроек Задаваемый пользователем пароль для блокировки органов управления Режим списка Регулируемая защита от перегрузки по напряжению Измерение напряжения на удаленной нагрузке
Возможности подключения	нет	Порт USB на задней панели ПО для связи с ПК: NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition

## Информация для заказа

### Серия PWS2000

Модель	Описание
PWS2185	Источник питания постоянного тока, 18 В, 5 А
PWS2323	Источник питания постоянного тока, 32 В, 3 А
PWS2326	Источник питания постоянного тока, 32 В, 6 А
PWS2721	Источник питания постоянного тока, 72 В, 1,5 А

**В комплект поставки входит:** источник питания, сетевой кабель, руководство по эксплуатации, отслеживаемый сертификат калибровки и компакт-диск с документацией (содержит руководство по эксплуатации и технические характеристики).

При заказе указывайте нужную вилку сетевого кабеля и язык руководства.

### Опции

#### Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

#### Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

#### Сервисные опции

Опция	Описание
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря, что наступит раньше
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)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

## Информация для заказа

### Серия PWS4000

Модель	Описание
PWS4205	Программируемый источник питания постоянного тока, 20 В, 5 А
PWS4305	Программируемый источник питания постоянного тока, 30 В, 5 А
PWS4323	Программируемый источник питания постоянного тока, 32 В, 3 А
PWS4602	Программируемый источник питания постоянного тока, 60 В, 2 А
PWS4721	Программируемый источник питания постоянного тока, 72 В, 1,2 А

**В комплект поставки входит:** источник питания, сетевой кабель, краткое руководство по вводу в эксплуатацию, отслеживаемый сертификат калибровки, компакт-диск с документацией (содержит руководство по эксплуатации, руководство программиста и технические характеристики) и компакт-диск с ПО National Instruments LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition.

При заказе указывайте нужную вилку сетевого кабеля и язык руководства.

### Опции

#### Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

#### Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

#### Сервисные опции

Опция	Описание
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря, что наступит раньше
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)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

# Частотомеры

## Частотомеры Серия FCA3000/3100



### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с частотными диапазонами 300 МГц, 3 ГГц и 20 ГГц
- До трех входных каналов
- Разрешающая способность в режиме однократного запуска: для серии FCA3100 – 50 пс, для серии FCA3000 – 100 пс
- Разрешение по частоте – 12 разрядов/с
- Разрешение по фазе – 0,001°
- Разрешение по напряжению – 3 мВ и выше
- Погрешность опорного источника –  $5 \times 10^{-8}$  (опция)

#### Скорость проведения измерений

- Скорость передачи данных во внутреннюю память – 250 к выборок/с (в памяти может сохраняться до 3,75М выборок)
- Скорость передачи данных по шинам USB/GPIB – 15 к выборок/с (в режиме блочной пересылки)
- До 650 индивидуально запускаемых измерений в секунду

#### Функции и особенности

- Автоматические измерения частоты, периода, соотношений, временного интервала, искажения временного интервала, ширины импульса, переднего/заднего фронта, фазового угла, рабочего цикла, максимального значения напряжения, минимального значения напряжения и размаха напряжения
- Суммарные измерения (серия FCA3100)
- Одновременный вывод нескольких измеряемых параметров на дисплей
- Режим построения графика трендов
- Режим измерения статистических параметров
- Режим построения гистограмм
- Режим измерения девиации Аллана
- Измерения частоты/периода с нулевой задержкой времени
- Непрерывная выдача данных по шинам USB/GPIB при проведении измерений (серия FCA3100)
- Программируемый импульсный выход с частотой от 0,5 Гц до 50 МГц

Гарантия 3 года

## Микроволновые частотомеры со встроенным измерителем мощности Серия MCA3000

### Возможности и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с частотным диапазоном 27 ГГц и 40 ГГц
- Канал микроволнового анализатора с функциями CW (несущая) или выброса
- Два канала общего назначения с частотой 300 МГц
- Диапазон мощности -35 дБм – +10 дБм
- Разрешающая способность в режиме однократного запуска – 100 пс
- Разрешение по частоте – 12 разрядов/с, 14-разрядный дисплей
- Время захвата в авторежиме – 25 мс, в ручном режиме – 0
- Разрешение по напряжению – 3 мВ
- Сверхвысокая стабильность  $1.5 \times 10^{-8}$ , ОСХО (опционально)

#### Скорость проведения измерений

- Скорость передачи данных во внутреннюю память – 250к выборок/с (в памяти может сохраняться до 750к выборок)
- Скорость передачи данных по шинам USB/GPIB – 5 к выборок/с (в режиме блочной пересылки)

#### Функции и особенности

- Автоматические измерения частоты, периода, соотношений, временного интервала, ошибки временного интервала, ширины импульса, нарастания/спада, фазового угла, рабочего цикла, максимального/минимального значения напряжения и размаха
- Встроенный измеритель мощности
- Одновременный вывод нескольких измеряемых параметров на дисплей
- Режим построения графика трендов
- Режим измерения статистических параметров
- Режим построения гистограмм
- Режим измерения девиации Аллана
- Измерения частоты/периода с нулевой задержкой времени

Гарантия 3 года

Спецификация	FCA3000	FCA3100	MCA3000
Диапазон частот	300 МГц, 3 ГГц, 20 ГГц	300 МГц, 3 ГГц, 20 ГГц	27 ГГц, 40 ГГц
Разрешение	100 пс по времени 12 разрядов/с по частоте	50 пс по времени 12 разрядов/с по частоте	100 пс по времени 12 разрядов/с по частоте
Скорость передачи данных	250 тыс. выборок/с (во внутреннюю память) 5 тыс. выборок/с (в режиме блочной пересылки)	250 тыс. выборок/с (во внутреннюю память) 15 тыс. выборок/с (в режиме блочной пересылки)	250 тыс. выборок/с (во внутреннюю память) 5 тыс. выборок/с (в режиме блочной пересылки)
Измерения	13 видов автоматических измерений: частота, период, соотношение, временной интервал, ошибка временного интервала, длительность импульса, время нарастания/спада, угол сдвига фазы, коэффициент заполнения, максимальное и минимальное значение напряжения, размах напряжения	14 видов автоматических измерений: частота, период, соотношение, временной интервал, ошибка временного интервала, длительность импульса, время нарастания/спада, угол сдвига фазы, коэффициент заполнения, максимальное и минимальное значение напряжения, размах напряжения, суммирование	13 видов автоматических измерений: частота, период, соотношение, временной интервал, ошибка временного интервала, длительность импульса, время нарастания/спада, угол сдвига фазы, коэффициент заполнения, максимальное и минимальное значение напряжения, размах напряжения + встроенный измеритель мощности
Режимы анализа	Графики трендов, статистика измерений, измерение девиации Аллана, построение гистограмм	Графики трендов, статистика измерений, измерение девиации Аллана, построение гистограмм	Графики трендов, статистика измерений, измерение девиации Аллана, построение гистограмм
Возможности подключения	Порты USB и GPIB на задней панели для подключения компьютера; интерфейс GPIB полностью совместим с протоколом программирования SCPI и имеет режим эмуляции, предназначенный для замены устройств Plug-and-Play в существующих системах ATE; внешний вход со специальным включателем; Выход генератора опорной частоты на 10 МГц; программное обеспечение National Instrument's LabVIEW; SignalExpress™ TE Limited Edition для подключения к существующим измерительным системам; опциональное программное обеспечение TimeView™ для анализа сигналов в модуляционной области. + опциональные входы на задней панели		Порты USB и GPIB на задней панели для подключения компьютера; интерфейс GPIB полностью совместим с протоколом программирования SCPI и имеет режим эмуляции, предназначенный для замены устройств Plug-and-Play в существующих системах ATE; внешний вход со специальным включателем; Выход генератора опорной частоты на 10 МГц; программное обеспечение National Instrument's LabVIEW; SignalExpress™ TE Limited Edition для подключения к существующим измерительным системам; опциональное программное обеспечение TimeView™ для анализа сигналов в модуляционной области.

## Информация для заказа

## Серии FCA3000 и FCA3100

Модель	Описание
FCA3000	Частотомер 300 МГц / 100 пс
FCA3003	Частотомер 3 ГГц / 100 пс
FCA3020	Частотомер 20 ГГц / 100 пс
FCA3100	Частотомер 300 МГц / 50 пс
FCA3103	Частотомер 3 ГГц / 50 пс
FCA3120	Частотомер 20 ГГц / 50 пс

**Комплект поставки приборов серии FCA3000/3100 включает:** частотомер, шнур питания, сертификат калибровки, краткое руководство по эксплуатации, руководство пользователя на CD (языки: англ., француз., немецк., испанск., упрощенный китайский, традиционный китайский, корейский, русский, японский), руководство программиста, технические спецификации, пробную версию ПО TimeView™, и CD с базовой версией ПО LabVIEW SignalExpress™ компании National Instruments.

При заказе обязательно укажите тип кабеля питания.

## Опции приборов

Опция	Описание
Средняя стабильность	Средняя стабильность, термостатический кварцевый генератор
Высокая стабильность	Высокая стабильность, термостатический кварцевый генератор
Задняя панель	Соединители на задней панели

## Варианты кабеля питания

Вариант	Описание
A1	Универсальный, для Европы

## Сервисные опции

Вариант	Описание
CA1	Однократная калибровка или обеспечение поверкой на определенный интервал времени, в зависимости от того, какой срок наступит первым
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчет по калибровке
R5	Ремонтное обслуживание в течение 5 лет

## Рекомендуемые принадлежности и ПО

Принадлежности	Описание
НСТЕК4321	Жесткий кейс для переноски
AC4000	Мягкий кейс для переноски
174-4401-xx	Кабель USB для соединения хоста с устройством, 0.9 м.
012-0991-xx	Шнур GPIB в двойной оплетке
012-1256-xx	Экранированный кабель BNC (вилка-вилка), 2.7 м, 50 Ом
012-0482-xx	Экранированный кабель BNC (вилка-вилка), 0.9 м, 50 Ом
SIGEXPTЕ	Расширенная версия ПО SignalExpress™, компании National Instruments
TVA3000	ПО TimeView™ для анализа сигналов в модуляционной области

## Информация для заказа

## Серия MCA3000

Модель	Описание
MCA3027	Микроволновый счетчик 27 ГГц / 100 пс
MCA3040	Микроволновый счетчик 40 ГГц / 100 пс

**Комплект поставки приборов серии MCA3000 включает:** микроволновый частотомер, шнур питания, сертификат калибровки, краткое руководство по эксплуатации, руководство пользователя на CD (языки: англ., француз., немецк., испанск., упрощенный китайский, традиционный китайский, корейский, русский, японский), руководство программиста, технические спецификации, пробную версию ПО TimeView™, и CD с базовой версией ПО LabVIEW SignalExpress™ компании National Instruments.

При заказе обязательно укажите тип кабеля питания.

## Опции приборов

Опция	Описание
HS	Высокая стабильность, термостатический кварцевый генератор
US	Сверхвысокая стабильность, термостатический кварцевый генератор

## Варианты кабеля питания

Вариант	Описание
A1	Универсальный, для Европы

## Сервисные опции

Вариант	Описание
CA1	Однократная калибровка или обеспечение поверкой на определенный интервал времени, в зависимости от того, какой срок наступит первым
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчет по калибровке
R5	Ремонтное обслуживание в течение 5 лет

## Рекомендуемые принадлежности и ПО

Принадлежности	Описание
НСТЕК4321	Жесткий кейс для переноски
AC4000	Мягкий кейс для переноски
174-4401-xx	Кабель USB для соединения хоста с устройством, 0.8 м.
012-0991-xx	Шнур GPIB в двойной оплетке
012-1256-xx	Экранированный кабель BNC (вилка-вилка), 2.3 м, 50 Ом
012-0482-xx	Экранированный кабель BNC (вилка-вилка), 0.8 м, 50 Ом
SIGEXPTЕ	Расширенная версия ПО SignalExpress™, компании National Instruments
TVA3000	ПО TimeView™ для анализа сигналов в модуляционной области

# Датчики/измерители мощности ВЧ и СВЧ диапазона

## Серии PSM3000, PSM4000 и PSM5000



### Достоинства и преимущества

#### Основные технические характеристики

- Модели с диапазоном частот 8, 18, 20 и 26,5 ГГц
- Модели с разъемами типа N и 3,5 мм
- Динамический диапазон от -60 до +20 дБм
- Погрешность 2,6 %
- Скорость до 2000 измерений в секунду

#### Возможности

- Измерители откалиброваны во всем диапазоне температур – не требуется установка нуля или калибровка перед измерением, что экономит время и снижает вероятность ошибок
- Все модели поддерживают измерение средней мощности, импульсной мощности с учетом скважности и регистрацию измерений
- В комплект поставки входит прикладное ПО для Microsoft Windows
  - ПО измерения мощности
  - ПО быстрой регистрации
  - драйверы LabVIEW и примеры программ для наиболее популярных сред программирования Windows для поддержки автоматизированных систем
- Режимы удержания максимума и относительных измерений
- Коррекция смещения, АЧХ и переходника 75 Ом с минимальными потерями
- Гибкие режимы усреднения, позволяющие выполнять быстрые, стабильные измерения

- Вход и выход сигнала запуска с уровнем ТТЛ обеспечивает синхронизацию с внешними устройствами
- Режим контроля граничных значений типа «годен/не годен»
- Небольшие размеры
- Приборы серии PSM3000 измеряют истинную среднюю мощность, что позволяет получать точные результаты независимо от формы сигнала и вида модуляции
- Приборы серии PSM4000 и PSM5000 предлагают:
  - измерение импульсной мощности, скважности, пиковой мощности и пик-фактора
  - измерение пиковой, средней и минимальной мощности пакетов с настраиваемым смещением и длительностью
- В комплект поставки приборов серии PSM5000 входит ПО профилирования импульсов для измерения периодических импульсных сигналов
  - Построение и отображение огибающих импульсных сигналов
  - Непрерывные и гейтированные измерения, включая измерения импульсной, пиковой и средней мощности, выбросов, пик-фактора, времени нарастания и спада, длительности импульса, частоты следования импульсов, скважности
  - Измерение статистических характеристик сигнала, таких как комплементарная интегральная функция распределения (CCDF) и функция плотности вероятностей (PDF)

## Применение

- Измерение средней мощности ВЧ и СВЧ сигналов в приложениях общего назначения
- Измерение параметров периодических импульсных сигналов, таких как сигналы систем навигации, метеосигналы и сигналы РЛС
- Измерение пиковой и средней мощности модулированных сигналов, таких как GSM, CDMA, WCDMA, HSPA и WiMAX с полосой до 10 МГц
- Измерение пиковой и средней мощности коммуникационных сигналов с импульсной модуляцией
- Сигнал обратной связи для управления уровнем источников сигнала
- Проверка и измерение параметров усилителей мощности, коммутаторов и других ВЧ и СВЧ компонентов
- Монтаж и техническое обслуживание DTV, сотовых, радиорелейных и широкоэвещательных передатчиков
- Проверка и калибровка контрольно-измерительного оборудования и систем

## Трехлетняя гарантия

### Компактные датчики/измерители мощности с большими возможностями

Приборы серий PSM3000, PSM4000 и PSM5000 представляют собой компактные датчики/измерители мощности, позволяющие выполнять быстрые и точные измерения в диапазонах ВЧ и СВЧ. В зависимости от серии приборы поддерживают широкий набор немодулированных сигналов и сигналов с импульсной модуляцией. В комплект поставки каждого измерителя входит программное обеспечение измерения мощности для Windows, позволяющее управлять измерителем, отображать и регистрировать результаты измерений. За счет объединения датчика/измерителя с компьютером получается законченное решение, позволяющее обойтись без отдельного специализированного измерительного прибора.

### Базовый блок измерителя мощности больше не нужен

При использовании прилагаемого измерительного ПО вы можете управлять прибором посредством мыши и привычных органов управления, а показания выводятся прямо на экран вашего компьютера. Знакомые выпадающие меню Windows предлагают дополнительные удобства управления. Данные немедленно доступны в ПК для дальнейшего анализа и документирования. Измерители взаимодействуют с ПК через стандартный интерфейс USB 2.0 и поддерживают режим автоматической настройки (plug-and-play).

Интегрируйте быстрые измерения мощности в свои измерительные системы

Датчики мощности серии Tektronix PSM обладают самой высокой в отрасли скоростью измерения (2000 изм./с). Это может существенно сократить время тестирования и предоставляет динамическую информацию об измеряемой мощности, которая ранее была недоступна. Прилагаемое ПО быстрой регистрации позволяет перенести эти данные в ПК для анализа.

Для выполнения специализированных тестов взаимодействие с датчиками можно организовать с помощью LabVIEW или с использованием полностью документированного интерфейса прикладного программирования (API). В комплект поставки входят примеры программ для наиболее популярных сред разработки. Коммуникационная библиотека позволяет программе обслуживать до 12 датчиков, обходясь без дорогостоящих коммутаторов. Кроме того, для управления датчиками/измерителями серии PSM могут использоваться анализаторы сигналов реального времени, генераторы сигналов произвольной формы и осциллографы Tektronix, использующие операционную систему Windows, что обеспечивает быстрый доступ к точным измерениям мощности.

Для обеспечения синхронизации с другими контрольно-измерительными приборами, все модели оборудованы входом и выходом запуска с уровнем TTL.

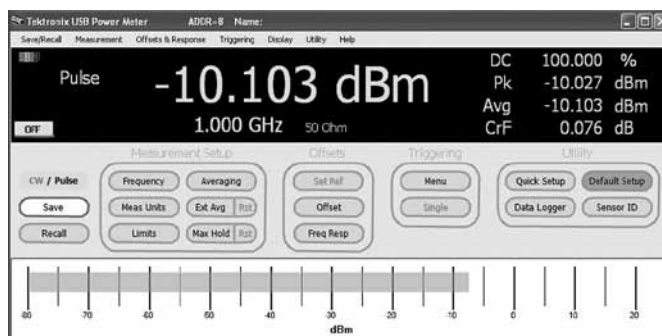


Рис. 1. ПО предлагает знакомые органы управления и представление измерений.

Быстрые измерения, всевозможные средства программирования и функции синхронизации превращают эти датчики в универсальное дополнение к вашей измерительной системе.

### Лучшие в отрасли характеристики для ответственных задач

Датчики/измерители мощности Tektronix поставляются полностью откалиброванными во всем рабочем диапазоне температур. Это устраняет потребность установки нуля датчиков и калибровки измерителей, сокращая время настройки и помогая избежать погрешностей. Вы можете смело положиться на их точность при измерении пиковой мощности и мощности немодулированных, модулированных и импульсных сигналов. Чем бы вы ни занимались – монтажом или обслуживанием базовых станций, производственным тестированием или научными исследованиями в области беспроводной связи, приборы серии PSM всегда смогут решить стоящие перед вами задачи благодаря широкому динамическому диапазону (от –60 до +20 дБм) и диапазону частот от 10 МГц до 26,5 ГГц.

Выберите параметры и функции в соответствии со своими потребностями

Датчики/измерители мощности серии PSM3000 позволяют измерять истинную среднюю мощность, независимо от модуляции или полосы сигнала. Приборы серии PSM4000 позволяют измерять среднюю мощность (немодулированных сигналов) и дополнительно могут измерять импульсную и пиковую мощности базовых данных в импульсных ВЧ и СВЧ сигналах. Датчики/измерители мощности серии PSM5000 выполняют те же измерения, что и PSM4000, но имеют дополнительную функцию профилирования импульсов для просмотра и измерения параметров сигнала в импульсных ВЧ и СВЧ системах.

Функция	Серия PSM3000	Серия PSM4000	Серия PSM5000
Диапазон частот	от 10 МГц до 26,5 ГГц	от 10 МГц до 20 ГГц	от 50 МГц до 20 ГГц
Динамический диапазон	от -55 до +20 дБм	от -60 до +20 дБм	от -60 до +20 дБм
Скорость измерения	2000 изм./с	2000 изм./с	2000 изм./с

**Измерения**

Истинная средняя мощность	X		
Средняя мощность (немод.)		X	X
Мощность импульсов с поправкой на скважность	X	X	X
Пиковая мощность, импульсная мощность, скважность		X	X
Пиковая и средняя мощность пакета		X	X
Регистрация измерений	X	X	X
Длительность импульса, время нарастания/спада, выброс, просадка			X
Стробированные измерения			X
Отображение импульсного сигнала с маркерами			X

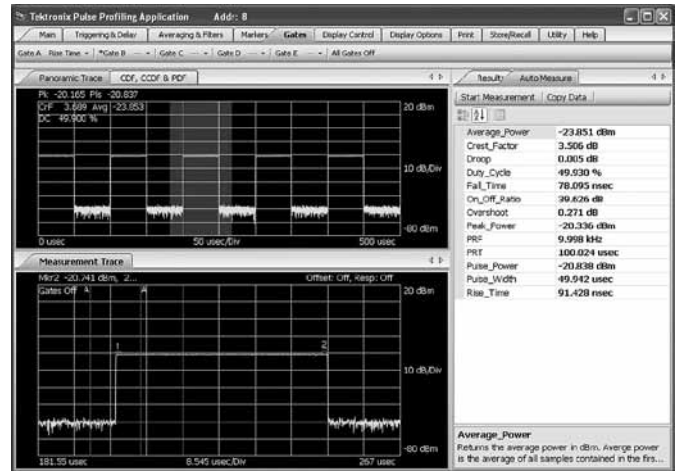


Рис. 2. Программа профилирования импульсов позволяет тщательно анализировать импульсные характеристики.

**Измерение широкого диапазона огибающих импульсного сигнала**

Приборы серии Tektronix PSM5000 объединяют в одном корпусе простую в обращении и высокопроизводительную функцию профилирования импульсов, измеритель мощности сигналов с импульсной модуляцией и немодулированных сигналов. Приборы серии Tektronix PSM5000 предназначены для приложений, в которых необходим анализ во временной области периодических импульсных сигналов с постоянной огибающей. Они выполняют импульсные измерения во временной области, такие как время нарастания и спада, выброс и просадка, для которых обычно требуются дорогостоящие анализаторы сигналов. Датчики серии PSM5000 используют технологию дискретизации в эквивалентном времени, позволяющую реконструировать периодические импульсные сигналы. Периодические импульсы с видеополосой до 10 МГц можно измерять с эффективной частотой дискретизации до 48 млн. выборок/с.

**Качество, на которое можно положиться**

В дополнение к высочайшему в отрасли уровню послепродажного обслуживания и техподдержки, на каждый датчик/измеритель мощности серии PSM предоставляется стандартная трехлетняя гарантия.



Технические характеристики

Электрические характеристики

Если не указано отдельно, все характеристики применимы во всем рабочем диапазоне температур после 20-минутного прогрева.

Измерители мощности с интерфейсом USB серии PSM3000 (измерение истинной средней мощности)

Параметр	PSM3110	PSM3120	PSM3310	PSM3320	PSM3510
Входной разъем	вилка 3,5 мм	вилка типа N	вилка 3,5 мм	вилка типа N	вилка 3,5 мм
Диапазон частот	от 10 МГц до 8 ГГц		от 10 МГц до 18 ГГц		от 10 МГц до 26,6 ГГц
Динамический диапазон	от -55 до +20 дБм				
Видеополоса	100 Гц (тип.)				
Общая погрешность <sup>1</sup>	Общая погрешность = $2 \times \sqrt{[(CF/2)^2 + (L/2)^2 + (N/2)^2 + (Z/\sqrt{2})^2 + (Mm/\sqrt{2})^2 + (T/\sqrt{2})^2]}$				
Погрешность коэффициента калибровки (CF)	2,5% (от 10 МГц до 1 ГГц) 2,4% (от 1 ГГц до 8 ГГц)	1,8% (от 10 МГц до 1 ГГц) 1,7% (от 1 ГГц до 8 ГГц)	2,5% (от 10 МГц до 1 ГГц) 2,4% (от 1 ГГц до 10 ГГц) 2,7% (от 10 ГГц до 18 ГГц)	1,8% (от 10 МГц до 1 ГГц) 1,7% (от 1 ГГц до 10 ГГц) 1,9% (от 10 ГГц до 18 ГГц)	2,5% (от 10 МГц до 1 ГГц) 2,4% (от 1 ГГц до 10 ГГц) 2,7% (от 10 ГГц до 18 ГГц) 3,7% (от 18 ГГц до 26,6 ГГц)
Линейная погрешность (L)	3,0% (от +15 до +20 дБм) 2,5% (от -15 до +15 дБм) 2,0% (от -55 до -15 дБм)				
Шумовая погрешность (N)	Время интегрирования 5 секунд 0,10% (от +10 до +20 дБм) 0,25% (от -15 до +10 дБм) 0,10% (от -30 до -15 дБм) 0,25% (от -40 до -30 дБм) 1,50% (от -50 до -40 дБм) 4,50% (от -55 до -50 дБм)				
Смещение нуля <sup>2</sup> (Z)	$[(3,0 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (0,15 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 0,01 \text{ нВт/месяц}$				
Согласование <sup>3</sup>	КСВ 1,20:1 (потери на отражение 21 дБ)		КСВ 1,20:1 (от 10 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 18 ГГц, потери на отражение 18 дБ)		КСВ 1,20:1 (от 10 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 26,6 ГГц, потери на отражение 18 дБ)
Температурная погрешность (T)	2,00% (от +40 до +50 °C) 0,75% (от +30 до +40 °C) 0,00% (от +20 до +30 °C) 0,75% (от +10 до +20 °C) 2,00% (от 0 до +10 °C)				

<sup>1</sup> Общая погрешность включает погрешность коэффициента калибровки (CF), линейную погрешность (L), шумовую погрешность (N), погрешность смещения нуля (Z), погрешность согласования и температурную погрешность (T). Для расчета полной погрешности (RSS) все значения ошибок нужно преобразовать в проценты. Для определения погрешности согласования (Mm) нужно знать согласование источника. Погрешность согласования выражается в процентах согласно следующему уравнению:

$$Mm = 100 \times [(1 \pm \Gamma_{\text{источника}} \times \Gamma_{\text{датчика}})^2 - 1]$$

<sup>2</sup> Для определения погрешности смещения нуля в процентах используйте следующую формулу:  $Z = (\text{Смещение нуля} / \text{Номинальная мощность}) \times 100$ .

<sup>3</sup> Номинальное сопротивление = 50 Ом.

**Измерители мощности с интерфейсом USB серии PSM4000 (измерение средней/пиковой/импульсной мощности)**

Параметр	PSM4110	PSM4120	PSM4320	PSM4410
Входной разъем	вилка 3,5 мм	вилка типа N	вилка типа N	вилка 3,5 мм
Диапазон частот	от 10 МГц до 8 ГГц	от 10 МГц до 8 ГГц	от 50 МГц до 18,6 ГГц	от 50 МГц до 20 ГГц
Динамический диапазон	от -60 до +20 дБм (от 10 МГц до 6 ГГц) от -50 до +20 дБм (от 6 ГГц до 8 ГГц)		от -40 до +20 дБм	
Макс. отношение пиковой мощности к средней	80 дБ (от 10 МГц до 6 ГГц) 70 дБ (от 6 ГГц до 8 ГГц)		55 дБ	
Внутренняя видеополоса	10 МГц (тип.)			
Погрешность тактового генератора	$\pm 50 \times 10^{-6}$ (тип.)			
Частота дискретизации	500 000 выб/с			
Минимальная длительность импульса при измерении средней мощности	500 нс (тип.)			
Минимальная длительность импульса при измерении пиковой мощности	200 нс (тип.)			
Общая погрешность <sup>1</sup>	Общая погрешность = $2 \times \sqrt{(CF/2)^2 + (L/2)^2 + (N/2)^2 + (Z/\sqrt{2})^2 + (Mm/\sqrt{2})^2 + (T/\sqrt{2})^2}$			
Погрешность коэффициента калибровки (CF)	7,0% (от 10 МГц до 100 МГц) 4,0% (от 100 МГц до 500 МГц) 2,5% (от 500 МГц до 8 ГГц)	7,0% (от 10 МГц до 100 МГц) 4,0% (от 100 МГц до 500 МГц) 1,7% (от 500 МГц до 8 ГГц)	4,0% (от 50 МГц до 500 МГц) 1,7% (от 500 МГц до 10 ГГц) 1,9% (от 10 ГГц до 18,6 ГГц)	4,0% (от 50 МГц до 500 МГц) 2,6% (от 500 МГц до 12,5 ГГц) 3,2% (от 12,5 ГГц до 18 ГГц) 3,5% (от 18 ГГц до 20 ГГц)
Линейная погрешность (L)	10 МГц до 100 МГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от +10 до +15 дБм) 4,0% (от -60 до +10 дБм)  от 100 МГц до 2 ГГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от +10 до +15 дБм) 3,0% (от -60 до +10 дБм)  от 2 ГГц до 8 ГГц 5,0% (от +15 до +20 дБм) 3,0% (от +10 до +15 дБм) 2,0% (от -60 до +10 дБм)		от 50 МГц до 100 МГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от -40 до +15 дБм)  от 100 МГц до 2 ГГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от +5 до +15 дБм) 3,0% (от -40 до +5 дБм)  от 2 ГГц до 20 ГГц 6,0% (от +15 до +20 дБм) 4,0% (от +5 до +15 дБм) 2,0% (от -40 до +5 дБм)	
Шумовая погрешность (N)	Время интегрирования 1 секунда от +10 до +20 дБм: 0,22% (от 10 МГц до 100 МГц) 0,15% (от 100 МГц до 8 ГГц)  от -30 до +10 дБм: 0,22% (от 10 МГц до 100 МГц) 0,04% (от 100 МГц до 8 ГГц)  от -50 до -30 дБм: 0,22% (от 10 МГц до 100 МГц) 0,04% (от 100 МГц до 6 ГГц) 0,15% (от 6 ГГц до 8 ГГц)  от -60 до -50 дБм: 0,44% (от 10 МГц до 100 МГц) 0,15% (от 100 МГц до 6 ГГц)		Время интегрирования 5 секунд от +10 до +20 дБм: 1,5% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -20 до +10 дБм: 1,0% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -30 до -20 дБм: 1,5% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -40 до -30 дБм: 7,0% (от 50 МГц до 18,6 ГГц)	
Смещение нуля <sup>2</sup> (Z)	$[(0,35 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (0,025 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 0,005 \text{ нВт/месяц}$		от 50 МГц до 500 МГц $[(200 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (10 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 10 \text{ нВт/месяц}$  от 500 МГц до 20 ГГц $[(100 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (5 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 5 \text{ нВт/месяц}$	
Соласование <sup>3</sup>	КСВ 1,09:1 (потери на отражение 27 дБ)	КСВ 1,15:1 (потери на отражение 23 дБ)	КСВ 1,20:1 (от 50 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 18,6 ГГц, потери на отражение 18 дБ)	КСВ 1,20:1 (от 50 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 20 ГГц, потери на отражение 18 дБ)

Датчики/измерители мощности ВЧ и СВЧ диапазона – серии PSM3000, PSM4000 и PSM5000

Параметр	PSM4110	PSM4120	PSM4320	PSM4410
Температурная погрешность (Т)	1,00% (от +40 до +50 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)		6,00% (от +40 до +50 °С) 3,00% (от +30 до +40 °С) 0,00% (от +20 до +30 °С) 3,00% (от +10 до +20 °С) 6,00% (от 0 до +10 °С)	
	0,75% (от +30 до +40 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)			
	0,00% (от +20 до +30 °С)			
	0,75% (от +10 до +20 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)			
	1,00% (от 0 до +10 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)			

<sup>1</sup> Общая погрешность включает погрешность коэффициента калибровки (CF), линейную погрешность (L), шумовую погрешность (N), погрешность смещения нуля (Z), погрешность согласования и температурную погрешность (Т). Для расчета полной погрешности (RSS) все значения ошибок нужно преобразовать в проценты. Для определения погрешности согласования (Mm) нужно знать согласование источника. Погрешность согласования выражается в процентах согласно следующему уравнению:

$$Mm = 100 \times [(1 \pm \Gamma_{\text{источника}} \times \Gamma_{\text{датчика}})^2 - 1]$$

<sup>2</sup> Для определения погрешности смещения нуля в процентах используйте следующую формулу: Z = (Смещение нуля / Номинальная мощность) × 100.

<sup>3</sup> Номинальное сопротивление = 50 Ом.

**Измерители мощности с интерфейсом USB серии PSM5000 (измерение средней/пиковой/импульсной мощности + профилирование)**

Параметр	PSM5110	PSM5120	PSM5320	PSM5410
Входной разъем	вилка 3,5 мм	вилка типа N	вилка типа N	вилка 3,5 мм
Диапазон частот	от 100 МГц до 8 ГГц		от 50 МГц до 18,6 ГГц	от 50 МГц до 20 ГГц
Динамический диапазон	от -60 до +20 дБм (от 100 МГц до 6 ГГц) от -50 до +20 дБм (от 6 ГГц до 8 ГГц)		от -40 до +20 дБм	
Макс. отношение пиковой мощности к средней	80 дБ (от 100 МГц до 6 ГГц) 70 дБ (от 6 ГГц до 8 ГГц)		55 дБ	
Внутренняя видеополоса			10 МГц (тип.)	
Погрешность тактового генератора			±50×10 <sup>-6</sup> (тип.)	
Частота дискретизации			500 000 выб/с	
Минимальная длительность импульса при измерении средней мощности			500 нс (тип.)	
Минимальная длительность импульса при измерении пиковой мощности			200 нс (тип.)	
Профилирование импульсов, макс. частота дискретизации в эквивалентном времени <sup>14</sup>			48 млн. выб/с	
Профилирование импульсов, мин. время нарастания, от 10% до 90%			54 нс (от -70 до -20 дБм, 4 ГГц)	
Профилирование импульсов, мин. время спада, от 90% до 10%			44 нс (от -70 до -20 дБм, 4 ГГц)	
Профилирование импульсов, погрешность уровня ручного запуска			±1 дБм	
Профилирование импульсов, мин. число периодов			2	
Профилирование импульсов, видеофильтры			100 кГц, 200 кГц, 300 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц	
Общая погрешность <sup>11</sup>	Общая погрешность = $2 \times \sqrt{[(CF/2)^2 + (L/2)^2 + (N/2)^2 + (Z/\sqrt{2})^2 + (Mm/\sqrt{2})^2 + (T/\sqrt{2})^2]}$			
Погрешность коэффициента калибровки (CF)	4,0% (от 100 МГц до 500 МГц) 2,5% (от 500 МГц до 8 ГГц)	4,0% (от 100 МГц до 500 МГц) 1,7% (от 500 МГц до 8 ГГц)	4,0% (от 50 МГц до 500 МГц) 1,7% (от 500 МГц до 10 ГГц) 1,9% (от 10 ГГц до 18,6 ГГц)	4,0% (от 50 МГц до 500 МГц) 2,6% (от 500 МГц до 12,5 ГГц) 3,2% (от 12,5 ГГц до 18 ГГц) 3,5% (от 18 ГГц до 20 ГГц)
Линейная погрешность (L)	от 100 МГц до 2 ГГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от +10 до +15 дБм) 3,0% (от -60 до +10 дБм)		от 50 МГц до 100 МГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от -40 до +15 дБм)	
	от 2 ГГц до 8 ГГц 5,0% (от +15 до +20 дБм) 3,0% (от +10 до +15 дБм) 2,0% (от -60 до +10 дБм)		от 100 МГц до 2 ГГц 7,0% (от +15 до +20 дБм) 5,0% (от +5 до +15 дБм) 3,0% (от -40 до +5 дБм)	
			от 2 ГГц до 20 ГГц 6,0% (от +15 до +20 дБм) 4,0% (от +5 до +15 дБм) 2,0% (от -40 до +5 дБм)	

## Датчики/измерители мощности ВЧ и СВЧ диапазона – серии PSM3000, PSM4000 и PSM5000

Параметр	PSM5110	PSM5120	PSM5320	PSM5410
Шумовая погрешность (N)	Время интегрирования 1 секунда от +10 до +20 дБм: 0,15% (от 100 МГц до 8 ГГц)  от -30 до +10 дБм: 0,04% (от 100 МГц до 8 ГГц)  от -50 до -30 дБм: 0,04% (от 100 МГц до 6 ГГц) 0,15% (от 6 ГГц до 8 ГГц)  от -60 до -50 дБм: 0,15% (от 100 МГц до 6 ГГц)		Время интегрирования 5 секунд от +10 до +20 дБм: 1,5% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -20 до +10 дБм: 1,0% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -30 до -20 дБм: 1,5% (от 50 МГц до 20 ГГц) от -40 до -30 дБм: 7,0% (от 50 МГц до 18,6 ГГц)	
Смещение нуля <sup>2</sup> (Z)	$[(0,35 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (0,025 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 0,005 \text{ нВт/месяц}$		от 50 МГц до 500 МГц $[(200 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (10 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 10 \text{ нВт/месяц}$  от 500 МГц до 20 ГГц $[(100 \text{ нВт при } 25 \text{ }^\circ\text{C}) +  \Delta T  \times (5 \text{ нВт}/^\circ\text{C})] + 5 \text{ нВт/месяц}$	
Согласование <sup>3</sup>	КСВ 1,18:1 (от 100 МГц до 250 МГц, потери на отражение 21,7 дБ) КСВ 1,09:1 (от 250 МГц до 8 ГГц, потери на отражение 23 дБ)	КСВ 1,18:1 (от 100 МГц до 250 МГц, потери на отражение 21,7 дБ) КСВ 1,15:1 (от 250 МГц до 8 ГГц, потери на отражение 27 дБ)	КСВ 1,20:1 (от 50 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 18,6 ГГц, потери на отражение 18 дБ)	КСВ 1,20:1 (от 50 МГц до 10 ГГц, потери на отражение 21 дБ) КСВ 1,29:1 (от 10 ГГц до 20 ГГц, потери на отражение 18 дБ)
Температурная погрешность (Т)	1,00% (от +40 до +50 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)  0,75% (от +30 до +40 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)  0,00% (от +20 до +30 °С)  0,75% (от +10 до +20 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)  1,00% (от 0 до +10 °С) (плюс 1%, от 0 до 10 дБм; плюс 3%, от 10 до 20 дБм)		6,00% (от +40 до +50 °С) 3,00% (от +30 до +40 °С) 0,00% (от +20 до +30 °С) 3,00% (от +10 до +20 °С) 6,00% (от 0 до +10 °С)	

<sup>1</sup> Общая погрешность включает погрешность коэффициента калибровки (CF), линейную погрешность (L), шумовую погрешность (N), погрешность смещения нуля (Z), погрешность согласования и температурную погрешность (Т). Для расчета полной погрешности (RSS) все значения ошибок нужно преобразовать в проценты. Для определения погрешности согласования (Mm) нужно знать согласование источника. Погрешность согласования выражается в процентах согласно следующему уравнению:

$$Mm = 100 \times [(1 \pm \Gamma_{\text{источника}} \times \Gamma_{\text{датчика}})^2 - 1]$$

<sup>2</sup> Для определения погрешности смещения нуля в процентах используйте следующую формулу:  $Z = (\text{Смещение нуля} / \text{Номинальная мощность}) \times 100$ .

<sup>3</sup> Номинальное сопротивление = 50 Ом.

<sup>4</sup> Для получения точных результатов дискретизации в эквивалентном времени требуются периодические импульсы.

### Общие характеристики

Параметр	Описание
Максимальная средняя мощность	+20 дБм (100 мВт) Уровень повреждения: +23 дБм (200 мВт)
Максимальная импульсная мощность	+20 дБм (100 мВт) Уровень повреждения: +23 дБм (200 мВт)
Скорость измерений	2000 изм./с (типичное значение: 100 установившихся измерений в секунду)
Вход/выход сигнала запуска	Уровень ТТЛ Уровень повреждения: 5,5 В макс., -0,5 В мин. Частота: от 1 Гц до 750 кГц (тип.)
Интерфейс USB	Полноскоростной USB 2.0 (11 Мбит/с)

### Климатические условия

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от 0 до +55 °С
Хранения	от -25 до +85 °С
Относительная влажность	
Рабочая	от 15 до 95%, до +30 °С от 15 до 45%, от +30 до +55 °С, без конденсации
Хранения	от 15 до 95%, до +30 °С от 15 до 45%, от +30 до +85 °С; без конденсации
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3000 м

### Системные требования для ПО измерения и быстрой регистрации

Параметр	Описание
Типовые характеристики компьютера	2 Гб ОЗУ Порт USB 2.0
Операционная система	Windows XP, Service Pack 3 Windows Vista Windows 7 (32-разрядная, 64-разрядная или режим XP)
Хранения	15 000 м
Электромагнитная совместимость	Директива EMC 2004/108/EC, EN 61326-2-1: 2006, CE

#### Габариты и масса

Параметр	Описание
PSM3110, PSM3120, PSM3310, PSM3320, PSM3510, PSM4320, PSM4410, PSM5320, PSM5410	
Диаметр	48 мм
Длина	74 мм, с разъемом
PSM4110, PSM4120, PSM5110, PSM5120	
Диаметр	48 мм
Длина	62 мм, с разъемом
<b>Масса</b>	
PSM3110 PSM3310 PSM3510	164 г
PSM3120 PSM3320	203 г
PSM4110 PSM5110	110 г
PSM4120 PSM5120	149 г
PSM4320 PSM5320	163 г
PSM4410 PSM5410	124 г

#### Гарантия и калибровка

Параметр	Описание
Гарантия	3 года
Рекомендуемый интервал калибровки	1 год

#### Информация для заказа

##### Модели

Модель	Описание
PSM3110	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 820 ГГц, измерение истинной средней мощности, вилка 3,5 мм
PSM3120	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 820 ГГц, измерение истинной средней мощности, вилка типа N
PSM3310	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 1820 ГГц, измерение истинной средней мощности, вилка 3,5 мм
PSM3320	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 1820 ГГц, измерение истинной средней мощности, вилка типа N
PSM3510	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 26,520 ГГц, измерение истинной средней мощности, вилка 3,5 мм
PSM4110	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 820 ГГц, измерение пиковой и импульсной мощности, вилка 3,5 мм
PSM4120	USB датчик/измеритель мощности, от 10 МГц до 820 ГГц, измерение пиковой и импульсной мощности, вилка типа N
PSM4320	USB датчик/измеритель мощности, от 50 МГц до 1820 ГГц, измерение пиковой и импульсной мощности, вилка типа N
PSM4410	USB датчик/измеритель мощности, от 50 МГц до 20 ГГц, измерение пиковой и импульсной мощности, вилка 3,5 мм
PSM5110	USB датчик/измеритель мощности, от 100 МГц до 820 ГГц, профилирование импульсов, вилка 3,5 мм
PSM5120	USB датчик/измеритель мощности, от 100 МГц до 820 ГГц, профилирование импульсов, вилка типа N
PSM5320	USB датчик/измеритель мощности, от 50 МГц до 1820 ГГц, профилирование импульсов, вилка типа N
PSM5410	USB датчик/измеритель мощности, от 50 МГц до 2020 ГГц, профилирование импульсов, вилка 3,5 мм

В комплект поставки входят: USB датчик/измеритель мощности, сертификат отслеживаемой калибровки, отчет о калибровке, 2-метровый кабель USB, руководство по установке и безопасности, флэш-накопитель USB. (На флэш-накопителе записаны руководства по эксплуатации на английском, французском, немецком, итальянском, японском, корейском, португальском, русском, упрощенном китайском, испанском и традиционном китайском языках, а также техническое руководство и руководство программиста на английском языке).

#### Сервисные опции

Опция	Описание
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
R5	Ремонт в течение 5 лет

#### Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
174-6150-00	Кабель USB, 2 м, 20 AWG
174-6164-00	Кабель для сигнала запуска, 1 м, розетка SMB на вилку BNC
348-2013-00	Сменный резиновый колпачок

## Генераторы сигналов

### Генераторы смешанных/аналоговых сигналов

	Серия AFG3000	Серия AWG5000	Серия AWG7000
Число каналов (макс.)	1, 2	4 аналоговых, 28 цифровых	2 аналоговых
Частота дискретизации (макс.)	2,0 Гвыб./с	1,2 Гвыб./с, до 370 МГц	24 Гвыб./с
Частота (макс.)	240 МГц	370 МГц	9,6 ГГц
Объем памяти (макс.)	128 к	до 32 М	до 128 М
Вертикальное разрешение (бит)	14	14	10
Выходная амплитуда* <sup>1</sup> (макс.)	20 В <sub>пик-пик</sub>	4,5	2
Выходы маркеров (макс.)	1 (выход запуска)	4	4
Параллельные цифровые выходы (макс.)	-	28 <sup>2</sup>	-
Встроенные редакторы	Графический, текстовый	Графический, редактор последовательностей	
Встроенные приложения	-	RFExpress®, SerialXpress® и ПО сторонних производителей, работающие под управлением Open Window	

# Генераторы сигналов произвольной формы и стандартных функций

## Серия AFG3000



### Возможности и преимущества

- Сигналы синусоидальной формы частотой 10 МГц, 25 МГц, 100 МГц или 240 МГц
- Сигналы произвольной формы с разрешением 14 разрядов, 250 Мвыб/с, 1 Гвыб/с или 2 Гвыб/с
- Амплитуда до 20 В<sub>пик-пик</sub> на нагрузке 50 Ом
- 5,6-дюймовый дисплей, обеспечивающий полную уверенность в настройках и форме сигнала
- Многоязычный интуитивно понятный интерфейс ускоряет настройку
- Генерация импульсов с регулируемой длительностью фронта
- Виды модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ
- Свипирование и пакетные сигналы
- Двухканальные модели позволяют сэкономить средства и рационально использовать рабочее пространство
- Разъем USB на передней панели для сохранения сигналов на внешних накопителях
- Интерфейсы USB, GPIB и LAN
- Драйверы LabVIEW и LabWindows/IVI-C

### Применение

- Тестирование и проектирование электронных устройств
- Имитация датчиков
- Функциональное тестирование
- Обучение

### Описание прибора

Непревзойденная производительность, гибкость, интуитивно понятное управление и доступная цена делают генераторы сигналов произвольной формы, стандартных функций и импульсных сигналов серии AFG3000 самыми востребованными приборами в отрасли.

#### Высокая производительность и гибкость

Пользователю предоставляется выбор из 12 стандартных сигналов. Сигналы произвольной формы могут иметь длину до 128 000 точек с высокими частотами дискретизации. Для импульсных сигналов можно независимо устанавливать длительность переднего и заднего фронта. Имеется возможность подачи внешних сигналов и сложения их с выходным сигналом. Двухканальные модели могут генерировать полностью идентичные или разные сигналы. Все приборы оснащены высокостабильным опорным генератором с дрейфом всего  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  в год.

Интуитивно понятный интерфейс пользователя открывает доступ ко всей информации

На большом экране отображается форма сигнала и все его основные параметры. Это дает полную уверенность в правильности настроек и позволяет сфокусироваться только на выполняемой работе. Клавиши быстрого доступа обеспечивают прямой выбор часто используемых функций и настроек. Другие функции и параметры можно удобно выбирать через четко структурированное меню. Это ускоряет обучение работе с прибором, управление которым очень похоже на управление самыми популярными в мире осциллографами TDS3000.

Программное обеспечение ArbExpress™ упрощает создание сигналов

Это приложение для ПК позволяет импортировать сигналы из любого осциллографа Tektronix или описать их с помощью стандартных функций, редактора уравнений или математических операций.

Технические характеристики

Технические характеристики серии AFG3000

Параметр	AFG3011	AFG3021B AFG3022B	AFG3101 AFG3102	AFG3251 AFG3252
Число каналов	1	1/2	1/2	1/2
Сигналы	Синусоидальный, прямоугольный, импульсный, пилообразный, треугольный, Sin(x)/x, экспоненциальное нарастание и спад, функция Гаусса, функция Лоренца, гаверсинус, постоянное напряжение, шум			
Синусоидальный сигнал	от 1 мГц до 10 МГц	от 1 мГц до 25 МГц	от 1 мГц до 100 МГц	от 1 мГц до 240 МГц
Синусоидальный сигнал в пакетном режиме	от 1 мГц до 5 МГц	от 1 мГц до 12,5 МГц	от 1 мГц до 50 МГц	от 1 мГц до 120 МГц
Эффективная максимальная выходная частота	10 МГц	25 МГц	100 МГц	240 МГц
Неравномерность АЧХ (1 В <sub>пик-пик</sub> )				
<5 МГц	±0,15 дБ	±0,15 дБ	±0,15 дБ	±0,15 дБ
от 5 МГц до 10 МГц	±0,3 дБ			
от 5 МГц до 20 МГц	–	±0,3 дБ	±0,3 дБ	±0,3 дБ
от 20 МГц до 25 МГц	–	±0,5 дБ	±0,3 дБ	±0,3 дБ
от 25 МГц до 100 МГц	–	–	±0,5 дБ	±0,5 дБ
от 100 МГц до 200 МГц	–	–	–	±1,0 дБ
от 200 МГц до 240 МГц	–	–	–	±2,0 дБ
Нелинейные искажения (1 В <sub>пик-пик</sub> )				
от 10 Гц до 20 кГц	< -60 дБн	< -70 дБн	< -60 дБн	< -60 дБн
от 20 кГц до 1 МГц	< -55 дБн	< -60 дБн	< -60 дБн	< -60 дБн
от 1 МГц до 5 МГц	< -45 дБн	< -50 дБн	< -50 дБн	< -50 дБн
от 5 МГц до 10 МГц	< -45 дБн	< -50 дБн	< -37 дБн	< -37 дБн
от 10 МГц до 25 МГц	–	< -40 дБн	< -37 дБн	< -37 дБн
>25 МГц	–	–	< -37 дБн	< -30 дБн
Коэффициент нелинейных искажений	<0,2% (10 Гц – 20 кГц, 1 В <sub>пик-пик</sub> )			
Паразитные составляющие (1 В <sub>пик-пик</sub> )				
от 10 Гц до 1 МГц	< -60 дБн	< -60 дБн	< -60 дБн	< -50 дБн
от 1 МГц до 10 МГц	< -50 дБн	–	–	–
от 1 МГц до 25 МГц	–	< -50 дБн	< -50 дБн	< -47 дБн
>25 МГц	–	–	< -50 дБн + 6 дБн/октава	< -47 дБн + 6 дБн/октава
Фазовый шум (типичное значение)	< -110 дБн/Гц на частоте 10 МГц при отстройке 10 кГц, 1 В <sub>пик-пик</sub>	< -110 дБн/Гц на частоте 20 МГц при отстройке 10 кГц, 1 В <sub>пик-пик</sub>		
Остаточный шум тактовой частоты	-63 дБм	-63 дБм	-57 дБм	-57 дБм
Прямоугольный сигнал	от 1 мГц до 5 МГц	от 1 мГц до 12,5 МГц	от 1 мГц до 50 МГц	от 1 мГц до 120 МГц
Время нарастания/спада	≤50 нс	≤18 нс	≤5 нс	≤2,5 нс
Джиттер (ср. кв.) (типичное значение)	500 пс	500 пс	200 пс	100 пс
Пилообразный сигнал	от 1 мГц до 100 кГц	от 1 мГц до 250 кГц	от 1 мГц до 1 МГц	от 1 мГц до 2,4 МГц
Нелинейность (типичное значение)	≤0,2% от пикового значения	≤0,1% от пикового значения	≤0,15% от пикового значения	≤0,2% от пикового значения
Симметрия	от 0,0% до 100,0%		от 0,0% до 100,0%	
Импульсный сигнал	от 1 кГц до 5 МГц	от 1 МГц до 12,5 МГц	от 1 мГц до 50 МГц	от 1 мГц до 120 МГц
Длительность импульса	от 80,00 нс до 999,99 с	от 30,00 нс до 999,99 с	от 8,00 нс до 999,99 с	от 4,00 нс до 999,99 с
Разрешение	10 пс или 5 разрядов			
Скважность	от 0,001% до 99,999% (действует ограничение по длительности импульса)			
Длительность фронта	от 50 нс до 625 с	от 18 нс до 625 с	от 5 нс до 625 с	от 2,5 нс до 625 с
Разрешение	10 пс или 4 разряда		10 пс или 4 разряда	
Задержка переднего фронта				
Диапазон	(непрерывный режим): от 0 пс до периода (пакетный режим с запуском или со стробированием): от 0 пс до периода – [длительность импульса + 0,8 * (длительность фронта + длительность спада)]			
Разрешение	10 пс или 8 разрядов			
Выброс (типичное значение)	<5%			
Джиттер (ср. кв.) (типичное значение)	500 пс	500 пс	200 пс	100 пс
Другие сигналы	от 1 мГц до 100 кГц	от 1 мГц до 250 кГц	от 1 мГц до 1 МГц	от 1 мГц до 2,4 МГц
Полоса шума (-3 дБ)	10 МГц	25 МГц	100 МГц	240 МГц



Параметр	AFG3011	AFG3021B AFG3022B	AFG3101 AFG3102	AFG3251 AFG3252
Тип шума	Белый гауссовский			
Постоянное напряжение (на нагрузке 50 Ом)	от -10 до +10 В	от -5 до +5 В	от -5 до +5 В	от -2,5 до +2,5 В
Сигналы произвольной формы	от 1 МГц до 5 МГц	от 1 МГц до 12,5 МГц	от 1 МГц до 50 МГц	от 1 МГц до 120 МГц
Сигналы произвольной формы в пакетном режиме	от 1 МГц до 2,5 МГц	от 1 МГц до 6,25 МГц	от 1 МГц до 25 МГц	от 1 МГц до 60 МГц
Эффективная полоса аналогового сигнала (-3 дБ)	8 МГц	34 МГц	100 МГц	225 МГц
Энергонезависимая память	4 сигнала	4 сигнала	4 сигнала	4 сигнала
Память: частота дискретизации	от 2 до 128 К: 250 Мвыб/с	от 2 до 128 К: 250 Мвыб/с	от >16 до 128 К: 250 Мвыб/с от 2 до 16 К: 1 Гвыб/с	от >16 до 128 К: 250 Мвыб/с от 2 до 16 К: 2 Гвыб/с
Вертикальное разрешение	14 разрядов	14 разрядов	14 разрядов	14 разрядов
Время нарастания/спада	≤80 нс	≤20 нс	≤8 нс	≤3 нс
Джиттер (ср. кв.)	4 нс	4 нс	1 нс при 1 Гвыб/с 4 нс при 250 Мвыб/с	500 пс при 2 Гвыб/с 4 нс при 250 Мвыб/с
Амплитуда, нагрузка 50 Ом	от 20 мВ <sub>пик-пик</sub> до 20 В <sub>пик-пик</sub>	от 10 мВ <sub>пик-пик</sub> до 10 В <sub>пик-пик</sub>	от 20 мВ <sub>пик-пик</sub> до 10 В <sub>пик-пик</sub>	≤200 МГц: от 50 мВ <sub>пик-пик</sub> до 5 В <sub>пик-пик</sub> >200 МГц: от 50 мВ <sub>пик-пик</sub> до 4 В <sub>пик-пик</sub>
Амплитуда, без нагрузки	от 40 мВ <sub>пик-пик</sub> до 40 В <sub>пик-пик</sub>	от 20 мВ <sub>пик-пик</sub> до 20 В <sub>пик-пик</sub>	от 40 мВ <sub>пик-пик</sub> до 20 В <sub>пик-пик</sub>	≤200 МГц: от 100 мВ <sub>пик-пик</sub> до 10 В <sub>пик-пик</sub> >200 МГц: от 100 мВ <sub>пик-пик</sub> до 8 В <sub>пик-пик</sub>
Погрешность	±(2% от значения +2 мВ) (синусоида 1 кГц, смещение 0 В, амплитуда >20 мВ <sub>пик-пик</sub> )	±(1% от значения +1 мВ) (синусоида 1 кГц, смещение 0 В, амплитуда >10 мВ <sub>пик-пик</sub> )		
Разрешение	0,1 мВ <sub>пик-пик</sub> , 0,1 мВ <sub>ср. кв.</sub> , 1 мВ, 0,1 дБм или 4 разряда			
Единицы измерения	V <sub>пик-пик</sub> , V <sub>ср. кв.</sub> , дБм (только для синусоидального сигнала)			
Выходное сопротивление	50 Ом			
Устанавливаемое сопротивление нагрузки	50 Ом, от 1 Ом до 10,0 кОм, высокий импеданс (настраивает отображаемую амплитуду в соответствии с выбранным сопротивлением нагрузки)			
Электрическая прочность изоляции	42 В <sub>пик.</sub> макс., относительно шины заземления			
Защита от короткого замыкания	Выходы сигнала выдерживают долговременное короткое замыкание на землю, имеющую гальваническую развязку			
Защита от внешнего напряжения	Для защиты выходов сигнала от внешних напряжений используйте адаптер предохранителя 013-0345-xx			
Диапазон постоянного смещения, нагрузка 50 Ом	±(10 В <sub>пик</sub> – Амплитуда <sub>пик-пик</sub> /2)	±(5 В <sub>пик</sub> – Амплитуда <sub>пик-пик</sub> /2)	±5 В <sub>пик.</sub> пост. тока	±2,5 В <sub>пик.</sub> пост. тока
Диапазон постоянного смещения, без нагрузки	±(20 В <sub>пик</sub> – Амплитуда <sub>пик-пик</sub> /2)	±(10 В <sub>пик</sub> – Амплитуда <sub>пик-пик</sub> /2)	±10 В <sub>пик.</sub> пост. тока	±5 В <sub>пик.</sub> пост. тока
Погрешность	±(2% от лустановки + 10 мВ + 1% от амплитуды (V <sub>пик-пик</sub> ))			
Разрешение	1 мВ			

Модуляция

АМ, ЧМ, ФМ

Параметр	Описание
Сигнал несущей	Любой, кроме импульсного, шума и постоянного напряжения
Источник	Внутренний/внешний
Внутренний модулирующий сигнал	Синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольная форма (АМ: макс. длина сигнала 4096; ЧМ/ФМ: макс. длина сигнала 2048)
Частота внутреннего модулирующего сигнала	от 2 МГц до 50,00 кГц
Глубина АМ	от 0,0% до +120,0%
Минимальная пиковая девиация ЧМ	постоянное напряжение
Максимальная пиковая девиация ЧМ	См. следующую таблицу

Модуляция: максимальная пиковая девиация ЧМ

Сигнал	AFG3011	AFG3021B AFG3022B	AFG3101 AFG3102	AFG3251 AFG3252
Синусоидальный	5 МГц	12,5 МГц	50 МГц	120 МГц
Прямоугольный	2,5 МГц	6,25 МГц	25 МГц	60 МГц
Произвольная форма	2,5 МГц	6,25 МГц	25 МГц	60 МГц
Другие	50 кГц	125 кГц	500 кГц	1,2 МГц

Девиация фазы ФМ – от 0,0° до +180,0°

### Частотная манипуляция

Параметр	Описание
Сигнал несущей	Любой, кроме импульсного, шума и постоянного напряжения
Источник	Внутренний/внешний
Частота внутреннего модулирующего сигнала	от 2 МГц до 1,000 МГц
Число манипуляций	2

### Широтно-импульсная модуляция

Параметр	Описание
Сигнал несущей	Импульсный
Источник	Внутренний/внешний
Внутренний модулирующий сигнал	Синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольная форма (максимальная длина сигнала 2048)
Частота внутреннего модулирующего сигнала	от 2 МГц до 50,00 кГц
Девияция	от 0% до +50,0%

### Сви́пирование

Параметр	Описание
Сигнал	Любой, кроме импульсного, шума и постоянного напряжения
Тип	Линейное, логарифмическое
Время свипирования	от 1 мс до 300 с
Время удержания/возврата	от 0 мс до 300 с
Макс. общее время свипирования	300 с
Разрешение	1 мс или 4 разряда
Погрешность общего времени свипирования (типичное значение)	≤0,4%
Мин. начальная/конечная частота	Любой сигнал, кроме произвольной формы: 1 мкГц Произвольная форма: 1 МГц
Макс. начальная/конечная частота	См. следующую таблицу

### Сви́пирование: максимальная начальная/конечная частота

Параметр	AFG3011	AFG3021B AFG3022B	AFG3101 AFG3102	AFG3251 AFG3252
Синусоида	10 МГц	25 МГц	100 МГц	240 МГц
Меандр	5 МГц	12,5 МГц	50 МГц	120 МГц
Произвольная форма	5 МГц	12,5 МГц	50 МГц	120 МГц
Другие	100 кГц	250 кГц	1 МГц	2,4 МГц

### Пакетный режим

Параметр	Описание
Сигнал	Любой, кроме шума и постоянного напряжения
Тип	С запуском, стробируемый (от 1 до 1000000 периодов или непрерывно)
Внутренняя скорость запуска	от 1 мкс до 500,0 с
Источники запуска и стробирования	Внутренний, внешний, интерфейс дистанционного управления

### Вспомогательные выходы

Параметр	Описание
Входы модулирующего сигнала Канал 1, Канал 2	
Уровень входных сигналов	Все сигналы, кроме ЧМн: ±1 В ЧМн: логический уровень 3,3 В
Входное сопротивление	10 кОм
Диапазон частот	от 0 до 25 кГц (122 квыб/с)
Вход внешнего запуска/стробирования пакета	
Уровень	Совместимый с ТТЛ
Входное сопротивление	10 кОм
Длительность импульса	100 нс (мин.)
Перепад	Положительный/отрицательный, выбирается
Задержка запуска	от 0,0 нс до 85,000 с
Разрешение	100 пс или 5 разрядов
Джиттер (ср. кв.) (типичное значение)	Пакет: <500 пс (от входа запуска до выхода сигнала)
Вход опорной частоты 10 МГц	
Входное сопротивление	1 кОм, связь по переменному току
Необходимый размах входного напряжения	от 100 мВ <sub>пик-пик</sub> до 5 В <sub>пик-пик</sub>
Диапазон захвата	10 МГц ±35 кГц
Дополнительный внешний вход канала 1	Только для AFG3101, AFG3102, AFG3251, AFG3252
Входное сопротивление	50 Ом
Уровень входных сигналов	от -1 до +1 В (постоянное напряжение + пиковое переменное)
Полоса пропускания	от 0 до 10 МГц (-3 дБ) при 1 В <sub>пик-пик</sub>

### Вспомогательные выходы

Параметр	Описание
Выход запуска Канала 1	
Уровень	Положительный импульс уровня ТТЛ на нагрузке 1 кОм
Выходное сопротивление	50 Ом
Джиттер (ср. кв.) (типичное значение)	AFG3011/21B/22B: 500 пс AFG3101/02: 200 пс AFG3251/52: 100 пс
Макс. частота	4,9 МГц (от 4,9 МГц до 50 МГц: выводятся дробные значения частоты; >50 МГц: сигнал не выводится)
Выход опорной частоты 10 МГц	Только для AFG3101, AFG3102, AFG3251, AFG3252
Выходное сопротивление	50 Ом, связь по переменному току
Амплитуда	1,2 В <sub>пик-пик</sub> на нагрузке 50 Ом

## Общие характеристики

Параметр	Описание
Разрешение установки частоты	1 мГц или 12 разрядов
Фаза (кроме пост. напряжения, шума и импульсных сигналов)	
Диапазон	от -180° до +180°
Разрешение	0,01° (синусоида), 0,1° (другие сигналы)
Добавление внутреннего сигнала шума	При включении амплитуда входного сигнала снижается на 50%
Уровень	от 0,0 до 50% от установленной амплитуды ( $V_{\text{пик-пик}}$ )
Разрешение	1%
Основной выход	50 Ом
Эффективная скорость переключения частоты	2 мс с помощью дистанционного управления (режим последовательности недоступен)
Внутренняя опорная частота	
Стабильность	Все сигналы, кроме произвольной формы: $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ , от 0 до +50 °C Произвольная форма: $\pm 1 \cdot 10^{-6} \pm 1$ мГц, от 0 до +50 °C
Относительный уход частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ в год
Дистанционное программирование	GPIO, LAN 10BASE-T / 100BASE-TX, USB 1.1 Совместимо со стандартами SCPI-1999.0 и IEEE 488-2
Время настройки (типичное)	
	<b>USB</b> <b>LAN</b> <b>GPIO</b>
Смена функции	95 мс                      103 мс                      84 мс
Смена частоты	2 мс                      19 мс                      2 мс
Смена амплитуды	60 мс                      67 мс                      52 мс
Выбор пользовательского сигнала произвольной формы	88 мс                      120 мс                      100 мс
Время загрузки данных для сигнала из 4000 точек (типичное)	20 мс                      84 мс                      42 мс
Источник питания	от 100 до 240 В, от 47 до 63 Гц или 115 В, от 360 до 440 Гц
Потребляемая мощность	Менее 120 Вт
Время прогрева (типичное значение)	20 минут
Автоматическая калибровка при включении питания	<16 с
Акустический шум (типичное значение)	<50 дБА
Дисплей	AFG3021B: 5,6 дюймов, монохромный, ЖК Все остальные: 5,6 дюймов, цветной, ЖК
Язык интерфейса и справочной системы	Английский, французский, немецкий, японский, корейский, упрощенный и традиционный китайский, русский (выбирается пользователем)

## Габариты и масса

## Настольное исполнение

## Размеры, мм

Высота	156,3
Ширина	329,6
Длина	168,0

## Масса, кг

Нетто	4,5
Брутто	5,9

## Климатические условия и требования безопасности

## Параметр Описание

Температура	
Рабочая	от 0 до +50 °C
Хранения	от -30 до +70 °C

## Относительная влажность

Рабочая	$\leq +40$ °C: $\leq 80\%$ от $> +40$ °C до $+50$ °C: $\leq 60\%$
---------	--

Высота над уровнем моря	до 3000 м
-------------------------	-----------

## Электромагнитная совместимость

Европейский союз	EN 61326:1997 Класс A EN 61000-3-2:2000 и EN 61000-3-3:1995 IEC 61000-4-2:1999, -4-3:2002, -4-4:2004, -4-5:2005, -4-6:2003, -4-11:2004
Австралия	EN 61326:1997
Безопасность	UL 61010-1:2004 CAN/CSA C22.2 № 61010-1:2004 IEC 61010-1:2001



BNC адаптер предохранителя и предохранитель на 0,125 А

### Информация для заказа

#### AFG3011, AFG3021B, AFG3022B, AFG3101, AFG3102, AFG3251, AFG3252

Генераторы сигналов произвольной формы и стандартных функций

**Комплект поставки:** краткое руководство пользователя, кабель питания, кабель USB, компакт-диск с руководством программиста, руководство по обслуживанию, драйверы LabView и IVI, компакт-диск с ПО ArbExpress™ и сертификат калибровки. При заказе указывайте тип кабеля питания.

#### Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

#### Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке (071-1638-xx)

**Примечание.** В комплект входит накладка для передней панели.

#### Сервисные опции

Опция	Описание
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
CA1	Одна калибровка или обслуживание в течение назначенного интервала калибровки, в зависимости от того, какое из событий наступит первым
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)
R5	Ремонт в течение 5 лет

#### Гарантийные обязательства

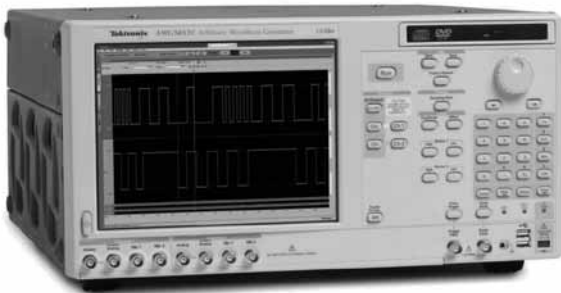
Трехлетняя гарантия на все детали и работу.

#### Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
Комплект для монтажа в стойку	RM3100
Адаптер предохранителя, BNC-P на BNC-R	013-0345-xx
Комплект предохранителей, 3 шт. 0,125 А	159-0454-xx
Экранированный кабель BNC, 0,9 м	012-0482-xx
Экранированный кабель BNC, 2,7 м	012-1256-xx
Кабель GPIB, двойная экранировка	012-0991-xx

# Генераторы сигналов произвольной формы

## Серия AWG5000



### Возможности и преимущества

- Частота несущей 480 МГц, широкий динамический диапазон РЧ сигналов
- Широкий динамический диапазон сигналов ПЧ с полосой модуляции до 180 МГц
  - полоса модуляции 180 МГц с динамическим диапазоном, свободным от паразитных составляющих на уровне  $-58$  дБн
- Единственный автономный четырёхканальный генератор сигналов произвольной формы, который упрощает тестирование и снижает неопределенность
- Программное обеспечение RFXpress обеспечивает быстрое создание сигналов с цифровой модуляцией и радиолокационных сигналов
- Создание последовательностей и подпоследовательностей сигналов
  - возможность создания бесконечных циклов сигналов, переходов и условных ветвлений
  - расширенные возможности по моделированию характеристик реальных сигналов
- Возможность динамических переходов
  - возможность создания сложных сигналов с откликом на изменение внешних условий
- 2 или 4 дифференциальных/несимметричных выхода обеспечивают гибкость тестирования
- Наличие до 8 маркерных выходов идеально для синхронизации системы
- 28 цифровых каналов обеспечивают создание высокоточных цифровых сигналов
- Глубокая память даёт возможность создавать длинные сложные последовательности сигналов
- Воспроизведение сигналов, захваченных осциллографами и анализаторами спектра реального времени, позволяет моделировать фактические условия
- Установка сдвига фронта с разрешением до 800 пс

- Длина сигнальной последовательности до 8000 шагов обеспечивает создание непрерывных циклов, переходов и условных ветвлений
- Простота использования и освоения сокращает время тестирования
- Удобное настольное исполнение
- Встроенный компьютер поддерживает работу в локальной сети и оборудован приводом DVD, съёмным жестким диском, портами LAN и USB

### Области применения

- Электронная аппаратура высокого разрешения для систем беспроводной связи и оборудования военного назначения
- Образование и научные исследования
- Тестирование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей
- Разработка и тестирование устройств со смешанными сигналами
- Генерация реальных, идеальных или искаженных сигналов — включая глитчи, аномалии и ослабления
- Синхронизация и контроль временных интервалов в сложных системах тестирования

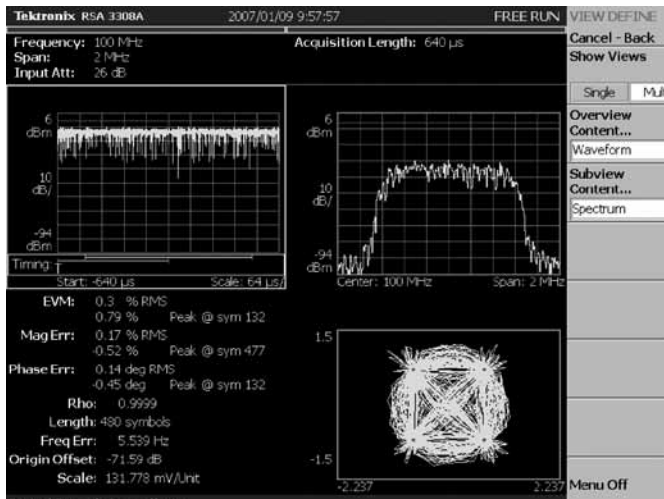


Диаграмма амплитуды вектора ошибки и констанционная диаграмма.

## Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG5000 — лучшие в отрасли источники смешанных сигналов для сложных современных измерений

Генераторы сигналов произвольной формы (ГСПФ, AWG) серии AWG5000 обеспечивают оптимальное сочетание частоты дискретизации, разрешения по вертикали, точности формы сигнала и объёма памяти для формирования сигналов. Приборы этой серии предлагают лучшее в отрасли решение для создания сложных сигналов, используемых проектировщиками для проверки, измерения и отладки электронных схем.

Генераторы AWG5000 обеспечивают прекрасный динамический диапазон во всех полосах модуляции.

Модели серии AWG5000 оснащены 14-разрядным ЦАП, обеспечивающим частоту дискретизации до 1,2 млрд. выборок в секунду, имеют от 2 до 4 каналов, могут синхронизировать от 4 до 8 выходов цифровых маркеров и имеют 28 каналов для вывода цифровых данных. Всё это позволяет с лёгкостью решать сложнейшие измерительные задачи в сфере беспроводных коммуникаций, электроники военного назначения, разработки и тестирования бытовых цифровых устройств, аппаратуры для преобразования данных, полупроводниковых компонентов, а также синхронизации систем тестирования.

Открытая архитектура приборов с интерфейсом на базе операционной системы Windows 7 обеспечивает простоту и удобство в использовании, подключение к периферийным устройствам и взаимодействие с программным обеспечением сторонних производителей.

Возможности генераторов серии AWG5000 были ещё более расширены путем добавления следующих ключевых функций:

## Редактор формул

Представляет собой текстовый редактор ASCII, который использует текстовые строки для создания форм сигналов путём загрузки, редактирования и компиляции файлов уравнений. Редактор обеспечивает управление процессом и гибкость при создании более сложных форм сигналов с использованием параметров, задаваемых пользователем.

Создание последовательностей и подпоследовательностей сигналов позволяет формировать бесконечные циклы сигналов, переходы и условные ветвления, в результате чего обеспечивается генерирование более длинных структур, пригодных для воспроизведения поведения реальных передатчиков последовательных потоков данных.

## Динамические переходы

Данная функция позволяет формировать сложные сигналы благодаря способности динамически переходить на любую заранее определённую метку в сигнальной последовательности. Пользователь может установить до 16 меток различных переходов, которые соответствуют изменениям внешних условий.

## Интерфейс LXI класса C

Интерфейс LXI класса C и встроенный веб-сервер предоставляют доступ к генераторам серии AWG5000 через стандартный веб-браузер. Для этого достаточно ввести IP адрес генератора в поле адреса браузера. Веб-интерфейс позволяет просматривать состояние и конфигурацию прибора, а также контролировать и изменять параметры сетевого интерфейса. Все процедуры удаленного доступа соответствуют спецификации интерфейса LXI класса C.

## Генерация I/Q и ПЧ сигналов для беспроводных сетей

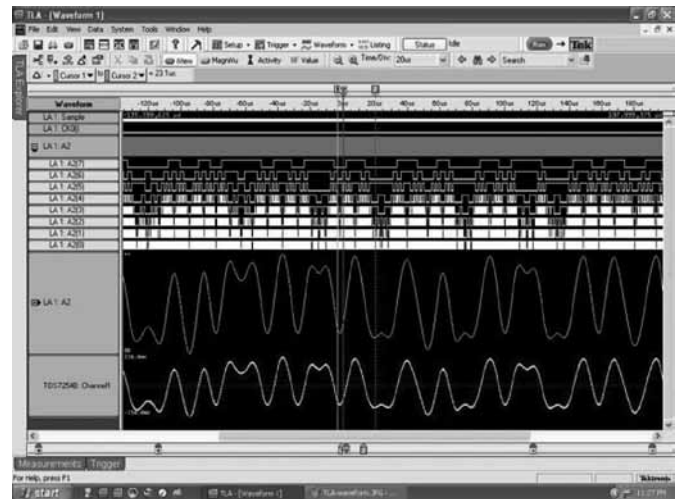
Генераторы сигналов произвольной формы серии AWG5000, обладая хорошим динамическим диапазоном, свободным от паразитных составляющих в полосе модуляции до 180 МГц, отвечают самым современным требованиям по созданию IQ и ПЧ сигналов.

Высокая производительность ГСПФ в сочетании с пакетом программного обеспечения RFXpress (RFX100) упрощает создание РЧ сигналов. Поддержка различных видов модуляции пакетом RFXpress обеспечивает достаточную гибкость при генерировании как стандартных, так и собственных сигналов для цифровых систем связи. Для получения требуемого вида сигнала можно легко добавить линейное изменение мощности, скачкообразную перестройку частоты или любые искажения.

Программный модуль RFXpress для **радиолокационных сигналов** обеспечивает невероятную гибкость при создании импульсных сигналов радаров. Он позволяет создавать собственные последовательности импульсов, начиная с простых и заканчивая импульсными группами. Модуль поддерживает различные схемы модуляции: линейно-частотную (ЛЧМ), коды Баркера, полифазные и специальные пользовательские коды, различные виды частотной модуляции (шаговую, нелинейную, задаваемую пользователем и специальную). Также присутствует возможность генерации импульсных последовательностей со смещёнными импульсами для устранения неоднозначности по дальности и доплеровской частоте, моделирования скачкообразной перестройки частоты в системах противодействия радиоэлектронной борьбе, а также межимпульсное колебание амплитуды для имитации целей Сверлинга, включая сканирование диаграммы направленности антенны, помехи и многолучевое распространение. RFXpress представляет собой мощный, но простой в использовании программный пакет для синтеза IQ и ПЧ сигналов. Его можно запускать как на самих генераторах серии AWG5000, так и на внешнем компьютере.

Генерация сигналов имитирующих реальный эфир

Характеристики сигналов РЛС не должны ухудшаться в присутствии других сигналов различных коммерческих стандартов в том же спектре. Это обоснованное требование с учетом важности радиолокации. Для соблюдения этих требований разработчики РЛС должны тщательно проверить все крайние случаи на стадии проектирования/отладки. Генератор AWG7000 с программным приложением RFXpress Environment обладает исключительной гибкостью для определения и создания таких наихудших сценариев. Вы можете задать до 25 сигналов для моделирования реального эфира, в том числе WiMAX, WiFi, GSM, GSM-EDGE, EGPRS 2A EGPRS2B, CDMA, W-CDMA, DVB-T, шумоподобный сигнал и немодулированные сигналы РЛС. Это приложение также позволяет беспрепятственно импортировать сигналы из других приложений RFXpress (в том числе Radar, Generic Signal и др.), а также из Matlab®, из анализаторов спектра и осциллографов Tektronix в вашу среду. Можно также настроить физические параметры сигналов, соответствующих определенному стандарту. Вы можете задать несущую частоту, мощность, момент начала и продолжительность подачи для всех сигналов, имитирующих реальный эфир. Таким образом, вы имеете полный контроль над взаимодействием этих сигналов друг с другом.



Тестирование смешанных сигналов с помощью функции TDS/TLA iView.

### Генерация смешанных сигналов

Модели AWG5012 и AWG5002 имеют дополнительно 28 цифровых выходов, позволяющих настраивать параметры фронта сигнала с высоким разрешением, что делает их универсальным решением по генерированию цифровых сигналов для широкого спектра областей применения, включая разработку и проверку цифровых устройств, синхронизацию систем и тестирование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

## Технические характеристики

### Определения

Нормируемые технические характеристики (не помечаются) — характеристики прибора с пределами допустимого отклонения, значения которых гарантированы потребителю. Нормируемые технические характеристики проверяются в процессе производства и при поверке прибора путём прямых измерений значений параметров (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

Типовые характеристики (помечаются как тип.) — характеристики прибора, представленные как типовые, но не гарантируемые показатели производительности. Данные значения параметров не гарантируются, но большая часть приборов будет иметь производительность на указанном уровне. Типовые характеристики не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

Номинальные характеристики (помечаются как ном.) — характеристики прибора, обеспечиваемые конструкцией прибора. Номинальные характеристики не гарантируются, поэтому они не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

### Технические характеристики AWG5000C

#### Общие характеристики

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
Цифро-аналоговый преобразователь			
Частота дискретизации	от 10 Мвыб./с до 1,2 Гвыб./с		от 10 Мвыб./с до 600 Мвыб./с
Разрешение	14 бит		
Спад частотной характеристики Sin (x)/x			
по уровню –1 дБ	300 МГц		150 МГц
по уровню –3 дБ	520 МГц		260 МГц



## Частотные характеристики

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Выходные частотные характеристики</b>			
Выходная эффективная частота	Fmax (норм.) определяется как «Частота дискретизации/Коэффициент передискретизации» или «Частота дискретизации /2,5»		
Fmax	480 МГц		240 МГц
Fmax (тип.)	540 МГц		275 МГц
Эффективное время переключения частоты	Минимальное время переключения частоты (между выбранными частотами F1 и F2) определяется как «1/ Fmax»		
Ts	2,1 нс		4,2 нс
Ts (тип.)	1,8 нс		3,7 нс
Полоса модуляции	Полоса модуляции определяется как меньшее из двух значений: определенного по частотной характеристике $\text{Sin}(x)/x$ или вычисленного по времени нарастания (Tr) (как показано ниже)		
по уровню –1 дБ (тип.) (= 0,923 x полоса Tr по уровню –1 дБ)	нормальный: до 130 МГц прямой: до 180 МГц		нормальный: до 100 МГц прямой: до 130 МГц
по уровню –3 дБ (тип.) (= 0,913 x полоса Tr по уровню –3 дБ)	нормальный: до 230 МГц прямой: до 300 МГц		нормальный: до 180 МГц прямой: до 230 МГц
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>			
Амплитуда	Уровни амплитуды измеряются на несимметричных выходах. При использовании дифференциальных выходов (обоих) уровень амплитуды будет на 3 дБ выше		
диапазон (ном.)	нормальный: от –30 дБм до 17 дБм прямой: от –30 дБм до 0 дБм		
разрешение (ном.)	0,01 дБ		
погрешность	±0,3 дБ (на уровне 0 дБм, без смещения)		
Неравномерность выходной характеристики	Математически корректируется по параметрам спада частотной характеристики по закону $\text{Sin}(x)/x$ , не корректируется методами внешней калибровки		
Неравномерность (тип.)	±1,0 дБ (от 10 МГц до 480 МГц)		
<b>Выходы цифровых данных (опция 03)</b>			
Количество выходов	14-битный выход на канале 1 и на канале 2 (всего 28)		
Выходной разъем	SMB, несимметричный, на задней панели		
Выходной импеданс	50 Ом		
<b>Напряжение на выходах цифровых данных (при нагрузке 50 Ом)</b>			
Диапазон	от –1,0 В до 2,7 В		
Амплитуда	от 0,1 В <sub>pp</sub> до 3,7 В <sub>pp</sub>		
Разрешение	10 мВ		
Погрешность	±(10% от установленного значения +120 мВ)		
Величина тока (макс.)	±54 мА на канал		
Время нарастания/спада (по уровню 20-80%)	300 пс (1,0 В <sub>пик-пик</sub> ; высокий: +1,0 В, низкий: 0 В)		
Задержка относительно выхода маркера	от –41 нс до –82 нс		
Временная задержка между выходами	менее 400 пс		

## Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG5000

### Временные характеристики

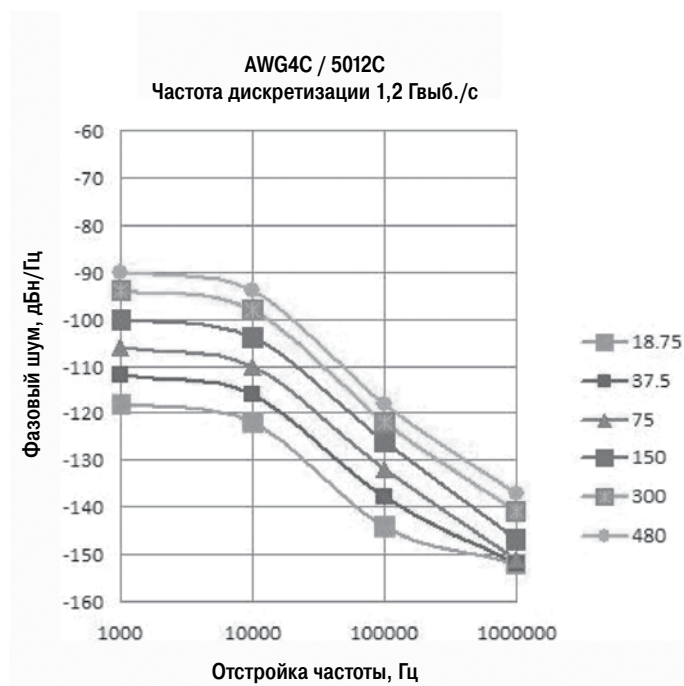
Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Параметры передачи данных</b>			
Скорость передачи данных	Скорость потока цифровых данных определяется как «Частота дискретизации/(4 точки на цикл)», что позволяет генерировать любые искажения		
Скорость передачи (тип.)	300 Мбит/с		150 Мбит/с
<b>Характеристики времени нарастания/спада</b>			
Время нарастания/спада	Время нарастания/спада измеряется по уровням 10% и 90%		
$T_r/T_f$	нормальный: 1,4 нс прямой: 0,95 нс		
Полоса времени нарастания	Полоса, рассчитанная по параметрам времени нарастания ( $0,34/T_r$ , предполагаемый гауссов переход) на выходе аналоговой схемы с учетом кабелей		
полоса $T_r$ по уровню –1 дБ (тип.)	нормальный: 140 МГц прямой: 210 МГц		
полоса $T_r$ по уровню –3 дБ (тип.)	нормальный: 250 МГц прямой: до 370 МГц		
Фильтр нижних частот	нормальный: фильтр Бесселя, 50 МГц и 100 МГц		
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>			
Амплитуда	Уровни амплитуды измеряются между (+) и (–) дифференциальных выходов Для несимметричных выходов уровень амплитуды будет составлять половину от указанных ниже величин		
диапазон	нормальный: от $40 \text{ мВ}_{\text{p-p}}$ до $9,0 \text{ В}_{\text{p-p}}$ прямой: от $40 \text{ мВ}_{\text{p-p}}$ до $1,2 \text{ В}_{\text{p-p}}$		
разрешение	1,0 мВ		
погрешность	$\pm(2\%$ от амплитуды $\pm 2 \text{ мВ}$ ) на уровне 0,5 В, без смещения		
<b>Смещение</b>			
диапазон	нормальный: $\pm 2,25 \text{ В}$		
разрешение	1,0 мВ		
погрешность	$\pm(2,0\%$ от смещения $\pm 10 \text{ мВ}$ ) на минимальной амплитуде		

Общие характеристики

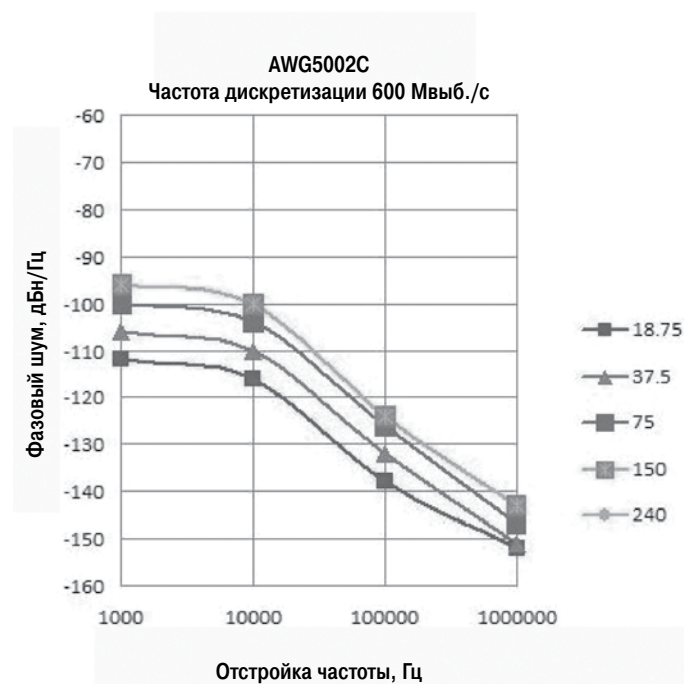
Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Характеристики искажений на выходе</b>			
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	SFDR определяется как функция несущей частоты, генерированной методом прямого синтеза. Гармоники не включены		
SFDR (прямой, тип.) при частоте несущей:	Тактовая частота: 1,2 Гвыб./с, 14 бит, Частота: от 10 МГц до 480 МГц, Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения		Тактовая частота: 0,6 Гвыб./с, 14 бит, Частота: от 10 МГц до 240 МГц, Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения
от 0 (DC) до 10 МГц	-70 дБн		-74 дБн
от 10 до 20 МГц	-70 дБн		-70 дБн
от 20 до 40 МГц	-62 дБн		-62 дБн
от 40 до 80 МГц	-62 дБн		-57 дБн
от 80 до 150 МГц	-58 дБн		-54 дБн
от 150 до 300 МГц	-58 дБн		-54 дБн
от 300 до 480 МГц	-56 дБн		-
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	При представлении в виде полосы модуляции и использовании внешнего преобразования с повышением частоты параметры фиксируются и при правильной разработке схем преобразования не будут зависеть от частоты несущей. Гармоники не включены.		
SFDR (прямой, тип.) в полосе частот:	Тактовая частота: 1,2 Гвыб./с, 14 бит, Полоса частот модуляции: до 180 МГц, Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения		Тактовая частота: 0,6 Гвыб./с, 14 бит, Полоса частот модуляции: до 130 МГц, Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения
от 0 (DC) до 10 МГц	-70 дБн		-74 дБн
от 0 (DC) до 20 МГц	-70 дБн		-70 дБн
от 0 (DC) до 40 МГц	-62 дБн		-62 дБн
от 0 (DC) до 80 МГц	-62 дБн		-57 дБн
от 0 (DC) до 150 МГц	-58 дБн		-54 дБн
от 0 (DC) до 180 МГц	-58 дБн		-

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG5000

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
Гармонические искажения	Частота дискретизации: 1,2 Гвыб./с, 14 бит, Длина сигнала 32 точки, Выходная частота: 37,5 МГц, нормальный: 10 дБм (2,0 V <sub>pp</sub> ) прямой: 0 дБм (0,6 V <sub>pp</sub> ), без смещения		Частота дискретизации: 0,6 Гвыб./с, 14 бит, Длина сигнала 32 точки, Выходная частота: 18,7 МГц, нормальный: 10 дБм (2,0 V <sub>pp</sub> ) прямой: 0 дБм (0,6 V <sub>pp</sub> ), без смещения
гармоники	нормальный: менее 40 дБн прямой: менее 49 дБн		нормальный: менее 46 дБн прямой: менее 55 дБн
Негармонические искажения	Частота дискретизации: 1,2 Гвыб./с, 14 бит, Полоса частот: от 10 МГц до 480 МГц, Уровень: 4 дБм (1 V <sub>pp</sub> ), без смещения		Частота дискретизации: 0,6 Гвыб./с, 14 бит, Полоса частот: от 10 МГц до 240 МГц, Уровень: 4 дБм (1 V <sub>pp</sub> ), без смещения
паразитные составляющие	менее –60 дБн		
Фазовый шум	Частота дискретизации: 1,2 Гвыб./с, 14 бит, Длина сигнала 32 точки, Выходная частота: 37,5 МГц, Уровень: 10 дБм (2 V <sub>pp</sub> ), без смещения		Частота дискретизации: 0,6 Гвыб./с, 14 бит, Длина сигнала 32 точки, Выходная частота: 18,7 МГц, Уровень: 10 дБм (2 V <sub>pp</sub> ), без смещения
фазовый шум	< –85 дБн/Гц при отстройке 10 кГц		< –85 дБн/Гц при отстройке 10 кГц
<b>Джиттер</b>			
Случайный джиттер (тип.)	период повторения 1010 тактов		
среднеквадратичное значение	нормальный: 5,0 пс		
Полный джиттер (тип.)	последовательность данных 2 <sup>15</sup> – 1 (при коэффициенте битовых ошибок 10 <sup>-12</sup> )		
пиковое значение (амплитуда)	нормальный: 150 пс при 0,5 Гбит/с		



Фазовый шум AWG5014C/5012C (типичное значение)



Фазовый шум AWG5002C (типичное значение)

## Общие технические характеристики генераторов серии AWG5000C

## Общие характеристики аппаратной части

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
Количество выходов	4 канала		2 канала
Выходной разъём	дифференциальный, BNC, на передней панели		
Выходной импеданс (ном.)	50 Ом		
Длина сигнала	стандартно: до 16 М точек с расширением: до 32 М точек		
Количество сигналов	от 1 до 16200		
Длина последовательности/ Счётчик	от 1 до 8000 шагов от 1 до 65 536 отсчётов		
Режимы работы			
Непрерывный	Сигнал повторяется постоянно. Если определена последовательность, то применяются порядок последовательности и функции повторения.		
Синхронный	Сигнал воспроизводится однократно при поступлении внешнего, внутреннего или программного синхросигнала (по шине GPIB или LAN) или сигнала ручного запуска		
Стробируемый	Воспроизведение сигнала начинается, если стробирующий сигнал принимает значение «истина», и прекращается, если стробирующий сигнал принимает значение «ложь»		
Последовательность	Сигнал воспроизводится в соответствии с определенной последовательностью		
Переход	Синхронный или асинхронный		
Тактовая частота выборки			
Разрешение	8 разрядов		
Погрешность	не хуже, чем $\pm(1 \cdot 10^{-6} + \text{старение})$		
Старение	не хуже, чем $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ за год		
Внутренний генератор синхросигнала			
Диапазон	от 1,0 мкс до 10,0 с		
Разрешение	3 разряда, минимум 0,1 мкс		
Управление сдвигом на выходе			
Диапазон	от -5 нс до 5 нс		
Разрешение	5 пс		

## Общие характеристики программного обеспечения

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
Операционная система/ Периферия/ Порты ввода-вывода	Windows 7, память 4 Гбайт, CD/DVD привод на передней панели, жёсткий диск 160 Гбайт (твердотельный накопитель 300 Гбайт (станд.) / жёсткий диск 1 Тбайт (опция) (съёмный со стороны задней панели, опциональный комплект для установки спереди)), USB-совместимые мышь и компактная клавиатура, порты USB 2.0 (всего 6 шт., 2 на передней панели, 4 — на задней), разъёмы PS/2 для мыши и клавиатуры (на задней панели), порт Ethernet RJ-45 (на задней панели) с поддержкой 10/100/1000BASE-T, порт DVI-I Video (на задней панели) для подключения внешнего монитора, интерфейс eSATA для подключения внешних устройств		
Характеристики дисплея	цветной сенсорный ЖК-дисплей со светодиодной подсветкой, 10,4 дюйма (264 мм), 1024×768 пикселей (XGA)		
Возможности импорта файлов с сигналами	Импорт файлов сигналов следующих форматов: *.AWG, создаваемые генераторами Tektronix серий AWG5000 или AWG7000 *.PAT, *.SEQ, *.WFM и *.EQU, создаваемые ГСПФ Tektronix серий AWG400/500/600/700 *.IQT и *.TIQ, создаваемые анализаторами спектра реального времени Tektronix *.TFW, создаваемые генераторами Tektronix серии AFG3000 *.DTG, создаваемые генераторами цифровых сигналов Tektronix серии DTG5000 *.WFM или *.ISF, создаваемые осциллографами Tektronix серий TDS/DPO текстовые файлы (*.TXT)		
Возможности экспорта файлов с сигналами	Экспорт файлов сигналов форматов *.wfm или *.pat, создаваемых генераторами Tektronix серий AWG400/500/600/700, а также текстовых файлов (*.TXT)		
Программный драйвер для ПО сторонних производителей	Драйвер IVI-COM и библиотека MATLAB		
Управление прибором/передача данных			
GPIB	Дистанционное управление и передача данных (соответствует IEEE-Std 488.1, совместим с IEEE 488.2 и SCPI-1999.0)		
Ethernet	Дистанционное управление и передача данных (соответствует IEEE 802.3)		
TekLink	Дистанционное управление и передача данных (специальная шина для высокоскоростной связи и взаимодействия продуктов Tektronix)		
LXI	LXI класс C, версия 1.3		

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG5000

## Дополнительные выходы

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Маркеры</b>			
Количество	всего 8 (2 на канал)	всего 4 (2 на канал)	
Тип	несимметричный		
Разъём	BNC (на передней панели)		
Импеданс	50 Ом		
Уровень (на нагрузку 50 Ом)	Уровни амплитуды измеряются между (+) и (-) дифференциальных выходов Для несимметричных выходов уровень амплитуды будет составлять половину от указанных ниже величин		
Диапазон	от -2,0 В до 5,4 В		
Амплитуда	от 0,2 В <sub>п.п</sub> до 7,4 В <sub>п.п</sub>		
Разрешение	10 мВ		
Погрешность	±(10% от установленного значения +120 мВ)		
Время нарастания/спада (по уровню 20-80%)	300 пс (1,0 В <sub>пик-пик</sub> , высокий: +1,0 В, низкий: 0 В)		
<b>Сдвиг временной диаграммы</b>			
Диапазон	от 0 до 1000 пс		
Разрешение	50 пс		
<b>Управление задержкой</b>			
Диапазон	от 0 до 300 пс		
Разрешение	1 пс		
Погрешность	±(5% от установленного значения +50 пс)		
<b>Джиттер</b>			
Случайный, СКЗ (тип.)	5 пс		
Полный, пик-пик (тип.)	80 пс (псевдослучайный шум с периодом 2 <sup>15</sup> – 1 при коэффициенте битовых ошибок 10 <sup>-12</sup> )		
<b>Выход опорной частоты 10 МГц</b>			
Амплитуда	1,2 В <sub>п.п</sub> на нагрузку 50 Ом, макс 2,5 В без нагрузки		
Разъём	BNC (на задней панели)		
Импеданс	50 Ом, связь по переменному току		
<b>Выход тактовой частоты (ГУН)</b>			
Диапазон	от 600 МГц до 1,2 ГГц		
Амплитуда	0,4 В <sub>п.п</sub> на нагрузку 50 Ом		
Разъём	BNC (на задней панели)		
Импеданс	50 Ом, связь по переменному току		
<b>Выходы постоянного напряжения</b>			
Количество	4, с независимым управлением		
Диапазон	от -3,0 В до +5,0 В		
Разрешение	10 мВ		
Погрешность	±(3% от установленного значения +120 мВ)		
Разъём	двухрядный 8-контактный разъём на передней панели		
Макс. ток	±100 мА		

## Дополнительные входы

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Вход внешнего запуска/строба</b>			
Полярность		положительная или отрицательная	
Диапазон		50 Ом: $\pm 5$ В, 1 кОм: $\pm 10$ В	
Джиттер (тип.)		от 2,0 нс до 4,5 нс	
Разъём		BNC на передней панели	
Импеданс		1 кОм или 50 Ом	
Порог			
Уровень		от $-5,0$ В до $5,0$ В	
Разрешение		0,1 В	
<b>Неопределённость синхросигнала</b>			
Асинхронный режим (тип.)		между внутренней/внешней тактовой частотой и синхросигналом: от 2,0 нс 4,5 нс	
<b>Режим запуска</b>			
Минимальная длительность импульса		20 нс	
Удержание синхросигнала		160 $\times$ период выборки – 200 нс	
Задержка относительно выхода		48 $\times$ период выборки + 500 нс	
<b>Режим стробирования</b>			
Минимальная длительность импульса		1024 $\times$ период выборки + 10 нс	
Задержка относительно выхода		240 $\times$ период выборки + 500 нс	
<b>Вход события</b>			
Полярность		положительная или отрицательная	
Диапазон		50 Ом: $\pm 5$ В, 1 кОм: $\pm 10$ В	
Разъём		BNC на передней панели	
Импеданс		1 кОм или 50 Ом	
Порог			
Уровень		от $-5,0$ В до $5,0$ В	
Разрешение		0,1 В	
<b>Режим последовательности</b>			
Минимальная длительность импульса		20 нс	
Удержание события		200 $\times$ период выборки + 500 нс	
Задержка относительно выхода		260 $\times$ период выборки + 300 нс (синхронность перехода: асинхронный переход)	
<b>Вход внешней тактовой частоты</b>			
Диапазон входного напряжения		от $0,2$ В <sub>п-п</sub> до $0,8$ В <sub>п-п</sub> от $-10$ дБм до $+2$ дБм	
Диапазон частот		от 600 МГц до 1,2 ГГц (допустимый дрейф частоты $\pm 5\%$ )	
Делитель тактовой частоты		1/1, 1/2, 1/4.....1/256	
Разъём		BNC, на задней панели	
Импеданс		50 Ом, закрытый вход	
<b>Вход фиксированной опорной тактовой частоты</b>			
Диапазон входного напряжения		от $0,2$ В до $3,0$ В (пик-пик) от $-10$ дБм до $+14$ дБм	
Диапазон частот		10 МГц, 20 МГц, 100 МГц (с точностью до $\pm 0,1\%$ )	
Разъём		BNC на задней панели	
Импеданс		50 Ом, закрытый вход	

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG5000

Параметр	AWG5014C	AWG5012C	AWG5002C
<b>Вход фазовой синхронизации</b>			
Диапазон входного напряжения		от 0,2 В до 3,0 В (пик-пик) от -10 дБм до +14 дБм	
Диапазон частот	от 5 МГц до 600 МГц (допустимый дрейф частоты $\pm 0,1\%$ )		
Умножитель	от 1 до 240		
Разъём	BNC на задней панели		
Импеданс	50 Ом, закрытый вход		
<b>Дополнительный вход</b>			
Диапазон входного напряжения	$\pm 1,0$ В		
Усиление по постоянному току	1		
Полоса	от 0 (DC) до 100 МГц (по уровню -3 дБ)		
Разъём	BNC на задней панели		
Импеданс	50 Ом, закрытый вход		

## Физические характеристики

### Габаритные размеры, мм

Высота	245
Ширина	465
Глубина	500

### Масса, кг

Нетто	19,5
Брутто	28,5

### Зазоры для охлаждения

Сверху и снизу	2 см
Сбоку	15 см
Сзади	7,5 см

### Питание прибора

Напряжение	100...240 В, 47...63 Гц
Потребляемая мощность	450 Вт

## Условия окружающей среды

### Параметр

### Описание

<b>Температура</b>	
рабочая	от +10 до +40°C
хранения	от -20 до +60°C
<b>Относительная влажность</b>	
рабочая	от 5 до 80% при темп. до +30°C, от 5 до 45% при темп. от +30 до +50°C
хранения	от 5 до 90% при темп. до +30°C, от 5 до 45% при темп. от +30 до +50°C
<b>Высота над уровнем моря</b>	
рабочая	до 3048 м
хранения	до 12192 м
<b>Вибрация</b>	
Синусоидальная вибрация	
рабочая	0,33 мм (пик-пик) постоянного смещения, от 5 до 55 Гц
хранения	н/д
Вибрация случайного характера	
рабочая	0,27g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут на ось
хранения	2,28g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут на ось
<b>Механические удары</b>	
рабочая	Полусинусоидальные импульсы, 30 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси
хранения	Полусинусоидальные импульсы, 10 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси
<b>Нормативные документы</b>	
Класс безопасности	UL61010-1, CAN/CSA-22.2, No.61010-1-04, EN61010-1, IEC61010-1
Уровень излучения	EN 55011 (Класс А), IEC61000-3-2, IEC61000-3-3
Помехоустойчивость	IEC61326, IEC61000-4-2/3/4/5/6/8/11
<b>Региональные сертификаты</b>	
Европа	EN61326
Австралия/Новая Зеландия	AS/NZS 2064



Информация для заказа

Генераторы сигналов произвольной формы

**AWG5014C**

1,2 Гвыб./с, 14 бит, 16 М точек, 4-канальный генератор сигналов произвольной формы.

**AWG5012C**

1,2 Гвыб./с, 14 бит, 16 М точек, 2-канальный генератор сигналов произвольной формы.

**AWG5002C**

600 Мвыб./с, 14 бит, 16 М точек, 2-канальный генератор сигналов произвольной формы.

**В комплект поставки всех моделей входит:** сумка с принадлежностями, крышка передней панели, USB мышь, компактная USB клавиатура, комплект кабелей для выходов постоянного напряжения, компакт-диск с программным обеспечением и руководством, компакт-диск с документацией, краткое руководство пользователя и регистрационная карта, сертификат калибровки, кабель питания.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

Опции прибора

Опция	Описание
<b>AWG5014C/AWG5012C/AWG5002C</b>	
Опция 01	Увеличение длины записи (с 16 М точек до 32 М точек)
Опция 05	Съемный жесткий диск (1 Тбайт)
Опция 09	Опция динамических переходов и создания подпоследовательностей (файлы подпоследовательностей, созданные для AWG400, AWG500, AWG600 и AWG700, совместимы с этой опцией)
<b>AWG5012C/AWG5002C</b>	
Опция 03	28-разрядные выходы цифровых данных (цифровые данные каналов CH1 и CH2). <b>Примечание:</b> заказывается в момент приобретения прибора
Опция 0309	Комбинация опций 03 и 09. <b>Примечание:</b> заказывается в момент приобретения прибора

Кабель питания

Опция	Описание
Опция A1	Универсальный европейский

Руководство пользователя

Опции	Описание
Опция L10	Руководство на русском языке

Прикладное программное обеспечение

Опции	Описание
<b>RFX100</b>	ПО для создания IQ, ПЧ и РЧ сигналов общего назначения
Опция UWBCF	Программный модуль к ПО RFXpress для создания стандартных IQ, ПЧ и РЧ сигналов UWB-WiMedia (необходимо ПО RFX100)
Опция UWBCST	Программный модуль к ПО RFXpress для создания стандартных и пользовательских IQ, ПЧ и РЧ сигналов UWB-WiMedia (необходимо ПО RFX100, включает опцию UWBCF)
Опция OFDM	Программный модуль к ПО RFXpress для создания типичных сигналов OFDM (необходимо ПО RFX100)
Опция RDR	Программный модуль к ПО RFXpress для создания сигналов радаров (необходимо ПО RFX100)
Опция SPARA	Программный модуль для эмуляции S-параметров и определения характеристик тестируемого устройства (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV	Генерация сигналов, имитирующих реальный эфир (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 01	Набор опций: опция ENV + опция RDR (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 02	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 03	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM + опция SPARA (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 04	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM + опция SPARA + опция UWBCST (необходимо ПО RFX100)
<b>SDX100</b>	ПО для генерирования джиттера (аппаратный USB ключ в комплекте)
Опция ISI	Моделирование S-параметров и межсимвольной интерференции (необходимо ПО SDX100)
Опция SSC	Добавление тактовой частоты с распределенным спектром (необходимо ПО SDX100)

Сервисные опции

Опции	Описание
Опция CA1	Разовая калибровка
Опция C3	Услуги калибровки в течение 3 лет
Опция C5	Услуги калибровки в течение 5 лет
Опция D1	Отчет с калибровочными данными
Опция D3	Отчет с калибровочными данными в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет с калибровочными данными в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция R3	Ремонт в течение 3 лет
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет
<b>Послепродажное обслуживание (напр., AWG5012B-CA1)</b>	
CA1	Разовая калибровка
R3DW	Ремонт в течение 3 лет
R5DW	Ремонт в течение 5 лет
R2PW	Послегарантийный ремонт в течение 2 лет
R1PW	Послегарантийный ремонт в течение 1 года

## Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG5000

### Обновления

Прибор	Заказываемые опции	Описание
AWG5014C	AWG50CUP Опция M03	Увеличение длины сигнала с 16 М точек до 32 М точек
AWG5012C	AWG50CUP Опция M02	Увеличение длины сигнала с 16 М точек до 32 М точек
AWG5002C	AWG50CUP Опция M01	Увеличение длины сигнала с 16 М точек до 32 М точек
Все модели AWG5000C	AWG50CUP Опция D01	Дополнительный съемный твердотельный диск
	Опция D02	Дополнительный съемный жесткий диск

### Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу
Соединительный кабель		
с разъемом SMA	102 см	012-1690-xx
с разъемом SMB	51 см	012-1503-xx
Комплект для монтажа в стойку	Комплект для монтажа в стойку с инструкцией	016-1983-xx
Отсек для съемного жесткого диска на передней панели	Отсек для съемного жесткого диска на передней панели	016-1979-xx
Краткое руководство пользователя	английский японский упрощенный китайский традиционный китайский русский	071-2481-xx 071-2482-xx 071-2483-xx 071-2484-xx 020-2971-xx
Руководство по программированию	английский	077-0061-xx
Руководство пользователя для опции 09	английский	020-2971-xx
Руководство по обслуживанию	Руководство по обслуживанию, английский	на сайте Tektronix

# Генераторы сигналов произвольной формы

## Серия AWG7000



### Возможности и преимущества

- Широкая полоса частот модуляции радиочастотных (РЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) сигналов
    - генерирование сложных широкополосных сигналов в диапазоне частот до 9,6 ГГц
    - генерирование сигналов с шириной полосы модуляции до 5,3 ГГц (по уровню  $-3$  дБ)
  - Создание последовательностей и подпоследовательностей сигналов
    - возможность создания бесконечных циклов сигналов, переходов и условных ветвлений
    - расширенные возможности по моделированию характеристик реальных сигналов
  - Возможность динамических переходов
    - создание сложных сигналов с откликом на изменение внешних условий
  - Разрешение по вертикали до 10 бит
    - генерирование сигналов с полосой модуляции до 1 ГГц с динамическим диапазоном без паразитных составляющих 54 дБн
- Глубокая память
    - позволяет создавать длинные сложные последовательности сигналов
  - Интуитивно понятный пользовательский интерфейс сокращает время тестирования
  - Встроенный компьютер поддерживает работу в локальной сети и оборудован приводом DVD, съёмным жестким диском, портами LAN, eSATA и USB
  - Воспроизведение сигналов, захваченных осциллографами и анализаторами спектра реального времени, в том числе с добавлением предсказаний
  - Импорт сигналов из программных приложений сторонних производителей, например MathCAD, MATLAB, Excel и др.

### Области применения

- Широкополосные РЧ/СВЧ сигналы для систем связи и электронной аппаратуры
  - прямой широкополосный выход РЧ/СВЧ несущей с частотой до 9,6 ГГц
- Высокоскоростные последовательные шины
  - скорость передачи для комбинированных последовательных потоков данных до 6 Гбит/с (четырёхкратная передискретизация, с чередованием)
  - любые профили многоуровневых сигналов для параметрического контроля временных параметров (джиттера) без внешних сумматоров мощности
- Разработка и тестирование систем со смешанными сигналами
  - 2 аналоговых канала плюс 4 маркерных выхода
- Высокоскоростные источники данных/импульсов или тактовой частоты с малым джиттером
- Реальные, идеальные или искаженные сигналы – синхронное формирование любых комбинаций искажений сигнала

## Уникальная производительность

Потребность в высокопроизводительных генераторах сигналов произвольной формы постоянно возрастает, а сфера их использования охватывает всё более широкий круг приложений. Лучшие в отрасли генераторы сигналов произвольной формы (AWG) серии AWG7000 компании Tektronix представляют собой передовой образец производительности, частоты дискретизации, качества сигнала и разрешения по времени. Возможность создавать, генерировать и воспроизводить идеальные, искаженные или реальные сигналы чрезвычайно важна в процессе разработки и тестирования новых устройств. Генераторы серии AWG7000 обладают частотой дискретизации 24 Гвыб./с при вертикальном разрешении 10 бит и являются лучшими в отрасли приборами, обеспечивающими формирование тестовых сигналов для решения сложных измерительных задач. Они позволяют легко генерировать очень сложные сигналы и при этом полностью контролировать все характеристики.

Возможности генераторов серии AWG7000 были значительно расширены в результате добавления некоторых важных функций:

### Редактор формул

Текстовый редактор ASCII, который использует текстовые строки для создания форм сигналов путём загрузки, редактирования и компиляции файлов уравнений. Редактор обеспечивает управление процессом и гибкость при создании более сложных форм сигналов с использованием параметров, задаваемых пользователем.

Создание последовательностей и подпоследовательностей сигналов Позволяет формировать бесконечные циклы сигналов, переходы и условные ветвления, в результате чего обеспечивается генерирование более длинных структур, пригодных для воспроизведения поведения реальных передатчиков последовательных потоков данных.

### Динамические переходы

Формирование сложных сигналов благодаря способности динамически переходить на любую заранее определённую метку в сигнальной последовательности. Пользователь может установить до 256 меток различных переходов, которые соответствуют изменениям внешних условий.

### Интерфейс LXI класса C

Интерфейс LXI класса C и встроенный веб-сервер предоставляют доступ к генераторам серии AWG7000 через стандартный веб-браузер. Для этого достаточно ввести IP адрес генератора в поле адреса браузера. Веб-интерфейс позволяет просматривать состояние и конфигурацию прибора, а также контролировать и изменять параметры сетевого интерфейса. Все процедуры удалённого доступа соответствуют спецификации интерфейса LXI класса C.

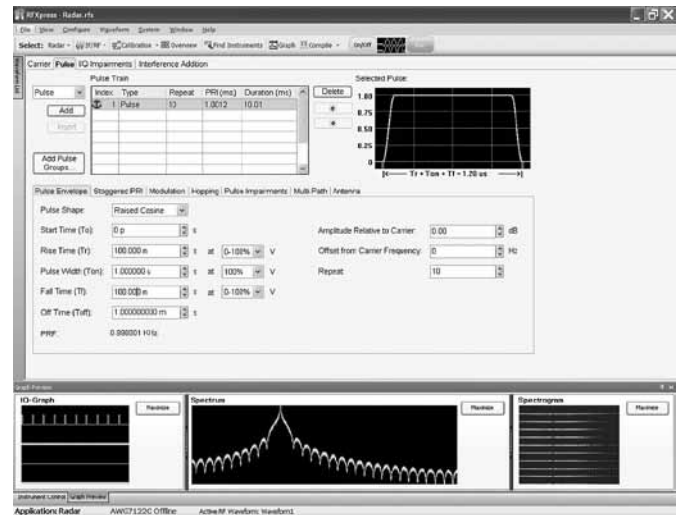
## Генерирование широкополосных РЧ сигналов

Создание РЧ сигналов становится все более и более сложным, что вызывает дополнительные трудности для разработчиков РЧ устройств при точном формировании сигналов, необходимых для проверки соответствия и параметрического контроля. В сочетании с программным обеспечением RFXpress, генераторы серии AWG7000 могут решить эти сложные проблемы. RFXpress представляет собой программный пакет, предназначенный для цифрового синтеза модулирующих сигналов, а также сигналов промежуточной и радиочастоты. ПО RFXpress способствует полному использованию возможностей генераторов серии AWG, благодаря чему реализуется новый подход к генерации широкополосных сигналов. Совместное использование AWG7000 и RFXpress обеспечивает инженеров «полосой по требованию», то есть возможностью генерировать широкополосные сигналы с полосой модуляции до 5,3 ГГц (по уровню -3 дБ) в пределах частотного диапазона 9,6 ГГц.

Потребности новейших цифровых радиочастотных технологий зачастую выходят за рамки возможностей существующих измерительных приборов, так как требуют генерации широкополосных быстроизменяющихся сигналов, все чаще применяемых во многих беспроводных приложениях, таких как радары, РЧ связь, мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов (OFDM) и сверхширокополосная (СШП, UWB) радиосвязь. При использовании совместно с RFXpress генераторы серии AWG7000 поддерживают широкий диапазон видов модуляции, что упрощает задачу создания сложных РЧ сигналов. Приборы серии AWG7000 обеспечивают возможность генерирования модулирующих сигналов и сигналов промежуточной частоты (ПЧ), а также прямой генерации РЧ сигналов.

### Создание радиолокационных сигналов

Создание современных радиолокационных сигналов часто требует от ГСПФ исключительной производительности с точки зрения частоты дискретизации, аналоговой полосы пропускания и памяти. Генераторы Tektronix серии AWG7000 стали новым отраслевым стандартом для генерирования



Радиолокационные импульсы, созданные с помощью генератора серии AWG7000 и ПО RFXpress.

современных радиолокационных сигналов, обеспечивая ширину полосы модуляции до 5,3 ГГц (по уровню -3 дБ). Поддерживая частоту дискретизации до 24 Гвыборок/с, генераторы серии AWG7000 позволяют осуществлять прямую генерацию РЧ сигналов, которые ранее невозможно было получить с помощью ГСПФ. В случаях, когда требуется формирование IQ данных, AWG7000 обеспечивает возможность передискретизации сигнала, тем самым улучшая его качество.

Генераторы AWG7000 и ПО RFXpress являются идеальным решением для создания сложных радиолокационных сигналов. Пользователи имеют возможность с максимальной гибкостью создавать собственные наборы радиолокационных импульсов. С помощью генераторов сигналов произвольной формы можно легко создавать сигналы с различными типами модуляции, такими как линейно-частотная модуляция (ЛЧМ), коды Баркера и полифазные коды, шаговая частотная или нелинейная частотная модуляция; при этом широкая функциональность и гибкость ПО RFXpress позволяют формировать сигналы с заданными пользователем типами модуляции. Использование AWG совместно с RFXpress даёт возможность генерировать последовательности со смещёнными импульсами для устранения неоднозначности по дальности и доплеровской частоте, моделировать скачкообразную перестройку частоты в системах радиоэлектронного противодействия, а также межимпульсное колебание амплитуды для имитации цели Сверлинга, включая сканирование диаграммы направленности антенны, радиолокационные помехи и многолучевое распространение.

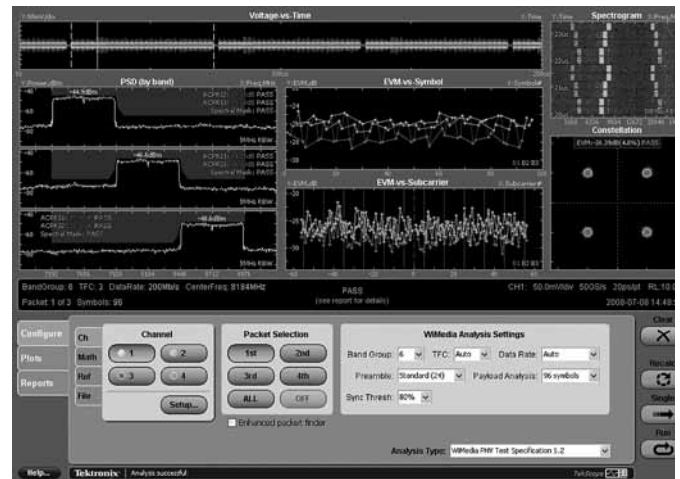
### Генерация сигналов имитирующих реальный эфир

Характеристики сигналов РЛС не должны ухудшаться в присутствии других сигналов различных коммерческих стандартов в том же спектре. Это обобщённое требование с учетом важности радиолокации. Для соблюдения этих требований разработчики РЛС должны тщательно проверить все крайние случаи на стадии проектирования/отладки. Генератор AWG7000 с программным приложением RFXpress Environment обладает исключительной гибкостью для определения и создания таких наилучших сценариев. Вы можете задать до 25 сигналов для моделирования реального эфира, в том числе WiMAX, WiFi, GSM, GSM-EDGE, EGPRS 2A EGPRS2B, CDMA, W-CDMA, DVB-T, шумоподобный сигнал и немодулированные сигналы РЛС. Это приложение также позволяет беспрепятственно импортировать сигналы из других приложений RFXpress (в том числе Radar, Generic Signal и др.), а также из Matlab®, из анализаторов спектра и осциллографов Tektronix в вашу среду. Можно также настроить физические параметры сигналов, соответствующих определённому стандарту. Вы можете задать несущую частоту, мощность, момент начала и продолжительность подачи для всех сигналов, имитирующих реальный эфир. Таким образом, вы имеете полный контроль над взаимодействием этих сигналов друг с другом.

### Создание типичных OFDM сигналов

В современном беспроводном мире ортогональное частотное разделение сигналов с мультиплексированием (OFDM) становится наиболее предпочтительным методом модуляции для передачи больших объёмов цифровых данных на короткие и средние расстояния. Необходимость наличия широкой полосы пропускания и нескольких несущих вызывает серьёзные трудности для инженеров, которым нужно создавать OFDM сигналы для тестирования РЧ приёмников. При формировании сигнала OFDM генераторо-

ры серии AWG7000 совместно с ПО RFXpress позволяют сконфигурировать каждую из его составных частей. При сборке полного OFDM кадра инженеры могут создавать сигналы посимвольно, либо с помощью программного обеспечения RFXpress выбрать значения по умолчанию для некоторых аспектов сигнала. Объединение возможностей AWG и RFXpress позволяет осуществлять кодирование данных в различных форматах, включая коды Рида-Соломона, сверточное кодирование и скремблирование. Кроме того, пользователи имеют возможность задавать для каждой поднесущей в OFDM символе параметры, которые могут быть настроены независимо для типа, модуляции и базовых данных. Программное обеспечение RFXpress обеспечивает доступ ко всем параметрам OFDM сигнала через специальную таблицу символов, в которой приводятся сводные данные по всем несущим в выбранном символе. Пакеты/кадры OFDM могут создаваться путём определения интервалов между символами/кадрами, а части OFDM пакетов могут быть выделены за счёт добавления стробированного шума.

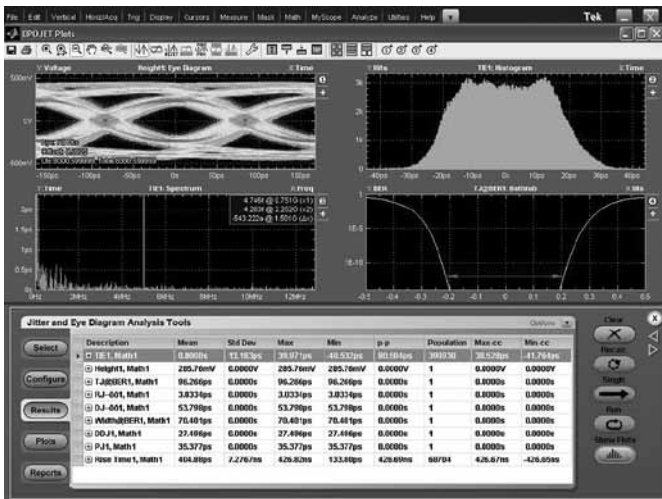


Сигналы WiMedia легко создаются с помощью генератора AWG7000 и ПО RFXpress.

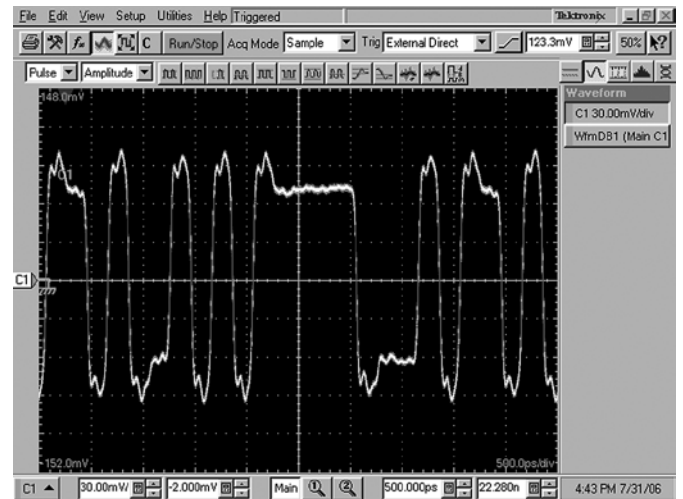
### UWB-WiMedia (UWBBCF/UWBCT)

Сверхширокополосная беспроводная связь (СШП, Ultra-Wideband – UWB) – это быстроразвивающаяся технология, предназначенная для использования в качестве ближней радиосвязи малой мощности. Одним из приложений, вызвавших появление перспективной технологии UWB связи, является беспроводная универсальная последовательная шина (Universal Serial Bus, USB). Для СШП радиосвязи, так же как и для стандартного OFDM радио, необходима широкая полоса сигнала и несколько несущих. Вместе с тем в СШП устройствах применяются очень короткие импульсы, а значение спектральной плотности мощности при передаче сигнала находится вблизи уровня собственных шумов (теплового шума), что может серьезно затруднить создание тестовых СШП сигналов. К счастью, генераторы серии AWG7000 и ПО RFXpress предлагают оптимальное решение по созданию тестовых СШП сигналов.

Генераторы серии AWG7000 и ПО RFXpress позволяют синтезировать в цифровой форме и генерировать сигналы UWB спектра. И для специализированных СШП сигналов, и для сигналов, соответствующих последней спецификации WiMedia, генераторы серии AWG7000 дают возможность воссоздавать сигналы, которые требуются для скачкообразного изменения полосы в реальном времени в диапазоне частот модуляции более 1,6 ГГц. Программное обеспечение RFXpress поддерживает полный контроль параметров СШП сигналов, включая синхронизирующие последовательности преамбулы, покрывающие последовательности и частотно-временные коды. Для приложений WiMedia обеспечивается генерация всех шести групп диапазонов (от BG1 до BG6) в виде IQ, ПЧ или в виде прямого синтеза РЧ сигналов, что дает три различных способа создания сигналов или преобразования их частоты с помощью функциональных возможностей AWG7000.



Цифровые данные с искажениями легко создаются с помощью генератора AWG7000 и ПО SerialXpress.



Цифровые данные с компенсацией предискажений, созданные с помощью генератора AWG7000 и ПО SerialXpress.

Генерация высокоскоростных последовательных сигналов. Последовательные сигналы целиком состоят из единиц и нулей – двоичных данных. Ранее для создания цифровых сигналов инженеры использовали генераторы данных. С увеличением тактовой частоты эти простые последовательности единиц и нулей стали всё больше походить на аналоговые сигналы из-за присутствующих в цифровых данных аналоговых явлений. Нулевое время нарастания и абсолютно плоские вершины – «как в учебнике» – в реальных цифровых сигналах не существуют. Реальная электронная обстановка содержит шумы, джиттер, перекрёстные помехи, распределённые реактивные сопротивления, колебания напряжения источников питания и другие дефекты. Всё это оказывает негативное влияние на сигнал. Реальный цифровой «меандр» редко напоминает свой теоретический эквивалент. Генераторы AWG7000 являются аналоговыми источниками сигнала и представляют собой идеальное решение «всё в одном», позволяющее создавать потоки цифровых данных и имитировать аналоговые дефекты, которые имеют место в реальных условиях. В генераторах серии AWG7000 используются методы прямого синтеза, которые обеспечивают формирование сигналов, моделирующих эффекты прохождения сигнала по линии передачи. Время нарастания, форма импульса, задержка и искажения – всё это можно регулировать с помощью приборов серии AWG7000. При их использовании совместно с пакетом программного обеспечения SerialXpress инженеры имеют возможность контролировать любые параметры цифровых сигналов, передаваемых со скоростью до 6 Гбит/с.

ПО SerialXpress является интегрированным программным обеспечением, которое позволяет приборам серии AWG7000 вносить в цифровые данные разнообразные аномалии, в том числе джиттер (случайный, периодический, синусоидальный), шум, искажения коэффициента заполнения (DCD), пред- и постискажения и их компенсацию, межсимвольные помехи (ISI), а также осуществлять генерацию тактовой частоты с распределённым спектром (SSC). С помощью эталонных файлов, загруженных в SerialXpress, обеспечивается эмулирование условий передачи как в электронных платах, так и в кабелях. Решение на основе генераторов AWG7000 и ПО SerialXpress обеспечивает создание базовых шаблонов сигналов для множества современных стандартов, таких как SATA, Display Port, SAS, PCI-E, HDMI, USB и Fibre Channel. Для приложений высокоскоростной последовательной передачи данных генераторы серии AWG7000 предлагают лучшее в отрасли решение проблем по генерации тестовых сигналов. В последние годы с такими проблемами всё чаще сталкиваются разработчики цифровых устройств, перед которыми стоят задачи по тестированию, контролю и отладке сложных цифровых систем. Файловая архитектура этих приборов использует метод прямого синтеза для создания сложных потоков данных и обеспечивает пользователям простоту, воспроизводимость и гибкость, необходимые для решения самых сложных задач по генерации сигналов для приложений высокоскоростной последовательной передачи данных.

## Качество, на которое можно положиться

Доверьтесь компании Tektronix, и вы получите качество, на которое можно положиться. Каждый прибор не только сопровождается лучшими в отрасли службами поддержки, но и обеспечивается годовой гарантией.

## Технические характеристики

## Определения

**Нормируемые технические характеристики** (не помечаются) – характеристики прибора с пределами допустимого отклонения, значения которых гарантированы потребителю. Нормируемые технические характеристики проверяются в процессе производства и при поверке прибора путём прямых измерений значений параметров (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

**Типовые характеристики** (помечаются как тип.) – характеристики прибора, представленные как типовые, но не гарантируемые показатели производительности. Данные значения параметров не гарантируются, но большая часть приборов будет иметь производительность на указанном уровне. Типовые характеристики не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

**Номинальные характеристики** (помечаются как ном.) – характеристики прибора, обеспечиваемые конструкцией прибора. Номинальные характеристики не гарантируются, поэтому они не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

Технические характеристики AWG7122C

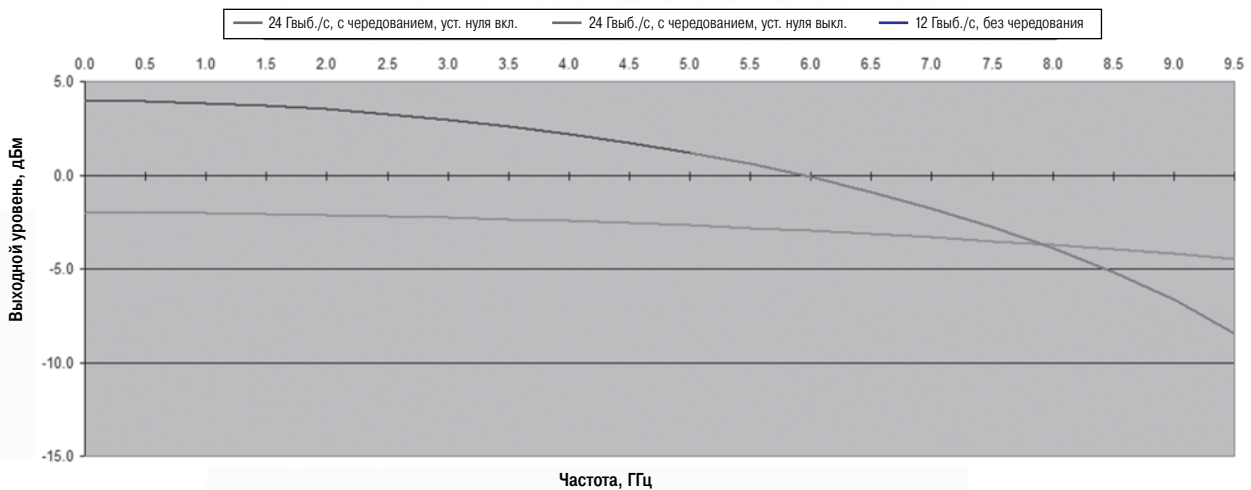
## Общие характеристики

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Цифро-аналоговый преобразователь					
Частота дискретизации (ном.)		от 10 Мвыб./с до 12 Гвыб./с			от 12 Гвыб./с до 24 Гвыб./с
Разрешение (ном.)		10 бит (без маркеров) или 8 бит (с маркерами)			
Спад частотной характеристики Sin (x)/x					
по уровню –1 дБ		3,1 ГГц			6,2 ГГц
по уровню –3 дБ		5,3 ГГц			10,6 ГГц

**Частотные характеристики**

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Выходные частотные характеристики</b>					
Выходная эффективная частота	Fmax определяется как «Частота дискретизации/Коэффициент передискретизации» или «Частота дискретизации /2,5»				
Fmax	4,8 ГГц			9,6 ГГц	
Эффективное время переключения частоты	Минимальное время переключения частоты между выбранными сигналами определяется как «1/Fmax»				
Стандартная конфигурация					
Время переключения (Ts)	106 мкс				
С опцией 08 (ускоренное переключение частоты)					
Время переключения (Ts)	208 пс			104 пс	
Полоса модуляции	Полоса модуляции определяется как меньшее из двух значений: определенного по частотной характеристике Sin (x)/x или вычисленного по времени нарастания (Tr) (как представлено на рисунке)				
Типовая полоса по уровню -1 дБ (= 0,923 x полоса Tr по уровню -1 дБ)	до 400 МГц	до 1,8 ГГц	до 3,1 ГГц		до 3,3 ГГц (уст. нуля вкл.) до 3,1 ГГц (уст. нуля выкл.)
Типовая полоса по уровню -3 дБ (= 0,913 x полоса Tr по уровню -3 дБ)	до 680 МГц	до 3,2 ГГц	до 5,3 ГГц		до 5,6 ГГц (уст. нуля вкл.) до 5,3 ГГц (уст. нуля выкл.)

**Частотная характеристика AWG7122C, включая спад частотной характеристики sin x/x**

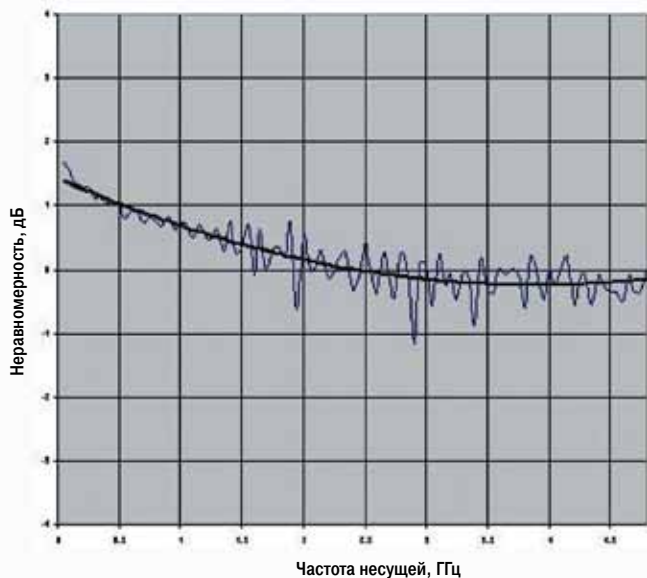


Частотная характеристика AWG7122C (тип.).



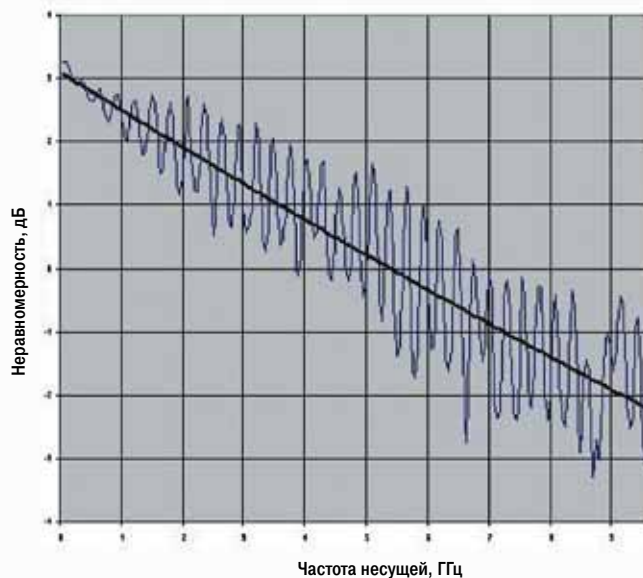
Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>					
Амплитуда					
Уровни амплитуды измеряются на несимметричных выходах При использовании дифференциальных выходов (обоих) уровень амплитуды будет на 3 дБм выше					
Диапазон (тип.)	от -22 до +10 дБм	от -22 до +4 дБм	от -2 до +4 дБм		от -8 до -2 дБм (уст. нуля вкл.) от -2 до +4 дБм (уст. нуля выкл.)
Разрешение (тип.)	0,01 дБ				
Погрешность (тип.)	±0,3 дБ (на уровне -2 дБм, без смещения)				
Неравномерность выходной характеристики	Математически корректируется по параметрам спада частотной характеристики по закону Sin (x)/x, не корректируется методами внешней калибровки				
Неравномерность (тип.)	±1,0 дБ (от 50 МГц до 4,8 ГГц)			±2,5 дБ (от 50 МГц до 9,6 ГГц)	
Согласование выхода					
KCB (тип.)	От 0 до 1,5 ГГц - 1,2:1 от 1,5 до 4,8 ГГц - 1,7:1			От 0 до 1,5 ГГц - 1,2:1 от 1,5 до 4,8 ГГц - 1,3:1 от 4,8 до 9,6 ГГц - 1,5:1	

AWG7122C в стандартном/широкополосном исполнении  
Частота дискретизации 12 Гвыб./с



Неравномерность частотной характеристики (тип.) AWG7122C в стандартном и широкополосном исполнении.

AWG7122C в режиме чередования  
Частота дискретизации 24 Гвыб./с



Неравномерность частотной характеристики (тип.) AWG7122C в режиме чередования.

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

## Временные характеристики

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Параметры передачи данных</b>					
Скорость передачи данных	Скорость потока цифровых данных определяется как «Частота дискретизации/(4 точки на цикл)», что позволяет генерировать любые искажения				
Скорость передачи (ном.)	3 Гбит/с			6 Гбит/с	
<b>Характеристики времени нарастания/спада</b>					
Время нарастания/спада	Время нарастания/спада измеряется по уровням 20% и 80% и составляет 0,75 от отраслевого стандарта, определяемого по уровням 10% и 90%				
T <sub>r</sub> /T <sub>f</sub> (тип.)	350 пс	75 пс	35 пс		42 пс
Полоса времени нарастания	Полоса, рассчитанная по параметрам времени нарастания (0,26/T <sub>r</sub> , предполагаемый гауссов переход) на выходе аналоговой схемы с учетом кабелей				
Типовая полоса T <sub>r</sub> по уровню –1 дБ (= 0,197/T <sub>r</sub> )	430 МГц	2,0 ГГц	4,3 ГГц		3,6 ГГц
Типовая полоса T <sub>r</sub> по уровню –3 дБ (= 0,339/T <sub>r</sub> )	750 МГц	3,5 ГГц	7,5 ГГц		6,2 ГГц
Фильтр нижних частот	фильтр Бесселя, 50 МГц и 200 МГц			–	
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>					
Амплитуда	Уровни амплитуды измеряются между (+) и (–) дифференциальных выходов Для несимметричных выходов уровень амплитуды будет составлять половину от указанных ниже величин				
диапазон (тип.)	от 100 мВ <sub>pp</sub> до 4,0 В <sub>pp</sub>	от 100 мВ <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub>	от 1,0 В <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub>		от 500 мВ <sub>pp</sub> до 1,0 В <sub>pp</sub> (уст. нуля вкл.) от 1,0 В <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub> (уст. нуля выкл.)
разрешение (тип.)	1,0 мВ				
погрешность (тип.)	±(3% от амплитуды ±2 мВ) на уровне 0,5 В, без смещения				±(8% от амплитуды ±2 мВ) (уст. нуля вкл.) ±(4% от амплитуды ±2 мВ) (уст. нуля выкл.)
<b>Смещение</b>					
Диапазон (тип.)	±0,5 В	–			
разрешение (тип.)	1,0 мВ	–			
погрешность (тип.)	±(2,0% от смещения ±10 мВ) на минимальной амплитуде	–			

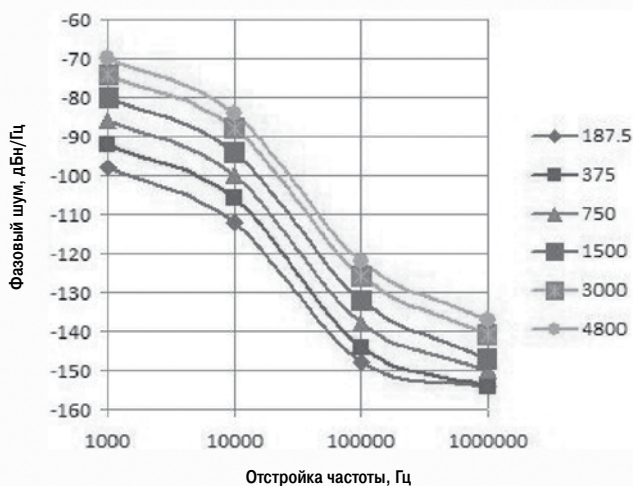
**Общие характеристики**

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Характеристики искажений на выходе</b>					
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	SFDR определяется как функция несущей частоты, генерированной методом прямого синтеза. Гармоники не включены				
SFDR (тип.), при частоте несущей:	Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Частота: от 50 МГц до 4,8 ГГц Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Частота: от 50 МГц до 9,6 ГГц Уровень: -2 дБм ( $0,5 V_{pp}$ )	
от 0 до 1,0 ГГц				-54 дБн	
от 1,0 ГГц до 2,4 ГГц				-46 дБн	
от 2,4 ГГц до 3,5 ГГц				-38 дБн	
от 3,5 ГГц до 4,8 ГГц				-30 дБн	
от 4,8 ГГц до 9,6 ГГц	-			-26 дБн	
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	При представлении в виде полосы модуляции и использовании внешнего преобразования с повышением частоты параметры фиксируются и при правильной разработке схем преобразования не будут зависеть от частоты несущей. Гармоники не включены.				
SFDR (тип.), в полосе частот:	Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Полоса частот модуляции: до 2,5 ГГц Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Полоса частот модуляции: до 3,5 ГГц Уровень: -2 дБм ( $0,5 V_{pp}$ )	
от 0 до 1,0 ГГц (по уровню -1 дБ)				-54 дБн	
от 0 до 2,4 ГГц (по уровню -1 дБ)				-46 дБн	
от 0 до 3,5 ГГц (по уровню -1 дБ)	-			-38 дБн	

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

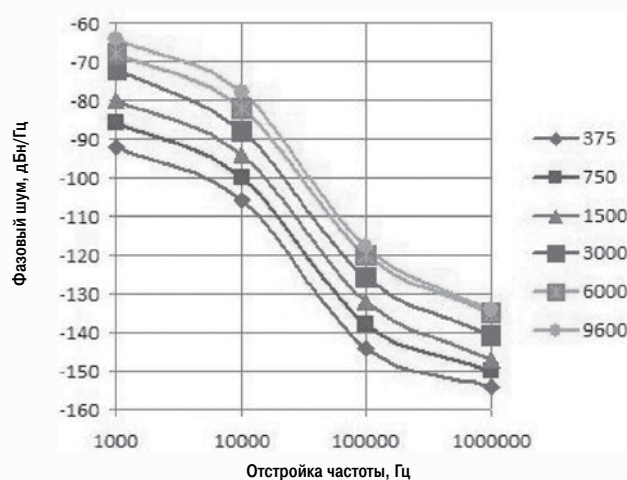
Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Гармонические искажения		Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 375 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 $V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 750 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 $V_{pp}$ )
гармоники (тип.)	< -35 дБн		< -42 дБн		< -40 дБн
Негармонические искажения		Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 375 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 $V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 750 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 $V_{pp}$ )
паразитные составляющие (тип.)		< -50 дБн			< -45 дБн
Фазовый шум		Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки Выходная частота: 375 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 $V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки Выходная частота: 750 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 $V_{pp}$ ), без смещения
фазовый шум (тип.)		< -90 дБн/Гц при отстройке 10 кГц			< -85 дБн/Гц при отстройке 10 кГц

AWG7122C в стандартном/широкополосном исполнении  
Частота дискретизации 12 Гвыб./с



Фазовый шум (тип.) AWG7122C в стандартном и широкополосном исполнении.

AWG7122C в режиме чередования  
Частота дискретизации 24 Гвыб./с



Фазовый шум (тип.) AWG7122C в режиме чередования.

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Джиттер</b>					
Случайный джиттер (тип.)	период повторения 1010 тактов				
среднеквадратичное значение	1,6 пс		0,9 пс		
Полный джиттер (тип.)	последовательность данных $2^{15} - 1$ (при коэффициенте битовых ошибок $10^{-12}$ )				
пиковое значение (амплитуда)	50 пс при 0,5 Гбит/с	30 пс при 3 Гбит/с	20 пс при скорости от 2 Гбит/с до 6 Гбит/с		
<b>Импульсные выходные характеристики</b>					
<b>Импульсная характеристика</b>					
T <sub>r</sub> /T <sub>f</sub> (тип.)	350 пс	75 пс	35 пс	42 пс	
Сдвиг временной диаграммы (тип.)	< 20 пс между (+) и (-) выходом каждого канала				< 12 пс между (+) и (-) выходом каждого канала
Задержка относительно выхода маркера (тип.)	50 МГц: 10,15 нс ±0,15 нс 200 МГц: 4,05 нс ±0,05 нс	25 нс ±0,05 нс	0,58 нс ±0,05 нс		0,85 нс ±0,05 нс
Регулировка сдвига при чередовании (тип.)	—				Регулировка сдвига: ±180° в зависимости от частоты дискретизации (напр., 24 Гвыб./с: 83 пс =360° с разрешением 0,1°)
Регулировка уровня при чередовании (тип.)	—				Регулировка уровня: разрешение 1 мВ

## Определения

**Нормируемые технические характеристики** (не помечаются) – характеристики прибора с пределами допустимого отклонения, значения которых гарантированы потребителю. Нормируемые технические характеристики проверяются в процессе производства и при поверке прибора путём прямых измерений значений параметров (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

**Типовые характеристики** (помечаются как тип.) – характеристики прибора, представленные как типовые, но не гарантируемые показатели производительности. Данные значения параметров не гарантируются, но большая часть приборов будет иметь производительность на указанном уровне. Типовые характеристики не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

**Номинальные характеристики** (помечаются как ном.) – характеристики прибора, обеспечиваемые конструкцией прибора. Номинальные характеристики не гарантируются, поэтому они не проверяются в процессе производства или при поверке прибора (раздел «Проверка производительности» Руководства по эксплуатации).

## Технические характеристики AWG7082C

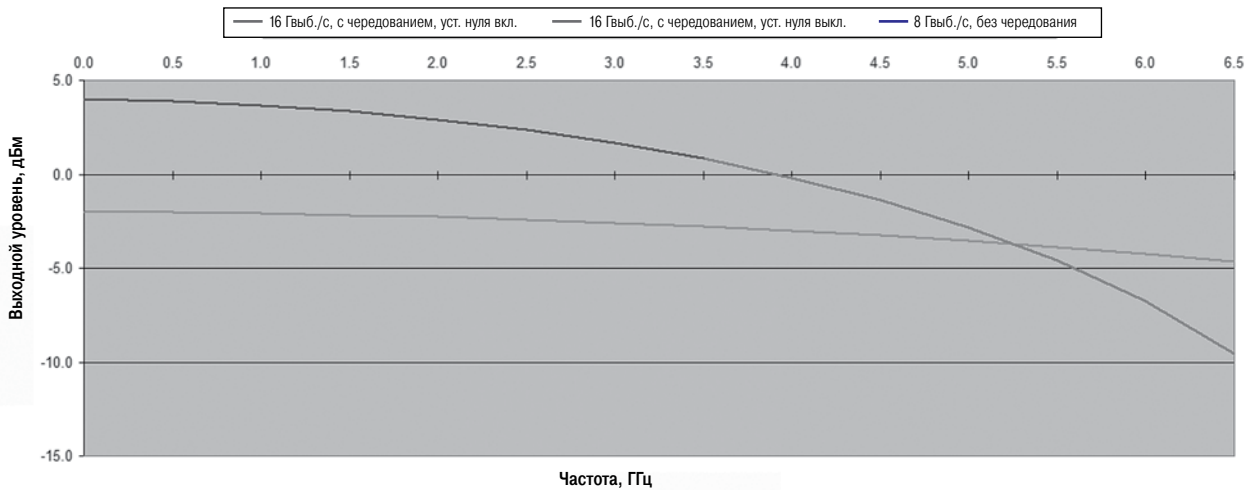
### Общие характеристики

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Цифро-аналоговый преобразователь					
Частота дискретизации (ном.)		от 10 Мвыб./с до 8 Гвыб./с			от 8 Гвыб./с до 16 Гвыб./с
Разрешение (ном.)		10 бит (без маркеров) или 8 бит (с маркерами)			
Спад частотной характеристики $\text{Sin}(x)/x$					
по уровню –1 дБ		2,1 ГГц			4,2 ГГц
по уровню –3 дБ		3,5 ГГц			7,0 ГГц

**Частотные характеристики**

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Выходные частотные характеристики</b>					
Выходная эффективная частота	Fmax определяется как «Частота дискретизации/Коэффициент передискретизации» или «Частота дискретизации /2,5»				
Fmax	3,2 ГГц			6,4 ГГц	
Эффективное время переключения частоты	Минимальное время переключения частоты между выбранными сигналами определяется как «1/Fmax»				
Стандартная конфигурация					
Время переключения (Ts)	160 мкс				
С опцией 08 (ускоренное переключение частоты)					
Время переключения (Ts)	313 пс			156 пс	
Полоса модуляции	Полоса модуляции определяется как меньшее из двух значений: определенного по частотной характеристике $\text{Sin}(x)/x$ или вычисленного по времени нарастания (Tr) (как представлено на рисунке)				
Типовая полоса по уровню -1 дБ (= 0,923 x полоса Tr по уровню -1 дБ)	до 400 МГц	до 1,8 ГГц	до 2,1 ГГц		до 3,3 ГГц (уст. нуля вкл.) до 3,1 ГГц (уст. нуля выкл.)
Типовая полоса по уровню -3 дБ (= 0,913 x полоса Tr по уровню -3 дБ)	до 680 МГц	до 3,2 ГГц	до 3,5 ГГц		до 5,6 ГГц (уст. нуля вкл.) до 5,3 ГГц (уст. нуля выкл.)

**Частотная характеристика AWG7082C, включая спад частотной характеристики  $\text{sin } x/x$**

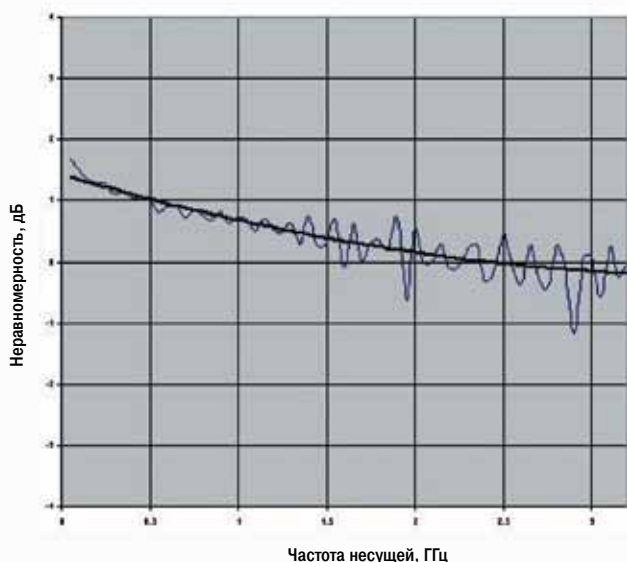


Частотная характеристика AWG7082C (тип.)

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

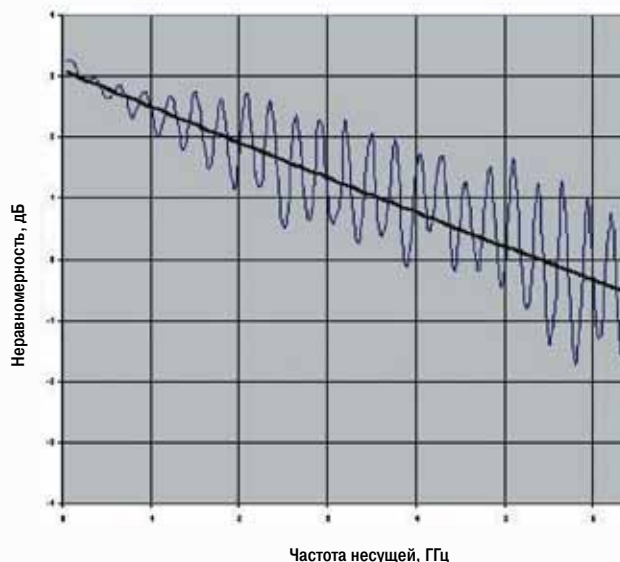
Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>					
Амплитуда					
Уровни амплитуды измеряются на несимметричных выходах При использовании дифференциальных выходов (обоих) уровень амплитуды будет на 3 дБм выше					
Диапазон (тип.)	от -22 до +10 дБм	от -22 до +4 дБм	от -2 до +4 дБм		от -8 до -2 дБм (уст. нуля вкл.) от -2 до +4 дБм (уст. нуля выкл.)
Разрешение (тип.)	0,01 дБ				
Погрешность (тип.)	±0,3 дБ (на уровне -2 дБм, без смещения)				
Неравномерность выходной характеристики	Математически корректируется по параметрам спада частотной характеристики по закону Sin (x)/x, не корректируется методами внешней калибровки				
Неравномерность (тип.)	±1,0 дБ (от 50 МГц до 3,2 ГГц)			±2,5 дБ (от 50 МГц до 6,4 ГГц)	
Согласование выхода					
КСВ (тип.)	От 0 до 1,5 ГГц - 1,2:1 от 1,5 до 3,2 ГГц - 1,7:1			От 0 до 1,5 ГГц - 1,2:1 от 1,5 до 4,8 ГГц - 1,3:1 от 4,8 до 6,4 ГГц - 1,5:1	

**AWG7082C в стандартном/широкополосном исполнении**  
Частота дискретизации 8 Гвыб./с



Неравномерность частотной характеристики (тип.) AWG7082C в стандартном и широкополосном исполнении.

**AWG7082C в режиме чередования**  
Частота дискретизации 16 Гвыб./с



Неравномерность частотной характеристики (тип.) AWG7082C в режиме чередования.



## Временные характеристики

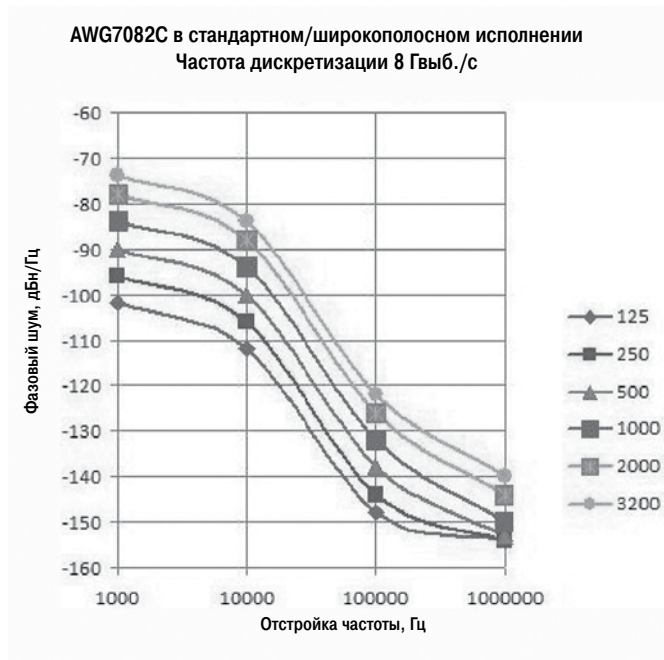
Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Параметры передачи данных</b>					
Скорость передачи данных	Скорость потока цифровых данных определяется как «Частота дискретизации/(4 точки на цикл)», что позволяет генерировать любые искажения				
Скорость передачи (ном.)	2 Гбит/с				4 Гбит/с
<b>Характеристики времени нарастания/спада</b>					
Время нарастания/спада	Время нарастания/спада измеряется по уровням 20% и 80% и составляет 0,75 от отраслевого стандарта, определяемого по уровням 10% и 90%				
$T_r/T_f$ (тип.)	350 пс	75 пс	35 пс		42 пс
Полоса времени нарастания	Полоса, рассчитанная по параметрам времени нарастания (предполагаемый гауссов переход) на выходе аналоговой схемы с учетом кабелей				
Типовая полоса $T_r$ по уровню -1 дБ (= 0,197/ $T_r$ )	430 МГц	2,0 ГГц	4,3 ГГц		3,6 ГГц
Типовая полоса $T_r$ по уровню -3 дБ (= 0,339/ $T_r$ )	750 МГц	3,5 ГГц	7,5 ГГц		6,2 ГГц
Фильтр нижних частот	фильтр Бесселя, 50 МГц и 200 МГц			–	
<b>Выходные амплитудные характеристики</b>					
Амплитуда	Уровни амплитуды измеряются между (+) и (-) дифференциальных выходов Для несимметричных выходов уровень амплитуды будет составлять половину от указанных ниже величин				
диапазон (тип.)	от 100 мВ <sub>pp</sub> до 4,0 В <sub>pp</sub>	от 100 мВ <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub>	от 1,0 В <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub>		от 500 мВ <sub>pp</sub> до 1,0 В <sub>pp</sub> (уст. нуля вкл.) от 1,0 В <sub>pp</sub> до 2,0 В <sub>pp</sub> (уст. нуля выкл.)
разрешение (тип.)	1,0 мВ				
погрешность (тип.)	±(3% от амплитуды ±2 мВ) на уровне 0,5 В, без смещения				±(8% от амплитуды ±2 мВ) (уст. нуля вкл.) ±(4% от амплитуды ±2 мВ) (уст. нуля выкл.)
<b>Смещение</b>					
Диапазон (тип.)	±0,5 В	–			
разрешение (тип.)	1,0 мВ	–			
погрешность (тип.)	±(2,0% от смещения ±10 мВ) на минимальной амплитуде	–			

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

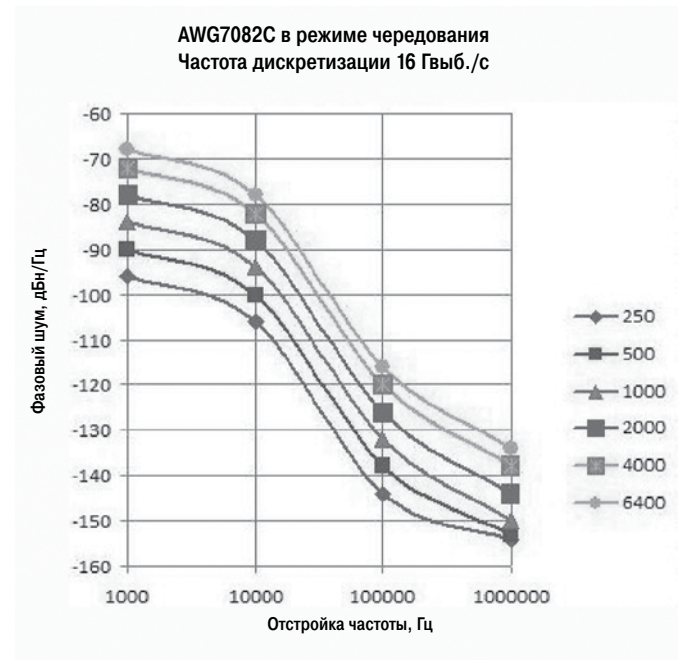
## Общие характеристики

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Характеристики искажений на выходе</b>					
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	SFDR определяется как функция несущей частоты, генерированной методом прямого синтеза. Гармоники не включены				
SFDR (тип.), при частоте несущей:	Частота дискретизации: 12 Гвыб./с, 10 бит Частота: от 50 МГц до 3,2 ГГц Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 24 Гвыб./с, 10 бит Частота: от 50 МГц до 6,4 ГГц Уровень: -2 дБм ( $0,5 V_{pp}$ )	
от 0 до 1,0 ГГц				-54 дБн	
от 1,0 ГГц до 2,4 ГГц				-46 дБн	
от 2,4 ГГц до 3,5 ГГц				-40 дБн	
от 3,5 ГГц до 4,8 ГГц				-	
от 4,8 ГГц до 6,4 ГГц				-32 дБн	
от 4,8 ГГц до 6,4 ГГц				-28 дБн	
Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR)	При представлении в виде полосы модуляции и использовании внешнего преобразования с повышением частоты параметры фиксируются и при правильной разработке схем преобразования не будут зависеть от частоты несущей. Гармоники не включены.				
SFDR (тип.), в полосе частот:	Частота дискретизации: 8 Гвыб./с, 10 бит Полоса частот модуляции: до 1,9 ГГц Уровень: 4 дБм ( $1 V_{pp}$ ), без смещения			Частота дискретизации: 16 Гвыб./с, 10 бит Полоса частот модуляции: до 3,0 ГГц Уровень: -2 дБм ( $0,5 V_{pp}$ )	
от 0 до 1,0 ГГц (по уровню -1 дБ)				-54 дБн	
от 0 до 2,4 ГГц (по уровню -1 дБ)				-46 дБн	
от 0 до 3,5 ГГц (по уровню -1 дБ)				-	
от 0 до 3,5 ГГц (по уровню -1 дБ)				-38 дБн	

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Гармонические искажения		Частота дискретизации: 8 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 250 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 V <sub>pp</sub> ), без смещения			Частота дискретизации: 16 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 500 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 V <sub>pp</sub> )
гармоники (тип.)	< -35 дБн		< -42 дБн		< -40 дБн
Негармонические искажения		Частота дискретизации: 8 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 250 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 V <sub>pp</sub> ), без смещения			Частота дискретизации: 16 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки, выходная частота: 500 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 V <sub>pp</sub> )
паразитные составляющие (тип.)			< -50 дБн		< -45 дБн
Фазовый шум		Частота дискретизации: 8 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки Выходная частота: 250 МГц Амплитуда: 4 дБм (1 V <sub>pp</sub> ), без смещения			Частота дискретизации: 16 Гвыб./с, 10 бит Длина сигнала 32 точки Выходная частота: 500 МГц Амплитуда: -2 дБм (0,5 V <sub>pp</sub> ), без смещения
фазовый шум (тип.)		< -90 дБн/Гц при отстройке 10 кГц			< -85 дБн/Гц при отстройке 10 кГц



Фазовый шум (тип.) AWG7082C в стандартном и широкополосном исполнении.



Фазовый шум (тип.) AWG7082C в режиме чередования.

# Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Джиттер</b>					
Случайный джиттер (тип.)	период повторения 1010 тактов				
среднеквадратичное значение	1,6 пс		0,9 пс		
Полный джиттер (тип.)	последовательность данных $2^{15} - 1$ (при коэффициенте битовых ошибок $10^{-12}$ )				
пиковое значение (амплитуда)	50 пс при 0,5 Гбит/с	30 пс при 2 Гбит/с	20 пс при скорости от 2 Гбит/с до 4 Гбит/с		
<b>Импульсные выходные характеристики</b>					
<b>Импульсная характеристика</b>					
$T_r/T_f$ (тип.)	350 пс	75 пс	35 пс		42 пс
Сдвиг временной диаграммы (тип.)	< 20 пс между (+) и (-) выходом каждого канала				< 12 пс между (+) и (-) выходом каждого канала
Задержка относительно выхода маркера (тип.)	50 МГц: 10,15 нс $\pm$ 0,15 нс 200 МГц: 4,05 нс $\pm$ 0,05 нс	2,25 нс $\pm$ 0,05 нс	0,58 нс $\pm$ 0,05 нс		0,85 нс $\pm$ 0,05 нс
Регулировка сдвига при чередовании (тип.)	–				Регулировка сдвига: $\pm 180^\circ$ в зависимости от частоты дискретизации (напр., 24 Гвыб./с: 83 пс $\pm 360^\circ$ с разрешением 0,1°)
Регулировка уровня при чередовании (тип.)	–				Регулировка уровня: разрешение 1 мВ

## Общие технические характеристики серии AWG7000C

## Общие характеристики аппаратной части

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Количество выходов	2 канала, без чередования			1 канал, с чередованием	
Выходной разъём	дифференциальный, SMA, на передней панели				
Выходной импеданс (ном.)	50 Ом				
Длина сигнала	стандартно: до 32 М точек с расширением: до 64 М точек			стандартно: до 64 М точек с расширением: до 128 М точек	
Количество сигналов	от 1 до 16200				
Длина последовательности/Счётчик	от 1 до 16000 шагов, от 1 до 65536 отсчётов				
Режимы работы					
Непрерывный	Сигнал повторяется постоянно. Если определена последовательность, то применяются порядок последовательности и функции повторения.				
Синхронный	Сигнал воспроизводится однократно при поступлении внешнего, внутреннего или программного синхросигнала (по шине GPIB или LAN) или сигнала ручного запуска				
Стробируемый	Воспроизведение сигнала начинается, если стробирующий сигнал принимает значение «истина», и прекращается, если стробирующий сигнал принимает значение «ложь»				
Последовательность	Сигнал воспроизводится в соответствии с определенной последовательностью				
Переход	Синхронный или асинхронный				
Тактовая частота выборки					
Разрешение	8 разрядов				
Погрешность	не хуже, чем $\pm(1 \cdot 10^{-6} + \text{старение})$				
Старение	не хуже, чем $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ за год				
Внутренний генератор синхросигнала					
Диапазон	от 1,0 мкс до 10,0 с				
Разрешение	3 разряда, минимум 0,1 мкс				
Управление сдвигом на выходе					
Диапазон	от -100 пс до 100 пс				
Разрешение	1 пс				
Погрешность	$\pm(10\%$ от установленного значения $+10$ пс)				

## Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

### Общие характеристики программного обеспечения

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
Операционная система/ периферия/порты ввода-вывода	твердотельный накопитель 300 Гбайт (станд.)	жёсткий диск 1 Тбайт (опция), (опциональный комплект для установки на передней панели), CD/DVD привод на передней панели, USB-совместимые мышь и компактная клавиатура (в комплекте), порты USB 2.0 (всего 6 шт., 2 на передней панели, 4 — на задней), разъёмы PS/2 для мыши и клавиатуры (на задней панели), порт Ethernet RJ-45 (на задней панели) с поддержкой 10/100/1000BASE-T, порт DVI-I Video (на задней панели) для подключения внешнего монитора, разъём eSATA для подключения внешних устройств (на задней панели)	Windows 7, память 4 Гбайт,		
Характеристики дисплея	цветной сенсорный ЖК-дисплей со светодиодной подсветкой, 10,4 дюйма (264 мм), 1024×768 пикселей (XGA)				
Возможности импорта файлов с сигналами	Импорт файлов сигналов следующих форматов: *.AWG, создаваемые генераторами Tektronix серий AWG5000 или AWG7000 *.PAT, *.SEQ, *.WFM и *.EQU, создаваемые ГСПФ Tektronix серий AWG400/500/600/700 *.IQT и *.TIQ, создаваемые анализаторами спектра реального времени Tektronix *.TFW, создаваемые генераторами Tektronix серии AFG3000 *.DTG, создаваемые генераторами цифровых сигналов Tektronix серии DTG5000 *.WFM или *.ISF, создаваемые осциллографами Tektronix серий TDS/DPO текстовые файлы (*.TXT)				
Возможности экспорта файлов с сигналами	Экспорт файлов сигналов форматов *.wfm или *.pat, создаваемых генераторами Tektronix серий AWG400/500/600/700, а также текстовых файлов (*.TXT)				
Программный драйвер для ПО сторонних производителей	Драйвер IVI-COM и библиотека MATLAB				
Управление прибором/передача данных					
GPiB	Дистанционное управление и передача данных (соответствует IEEE-Std 488.1, совместим с IEEE 488.2 и SCPI-1999.0)				
Ethernet	Дистанционное управление и передача данных (соответствует IEEE 802.3)				
TekLink	Дистанционное управление и передача данных (специальная шина для высокоскоростной связи и взаимодействия продуктов Tektronix)				
LXI	LXI класс C, версия 1.3				

## Дополнительные выходы

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Маркеры</b>					
Количество	всего 4 (2 на канал)				всего 2 (2 на канал)
Тип	дифференциальный				
Разъём	SMA (на передней панели)				
Импеданс	50 Ом				
Уровень (на нагрузке 50 Ом)	Уровни амплитуды измеряются между (+) и (-) дифференциальных выходов Для несимметричных выходов уровень амплитуды будет составлять половину от указанных ниже величин				
Диапазон	от -2,8 до +2,8 В				
Амплитуда	от 1,0 до 2,8 В <sub>п-п</sub>				
Разрешение	10 мВ				
Погрешность	±(10% от установленного значения +75 мВ)				
Время нарастания/спада (по уровню 20-80%)	45 пс (1,0 В <sub>пик-пик</sub> , высокий: +1,0 В, низкий: 0 В)				
<b>Сдвиг временной диаграммы</b>					
Внутренний сдвиг (тип.)	<13 пс (между (+) и (-) выходами каждого канала)				
В канале (тип.)	<30 пс (между выходами Маркер 1 и Маркер 2)				
<b>Управление задержкой</b>					
Диапазон	от 0 до 300 пс				
Разрешение	1 пс				
Погрешность	±(5% от установленного значения +50 пс)				
<b>Джиттер</b>					
Случайный, СКЗ (тип.)	1 пс				
Полный, пик-пик (тип.)	30 пс (псевдослучайный шум с периодом 2 <sup>15</sup> – 1 при коэффициенте битовых ошибок 10 <sup>-12</sup> )				
<b>Выход опорной частоты 10 МГц</b>					
Амплитуда	1,2 В <sub>п-п</sub> на нагрузке 50 Ом, макс. 2,5 В без нагрузки				
Разъём	BNC (на задней панели)				
Импеданс	50 Ом, связь по переменному току				
<b>Выход тактовой частоты синхронизации</b>					
Частота	1/64 от частоты выборки				
Амплитуда	1,0 В <sub>п-п</sub> на нагрузке 50 Ом				
<b>Выходы постоянного напряжения</b>					
Количество	4, с независимым управлением				
Диапазон	от -3,0 до +5,0 В				
Разрешение	10 мВ				
Погрешность	±(3% от установленного значения +120 мВ)				
Разъём	две 4-контактные колодки на передней панели				
Макс. ток	±30 мА				

## Генераторы сигналов произвольной формы – серия AWG7000

### Дополнительные входы

Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Вход внешнего запуска/строба</b>					
Полярность	положительная или отрицательная				
Диапазон	50 Ом: $\pm 5$ В, 1 кОм: $\pm 10$ В				
Разъём	BNC на передней панели				
Импеданс	1 кОм или 50 Ом				
<b>Порог</b>					
Уровень	от $-5,0$ В до $5,0$ В				
Разрешение	0,1 В				
<b>Неопределённость синхросигнала</b>					
Асинхронный режим (тип.)	между внутренней/внешней тактовой частотой и синхросигналом: 0,5 нс при 12 Гвыб./с; 0,7 нс при 10 Гвыб./с; 0,8 нс при 9 Гвыб./с; 1,0 нс при 6 Гвыб./с				
Синхронный режим (тип.)	между внешней тактовой частотой и синхросигналом: 12 Гвыб./с, делитель тактовой частоты $\times 1$ , режим синхронного запуска с определёнными временными параметрами (120 пс (пик-пик), 30 пс СКЗ)				
Синхронный режим (тип.)	между внешним опорным сигналом 10 МГц и синхросигналом: 12 Гвыб./с, режим синхронного запуска с определёнными временными параметрами (120 пс (пик-пик), 30 пс СКЗ)				
Синхронный режим (тип.)	между внешним опорным сигналом с переменной частотой и синхросигналом: $2N$ ( $N$ – целое число) от опорной тактовой частоты, режим синхронного запуска с определёнными временными параметрами (50 пс (пик-пик), 10 пс СКЗ)				
<b>Режим запуска</b>					
Минимальная длительность импульса	20 нс				
Удержание синхросигнала	$832 \times$ период выборки – 100 нс				
Задержка относительно выхода	$128 \times$ период выборки + 250 нс				
<b>Режим стробирования</b>					
Минимальная длительность импульса	$1024 \times$ период выборки + 10 нс				
Задержка относительно выхода	$640 \times$ период выборки + 260 нс				
<b>Динамический переход</b>					
Разъём	15-контактный DSUB на задней панели				
Уровень	$+5$ В (TTL-совместимые входы), 3,3 В (низковольтные КМОП-уровни)				
Импеданс	напряжение до 3,3 В на сопротивлении 1 кОм				
Строб	должен стробировать адрес назначения перехода				
<b>Вход события</b>					
Полярность	положительная или отрицательная				
Диапазон	50 Ом: $\pm 5$ В, 1 кОм: $\pm 10$ В				
Разъём	BNC на передней панели				
Импеданс	1 кОм или 50 Ом				
<b>Порог</b>					
Уровень	от $-5,0$ до $+5,0$ В				
Разрешение	0,1 В				
<b>Режим последовательности</b>					
Минимальная длительность импульса	20 нс				
Удержание события	$900 \times$ период выборки + 150 нс				
Задержка относительно выхода	$1024 \times$ период выборки + 280 нс (синхронность перехода: асинхронный переход)				



Параметр	Нормальный выход с усилителем 2 канала	Прямой выход без усилителя 2 канала	Широкая полоса Опция 02 2 канала	Широкая полоса Опция 06 2 канала	Чередование Опция 06 1 канал
<b>Вход внешней тактовой частоты</b>					
Диапазон входного напряжения			от 1,4 до 2,2 В <sub>п-п</sub> от +7 до +11 дБм		
Диапазон частот	от 6 ГГц до 12 ГГц (допустимый дрейф частоты ±0,1%)				
Делитель тактовой частоты	1/1, 1/2, 1/4.....1/256				
Разъём	SMA, на задней панели				
Импеданс	50 Ом, закрытый вход				
<b>Вход фиксированной опорной тактовой частоты</b>					
Диапазон входного напряжения			от 0,2 до 3,0 В <sub>пик-пик</sub>		
Диапазон частот	10 МГц, 20 МГц, 100 МГц (с точностью до ±0,1%)				
Разъём	BNC на задней панели				
Импеданс	50 Ом, закрытый вход				
<b>Вход переменной опорной тактовой частоты</b>					
Диапазон входного напряжения			от 0,2 до 3,0 В <sub>пик-пик</sub>		
Диапазон частот	от 5 МГц до 800 МГц (допустимый дрейф частоты ±0,1%)				
Умножитель	от 1 до 2400				от 2 до 4800
Разъём	BNC на задней панели				
Импеданс	50 Ом, закрытый вход				

**Физические характеристики**

**Габаритные размеры, мм**

Высота	245
Ширина	465
Глубина	500

**Масса, кг**

Нетто	19
Брутто	28

**Зазоры для охлаждения, мм**

Сверху и снизу	20
Сбоку	150
Сзади	75

**Питание прибора**

Напряжение	100...240 В, 47...63 Гц
Потребляемая мощность	450 Вт

**Условия окружающей среды**

Параметр	Описание
<b>Температура</b>	
рабочая	от +10 до +40°C
при хранении	от -20 до +60°C
<b>Относительная влажность</b>	
рабочая	от 5 до 80% при темп. до +30°C, от 5 до 45% при темп. от +30 до +50°C
при хранении	от 5 до 90% при темп. до +30°C, от 5 до 45% при темп. от +30 до +50°C
<b>Высота над уровнем моря</b>	
рабочая	до 3048 м
при хранении	до 12192 м
<b>Вибрация</b>	
<b>Синусоидальная вибрация</b>	
Рабочая	0,33 мм (пик-пик) постоянного смещения, от 5 до 55 Гц
при хранении	н/д
<b>Вибрация случайного характера</b>	
рабочая	0,27g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут на ось
при хранении	2,28g СКЗ, от 5 до 500 Гц, 10 минут на ось
<b>Механические удары</b>	
рабочие условия	Полусинусоидальные импульсы, 30 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси
при хранении	Полусинусоидальные импульсы, 10 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси
<b>Нормативные документы</b>	
Класс безопасности	UL61010-1, CAN/CSA-22.2, No.61010-1-04, EN61010-1, IEC61010-1
Уровень излучения	EN 55011 (Класс А), IEC61000-3-2, IEC61000-3-3
Помехоустойчивость	IEC61326, IEC61000-4-2/3/4/5/6/8/11
<b>Региональные сертификаты</b>	
Европа	EN61326
Австралия/Новая Зеландия	AS/NZS 2064

## Информация для заказа

Генераторы сигналов произвольной формы

### AWG7122C

12,0 Гвыб./с (24 Гвыб./с с чередованием), 8/10-бит, 32 М точек, 2-канальный генератор сигналов произвольной формы.

### AWG7082C

8,0 Гвыб./с (16 Гвыб./с с чередованием), 8/10-бит, 32 М точек, 2-канальный генератор сигналов произвольной формы.

В комплект поставки всех моделей входит: сумка с принадлежностями, крышка передней панели, USB мышь, компактная USB клавиатура, комплект кабелей для выходов постоянного напряжения, компакт-диск с программным обеспечением и руководством, компакт-диск с документацией, краткое руководство пользователя и регистрационная карта, сертификат калибровки, кабель питания, оконечная нагрузка SMA 50 Ом (3 шт.) и годовая гарантия.

Примечание. При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

Опции

### Опции прибора

Опции	AWG7122C, AWG7082C
Опция 01	Увеличение длины записи (от 32 М точек до 64 М точек)
Опция 02	Широкополосный выход (альтернатива стандартному выходу)
Опция 05	Съёмный жесткий диск (1 Тбайт)
Опция 06	Режим чередования с частотой дискретизации 24 Гвыб./с (AWG7122C) или 16 Гвыб./с (AWG7082C), включает опцию 02 – широкополосный выход
Опция 08	Быстрое переключение последовательностей
Опция 09	Опция динамических переходов и создания подпоследовательностей (файлы подпоследовательностей, созданные для AWG400, AWG500, AWG600 и AWG700, совместимы с этой опцией)

### Кабель питания

Опции	Описание
Опция A1	Универсальный европейский

### Руководство пользователя

Опции	Описание
Опция L10	Руководство на русском языке

## Прикладное программное обеспечение

Опции	Описание
RFX100	ПО для создания IQ, ПЧ и РЧ сигналов общего назначения
Опция UWBCF	Программный модуль к ПО RFXpress для создания стандартных IQ, ПЧ и РЧ сигналов UWB-WiMedia (необходимо ПО RFX100)
Опция UWBCТ	Программный модуль к ПО RFXpress для создания стандартных и пользовательских IQ, ПЧ и РЧ сигналов UWB-WiMedia (необходимо ПО RFX100, включает опцию UWBCF)
Опция OFDM	Программный модуль к ПО RFXpress для создания типичных сигналов OFDM (необходимо ПО RFX100)
Опция RDR	Программный модуль к ПО RFXpress для создания сигналов радаров (необходимо ПО RFX100)
Опция SPARA	Программный модуль для эмуляции S-параметров и определения характеристик тестируемого устройства (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV	Генерация сигналов, имитирующих реальный эфир (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 01	Набор опций: опция ENV + опция RDR (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 02	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 03	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM + опция SPARA (необходимо ПО RFX100)
Опция ENV 04	Набор опций: опция ENV + опция RDR + опция OFDM + опция SPARA + опция UWBCТ (необходимо ПО RFX100)
SDX100	ПО для генерирования джиттера (аппаратный USB ключ в комплекте)
Опция ISI	Моделирование S-параметров и межсимвольной интерференции (необходимо ПО SDX100)
Опция SSC	Добавление тактовой частоты с распределенным спектром (необходимо ПО SDX100)

## Сервисные опции

Опции	Описание
<b>Калибровка и ремонт (напр., AWG7122B опция C3)</b>	
Опция CA1	Разовая калибровка или функциональная диагностика
Опция C3	Услуги калибровки в течение 3 лет
Опция C5	Услуги калибровки в течение 5 лет
Опция D1	Отчет с калибровочными данными
Опция D3	Отчет с калибровочными данными в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет с калибровочными данными в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция R3	Ремонт в течение 3 лет
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет

## Послепродажное обслуживание (напр., AWG7122B – CA1)

CA1	Разовая калибровка или функциональная диагностика
R3DW	Ремонт в течение 3 лет
R5DW	Ремонт в течение 5 лет
R2PW	Послегарантийный ремонт в течение 2 лет
R1PW	Послегарантийный ремонт в течение 1 года

## Обновления

Прибор	Заказываемые опции		Описание
AWG7122C	AWG70CUP	Опция M02	Увеличение длины сигнала с 32 М точек до 64 М точек
AWG7082C	AWG70CUP	Опция M01	
AWG7122C	AWG70CUP	Опция B02	Расширение полосы выходного сигнала
AWG7082C	AWG70CUP	Опция B01	
Все модели AWG7000C	AWG70CUP	Опция D01	Дополнительный съёмный твёрдый диск
Все модели AWG7000C	AWG70CUP	Опция D02	Дополнительный съёмный жёсткий диск
AWG7122C	AWG70CUP	Опция S02	Обновление стандартной версии до опции 08 (быстрое переключение последовательностей)
AWG7082C	AWG70CUP	Опция S01	
AWG7122C	AWG70CUP	Опция S49	Добавление режимов создания подпоследовательностей и динамических переходов
AWG7082C	AWG70CUP	Опция S29	

## Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание	Номер по каталогу
Соединительный кабель		
с разъемом SMA	102 см	012-1690-xx
с разъемом SMB	51 см	012-1503-xx
Комплект для монтажа в стойку	Комплект для монтажа в стойку с инструкцией	016-1983-xx
Отсек для монтажа съёмного жёсткого диска на передней панели	Отсек для съёмного жёсткого диска на передней панели	016-1979-xx
Краткое руководство пользователя	Краткое руководство пользователя на русском языке	020-2971-xx
Руководство по обслуживанию	Руководство по обслуживанию на английском языке	на сайте Tektronix

# Генераторы цифровых последовательностей

## Серии PG3A/L



### Возможности и преимущества

- Скорость передачи данных до 300 Мбит/с во всех каналах, с опцией до 600 Мбит/с в половине каналов
- Логические уровни пробника охватывают все современные стандарты логических сигналов и аналоговые сигналы
- Знакомое, простое в обращении программное обеспечение для создания последовательностей

### Применение

- Функциональное тестирование
- Эмуляция подсистем и специализированных ИС
- Проверка времени установки и удержания
- Поддача испытательных сигналов при тестировании с использованием логического анализатора

### Обзор генераторов цифровых последовательностей

Генераторы цифровых последовательностей серии PG3A/L являются многофункциональными приборами общего назначения, предназначенными для применения в сфере разработки и производства. Генераторы цифровых последовательностей могут использоваться для эмуляции и моделирования периферийных устройств и специализированных микросхем, измерения времени установки/удержания, производственного тестирования, а также могут применяться в небольших системах автоматизированного тестирования и в качестве генератора цифровых сигналов общего назначения. В совокупности с логическими анализаторами и/или цифровыми осциллографами Tektronix эти генераторы позволяют создавать полнофункциональные системы тестирования.

Генератор цифровых последовательностей серии PG3L оптимизирован для условий, не требующих полной функциональности и/или большого числа каналов модели PG3A. При этом он может работать с теми же пробниками общего назначения<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> PG3L не поддерживает специализированный MIPI пробник P331.

## Технические характеристики

	Серия PG3A		Серия PG3L
	PG3AMOD	PG3ACAB	PG3LCAB
Максимальная скорость передачи данных	300 Мбит/с при тактовой частоте 300 МГц (с опцией DDR до 600 Мбит/с в половине каналов при тактовой частоте 300 МГц)		
Число каналов	64 (возможность объединения до 256 каналов)		32
Объем памяти	32*10 <sup>6</sup> векторов		
Фазовый сдвиг данных	+/- 200 пс (тип.)		
Модели данных	Плоская и блочная		
Регулировка задержки	17,25 нс шагами по 20 пс для каждой 8-битной группы <sup>2</sup>		7,25 нс шагами по 20 пс для каждой 8-битной группы
Выходные уровни напряжения	Зависят от пробника		
Исполнение	Сменный модуль для шасси Tektronix TLA7000 или TLA700	Прибор в корпусе, пригодный для использования с любым логическим анализатором	
Входы и выходы	4 выхода тактовой частоты и 4 выхода строба (на каждый пробник) 8-байтовый канал запрещения (два на каждый пробник) Вход/выход опорного сигнала 10 МГц 1 сигнал запуска 8 событий Вход внешней тактовой частоты (дифференциальный и несимметричный)		2 выхода тактовой частоты и 2 выхода строба (на каждый пробник) 8-байтовый канал запрещения (два на каждый пробник) 8 событий Вход внешней тактовой частоты (дифференциальный и несимметричный)
PGApp – приложение, совместимое с Microsoft® Windows XP/Vista	Интерактивный графический интерфейс генератора цифровых последовательностей Удобный ввод последовательностей с занесением нескольких комбинаций Импорт и экспорт данных в SynaptiCAD.VCD или формате обмена данными Tek TLA		

## Технические характеристики логических пробников

	P373	P370	P370LV	P370LV2
Приложение	Низковольтный дифференциальный сигнал	ТТЛ	КМОП	КМОП
Максимальная тактовая частота	300 МГц	150 МГц	200 МГц	200 МГц
Выходные напряжения				
Диапазон регулировки высокого уровня	Нет	от 4,50 до 5,50 В	от 1,65 до 3,60 В	от 0,80 до 2,50 В
Дифференциальный сигнал	400 мВ (тип.)	Нет		
Синфазный сигнал	1,25 В (тип.)	Нет		
Разъем пробника	AMP Mictor	Гнезда для контактов квадратного сечения (прилагается комплект гибких выводов)		
Оконечная нагрузка выхода	Дифференциальное терминирование 100 Ом	В цепи выходных сигналов всех пробников включены последовательные терминирующие резисторы 100 Ом		
Дополнительные возможности	Малогобаритные бесшумные поды с конвективным охлаждением Цветовая маркировка выходов пробника Пробники со встроенными разъемами обратной связи для работы с логическими анализаторами Tektronix			

## Генераторы цифровых последовательностей серии PG3A/L

### Технические характеристики прочих пробников

	<b>P375</b>	<b>P311</b>
Приложение	Универсальный – все типы логики	Аналоговый, 2 канала
Максимальная тактовая частота	300 МГц	300 МГц
Выходные напряжение		
Диапазон регулировки высокого уровня	от -2,000 до +6,500 В	Нет
Диапазон регулировки низкого уровня	от -2,000 до +6,500 В	Нет
Аналоговый диапазон	Нет	1,0 Впик-пик, однополярный или биполярный
Разъем пробника	AMP Micror и контакты квадратного сечения	SMA
Оконечная нагрузка выходов	Последовательно 50 Ом	Последовательно 50 Ом
Дополнительные возможности	Сдвиг битов с шагом 10 пс в общем диапазоне 2100 пс. Внешний источник питания, малозумное вентиляторное охлаждение.	4 выбираемых пользователем выходных фильтра нижних частот. Конвективное охлаждение. Может работать, как два 8-битных ЦАПа или, как один 14-битный ЦАП.

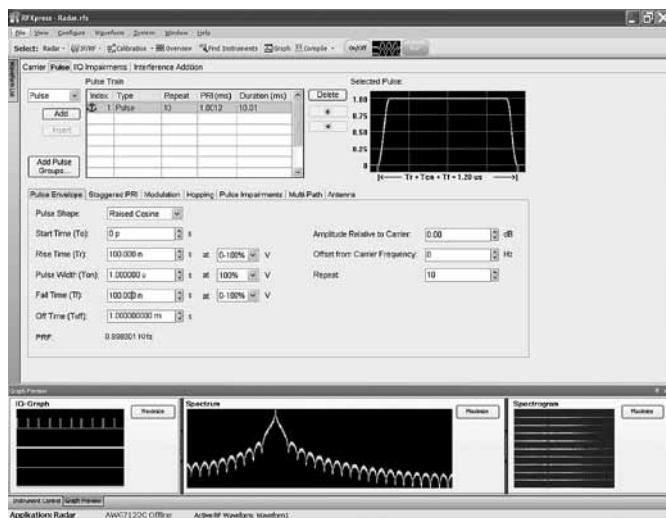
### Информация для заказа

<b>PG3AMOD</b>	Модуль генератора цифровых последовательностей для шасси Tektronix TLA7000 и TLA700
<b>PG3ACAB</b>	Генератор цифровых последовательностей в отдельном корпусе для применения в комплексе с логическими анализаторами и осциллографами
<b>PG3L</b>	Генератор цифровых последовательностей в отдельном корпусе для применения с другими логическими анализаторами и осциллографами
<b>-P3L300</b>	Пробник для опциональных входов (P300) для подачи внешней тактовой частоты и событий
<b>-P3LOC</b>	Опциональный 2-ой выходной кабель пробника
<b>P311</b>	2-канальный ЦАП (аналоговый выход) 8/12 битов
<b>P370</b>	16-канальный пробник ТТЛ (5,5 В) с максимальной скоростью передачи данных 150 МГц
<b>P370LV</b>	16-канальный пробник КМОП (3,6 В) с максимальной скоростью передачи данных 200 МГц
<b>P370LV2</b>	16-канальный пробник КМОП (2,5 В) с максимальной скоростью передачи данных 200 МГц
<b>P373</b>	16-канальный низковольтный дифференциальный пробник с максимальной скоростью передачи данных 300 МГц
<b>P375</b>	16-канальный пробник с регулируемыми логическими уровнями и сдвигом битов, максимальная скорость передачи данных 300 МГц
<b>P390</b>	Кабель Hydra для объединения модулей (только для PG3A)
<b>-P3R3</b>	Опциональное расширение гарантии до 3 лет
<b>-P3R5</b>	Опциональное расширение гарантии до 5 лет
<b>-P3DDR</b>	Опциональный выход DDR (600 Мбит/с на канал, 32 канала, тактовая частота 300 МГц) для PG3A
<b>-P3LDDR</b>	Опциональный выход DDR (600 Мбит/с на канал, 16 каналов, тактовая частота 300 МГц) для PG3L

Для приборов PG3ACAB и PG3L необходим кабель для питания от сети переменного тока. В заказе на PG3ACAB/PG3L должен быть указан соответствующий кабель питания для местной сети.

# RFXpress® – Программное обеспечение для создания и редактирования сигналов РЧ/ПЧ/ИЧ

## RFX100



### Возможности и преимущества

- Быстрое и простое создание ИЧ, ПЧ и РЧ сигналов с цифровой модуляцией
- Исключительная гибкость, позволяющая создавать специализированные сигналы, отвечающие нестандартным требованиям
- Формирование ИЧ, ПЧ и РЧ сигналов с различными видами модуляции
- Создание сигналов с одной или несколькими несущими с независимыми параметрами для каждой несущей
- Определение и создание последовательностей частотных скачков
- Внесение искажений, таких как квадратная ошибка, разбаланс ИЧ или нелинейные искажения
- Внесение линейных искажений, шума и эффектов многолучевого распространения
- Воспроизведение файлов модулирующих сигналов, импортированных из осциллографов (\*.wfm), анализаторов спектра реального времени (\*.iqt, \*.tiq) и ПО MATLAB® (\*1 (\*.mat) в виде ИЧ или ПЧ/РЧ
- Внесение помех и искажений в записанный сигнал и его последующее воспроизведение
- Измерение характеристик тестируемых устройств и эмуляция S-параметров радиочастотных компонентов
- Применение калибровки для получения плоской частотной и линейной фазовой характеристики генераторов сигналов серии AWG
- Поддержка программного интерфейса в надстройках общего назначения и надстройках для работы с сигналами РЛС упрощает интеграцию RFXpress в системы автоматизированного тестирования

### Радиолокационные сигналы

- Создание одной или нескольких групп импульсов для формирования когерентных или некогерентных последовательностей
- Независимое определение каждой группы импульсов или добавление разных групп импульсов для имитации одновременного возврата сигнала от нескольких целей
- Определение внутриимпульсных и межимпульсных скачков как по частоте, так и по амплитуде
- Определение всех параметров импульса, включая момент начала, длительность переднего фронта, момент окончания, длительность заднего фронта, длительность импульса, наклон, выброс и пульсации
- Определение нестабильного периода следования импульсов с наклоном, создание определяемых пользователем профилей и добавление до 10 разных путей многолучевого распространения
- Создание определяемых пользователем последовательностей импульсов и использование режима генерации сигналов произвольной формы для оптимизации памяти и для создания большого числа импульсов<sup>13</sup>
- Поддержка различных типов внутриимпульсной модуляции, включая импульсы с линейной частотной модуляцией, шаговую ЧМ, коды Баркера, полифазные коды, определяемую пользователем шаговую ЧМ и специальную модуляцию
- Определение профиля диаграммы направленности антенны и имитация сигналов, отраженных от цели

### Сигналы OFDM общего назначения

- Настройка всех компонентов сигнала OFDM. Построение собственного фрейма OFDM от базовых данных до пакетов и фреймов
- Поддержка кода Рида-Соломона, сверточного кодирования и шифрования
- Внесение искажений, таких как фазовый шум, многолучевое распространение и квантование
- Определение частотных скачков и стробируемого шума
- Поддержка разных видов модуляции поднесущей, включая BPSK, QPSK, QAM (16, 32, 64, 256) и 8-PSK
- Поддержка подавления и отсеки тонального сигнала
- Готовые наборы настроек для стандартов WiFi и WiMAX

### Генерация сигналов рабочей среды

- Определение до 25 сигналов, которые добавляются в вашу рабочую среду
- Поддержка WiMAX, WiFi, GSM, GSM-EDGE, EGPRS 2A, EGPRS2B, CDMA, W-CDMA, DVB-T, шума и немодулированного излучения РЛС
- Гладкий импорт в рабочую среду сигналов из других модулей RFXpress (включая РЛС, сигналы общего назначения и т.п.), Matlab®\*1, анализаторов спектра и осциллографов Tektronix
- Настройка параметров физического уровня для сигналов конкретных стандартов
- Возможность управления частотой несущей, мощностью, временем начала и длительностью всех сигналов рабочей среды

### UWB-WiMedia

- Непосредственная генерация РЧ сигналов во всех группах диапазонов WiMedia (от BG1 до BG6), включая скачки между диапазонами<sup>2</sup>
- Всесторонняя поддержка генерации сигналов WiMedia на MAC и на физическом уровне
- Функция стробирования шума, которую можно использовать для создания шумовых профилей, индивидуально определенных для каждой секции сверхширокополосных пакетов (преамбула, заголовок PPDU и PSDU)
- Подавление тонального сигнала с промежуточными значениями амплитуды (от +20 до -40 дБ) и фазы (от -180° до +180°) в соответствии с распределением несущих OFDM
- Возможность добавления к сигналам WiMedia «реальных помех», таких как WiFi (802.11a и MIMO), WiMAX, РЛС и захваченных сигналов помех
- Определение собственных комбинаций TFC в специальном режиме

### Применение

- Проектирование и отладка широкополосных приемников
- Генерация сигналов общего назначения типа ИЧ, ПЧ, РЧ
- Измерение параметров платформ сверхширокополосной радиосвязи WiMedia MB-OFDM для таких приложений, как Wireless USB (WUSB), FireWire, Bluetooth и т. п.
- Проектирование и отладка радиолокационных приемников и систем
- Испытания помехоустойчивости РЛС и создание сигналов реальной рабочей среды

\*1 MATLAB® является зарегистрированным товарным знаком компании Math Works.

\*2 Для использования Tektronix AWG7122 с опцией 06 в диапазоне BG5 необходима калибровка.

\*3 При использовании генераторов Tektronix серии AWG7000 или AWG5000 с опцией 08.



## Генерация PЧ сигналов – проще простого

Сложность радиочастотных сигналов постоянно растет, что неизбежно затрудняет точное создание сигналов, необходимых для тестирования совместимости и предельных параметров разрабатываемых систем. Для того чтобы помочь в решении этой проблемы, ПО RFXpress компании Tektronix предлагает расширенный набор средств создания и редактирования PЧ, ПЧ и ИЧ сигналов. RFXpress – это программный пакет, предназначенный для цифрового синтеза модулирующих, ПЧ и PЧ сигналов, который реализует новый подход к генерации за счет полного использования возможностей генераторов сигналов произвольной формы компании Tektronix серии AWG. С помощью базового пакета RFXpress можно легко создавать сигналы с **цифровой модуляцией**. Поддерживая широкий диапазон видов модуляции, ПО позволяет генерировать стандартные сигналы или создавать собственные сигналы со специальными видами модуляции и критериями скачкообразной перестройки частоты. В автоматическом режиме (“Auto Mode”) программа может рассчитывать длину сигнала (в выборках или символах) и частоту дискретизации, необходимые для точного создания нужной формы на выходе генератора.

**RFXpress** также обладает функцией калибровки, которая может вносить в сигнал предварительные искажения, чтобы получить плоскую частотную и линейную фазовую характеристику на выходе AWG. RFXpress позволяет легко воспроизводить сигналы, захваченные осциллографами Tektronix (в формате \*.wfm) и ИЧ сигналы из анализаторов спектра реального времени (в формате \*.iqt, \*.tiq). Затем, для всестороннего тестирования, к сигналу можно добавить искажения или помехи.

Чрезвычайную гибкость при создании **импульсных радиолокационных сигналов** обеспечивает специальный программный модуль для RFXpress. Он позволяет создавать специальные наборы радиолокационных импульсов, начиная с простых последовательностей и заканчивая группами импульсов. Он поддерживает множество видов модуляции, включая ЛЧМ, ЛЧМ с линейным возрастанием и убыванием, коды Баркера, Франка и полифазные коды, включая P1/P2/P3/P4, шаговую ЧМ, нелинейную ЧМ, определяемую пользователем шаговую ЧМ/АМ и специальную модуляцию. Кроме того, он позволяет генерировать последовательности импульсов с нестабильным периодом следования для разрешения неоднозначности диапазона и доплеровского смещения, частотные скачки для систем электронного противодействия (ЕССМ) и импульсы с изменяющейся амплитудой для имитации целей Сверлинга.

**Создание сигналов рабочей среды** – программный модуль, позволяющий имитировать взаимодействие между сигналами PЛС и сигналами других коммуникационных стандартов для тестирования приемников PЛС в реальных, максимально неблагоприятных условиях. Пользователи могут настраивать разные параметры этих мешающих сигналов, включая уровни мощности, время начала сигнала и длительность. Функция просмотра времени и частоты позволяет настраивать упомянутые параметры и быстро создавать сценарии максимально неблагоприятных условий. Стандарты, поддерживаемые модулем рабочей среды, включают WiMAX, WiFi, GSM, GSM-EDGE, EGPRS 2A, EGPRS2B, CDMA, W-CDMA, DVB-T и немодулированное излучение PЛС. Кроме того, модуль позволяет гладко интегрировать сигналы, созданные с помощью других модулей RFXpress, таких как модуль генерации сигналов общего назначения, PЛС, OFDM и WiMedia.

Программный модуль для создания сигналов **OFDM общего назначения**, подключаемый к RFXpress, предоставляет пользователю возможность конфигурировать все параметры OFDM. Посимвольное построение сигнала позволяет создать полный кадр OFDM. RFXpress поддерживает различные виды кодирования данных, например, код Рида-Соломона, свертку, скремблирование. Для каждой поднесущей символа можно независимо задать тип, модуляцию и основные данные. Затем можно сделать дополнение нулями или поставить циклический префикс. Символы можно корректировать по признаку коэффициента ограничения или «Tone Nulling» (обнуление информации в поврежденных поднесущих). В таблице символов представлена сводка всех несущих выбранного символа. Пакеты/кадры OFDM можно формировать, указывая интервал между символами/кадрами. Имеется возможность добавления стробированного шума в часть пакетов OFDM.

**SPARA** – программный модуль для RFXpress, который обеспечивает эмуляцию PЧ компонентов из файлов формата touchstone, позволяет каскадировать несколько различных файлов этого формата для эмуляции PЧ цепей или систем в целом. Влияние PЧ компонентов также может быть исключено из анализа путем включения опции инверсии. Данная опция добавляет возможность характеристики двухпортовых устройств (DUT). Специальный мастер поможет Вам шаг за шагом провести настройку программы для быстрого получения параметров S21 (вносимые потери) устройства в текстовом формате для последующего анализа.

**UWB-WiMedia (UWBСF/UWBСT)** – это программный модуль для ПО RFXpress, который позволяет в цифровом виде синтезировать и генерировать сигналы со сверхширокополосным спектром (UWB). Согласно последним спецификациям WiMedia, этот программный модуль может воспроизводить сигналы, необходимые для выполнения скачков в реальном времени с полосой модуляции свыше 1,5 ГГц. Модуль UWBСF/UWBСT позволяет полностью контролировать характеристики сигнала WiMedia, включая синхронизирующие последовательности преамбулы, покрывающие последовательности и TFC во всех группах диапазонов. Возможна генерация всех шести групп диапазонов (BG1 – BG6) в виде ИЧ, ПЧ или в виде прямой генерации PЧ сигналов, что дает три разных возможности создания сигналов или преобразования их частоты. Программа работает в двух режимах. В режиме совместимости (UWBСF) можно генерировать стандартные сигналы, соответствующие последней версии спецификаций WiMedia. В специальном режиме (UWBСT) можно изменять любую часть заголовка или полезных данных сигнала для проверки устройств в максимально сложных условиях и тестирования допусков на разброс параметров.

**RFXpress** может работать на внешнем компьютере или в составе генераторов сигналов произвольной формы Tektronix серий AWG7000 и AWG5000.

## Технические характеристики\*<sup>4</sup>

\*<sup>4</sup> Если не оговорено иное, все упомянутые в техническом описании диапазоны относятся к AWG7122 с опцией 06.

Программное обеспечение для создания сигналов с цифровой модуляцией  
Совместимость форматов файлов для импорта и воспроизведения сигналов

Наименование	Описание
Осциллографы	Tektronix TDS6000, DSA70000, DPO70000 и DPO7000 (*.wfm)
Генераторы сигналов произвольной формы	Tektronix AWG400, AWG500, AWG600 и AWG700 (*.wfm)
Анализаторы спектра реального времени	Tektronix RSA3000, RSA5000 и RSA6000 (*.iqt, *.tiq)
Прочее	MATLAB <sup>®1</sup> , двоичные форматы MATLAB (*.mat), ADS <sup>5</sup> (*.txt), VSA <sup>5</sup> (*.csv).

<sup>1</sup> MATLAB является зарегистрированным товарным знаком компании Math Works.

<sup>5</sup> PSG<sup>®</sup> ADS<sup>®</sup>, VSA<sup>®</sup> является зарегистрированным товарным знаком компании Agilent Technologies.

Управление приборами

Наименование	Описание
<b>Генераторы сигналов произвольной формы Tektronix</b>	RFXpress работает на внешнем ПК или входит в состав генераторов серии AWG7000/AWG7000C и AWG5000/AWG5000C. В составе генераторов может использоваться для непосредственной передачи и управления сигналами.
<b>Контролируемые параметры</b>	
Аналоговые сигналы	Частота дискретизации, чередование и установка нуля вкл/выкл., амплитуда, смещение, старт, стоп и вкл/выкл. выхода канала, режим исполнения последовательности (только для надстроек РЛС).
Цифровые маркеры	Высокая амплитуда, низкая амплитуда и задержка
<b>Осциллографы Tektronix</b>	Дистанционное управление параметрами осциллографов Tektronix из RFXpress
<b>Контролируемые параметры</b>	
Общие настройки	Старт, стоп, однократный запуск и автонастройка
Система вертикального отклонения	Канал, масштаб
Система горизонтального отклонения	Масштаб, длина записи, частота дискретизации
<b>Анализаторы спектра реального времени Tektronix</b>	Дистанционное управление анализаторами спектра при помощи RFXpress
<b>Контролируемые параметры</b>	
Установки	Несущая, начальная и конечная частота, полоса обзора, шаг, макс. количество точек для записи спектрограмм
Захват	Полоса, количество точек и длина записи
Анализ	Смещение, длина, начало отсчета по времени, опорные уровни амплитуды
<b>ИЧ модуляторы</b>	Дистанционное управление параметрами модуляторов PSG <sup>®5</sup> -E8267D из RFXpress
<b>Контролируемые параметры</b>	
Подавление утечки несущей	Частота, отстройка частоты, амплитуда, смещение амплитуды, РЧ выход вкл/выкл., выход модуляции вкл/выкл., тип источника, частотный режим, АРУ вкл/выкл., режим АРУ, полоса АРУ, уровни АРУ, удержание аттенюатора вкл/выкл., мощность АРУ, ослабление
Подавление утечки несущей	Состояние IQ, настройка IQ, смещение I и смещение Q

<sup>5</sup> PSG<sup>®</sup> ADS<sup>®</sup>, VSA<sup>®</sup> является зарегистрированным товарным знаком компании Agilent Technologies.

ПО RFXpress общего назначения. Создание сигналов ИЧ, ПЧ и РЧ

Параметр	Описание
Определение несущей	одна несущая, несколько несущих (от 1 до 1024)
Амплитуда	ПЧ/РЧ: от –100 дБм до +30 дБм; ИЧ: от 0 до 5 В <sub>ср.кв</sub>
Базовые данные	все 0 (нули), все 1 (единицы), псевдослучайная двоичная последовательность (7, 9, 15, 16, 20, 21, 23, определяемая пользователем), шаблон и импорт из файла
Виды модуляции	без модуляции, QPSK, BPSK, $\pi/4$ -QPSK, $\pi/2$ -QPSK, $\pi/2$ -BPSK, n-DPSK, $\pi/2$ -QAM16, CPM, SBPSK, SQPSK, OOK 0-QPSK, 8PSK, 0-8PSK, SDPSK, QAM16, QAM32, QAM64, QAM128, QAM256, QAM512, QAM1024, GMSK, 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK, 32-FSK, CPM, SBPSK, SQPSK, ASK, AM, ЧМ, ФМ, Файл1 (выборки I и Q), Файл2 (символы I и Q), Файл3 (карты символов)
<b>Карта символов</b>	
Общее число символов	от 2 до 512
Режимы модуляции	нормальный, дифференциальный (постоянный), дифференциальный (переменный)
Угол поворота	от –180° до +180°
Модуляция смещения	вкл/выкл
Предопределенные карты	нет, BPSK, QPSK, QAM16, QAM32, QAM64, QAM128, QAM256
Фильтр	нет, приподнятый косинус, прямоугольный, треугольный, корень квадратный из приподнятого косинуса, гауссовский (дельта-функция), гауссовский (прямоугольный), EDGE, полусинусоидальный, определяемый пользователем (из файла)
Окно	нет, треугольное, Хемминга, Кайзера, Хемминга, Чебышева, с пульсациями, Блэкмана, Блэкмана-Харриса, сужающийся косинус, точное Блэкмана и с плоской вершиной
<b>Параметры окна</b>	
Параметр Кайзера	от 1 до 10
Неравномерность Чебышева	от 10 дБ до 80 дБ
Кодирование	Грея, дифференциальное, дифференциальное Грея, NADC, TSTS, дифференциальное MSAT
<b>Скачки</b>	
Схема	Псевдослучайная (диапазон, список, исключения)
Диапазон скачков	от 100 Гц до 12 ГГц
Шаг сетки каналов	от 100 Гц до полосы пропускания
Псевдослучайная двоичная последовательность	7, 9, 15, 16, 20, 21, 23, задается пользователем
Размерность скачка	символов на скачок или скачков в секунду
Схема	Специальная
Параметры скачков	скачок, начальный символ, конечный символ, отстройка частоты (+/- МГц), относительная амплитуда (+/- дБ)
<b>Нарастание мощности</b>	
Тип нарастания	нет, линейное, косинусоидальное
Время нарастания	от 0 до 1 секунды
Уровень мощности символов	от –60 до +20 дБ
<b>Искажения ИЧ</b>	
Утечка несущей	I: от –50 до +50%; Q: от –50 до +50%
Квадратурная ошибка	от –30° до +30°
Разбаланс ИЧ	от 30 до +30%
Преобразование AM/AM	k2: от –3 до +3 дБ, k3: от –3 до +3 дБ
Преобразование AM/ФМ	k2: от –30° до +30°, k3: от –30° до +30°

Параметр	Описание
Аппаратный сдвиг фаз	от –100 до +100 пс (AWG7000C), от –5 до +5 нс (AWG5000C)
Обмен ИЧ	вкл/выкл
Инверсия I	вкл/выкл
Инверсия Q	вкл/выкл
<b>Внесение искажений</b>	
Искажения усилителя	усилитель – нелинейный, с мягким ограничением, с жестким ограничением
Преобразование AM/AM	k3: от –3 до +3 дБ, k5: от –3 до +3 дБ
Преобразование AM/ФМ	k3: от –30° до +30°, k5: от –30° до +30°
<b>Добавление помех</b>	
Отстройка частоты	от –12 до +12 ГГц (AWG7000C с опцией 02/06) от –6 до +6 ГГц (AWG7000C в стандартной комплектации) от –600 до +600 МГц (AWG5000C)
<b>Синусоидальная помеха</b>	
С/И	от –40 до +40 дБ
Отстройка частоты	от –6 до +6 ГГц (AWG7000C с опцией 02/06), от –3 до +3 ГГц (AWG7000C в стандартной комплектации), от –185 до +185 МГц (AWG5000C)
Добавление сигнала	программное, аппаратное ИЧ и РЧ/ПЧ
<b>Добавление шума</b>	
С/Ш	от –40 до +40 дБ
Еб/Но	от –40 до +40 дБ
Полоса пропускания	от 1 Гц до 12 ГГц
<b>Многолучевое распространение</b>	
Число маршрутов	от 0 до 10
Задержка	от –80 до +80 символов
Амплитуда	от –60 до 0 дБ
Фаза	от –180° до +180°
<b>Модуляция поднесущей</b>	
Тип модуляции	AM, ЧМ, ФМ
Частота несущей	от 1 Гц до 12 ГГц
Показатель модуляции AM	от 0 до 200%
Диаграммы	Зависимость синфазной i(t) и квадратурной q(t) составляющей от времени Глазковая диаграмма I Глазковая диаграмма Q Констелляционная диаграмма (зависимость вектора q(t) от i(t)) Спектр сигналов РЧ/ПЧ и I/Q (зависимость амплитудного спектра сигнала I/Q от частоты) Форма импульса Комплементарная интегральная функция распределения Спектрограмма График коррекции фазы и амплитуды после калибровки График CPI (только для надстройки РЛС)
Калибровка <sup>6</sup>	Калибровка сигнала или калибровка изображения
Усреднение	от 1 до 100
Начальная частота	от 10 МГц до 0,49 верх. границы диапазона
Конечная частота	от 10 МГц до 0,49 верх. границы диапазона
Разрешение по частоте	от 1 до 10 МГц с шагом 1 МГц
Поддерживаемые приборы	Осциллографы серии Tektronix TDS6000, MSO70000, DSA70000, DPO70000, DPO7000 и анализаторы спектра реального времени серии RSA6000, RSA5000

<sup>6</sup> Калибровка и измерение характеристик исследуемых устройств поддерживается только генераторами серии AWG7000

Настройка RFXpress для создания радиолокационных сигналов

Параметр	Описание
Число импульсов	максимум 4096
Группы	одновременная эмуляция отражения от нескольких целей путем использования опции «Добавление группы импульсов»
Форма импульса	трапеция, приподнятый косинус, экспонента, прямоугольник, пила и специальная
Параметры импульса	момент появления (To), длительность переднего фронта (Tg), длительность импульса (Ton), длительность заднего фронта (Tf), момент окончания (Toff)
Амплитуда по отношению к несущей	от -80 до 0 дБ
Отстройка от несущей	от -12 до +12 ГГц (AWG7000C с опцией 02/06) от -6 до +6 ГГц (AWG7000C в стандартной комплектации) от -600 до +600 МГц (AWG5000C)
<b>Нестабильный период следования импульсов</b>	
Уход	от -180° до +180°
Определяемый пользователем	
<b>Модуляция</b>	
Линейная частотная модуляция (ЛЧМ)	
Диапазон свипирования	от 0 до 12 ГГц
Свипирование по частоте	с увеличением частоты, с уменьшением частоты
Импульсы с двухфазным Баркер – кодированием	2, 3, 4, 5, 7, 11, 13
<b>Полифазные коды</b>	
Число шагов	200
Начальное смещение	от -180° до +180°
Смещение фазы	от -180° до +180°
<b>Регулируемый шаг ФМ/АМ</b>	
BPSK	от 1 до 200 симв. на импульс
QPSK	от 1 до 200 симв. на импульс
Полифазные коды P1, P2, P3, P4	от 1 до 10 разрядов
Код Франка	от 1 до 10 разрядов
ЛЧМ с линейным возрастанием и убыванием	от 1 до 12 с опцией инвертирования
<b>Шаговая частотная модуляция</b>	
Число шагов	200
Начальный шаг	от -12 ГГц до +12 ГГц
Величина шага	от -12 ГГц до +12 ГГц
Нелинейная ЧМ	
Определяемая пользователем шаговая ЧМ	
Специальная модуляция	
Скачки от импульса к импульсу	отстройка частоты (±МГц), относительная амплитуда (±дБ)
<b>Искажение импульсов</b>	
Джиттер фронтов	гауссовский, однородный
Джиттер длительности	гауссовский, однородный
<b>Отклонение амплитуды</b>	
Спад	от -50 до 0%
Выброс	от 0 до 50%
Пульсации	от 0 до 50%
Пульсации по частоте	от 1 Гц до 12 ГГц
<b>Многолучевое распространение</b>	
Число маршрутов	от 0 до 10
Задержка	от 0 до PRI (мкс)
Амплитуда	от -60 до 0 дБ
Фаза	от -180° до +180°

Параметр	Описание
<b>Антенна</b>	
Тип пучка	Гауссовый, определяемый пользователем
Ширина пучка	от 0° до +180°
Углы установки по радиальной оси	от 0° до +180°
Скорость сканирования	от 0° до +180° в секунду
<b>Радиолокационные помехи</b>	
Отношение сигнал/помеха	от -60 до +60 дБ
Продолжительность от момента появления	от 0 с до периода следования импульсов
Статистический профиль	профиль Рэлея
Спектральная плотность мощности	Нет, кривая Гаусса
Отстройка частоты помехи	от -12 ГГц до +12 ГГц (AWG7000 с опцией 02/06) от -6 ГГц до +6 ГГц (AWG7000 в базовой конфигурации) от -600 МГц до +600 МГц (AWG5000)
<b>Искажения IQ</b>	
Утечка несущей	I: от -50 до +50%; Q: от -50 до +50%
Квадратурная ошибка	от -30° до +30°
Разбаланс IQ	от 30 до +30%
Аппаратный сдвиг фаз	от -100 до +100 пс (AWG7000C), от -5 до +5 нс (AWG5000C)
Обмен IQ	вкл/выкл.
Добавление сигнала	программное, аппаратное IQ и РЧ/ПЧ
<b>Шум</b>	
Отношение сигнал/шум	от -60 до +60 дБ
Полоса пропускания	от 0,01 до 0,50 верх. границы диапазона

Настройка RFXpress для работы с S-параметрами и характеристики исследуемых устройств

Параметр	Описание
<b>S-параметр</b>	
Режим	обычный, каскадирование (до шести звеньев)
Полосовой фильтр	Авто, полная полоса, определяемые пользователем (в полосе от 1 Гц до 12 ГГц)
Формат файлов	.s1p, .s2p, .s4p (дифференциальный и несимметричный), *.txt, создаваемый при характеристике испытываемых устройств
Инверсия	Вкл/Выкл
<b>Характеризация устройств<sup>6</sup></b>	
Частота	начальная, конечная и разрешающая способность
Число итераций	от 1 до 5
Смеситель	Вкл/Выкл – НЧ, LSB, USB
Графики	Амплитуда, фаза
Формат выходных файлов	*.txt (содержат параметры характеристики S21)

<sup>6</sup> Калибровка и измерение характеристик исследуемых устройств поддерживается только генераторами серии AWG7000

Модули RFExpress для генерации сигналов рабочей среды

Параметр	Описание
Пиковая амплитуда несущей	от -2 до +3,9 дБм
Поддерживаемые стандарты	WiFi (a/b/g), WiMAX, GSM, CDMA, W-CDMA, DVB-T
Общие параметры	Частота несущей, мощность в дБ, время начала и длительность сигнала, опции для периодического расширения
Параметры настройки отдельных стандартов	
<b>WiFi (802.11a)</b>	
Скорость передачи данных	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с
Длина данных	40, 1024 байтов
Время выключения	от 1 мкс до 1 с
<b>WiFi (802.11b)</b>	
Скорость передачи данных	1 Мбит/с – Barker DPSK, 2 Мбит/с – Barker DQPSK, 5,5 Мбит/с – CCK DQPSK, 11 Мбит/с – CCK DQPSK, 5,5 Мбит/с – PBCC BPSK, 11 Мбит/с – PBCC QPSK
Длина данных	40, 1024 байтов
Время выключения	от 1 мкс до 1 с
<b>WiFi (802.11g)</b>	
Скорость передачи данных	1 Мбит/с – Barker DPSK, 2 Мбит/с – Barker DQPSK, 5,5 Мбит/с – CCK DQPSK, 11 Мбит/с – CCK DQPSK, 5,5 Мбит/с – PBCC BPSK, 11 Мбит/с – PBCC QPSK, 22 Мбит/с – PBCC 8PSK, 6 Мбит/с – OFDM, 9 Мбит/с – OFDM, 12 Мбит/с – OFDM, 18 Мбит/с – OFDM, 24 Мбит/с – OFDM, 36 Мбит/с – OFDM, 48 Мбит/с – OFDM, 54 Мбит/с – OFDM
Длина данных	40, 1024 байтов
Время выключения	от 1 мкс до 1 с
<b>WiMAX (802.16e) только в нисходящем канале</b>	
Полоса	1,25, 2,5, 5, 7, 10, 15, 20, 28 МГц
Модуляция	BPSK, QPSK, QAM16, QAM64
Полезная информация	4, 10, 40
Время выключения	от 1 мкс до 1 с
Защитный интервал	1/4
<b>GSM</b>	

Параметр	Описание
Частотный диапазон	900, 1800, 1900 МГц
Передача	Базовая станция, мобильное устройство
Радиоформат	GSM, EDGE, EGPRS2A, EGPRS2B
Тип временного слота пакетной передачи	Обычный, с коррекцией частоты, синхронизированный, доступ, заглушка
<b>CDMA</b>	
Соединение	Прямое, обратное
Число каналов	9, 12, 15
Радиоконфигурация	RC1, RC2, RC3, RC4, RC5
Скорость передачи данных	1200, 1500, 1800, 2400, 2700, 3600, 4800, 7200, 9600, 14400 бит/с
<b>W-CDMA</b>	
Соединение	Вверх, вниз
Режим нисходящего соединения	DPCH, испытательный режим от 1 до 6
Число каналов DPCH	от 1 до 6
Скорость передачи данных	15, 30, 60, 120, 240, 480, 960 кбит/с
<b>DVB-T</b>	
Передача	Иерархическая, не иерархическая
Альфа	1
Режим	2К, 8К
Полоса	5, 6, 7, 8 МГц
Модуляция	QPSK, 16QAM, 64QAM
Чередование	Собственное, глубокое
<b>Шум</b>	
Полоса	Белый шум, шум с ограниченной полосой
Длительность	от 0 до 1 с

## Надстройка RFXpress для создания сигналов OFDM

Параметр	Описание
Амплитуда несущей	от -2 до 3,9 дБм
Базовые данные	максимум до 8 все 0 (нули), все 1 (единицы), псевдослучайная двоичная последовательность (7, 9, 15, 16, 20, 21, 23, определяемая пользователем), шаблон и ввод из файла
Кодирование данных	Рид-Соломон, шифрование и свертка
<b>Символы</b>	
Интервал между несущими	от 1 Гц до 12 ГГц
Число поднесущих	от 2 до 65 536
Тип поднесущей	данные, пилот, ноль и защитная поднесущая
Модуляция поднесущей	BPSK, QPSK, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 8-PSK
Заполнение нулями / циклический префикс	от 0 нс до 1 с или от 0% до 100%
Смещение частоты	от -12 ГГц до +12 ГГц (AWG7000C опция 02/06) от -6 ГГц до +6 ГГц (AWG7000C стандартная опция) от -600 МГц до +600 МГц (AWG5000C)
<b>Пакеты</b>	
Ввод преамбулы/постамбулы из файла	
Интервал между символами	от 0 пс до 1 с
Перекрытие символов	от 0% до 50%
Окно перекрытия	нет, трапецевидное, Ганна, Хэмминга, Блекмана
<b>Частотные скачки</b>	
Параметры скачков	скачок, начальный символ, конечный символ, смещение частоты ( $\pm$ МГц), относительная амплитуда ( $\pm$ дБ)
Стробируемый шум	
Отношение С/Ш для символа	от -60 дБ до +60 дБ
<b>Фреймы</b>	
Интервал между пакетами	от 42 пс до 1 с
<b>Многочувствительное распространение</b>	
Число маршрутов	от 0 до 10
Задержка	от 84 до 1 фрейма (в мкс)
Амплитуда	от -60 до 0 дБ
Фаза	от -180° до +180°
<b>Фазовый шум</b>	
Модель времени	
Профиль	1/f0, 1/f1, 1/f2, 1/f4
Полоса ГУН	от 1 Гц до 6 ГГц
Фазовый шум (ср.кв.)	от 0,01° до 180°
Модель частотного профиля	
Смещение частоты	от 1 Гц до 6 ГГц (за 5 шагов)
dBc/Гц	от -40 до -180
<b>Внесение искажений</b>	
Квантование	от 1 до 10 битов
Готовые наборы настроек	WiFi (802.11a 36 Мбит/с), WiMAX (802.16-2004 нисходящий канал, 5 МГц, 10 МГц и 20 МГц)

## Надстройка RFXpress для создания сигналов UWB WiMedia

Параметр	Описание
Надстройка RFXpress для UWB-WiMedia IQ, ПЧ и РЧ	Создание стандартных сигналов (UWBСF). Создание специальных сигналов (UWBСT)
Настройка	Кроме настроек, определяемых пользователем через функцию "My setup" (моя настройка), прилагаются три образцовые настройки: Образцовый пакет WiMedia Spec Пакеты 53,3, 80 и 106,7 Мбит/с Пакеты 480 Мбит/с в пакетном режиме
Привязка маркеров	к каждому диапазону можно привязать два маркера с задержкой в диапазоне от -312,5 до +312,5 нс
Число групп пакетов	от 1 до 100
Число пакетов в группе	от 1 до 30
Повторение группы пакетов	от 1 до 100 раз
Задержка начала группы	от 0 до 200 символов
Задержка конца группы	от 0 до 200 символов
<b>Промежутки между пакетами</b>	
Стандартный режим	от 6 до 200 символов (может определяться в pSIFS и rMIFS)
Источник данных	Образцовый пакет WiMedia Spec Все 0 (нули), все 1 (единицы) Псевдослучайная двоичная последовательность 7, 9, 15, 16, 20, 21 и 23 Определяется пользователем (входной файл)
Подавление тонального сигнала	от -40 до +20 дБ
Заголовок MAC	Данные 10-байтного заголовка MAC можно выбрать согласно спецификации WiMedia Spec Все 0 (нули), все 1 (единицы) Псевдослучайная двоичная последовательность 7, 9, 15, 16, 20, 21 и 23 Определяется пользователем: пользователь может указать заголовок MAC и входной файл
Режим пакета	стандартный, пакетный
Тип преамбулы	стандартная или пакетная для скоростей передачи более 200 Мбит/с
<b>Размер пакета</b>	
Стандартный режим	от 0 до 4095
Пакетный режим	от 1 до 4095
Группа диапазонов	от BandGroup1 до BandGroup 6
Код TF	от TFC1 до TFC10
Центральная частота группы диапазонов	может определяться пользователем
Калибровка	РЧ и ПЧ
<b>Искажения IQ</b>	
Утечка несущей	I: от -50 до +50%; Q: от -50 до +50%
Квадратурная ошибка	от -30° до +30°
Разбаланс IQ	от 30 до +30%
Преобразование AM/AM	k2: от -3 до +3 дБ, k3: от -3 до +3 дБ
Преобразование AM/ФМ	k2: от -30° до +30°, k3: от -30° до +30°
Аппаратный сдвиг фаз	от -100 до +100 пс (AWG7000C), от -5 до +5 нс (AWG5000C)
<b>Внесение искажений</b>	
Искажения усилителя	усилитель – нелинейный, с мягким ограничением, с жестким ограничением
Преобразование AM/AM	k3: от -3 до +3 дБ, k5: от -3 до +3 дБ
Преобразование AM/ФМ	k3: от -30° до +30°, k5: от -30° до +30°

Параметр	Описание
<b>Добавление помех</b>	
Частота смещения	от –12 до +12 ГГц (AWG7000C с опцией 02/06) от –6 до +6 ГГц (AWG7000C в стандартной комплектации) от –600 до +600 МГц (AWG5000C)
Синусоидальная помеха	C/I: от –60 до +60 дБ
Реальные помехи	WiMax, WiFi (MIMO), WiFi (802.11a), РЛС, сигнал помехи IQ в виде входного файла
Частота	от 1 Гц до 12 ГГц
Амплитуда	от –60 до +60 дБ
Добавление сигнала программное, аппаратное IQ и РЧ/ПЧ	
<b>Стробируемый шум</b>	
Пакеты	С/Ш преамбулы, С/Ш заголовка PLCP, С/Ш полезных данных: от –40 до +20 дБ
С/Ш символов	от –40 до +20 дБ
<b>Многочувствительное распространение</b>	
Число маршрутов	от 0 до 10
Задержка	от –2 до +2 символов
Амплитуда	от –60 до 0 дБ
Фаза	от –180° до +180°
<b>Режим совместимости</b>	
Скорость передачи	53,3, 80, 106,7, 160, 200, 320, 400 и 480 Мбит/с
<b>Специальный режим</b>	
Код TF	от TFC1 до TFC10 и определяемый пользователем. Пользователь может определять собственную последовательность скачков и число кодов TFC от 1 до 15. Можно использовать эту опцию для генерации сигналов для выбранного TF кода без скачков. Тем не менее, маркеры продолжают прыгать согласно шаблону TFC.
Определенные пользователем компоненты структуры PPDU	Базовая последовательность преамбулы во временной области, покрывающая последовательность, резервные биты, концевые биты, HCS, оценка канала, полезные данные фрейма, последовательность, длина, инициализация скремблера, шаблон скачков, биты четности Рида-Соломона и FCS могут вычисляться/браться из стандарта или определяться пользователем. Имеется возможность отключения заголовка PLCP и PSDU.

### Системные требования

Для установки автономной версии ПО требуется следующая конфигурация компьютера.

**Примечание.** Приведенные здесь аппаратные требования являются минимальными. Установка более мощного процессора и дополнительной памяти повышает производительность ПО.

- ПК с подлинным процессором класса Intel Pentium >1,2 ГГц
- Материнская плата с чипсетом Intel или полностью совместимым чипсетом
- Операционная система Windows XP, Windows Vista Business Edition (английский язык) или Windows7
- ОЗУ 512 мегабайт
- Свободное место на жестком диске 2 Гб для установки ПО и документации
- Дисплей XVGА 1024x768 с размером шрифта 120 dpi
- Привод CD-ROM или DVD
- Клавиатура и мышь Microsoft или совместимый манипулятор

### Информация для заказа

#### RFX100

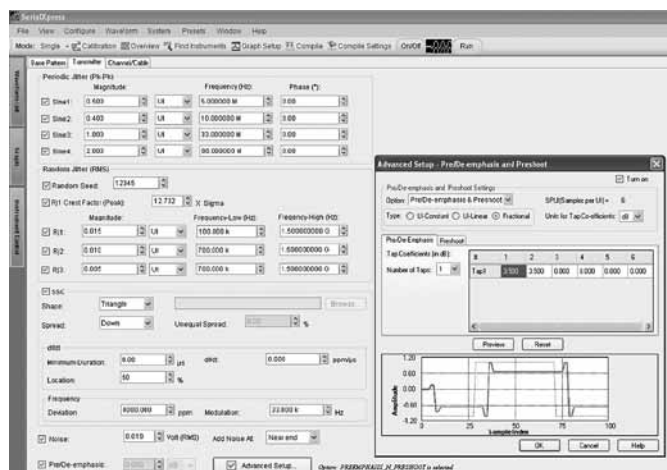
RFX100 можно заказать следующим образом:

#### RFXpress

Продукт	Опция	Описание
RFX100		Базовое ПО: RFXpress общего назначения для создания сигналов РЧ, ПЧ и ИЧ
Настройка RFXpress для:		
	UWBCF	Создание стандартных сигналов UWB-WiMedia IQ, ПЧ и РЧ (необходимо RFX100)
	UWBCT	Создание специальных и стандартных сигналов UWB-WiMedia IQ, ПЧ и РЧ (необходимо RFX100, включает опцию UWBCF)
	RDR	Создание радиолокационных сигналов (необходимо RFX100)
	SPARA	Эмуляция S-параметров и характеристика испытываемых устройств (необходимо RFX100)
	OFDM	Создание сигналов OFDM (необходимо RFX100)
	ENV	Генерация сигналов рабочей среды (необходимо RFX100)
	ENV01	Комплексная опция – ENV + RDR (необходимо RFX100)
	ENV02	Комплексная опция – ENV + RDR + OFDM (необходимо RFX100)
	ENV03	Комплексная опция – ENV + RDR + OFDM + SPARA (необходимо RFX100)
	ENV04	Комплексная опция – ENV + RDR + OFDM + SPARA + UWBCF (необходимо RFX100)

# SerialXpress® – Расширенная генерация джиттера для генераторов сигналов произвольной формы

SDX100 • SDXUP



## Возможности и преимущества

- **Гибкость:** генерация джиттера стала такой гибкой, что пользователь может пробовать разные комбинации параметров джиттера, таких как Pj, Rj, межсимвольные помехи, шум, задержка и т.п.
- **Тиражирование сценариев:** сигналы синтезируются цифровыми способами. Все настройки генератора сигналов произвольной формы (AWG) можно сохранить и воспроизвести сценарий на другом генераторе.
- **Аналоговая природа цифровых сигналов:** на самом деле все цифровые сигналы имеют аналоговую природу, и поэтому программное обеспечение SerialXpress использует возможности генераторов серии AWG для воспроизведения реальных сигналов.
- **Простота в обращении:** можно легко интегрировать в сигнал несколько тональных сигналов Sj без дополнительных затрат. Также просто добавляются тоны Rj с ограниченной полосой.
- **Эмуляция пик-фактора (CFE):** теперь пользователи могут устанавливать любое значение пикового псевдослучайного джиттера, необходимого для генерации двоичных последовательностей, что может сократить время тестирования. Это позволяет точно воспроизводить сценарии испытаний, ускоряя отладку приемников. Кроме того, SerialXpress может создавать сценарии наихудшего случая для тестирования приемников в максимально неблагоприятных условиях, точно управляя пик-фактором случайного джиттера.

- **Программные генерация/коррекция предискажений и отрицательный выброс:** большинство стандартов нового поколения, таких как PCIe, 10GbE, SAS или USB 3.0, требуют нескольких звеньев для генерации предискажений и их коррекции. Расширенная функция генерации и коррекции предискажений ПО SerialXpress предлагает исключительную гибкость, предоставляя возможность поточечного программирования генерации/коррекции предискажений и отрицательного выброса.
- **Эмуляция канала за счет каскадного включения фильтров S-параметров:** можно легко вставлять файлы формата Touchstone для точной эмуляции поведения кабеля, которое, в свою очередь можно контролировать, добавляя джиттер и другие параметры. Кроме того, вы можете настроить данные в импортированном файле Touchstone, чтобы отрегулировать межсимвольные помехи (ISI) и увидеть, как приемник реагирует на эти изменения. Можно также компенсировать влияние канала, выбрав опцию инверсной фильтрации. Закрытый «глаз» можно открыть, добавив нужную величину предискажений или изменив длительность фронта. Можно также каскадно включить до 6 файлов Touchstone для эмуляции каскадированного канала, который может включать разъемы, тестовую оснастку и модели канала.
- **Прямой ввод ISI:** прямой ввод ISI выполняется очень легко. Теперь больше не надо использовать топологию печатной платы, которая не обладает гибкостью и требует частой калибровки при переключении между печатными проводниками.
- **Готовые наборы параметров:** в совокупности с соответствующим генератором серии AWG компании Tektronix, ПО SerialXpress поддерживает вновь появляющиеся стандарты на скорости передачи данных в диапазоне от 500 кбит/с до 8 Гбит/с. Кроме того, имеются простые в обращении готовые наборы параметров, позволяющие быстро приступить к тестированию.
- **Автономный режим:** приложения SerialXpress могут работать на внешнем ПК, тем самым, сокращая время, уходящее на синтез сложных сигналов, и высвобождая генератор для продолжительного тестирования.

## Применение

- Проектирование, отладка, измерение характеристик и тестирование совместимости приемников высокоскоростных последовательных шин
- Тестирование приемников SATA, PCIe, SAS, DisplayPort, Fibre Channel, HDMI, USB, MIPI



## Генерация джиттера проще простого

SerialXpress является мощным и простым в обращении программным обеспечением, которое позволяет синтезировать высокоскоростные последовательные сигналы для генераторов сигналов произвольной формы (AWG). Оно может запускаться на генераторе сигналов произвольной формы серии AWG5000/7000 или на внешнем компьютере.

ПО SerialXpress позволяет создавать точные сигналы, необходимые для тщательного и воспроизводимого тестирования проектируемых схем, измерения характеристик и тестирования на соответствие стандартам приемников высокоскоростных последовательных шин. SerialXpress существенно упрощает создание сигналов и имитацию джиттера, сокращая общее время разработки и тестирования.

Кроме генерации джиттера (случайного, периодического (синусоидального), межсимвольных помех (ISI) и искажений скважности (DCD)), SerialXpress поддерживает генерацию тактовой частоты с распределенным спектром (SSC), предискажений и добавление шума. Это позволяет комбинировать несколько искажений для тестирования приемников в максимально неблагоприятных условиях. Кроме того, SerialXpress позволяет захватывать сигналы из осциллографов Tektronix и воспроизводить их с помощью генераторов сигналов произвольной формы.

Программный интерфейс SerialXpress обеспечивает простую интеграцию в автоматизированные контрольно-измерительные системы.

## Шифрование, ШИМ, 4-PAM и кодирование 8b/10b

Входные кодовые последовательности могут шифроваться путем деления полинома. Если до добавления других искажений, таких как джиттер, SSC и ISI, в качестве входного формата использовались 8-рядные слова, пользователь может включить опцию кодирования 8b/10b. Можно также задать скважность последовательности, используя для этого функцию широтно-импульсной модуляции (ШИМ), которая предоставляет возможность альтернативной кодировки двоичного потока в соответствии с 4-PAM.

## Добавление джиттера

К базовой последовательности можно добавить до четырех разных синусоидальных джиттеров с разными амплитудами, частотами и фазами. Кроме того, к базовой последовательности можно добавить три независимых случайных джиттера с ограниченной полосой.

## Модуляция SSC

SSC можно добавлять с точно контролируемым профилем, распределением, девиацией, модуляцией и  $df/dt$ . Поддерживаются треугольный, синусоидальный и специальный профили SSC, причем специальным профилем SSC может быть импортированный собственный профиль, что позволяет добавлять к базовому сигналу сигналы практически любой формы. Кроме того, можно определять точное положение и длительность  $df/dt$  на наклонном участке SSC.

## Расширенное внесение/компенсация предискажений и шума

Многие стандарты, такие как PCIe, требуют внесения в выходной сигнал предварительных искажений. ПО SerialXpress позволяет легко добавлять искажения и компенсировать предискажения, включая отрицательный выброс, со всеми другими параметрами джиттера. Кроме того, можно добавлять вертикальный шум как в ближней, так и в дальней зоне канала.

## Создание ISI

ПО SerialXpress позволяет создавать ISI двумя способами. Во-первых, значение ISI можно ввести непосредственно. Во-вторых, можно объединить с базовой последовательностью файл S-параметров, созданный цифровым осциллографом или векторным анализатором Tektronix из захваченного сигнала, создав необходимые характеристики канала. Путем применения обратной фильтрации можно исключить из системы эффекты влияния канала. Кроме того, ISI в пределах S-параметров можно масштабировать вверх или вниз, изменяя характеристики канала.

## Задержка

ПО SerialXpress позволяет вносить в сигнал задержку и, кроме того, эта функция может генерировать фазовый сдвиг между каналами или последовательностями.

## Базовая последовательность

В комплект поставки ПО SerialXpress входит несколько образцов последовательностей для разных стандартов, таких как SATA, Display Port, SAS, PCIe, HDMI, USB, MIPI и Fibre Channel. Кроме того, последовательности можно непосредственно вводить в двоичном, символьном или шестнадцатеричном редакторе или загружать в виде файла.

## Состояние ожидания <sup>1</sup>

Такие стандарты, как SATA, используют сигнализацию OOB, которая после пакета требует перехода в состояние ожидания. Теперь пользователь может непосредственно создавать такое состояние без дополнительных делителей мощности. Кроме того, состояние ожидания можно определять в рамках задания последовательности.

## Калибровка

ПО SerialXpress имеет встроенную процедуру калибровки, которая управляет осциллографом Tektronix и калибрует периодический и случайный джиттер на выходе генератора сигналов произвольной формы, позволяя обойтись без длительной ручной калибровки.

## Фильтр расширения полосы пропускания

Можно дополнительно увеличить крутизну фронтов генератора сигналов произвольной формы, применив фильтр расширения полосы. Например, применение этого фильтра с AWG7122C и опцией 06 позволяет скомпенсировать спад частотной характеристики ЦАП на высоких частотах и расширяет полосу до 9 ГГц.

<sup>1</sup> Если в определении последовательности включается состояние ожидания (z), джиттер не применяется.

**Выходы маркеров**

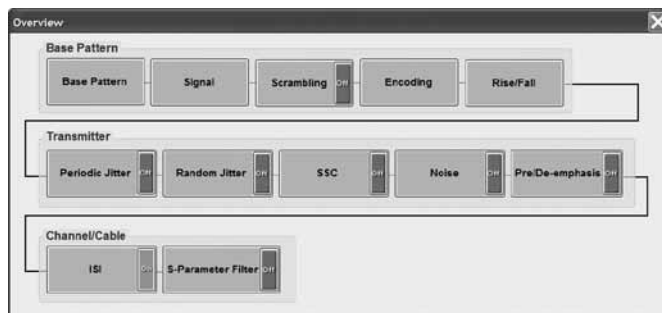
Выходы маркеров можно настроить так, чтобы они совпадали с входом базовой последовательности, или генерировали указанные пользователем тактовые частоты, включая скорости вспомогательных данных.

**Пакетная обработка**

Если нужно синтезировать несколько последовательностей, можно использовать пакетную обработку, которая позволяет создавать несколько сигналов с комбинацией случайного и синусоидального джиттера максимум с четырьмя разными частотами.

**Окно обзора**

Все параметры джиттера можно включать и отключать из окна обзора.



Окно обзора

**Технические характеристики**

**Интерфейс пользователя** – Работает под управлением операционной системы Windows XP Professional или Windows Vista.

Совместимость форматов файлов для импорта сигналов/последовательностей

- Осциллографы серии Tektronix TDS6000, DSA/DPO70000, MSO70000 и DSA/DPO7000.
- Генераторы кодовых последовательностей и временных интервалов серии Tektronix DTG5000.

**Управление приборами**

Параметр	Описание
<b>Генераторы сигналов произвольной формы Tektronix</b>	
Управление	ПО SerialXpress® работает на внешнем компьютере или в генераторах серии AWG5000/7000. Передачу сигналов и управление генераторами серии AWG5000/7000 можно выполнять прямо из SerialXpress
Аналоговые параметры	Включение/выключение чередования и установки нуля, разрешение ЦАП, частота дискретизации, амплитуда, смещение, запуск, остановка и вкл./выкл. выхода канала
Цифровые маркеры	Амплитуда высокого и низкого уровня, задержка
<b>Осциллографы Tektronix</b>	
Управление	Дистанционное управление параметрами осциллографов Tektronix из SerialXpress
Общие настройки	Старт, стоп, однократный запуск и автонастройка
Система вертикального отклонения	Канал, масштаб
Система горизонтального отклонения	Масштаб, длина записи, частота дискретизации

**Применение SerialXpress для создания джиттера**

Параметр	Описание
Режим	Одиночный, последовательность
<b>Базовые характеристики</b>	
Стандартные последовательности	
SATA	Состояние ожидания, LFTP, MFTP, HFTP, SFCPAlignR12, SFCPAlignR12-badbit, Gen1R12FCP4A, Gen1R25FCP4A, Gen1R10FCP2AnewLBP, Gen1R10FCP2AnewLBPErr, Gen2R8FCP2AnewLBP, Gen2R8FCP2AnewLBPErr, LTDP RD-, LTDP RD+, HTDP RD-, HTDP RD+, LFSCP RD-, LFSCP RD+, SSOP RD-, SSOP RD+, LBP, COMP RD-, COMP RD+
PCIe	Последовательность для проверки совместимости
SAS	CJTPAT, JTPAT RD+, JTPAT RD-
Display port	PRBS7, D24.3, D10.2, синхронизация по частоте и синхронизация по символу
HDMI	480P серый RGB, 720P серый RGB, 1080P 8-разрядный серый RGB, 1080P 10-разрядный серый RGB, 1080P 12-разрядный серый RGB
Fibre channel	JTPAT, CJTPAT, SPAT, CSPAT
USB	minadd1N, minadd1P, TSEQ, CPO, CP1, CP2, CP3, CP4, CP6, CP8, BERC, BRST
MIPI	CJTPAT_FC, тактовая частота
Сигналы общего назначения	Тактовая частота, псевдослучайная двоичная последовательность (7, 9, 15, 16, определяемая пользователем)
Входной файл	Аннотированный .txt – двоичный (1, 0, z) и символьный (D, K, z слов) <sup>2</sup>
Редактор последовательности	Двоичный, шестнадцатеричный, символьный
Скорость передачи данных	от 500 кбит/с до 8 Гбит/с (прямой синтез с 3-кратной передискретизацией) и 12 Гбит/с (двоичные данные с 2-кратной передискретизацией)
Кодирование	NRZ, NRZI, 4-PAM <sup>3</sup> , 8B/10B с начальным рассогласованием RD+, RD-
Широтно-импульсная модуляция	Вкл./Выкл.
T_Minor	от 0 до 0,5 UI
Длительность фронта	10/90, 20/80 от 1/частота дискретизации до 1/скорость передачи данных
DCD	от 0 до 1 UI

Периодический джиттер	Максимум до 4 синусоидальных джиттеров
Амплитуда	от 0 до 50 UI
Частота	от 10 кГц до скорость передачи данных/2
Фаза	от 0 до 360 градусов
Случайный джиттер	Максимум до 3 (Rj1, Rj2 и Rj3) со случайным источником вкл./выкл.
Амплитуда	от 0 до 0,5 UI
Частота	от 1 Гц до скорость передачи данных/2
Пик-фактор	от 1 до 20
Состояние ожидания	от 53 нс до 100 мкс
Смещение	от -0,5 В до +0,5 В
<b>SSC</b>	
Форма	Треугольная, синусоидальная, специальная
Распределение	Вверх, вниз, центр, неравномерное (от 0 до 100%)
df/dt	
df/dt	от 0 до $5000 \cdot 10^{-6}/\text{мкс}$
Минимальная длительность	от 0 до 5 мкс
Положение	от 20 до 80 %
Девияция частоты	от 0 до $200\,000 \cdot 10^{-6}$
Частотная модуляция	от 0 до 500 кГц
Шум	от 0 до $100 \cdot 10^{-6}$
Вертикальный шум	от 0 до $0,5 V_{\text{ср.кв.}}$ в дальней и ближней зоне
Генерация/компенсация предискажений	от 0 до 20 дБ
Расширенная генерация/компенсация предискажений	Вкл./Выкл.
Опции	Генерация/компенсация предискажений, отрицательный выброс, Генерация/компенсация предискажений и отрицательный выброс
Тип	Постоянный UI, линейный UI, дробный
Единицы измерения коэффициентов	дБ, Вольты
Задержка	от 0 до 50 пс
Прямой ввод ISI	от 0 до 1 UI
<b>S-параметры</b>	
Режим	Некаскадированный, каскадированный (6 макс.)
Фильтр полосы пропускания	Нет, автоматический и специальный
Построение АЧХ	Вкл./Выкл.
Формат файла	s1p, s2p, s4p, and s8p (несимметричный и дифференциальный)
Масштабирование ISI	от 0 до 10
Обратный фильтр (компенсация)	Вкл./Выкл.
Агрессор	Разрешен, если выбран файл s8p touchstone
Сигнал	Последовательность из файла, тактовая частота, совпадает с жертвой
Масштаб амплитуды	от 0 до 5
Скорость передачи данных	от 500 кбит/с до 12 Гбит/с
Направление	Совпадает с жертвой, противоположно жертве
Перестановка агрессора и жертвы	Вкл./Выкл.
Готовые наборы параметров	SATA Gen1, Gen2, Gen3 USB 3.0 Display Port HBR, RBR HDMI 27 МГц, 222 МГц, 74,25 МГц и 148,5 МГц при 60 Гц
<b>Пакетная обработка</b>	
Случайный джиттер	от 0 до 0,5 UI с шагом 0,01
Синусоидальный джиттер	от 0 до 50 UI с шагом 0,01
Синусоидальный сигнал	от 10 кГц до скорость передачи данных/2 (макс. 4 частоты)
Фильтр расширения полосы	Вкл./Выкл.
Калибровка	Периодический джиттер, случайный джиттер
<b>Настройки маркера</b>	
Базовая последовательность	
Тактовая частота	Скорость передачи данных, скорость передачи данных/2, скорость передачи данных/4, скорость передачи данных/8, определяется пользователем (в Гц)

Диаграммы	Глаз DPO
	Нормальный глаз
	Длительность фронта/спада
	Моделируемые данные
	Случайный, периодический и общий джиттер
	Сводка параметров джиттера
	Спектр TIE

<sup>2</sup> z” представляет состояние ожидания в определении последовательности.

<sup>3</sup> 4-РАМ и ШИМ взаимно исключают друг друга.

### Системные требования

Для установки автономной версии необходим компьютер со следующей конфигурацией:

- Рекомендуется использовать ПК с процессором Intel Pentium >1,2 ГГц
- Материнская плата с чипсетом Intel или полностью совместимая
- Операционная система Windows XP или Windows Vista
- ОЗУ 1 ГБ
- 2 ГБ свободного места на жестком диске для установки ПО и документации
- Рекомендуемое разрешение дисплея X VGA 1024x768 с размером шрифта 120 dpi
- Привод CD-ROM или DVD
- Клавиатура и мышь Microsoft или совместимое устройство ввода

**Примечание.** Описанные здесь аппаратные требования являются минимальными. Более мощный процессор и больший объем памяти повысят производительность ПО.

### Информация для заказа

#### SerialXpress®

Программное обеспечение для генерации джиттера для генераторов серии Tektronix AWG5000/7000.

В комплект поставки входит аппаратный ключ USB.

#### Программные пакеты и опции

Опция	Описание
SDX100	ПО для генерации джиттера для генераторов серии Tektronix AWG5000/7000 (с аппаратным ключом USB)
Опция ISI	Создание S-параметров и ISI (необходима SDX100)
Опция SSC	Добавление тактирования с распределенным спектром (необходимо ПО SDX100)
<b>Опции обновления</b>	
SDXUP	Обновление базового ПО SDX100
Опция ISI	Добавляет в SDX100 опцию создания S-параметров и ISI
Опция SSC	Добавляет в SDX100 опцию генерации тактовой частоты с распределенным спектром



## Анализаторы спектра реального времени

Анализаторы спектра реального времени компании Tektronix уверенно справляются с проблемами наиболее сложных РЧ и СВЧ конструкций

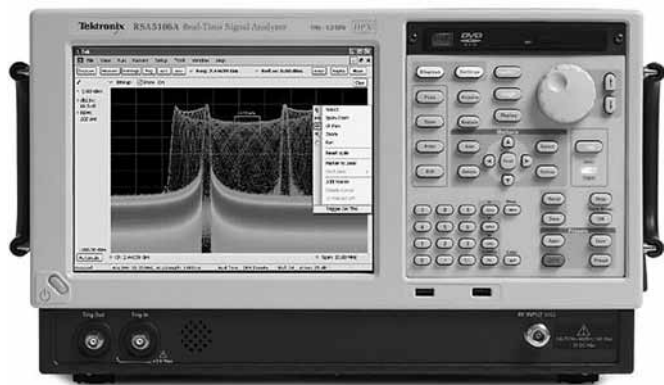
Анализаторы спектра компании Tektronix позволяют эффективно измерять характеристики изменяющихся во времени сигналов и решать самые сложные проблемы с помощью режима отображения РЧ спектра DPX™ Live, входящего в стандартный набор функций всех анализаторов спектра реального времени компании – от портативных до высококачественных настольных приборов.

- Высококачественные анализаторы спектра объединяют революционную технологию отображения РЧ спектра DPX™ Live с лучшим в отрасли сочетанием динамического диапазона и полосы пропускания.
- Анализаторы спектра среднего класса обладают превосходными характеристиками, включая функцию отображения РЧ спектра DPX™ Live и запуск по частотной маске, что позволяет выполнять полный, коррелированный по времени анализ в частотной, временной и модуляционной области.
- Портативные анализаторы спектра могут сканировать радиоэфир, надежно классифицировать сигналы и определять местоположение источников сигнала с помощью единственной в отрасли картографической функции.

	Серия RSA5000	Серия RSA6000
Диапазон частот	1 Гц – 6,2 ГГц	9 кГц – 20 ГГц
Полоса захвата	До 85 МГц	До 110 МГц
Минимальная длительность события, обнаруживаемого с вероятностью 100 %	до 5,8 мкс	до 3,7 мкс
Уровень паразитных составляющих (тип.)	до –78 dBc	до –78 dBc
Средний уровень собственных шумов (разрешение по частоте 1 Гц)	до –167 дБм/Гц	до –170 дБм/Гц
Фазовый шум (типичное значение при отстройке 10 кГц)	≤–112 dBc/Гц	≤–110 dBc/Гц
Фазовый шум (типичное значение при отстройке 10 МГц)	≤–139 dBc/Гц	≤–134 dBc/Гц
Спектр DPX® (живой РЧ спектр)	>292 000 спектров/с	>292 000 спектров/с

# Анализаторы спектра реального времени

## Серия RSA5000



### Возможности и преимущества

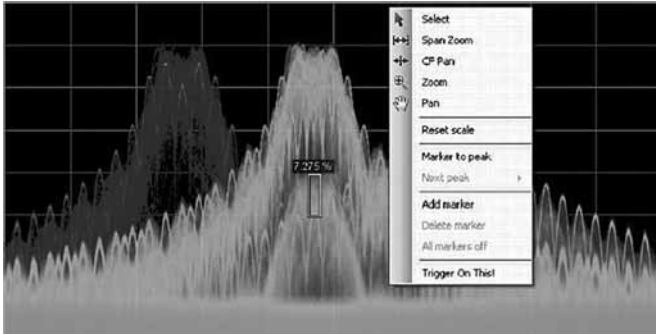
Анализаторы спектра реального времени серии RSA5000 с полосой пропускания 3,0 и 6,2 ГГц

- Уникальные возможности анализа спектра для среднего ценового диапазона
  - Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка +17 дБм на частоте 2 ГГц
  - Абсолютная погрешность амплитуды  $\pm 0,5$  дБ в диапазоне до 3 ГГц
  - Средний уровень отображаемых шумов  $-154$  дБм/Гц при 2 ГГц и  $-150$  дБм/Гц при 10 кГц
  - Фазовый шум  $-109$  дБс/Гц при частоте несущей 1 ГГц и  $-134$  дБс/Гц при частоте несущей 10 МГц (отстройка 10 кГц)
  - Быстрое свипирование с высокой разрешающей способностью и малым шумом: свипирование в диапазоне 1 ГГц с разрешением 10 кГц менее чем за 1 секунду
- Ускоренная диагностика ошибок и уверенность в результатах измерений за счет цифровой обработки сигнала в реальном времени
  - До 292 000 спектрограмм в секунду, 50 000 форм сигнала в секунду во временной области (с нулевой полосой обзора)
  - Технология отображения спектра DPX предоставляет уникальные возможности обнаружения сигнала во всем диапазоне частот
- Точный запуск в момент возникновения проблемы
  - Запуск DPX Density по отдельным событиям длительностью от 5,8 мкс в частотной области и выделение непериодических помех на фоне непрерывных сигналов
  - Расширенный запуск по интервалу, рантам и перескокам частоты для сложных сигналов длительностью от 20 нс

- Захват самых широкополосных сигналов с большим динамическим диапазоном
  - Полоса захвата 25, 40 или 85 МГц
  - Время захвата более 7 секунд в полосу 85 МГц
- Больше функций анализа, чем в обычном приборе
  - Измерение таких параметров, как мощность в канале, коэффициент утечки мощности в соседний канал (ACLR), комплементарная интегральная функция распределения (CCDF), занимаемая полоса частот, излучаемая полоса частот, поиск выбросов, детекторы электромагнитных помех
  - Построение зависимости амплитуды, частоты и фазы от времени, спектра DPX и спектрограмм
  - Коррелированное отображение в нескольких областях
- Дополнительные возможности повышают ценность прибора
  - Расширенные режимы DPX, включая свипирующий DPX, безразрывные спектрограммы DPX, DPX с нулевой полосой обзора с измерением амплитуды, частоты или фазы в реальном времени
  - Расширенный запуск: DPX Density, по интервалу, по ранту, по частотному скачку и частотной маске.
  - Измерения аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов
  - Измерение фазового шума и джиттера
  - Автоматическое измерение времени установки частоты и фазы
  - Более 20 измерений импульсных сигналов, включая длительность фронта, длительность импульса, фазовый сдвиг между импульсами, импульсную характеристику
  - Общий анализ более 20 видов модуляции
  - Гибкий анализ OFDM для стандартов 802.11a/g/j и WiMax 802.16-2004

### Применение

- Проектирование и отладка ВЧ компонентов, модулей и систем всех типов
- Управление частотным ресурсом – сокращение времени перехвата и идентификации известных и неизвестных сигналов
- Наземная и спутниковая радиосвязь – анализ поведения новых сложных устройств
- Диагностика электромагнитных помех – достоверные результаты предварительной проверки электромагнитной совместимости разрабатываемых устройств
- Радиолокация и радиоэлектронное противодействие – полный анализ сигналов со скачкообразной перестройкой частоты и импульсных сигналов всех типов



Революционная технология отображения спектра DPX® позволяет точно регистрировать переходные процессы, помогая обнаружить нестабильности, глитчи и помехи. На данной спектрограмме четко различимы три сигнала. Два сигнала высокого уровня с разной частотой появления выделены светло-синим и темно-синим цветом, а ниже центрального сигнала виден еще третий. Запуск по спектральной плотности «DPX density» позволяет захватывать сигналы для анализа только при появлении этого третьего сигнала. В данном случае активирован режим Trigger On This™, при этом автоматически открылось окно измерения плотности, показывающее измеренную плотность сигнала 7,275%. Любая плотность сигнала, превышающая измеренное значение, будет вызывать запуск анализатора спектра.

### Высокоэффективный анализ спектра, векторный анализ сигналов, и многое другое

Анализаторы серии RSA5000 пришли на смену традиционным анализаторам сигналов, предлагая точность и функциональность, необходимые для повседневной работы. Значение точки пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка +17 дБм и средний уровень собственных шумов -154 дБм/Гц на частоте 2 ГГц обеспечивают динамический диапазон, необходимый для сложных спектральных измерений. Во всех режимах анализа используется предварительная селекция и подавление зеркальных составляющих. Вам не придется жертвовать динамическим диапазоном ради полосы, отключая предварительный селектор.

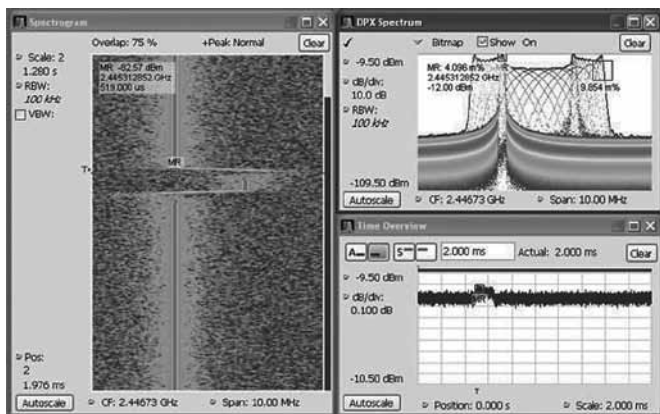
В стандартную конфигурацию входит полный набор функций измерения мощности и статистических характеристик, включая измерение мощности канала, ACLR, CCDF, занимаемой полосы, AM/ЧМ/ФМ и паразитных составляющих. Логически завершают набор аналитических средств функции измерения фазового шума и общего анализа модуляции.

Но одной лишь принадлежности к анализаторам спектра среднего ценового диапазона недостаточно для удовлетворения современных требований, предъявляемых к анализу переходных процессов и сигналов со скачкообразной перестройкой частоты.

Анализаторы серии RSA5000 помогут упростить диагностику проблем. Революционная технология отображения спектра DPX® выделяет цветом переходные процессы в частотной области, позволяя мгновенно оценить стабильность схемы или отобразить ошибку в момент ее появления. Такое живое представление переходных процессов недоступно анализаторам спектра других производителей. После обнаружения проблемы с помощью DPX®, анализатор спектра RSA5000 можно настроить на запуск по этому событию, записать всё в память и провести коррелированный по времени анализ во всех областях. В одном приборе вы получаете функции высококачественного анализатора спектра, широкополосного векторного анализатора сигналов и уникальные возможности обнаружения, запуска, захвата и анализа, присущие анализатору спектра реального времени.

### Обнаружение

Патентованная технология обработки спектра DPX® позволяет выполнять живой анализ переходных процессов. Выполняя до 292 000 преобразований частоты в секунду, анализатор способен отображать события в частотной области с минимальной длительностью 5,8 мкс. Это на несколько порядков быстрее, чем при обычном свипировании. События маркируются разным цветом, в зависимости от частоты появления, и выводится на растровый дисплей, что дает непревзойденные возможности анализа переходных сигналов. Процессор спектра DPX может выполнять свипирование во всем частотном диапазоне прибора, позволяя захватывать широкополосные переходные процессы, что ранее не мог делать ни один анализатор спектра. В приложениях, которые требуют только спектральной информации, опция 200 обеспечивает запись спектра без разрывов, воспроизведение и анализ до 60 000 спектральных трасс. Разрешение при записи спектра меняется от 110 мкс до 6400 с на строку.



*Запуск и захват: функция запуска DPX Density™ контролирует изменения в частотной области и заносит в память все нарушения. Спектрограмма (левая панель) показывает изменение амплитуды и частоты во времени. При выборе на спектрограмме момента времени, соответствующего срабатыванию запуска DPX Density™, представление в частотной области (правая панель) автоматически обновляется и показывает детальный спектр, соответствующий именно этому моменту.*

## Запуск

Компания Tektronix обладает богатым опытом внедрения инновационных методов запуска. Серия RSA5000 предоставляет уникальные возможности для отладки современных цифровых радиочастотных систем, включая запуск по времени, мощности, рантам, плотности, частоте и частотной маске. Квалификацию по времени можно применять к любым внутренним источникам запуска, что позволяет захватывать «короткие» или «длинные» импульсы в кодовой последовательности или, в применении к частотной маске, только те события в частотной области, которые длятся определенное время. Запуск по рантам позволяет захватывать редкие поврежденные импульсы, уровень единицы или нуля которых не соответствует номиналу, что существенно сокращает время поиска неисправностей.

Запуск DPX Density™ работает с измеренной частотой появления события или с плотностью. Уникальная функция Trigger On This™ (запуск от данного события) позволяет указать интересующий сигнал на экране DPX, а уровень запуска автоматически настраивается чуть ниже измеренного уровня плотности. В результате можно с легкостью захватывать низкоуровневые сигналы в присутствии сигналов высокого уровня.

Запуск по частотной маске (FMT) легко настраивается так, чтобы контролировать все изменения занимаемой полосы частот в пределах полосы регистрации.

Запуск по мощности работает во временной области и может использоваться для мониторинга установленной пользователем пороговой мощности. Для ограничения полосы и снижения шума, с запуском по мощности могут применяться полосовые фильтры. Для запуска по событиям исследуемой системы можно использовать два входа внешнего запуска.

## Захват

Захват происходит один раз, после чего возможно выполнять различные измерения без повторного захвата. Все сигналы в полосе захвата записываются в память RSA5000. Длина записи зависит от выбранной полосы захвата – до 7 секунд с полосой 85 МГц, 343 секунды с полосой 1 МГц или 6,1 часа с полосой 10 кГц с расширением памяти (опция 53). Свободный от паразитных составляющих динамический диапазон 73 дБ при всех полосах захвата позволяет захватывать в реальном времени сигналы малого уровня в присутствии больших сигналов, даже в полосе до 85 МГц (опция 85). Захваченные фрагменты любой длины могут сохраняться в формате MATLAB™ Уровень 5 для последующего автономного анализа.

## Анализ

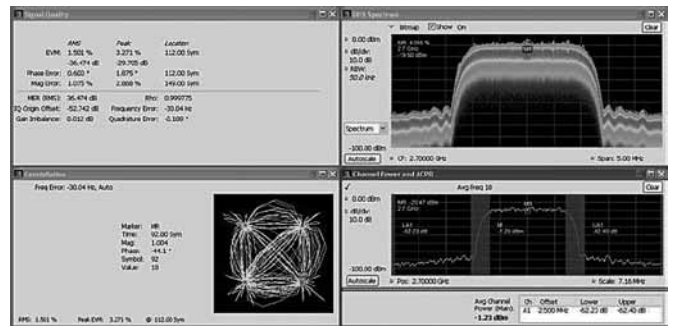
Анализаторы серии RSA5000 предлагают аналитические возможности, повышающие эффективность работы инженеров, работающих с РЧ компонентами, или занятых разработкой, интеграцией и тестированием РЧ систем, а также инженеров, эксплуатирующих коммуникационные сети или контролирующих частотный ресурс. Помимо анализа спектра возможно построение спектрограмм, отображающих изменение частоты и амплитуды во времени. Коррелированные по времени измерения можно выполнять в частотной, фазовой, амплитудной или модуляционной областях. Это идеально подходит для анализа сигналов со скачкообразной перестройкой частоты, импульсных характеристик, переключения модуляции, времени установки, изменения полосы и редко появляющихся сигналов.

В приведенной ниже таблице перечислены измерительные возможности и доступные опции анализаторов серии RSA5000.

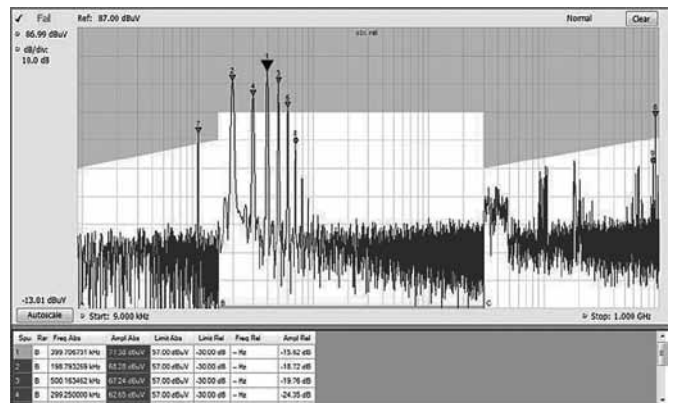


## Измерительные функции

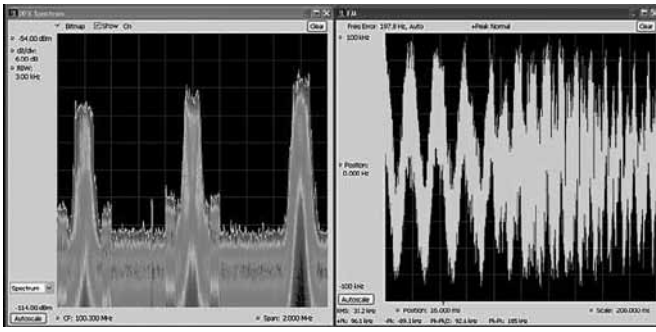
Измерения	Описание
Измерения в режиме анализатора спектра	Мощность в канале, мощность в соседнем канале, коэффициент утечки мощности в соседний канал для сигналов с несколькими несущими, занимаемая полоса частот, полоса по уровню x дБ, маркер дБм/Гц, маркер дВс/Гц
Измерения во временной области и статистические функции	Зависимость I/Q от времени, зависимость мощности от времени, зависимость частоты от времени, зависимость фазы от времени, комплементарная интегральная функция распределения, отношение пикового значения к среднему
Поиск выбросов	До 20 диапазонов, выбираемые пользователем детекторы (пиковый, усредняющий, квазипиковый), фильтры (RBW, CISPR, MIL и VBW в каждом диапазоне). Линейная или логарифмическая шкала частот. Величина отклонения мощности в абсолютных единицах или по отношению к уровню несущей. До 999 отклонений в табличной форме для экспорта в формат CSV
Анализ аналоговой модуляции (стандартная функция)	Глубина амплитудной модуляции (+, -, общ.) Частотная модуляция (±пик., +пик., -пик., ср.кв., пик-пик/2, ошибка частоты) Фазовая модуляция (±пик., ср.кв., +пик., -пик.)
Измерение параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов (опция 10)	Мощность несущей, ошибка по частоте, частота модуляции, параметры модуляции (±пик, ср.кв., пик-пик/2), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения
Измерение фазового шума и джиттера (опция 11)	Диапазон частоты отстройки от несущей от 10 Гц до 1 ГГц, логарифмическая шкала частот, 2 кривых (± пиковое значение, среднее значение, усреднение и сглаживание кривой)
Время установки (частота и фаза) (опция 12)	Измерение частоты, времени установки от последней установленной частоты, времени установки от последней установленной фазы, времени установки от запуска. Автоматический или ручной выбор опорной частоты. Настраиваемые пользователем полоса измерения, усреднение и сглаживание. Разброска по шаблону «годен/не годен» с тремя определяемыми зонами.
Расширенный анализ импульсных сигналов (опция 20)	Средняя мощность импульса, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения импульсов (в секундах), период повторения импульсов (в герцах), коэффициент заполнения (%), скважность, пульсации (дБ), пульсации (%), наклон (дБ), наклон (%), выброс (дБ), выброс (%), разность частот импульсов, разность фаз импульсов, среднеквадратическая ошибка частоты, макс. ошибка частоты, среднеквадратическая ошибка фазы, макс. ошибка фазы, отклонение частоты, отклонение фазы, импульсная характеристика (дБ), импульсная характеристика (время), метка времени.
Анализ цифровой модуляции общего назначения (опция 21)	Амплитуда вектора ошибки (EVM) (ср.кв., пиковая, зависимость от времени), коэффициент ошибок модуляции (MER), ошибка амплитуды (ср.кв., пиковая, зависимость от времени), ошибка фазы (ср.кв., пиковая, зависимость от времени), смещение исходной точки, ошибка по частоте, разбаланс усиления, квадратурная ошибка, ро, констеляционная диаграмма, таблица символов
Гибкий анализ OFDM (опция 22)	Анализ OFDM для WLAN 802.11a/j/g и WiMax 802.16-2004
Измерение плотности DPX (опция 200)	Измеряет % плотности сигнала в любой точке спектра DPX и запускается от указанной плотности сигнала.
ПО анализа RSAVu	Анализ W-CDMA, HSDPA, HSDPA, GSM/EDGE, CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, RFID, фазового шума, джиттера, IEEE 802.11 a/b/g/n WLAN, IEEE 802.15.4 OQPSK (Zigbee), звука



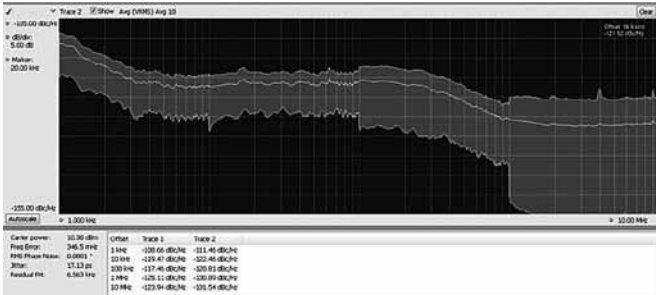
Коррелированные по времени представления в нескольких областях позволяют по-новому взглянуть на проблемы, что невозможно сделать с помощью обычного анализатора. В данном случае в ходе одного захвата отображается ACLR и качество модуляции, в сочетании с непрерывным мониторингом спектра DPX®.



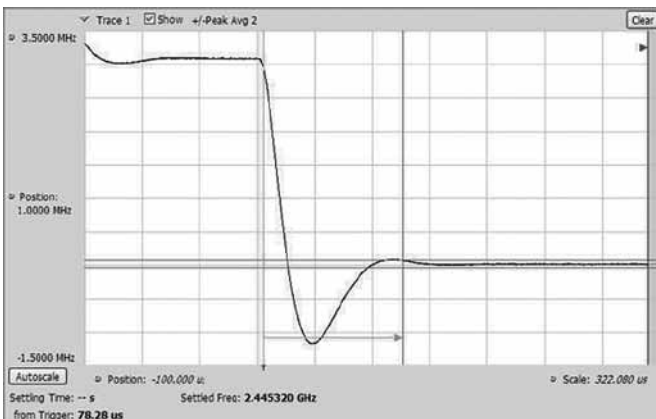
Поиск паразитных сигналов – можно определить до 20 несвязных частотных областей со своим разрешением по частоте, видеополосой, детектором (пиковым, усредняющим и квазипиковым) и граничными значениями для каждой области. Результаты измерений можно экспортировать во внешние приложения в формате CSV с числом зарегистрированных отклонений до 999. Результирующий спектр доступен в линейном или логарифмическом масштабе.



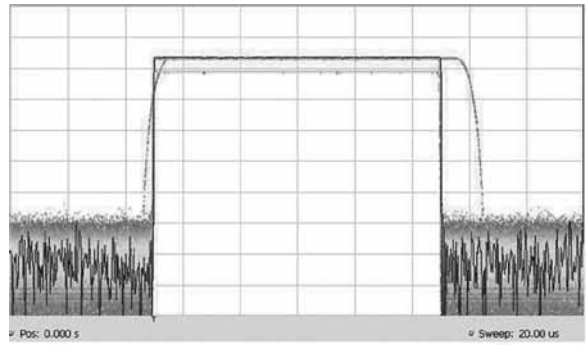
Одновременный мониторинг звука и измерение модуляции может превратить контроль спектра в простую и быстро решаемую задачу. На данной иллюстрации дисплей DPX показывает живой спектр интересующего сигнала и одновременно воспроизводится демодулированный звук на встроенном динамике прибора. В правой части экрана отображается измеренная девиация ЧМ для того же сигнала.



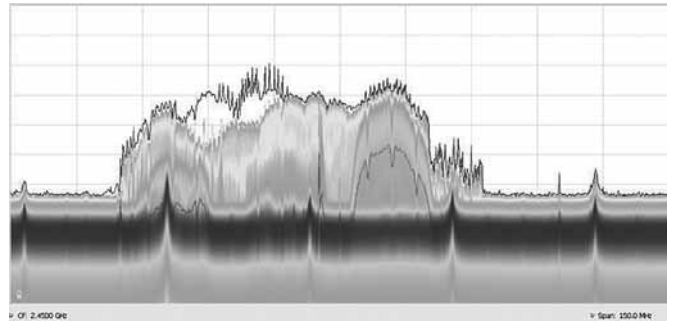
Измерения фазового шума и джиттера (опция 11) анализатором серии RSA5000 могут сократить затраты, позволяя обойтись без отдельного тестера фазового шума. Чрезвычайно низкий фазовый шум во всем рабочем диапазоне создает достаточный запас для многих приложений. На этом рисунке показано измерение фазового шума несущей 13 МГц с уровнем  $-119$  dBc/Гц при отстройке 10 кГц. Собственный фазовый шум прибора на этой частоте  $<-134$  dBc/Гц создает достаточный запас для выполнения измерения.



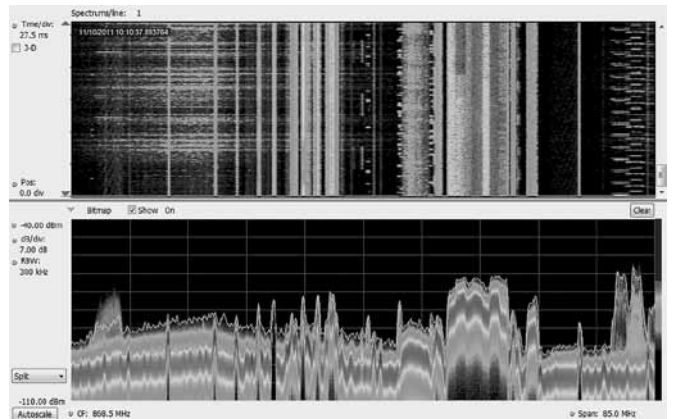
Измерения времени установки (опция 12) выполняются автоматически. Пользователь может выбрать полосу измерения, интервалы допусков, опорную частоту (автоматически или вручную) и установить 3 интервала допуска в зависимости от времени для разбраковки по шаблону «годен/не годен». Время установки можно измерять по внешнему или внутреннему запуску и от последней установленной частоты или фазы. На рисунке показано измерение времени установки генератора со скачкообразной перестройкой частоты по внешнему запуску.



Режим DPX с нулевой полосой обзора позволяет в реальном времени анализировать зависимость амплитуды, фазы или частоты от времени. Обработка выполняется со скоростью до 50 000 форм сигнала в секунду. DPX с нулевой полосой обзора гарантирует мгновенное обнаружение всех аномалий во временной области, сокращая время поиска неисправностей. На рисунке отчетливо видны три импульса, захваченные в процессе регистрации зависимости амплитуды от времени с нулевой полосой обзора. Два из них появляются лишь раз за 10 000 импульсов, но все они отображены с помощью технологии DPX.



Расширенные режимы запуска, DPX со свипированием и с нулевой полосой обзора (опция 200) дают превосходные возможности анализа спектра переходных процессов. В данном случае выполняется свипирование спектра шириной 150 МГц в диапазоне ISM. Видно несколько сигналов WLAN, а узкополосные сигналы, отображаемые синей кривой с удержанием пиковых значений, являются тестовыми сигналами Bluetooth. Ниже уровня шумов анализатора на многоцветном дисплее DPX видны сигналы помех.



Спектрограммы DPX (опция 200) обеспечивают безразрывный мониторинг спектра в течение нескольких дней подряд. Можно зарегистрировать и просматривать 60 000 трасс с регулируемым разрешением строки от 110 мкс до 6400 с.

## Технические характеристики

## Частотные характеристики

Параметр	Описание
Диапазон частот	от 1 Гц до 3,0 ГГц (RSA5103A) от 1 Гц до 6,2 ГГц (RSA5106A)
Погрешность начальной установки центральной частоты	В пределах $10^{-7}$ после 10-минутного прогрева
Разрешение установки центральной частоты	0,1 Гц
Погрешность считывания частотного маркера	$\pm(RE \times MF + 0,001 \times (\text{полоса обзора}) + 2)$ Гц
RE	Погрешность опорной частоты
MF	Частота маркера, Гц
Погрешность полосы обзора	$\pm 0,3\%$ от полосы обзора (автоматический режим)
Опорная частота	
Начальная погрешность при калибровке	$1 \times 10^{-7}$ (после 10 мин. прогрева)
Старение за день	$1 \times 10^{-9}$ (после 30 дней работы)
Старение за 10 лет	$3 \times 10^{-7}$ (после 10 лет работы)
Температурный дрейф	$2 \times 10^{-8}$ (от 5 до 40 °C)
Кумулятивная погрешность (температура + старение)	$4 \times 10^{-7}$ (в пределах 10 лет после калибровки, тип.)
Уровень вых. опорного сигнала	>0 дБм (внутренний или внешний источник опорного сигнала), +4 дБм (тип.)
Частота внешнего опорного сигнала	10 МГц $\pm$ 30 Гц
Требования к входу внешнего опорного сигнала	Во избежание выбросов на экране, уровень паразитных составляющих на входе не должен превышать $-80$ дБс в пределах отстройки 100 кГц
Паразитные составляющие	$<-80$ дБс в пределах отстройки 100 кГц
Диапазон входного уровня	от $-10$ до $+6$ дБм

## Характеристики запуска

Параметр	Описание
Режимы запуска	Автозапуск, синхронный, FastFrame
Источник сигнала	ВЧ вход, вход запуска 1 (передняя панель), вход запуска 2 (задняя панель), строб, сеть питания
Типы запуска	Мощность (стандарт), частотная маска (опция 52), скачок частоты, плотность DPX, рант, квалификация по времени (опция 200)
Установка точки запуска	от 1 до 99 % от общей длины захвата
Комбинационная логика запуска	В качестве события запуска можно определить логическое выражение Вход1 И Вход2/Строб
Действия по сигналу запуска	Сохранение выборки и/или сохранение изображения

## Запуск по уровню мощности

Параметр	Описание
Диапазон уровня	от 0 до $-100$ дБ от опорного уровня
Погрешность	(для уровней сигнала запуска на 30 дБ больше собственного уровня шумов, от 10 до 90 % от уровня сигнала) $\pm 0,5$ дБ (уровень $\geq -50$ дБ от опорного уровня) $\pm 1,5$ дБ (уровень от $-70$ до $-50$ дБ от опорного уровня)
Диапазон полосы запуска	(при максимальной полосе захвата) от 4 кГц до 10 МГц + неконтролируемый (стандарт) от 4 кГц до 20 МГц + неконтролируемый (опция 40) от 11 кГц до 40 МГц + неконтролируемый (опция 85)
Погрешность положения запуска по времени	
Полоса захвата 25 МГц, полоса 10 МГц (стандарт)	погрешность $\pm 15$ нс
Полоса захвата 40 МГц, полоса 20 МГц (опция 40)	погрешность $\pm 10$ нс
Полоса захвата 85 МГц, полоса 40 МГц (опция 85)	погрешность $\pm 5$ нс
Время готовности запуска, минимальное (режим FastFrame)	
Полоса захвата 10 МГц	$\leq 25$ мкс
Полоса захвата 40 МГц (опция 40)	$\leq 10$ мкс
Полоса захвата 85 МГц (опция 85)	$\leq 5$ мкс
Минимальная длительность события (фильтр выключен)	
Полоса захвата 25 МГц	40 нс
Полоса захвата 40 МГц (опция 40)	25 нс
Полоса захвата 85 МГц (опция 85)	12 нс
<b>Вход внешнего запуска 1</b>	
Диапазон уровня	от $-2,5$ до $+2,5$ В
Разрешение установки уровня	0,01 В
Погрешность положения запуска по времени (входное сопротивление 50 Ом)	
Полоса захвата 25 МГц, полоса обзора 25 МГц (стандарт)	погрешность $\pm 20$ нс
Полоса захвата 40 МГц, полоса обзора 40 МГц (опция 40)	погрешность $\pm 15$ нс
Полоса захвата 85 МГц, полоса обзора 85 МГц (опция 85)	погрешность $\pm 12$ нс
Входное сопротивление	50 Ом/5 кОм (ном. значение)
<b>Вход внешнего запуска 2</b>	
Пороговое напряжение	фиксировано, TTL
Входное сопротивление	10 кОм (ном. значение)
Выбор уровня запуска	высокий, низкий
<b>Выход сигнала запуска</b>	
Напряжение (выходной ток $<1$ мА)	
Высокий уровень	$>2,0$ В
Низкий уровень	$<0,4$ В

Расширенные характеристики запуска приведены в разделах, посвященных опции 52 (запуск по частотной маске) и опции 200 (запуск DPX, по времени, по ранту и по скачку частоты)

Характеристики захвата

Параметр	Описание
Полоса захвата реального времени	25 МГц (стандарт.) 40 МГц (опция 40) 85 МГц (опция 85)
АЦП	100 Мвыб/с 14 битов (опционально 300 Мвыб/с, 14 битов, опции 40/85)
Объем памяти захвата	1 ГБ (4 ГБ, опция 53)
Минимальная длина захвата	64 выборки
Разрешение установок длины захвата	1 выборка
Режим захвата FastFrame	За один захват сохраняется >64 000 записей (для импульсных измерений и анализа спектрограммы)

Объем памяти (время) и минимальное разрешение во временной области

Полоса захвата	Частота дискретизации (для I и Q)	Длина записи	Длина записи (опция 53)	Разрешение по времени
85 МГц (опция 85)	150 Мвыб/с	1,79 с	7,15 с	6,6667 нс
40 МГц (опция 40)	75 Мвыб/с	3,57 с	14,3 с	13,33 нс
25 МГц	50 Мвыб/с	4,77 с	19,0 с	20 нс
20 МГц	25 Мвыб/с	9,54 с	38,1 с	40 нс
10 МГц	12,5 Мвыб/с	19,0 с	76,3 с	80 нс
5 МГц	6,25 Мвыб/с	38,1 с	152,7 с	160 нс
2 МГц <sup>1</sup>	3,125 Мвыб/с	42,9 с	171,7 с	320 нс
1 МГц	1,56 Мвыб/с	85,8 с	343,5 с	640 нс
500 кГц	781 квыб/с	171,7 с	687,1 с	1,28 мкс
200 кГц	390 квыб/с	343,5 с	1347 с	2,56 мкс
100 кГц	195 квыб/с	687,1 с	2748 с	5,12 мкс
50 кГц	97,6 квыб/с	1374 с	55497 с	10,24 мкс
20 кГц	48,8 квыб/с	2748 с	10955 с	20,48 мкс
10 кГц	24,4 квыб/с	5497 с	21990 с	40,96 мкс
5 кГц	12,2 квыб/с	10955 с	43980 с	81,92 мкс
2 кГц	3,05 квыб/с	43980 с	175921 с	328 мкс
1 кГц	1,52 квыб/с	87960 с	351843 с	655 мкс
500 Гц	762 выб/с	175921 с	703687 с	1,31 мс
200 Гц	381 выб/с	351843 с	1407374 с	2,62 мс
100 Гц	190 выб/с	703686 с	2814749 с	5,24 мс

<sup>1</sup> В полосах обзора ≤2 МГц данные сохраняются с большим разрешением

Аналитические функции

Область представления	Режим отображения
Частота	Спектр (зависимость амплитуды от линейной или логарифмической частоты) Спектр DPX® (живой РЧ спектр с цветовой маркировкой) Спектрограмма (зависимость амплитуды от частоты и времени) Паразитные составляющие (зависимость амплитуды от линейной или логарифмической частоты) Фазовый шум (измерение фазового шума и джиттера) (опция 11)
Временные и статистические характеристики	Зависимость амплитуды от времени Зависимость частоты от времени Зависимость фазы от времени Зависимость амплитуды от времени в режиме DPX (опция 200) Зависимость частоты от времени в режиме DPX (опция 200) Зависимость фазы от времени в режиме DPX (опция 200) Зависимость амплитудной модуляции от времени Зависимость частотной модуляции от времени Зависимость фазовой модуляции от времени Зависимость I и Q от времени Обзор во временной области Комплементарная интегральная функция распределения Отношение пикового значения к среднему
Время установки, частота и фаза (опция 12)	Зависимость установки частоты от времени Зависимость установки фазы от времени
Пакет расширенных измерений (опция 20)	Таблица импульсных характеристик Развертка импульсов (выбирается по номеру импульса) Статистические характеристики импульсов (тренд, БПФ тренда и гистограмма)
Цифровая демодуляция (опция 21)	Констелляционная диаграмма Зависимость EVM от времени Таблица символов (двоичная или шестнадцатеричная) Зависимость амплитудной и фазовой ошибки от времени и качества сигнала Зависимость демодулированного IQ от времени Глазковая диаграмма Решетчатая диаграмма Зависимость отклонения частоты от времени
Гибкий анализ OFDM (опция 22)	Констелляционная диаграмма, сводка скалярных измерений, зависимость EVM или мощности от несущей Таблица символов (двоичная или шестнадцатеричная)
Измерение отстройки частоты	Анализ сигнала может выполняться на центральной или на указанной частоте вплоть до границ полосы захвата или полосы измерения прибора

Радиочастотные характеристики и возможности спектрального анализа

**Полоса разрешения**

Параметр	Описание
<b>Разрешающая способность по полосе разрешения</b>	
Разрешающая способность по полосе пропускания (спектральный анализ)	От 0,1 Гц до 5 МГц (до 10 МГц с опцией 85) (изменение с кратностью шага 1, 2, 3, 5, режим связи автоматический или выбираемый пользователем)
Форма полосы разрешения	Близкая к гауссовской, коэффициент формы 4,1:1 (60:3 дБ) ±10% (тип.)
Точность полосы разрешения	±1% (в автоматическом режиме связи)
Альтернативные типы полосы разрешения	Окно Кайзера (фильтр ПЧ), –6 дБ MIL, CISPR, окно Блекмана-Харриса 4В, стандартное окно (без окна), окно с плоской вершиной (амплитуда синусоиды), окно Хеннинга

**Видеополоса**

Диапазон изменения видеополосы	от 1 Гц до 5 МГц + широко открытый
Максимальное отношение разрешения по частоте к видеополосе	10 000:1
Минимальное отношение разрешения по частоте к видеополосе	1:1 + широко открытое
Разрешение	5% от введенного значения
Погрешность (типовая)	±10%

**Полоса пропускания во временной области (зависимость амплитуды от времени)**

Диапазон изменения полосы пропускания	Не менее чем от 1/10 до 1/10 000 полосы захвата, не менее 1 Гц
Форма полосы пропускания	≤10 МГц: близкая к Гауссовской, коэффициент формы 4,1:1(60:3 дБ), ±10% (тип.) 20 МГц (60 МГц с опцией 85): коэффициент формы <2,5:1 (60:3 дБ) (тип.)
Погрешность полосы пропускания	±10% (от 1 Гц до 20 МГц, от 20 МГц до 60 МГц с опцией 85)

**Зависимость минимальной полосы разрешения спектрального анализа от полосы обзора**

Полоса обзора	Полоса разрешения
>10 МГц	100 Гц
От 1,25 до 10 МГц	10 Гц
≤1 МГц	1 Гц
≤100 кГц	0,1 Гц

**Диаграммы спектра, детекторы и функции**

Параметр	Описание
Диаграммы	Три диаграммы + 1 математическая диаграмма + 1 спектрограмма для отображения спектра
Детектор	Пиковый, –пиковый, усредняющий ( $V_{ср.кв.}$ ), ±пиковый, с выборкой, CISPR (усредняющий, пиковый, квазипиковый усредняющий)
Режимы отображения спектра	Нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
Длина диаграммы спектра	801, 2401, 4001, 8001 или 10401 точек
Скорость свипирования (полоса разреш. = авто, РЧ/ПЧ, оптимизация: мин. время свипирования)	1500 МГц/с (стандарт) 2500 МГц/с (опция 40) 6000 МГц/с (опция 85)

Обработка спектра с технологией цифрового люминофора DPX®

Параметр	DPX (стандарт)	Расширенный DPX (опция 200)
Скорость обработки спектра (полоса разрешения = Авто; Длина кривой 801)	48828/с	292969/с
Разрешение раstra DPX	201 x 501	201 x 801
Динамический диапазон цвета раstra DPX	64*10 <sup>3</sup> (48 дБ)	8*10 <sup>9</sup> (99 дБ)
Информация маркера	Амплитуда, частота и число попаданий на дисплее DPX	Амплитуда, частота и плотность сигнала на дисплее DPX
Минимальная длительность сигнала для 100% вероятности обнаружения (удержание макс. включено)	31 мкс (стандарт или опция 40) 24 мкс (опция 85)	5,8 мкс (стандарт или опция 40/85, полоса разрешения 1 МГц)
Диапазон полосы обзора (непрерывная обработка)	от 100 Гц до 25 МГц (40 МГц с опцией 40) (85 МГц с опцией 85)	от 100 Гц до 25 МГц (40 МГц с опцией 40) (85 МГц с опцией 85)
Диапазон полосы обзора (сви́пирование)	–	соответствует частотному диапазону прибора
Выдержка на один шаг	–	от 50 мс до 100 с
Обработка кривой	растр с градациями цвета, +пик, –пик, среднее	растр с градациями цвета, +пик, –пик, среднее
Длина кривой	501	801, 2401, 4001, 10401
Погрешность полосы разрешения	7%	±1%

Полные характеристики расширенного DPX приведены в таблице с описанием опции 200 настоящего документа.

**Минимальная полоса разрешения, полоса обзора в режиме сви́пирования (опция 200) – 10 кГц**

**Стабильность**

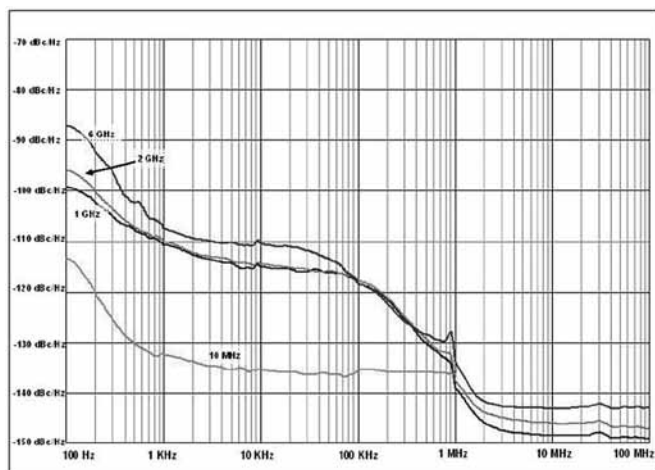
**Остаточная ЧМ** – <2 Гц<sub>пик-пик</sub> за 1 секунду (доверительный интервал 95%, тип.).

**Фазовый шум в боковой полосе, дВс/Гц на центральной частоте (ЦЧ)**

Отстройка ЦЧ = 10 МГц	ЦЧ = 1 ГГц		ЦЧ = 2 ГГц		ЦЧ = 6 ГГц
	Тип.	Ном.	Тип.	Тип.	Тип.
1 кГц	–128	–103	–107	–107	–104
10 кГц	–134	–109	–113	–112	–109
100 кГц	–134	–112	–116	–115	–114
1 МГц	–135	–130	–139	–137	–135
6 МГц	–140	–134	–144	–142	–141
10 МГц	–	–135	–144	–142	–141

**Интегрированный фазовый шум (от 100 Гц до 100 МГц, тип.)**

Измеряемая частота	Интегрированный фазовый шум (радианы)
100 МГц	2,51 x 10 <sup>-3</sup>
1 ГГц	3,14 x 10 <sup>-3</sup>
2 ГГц	3,77 x 10 <sup>-3</sup>
5 ГГц	6,28 x 10 <sup>-3</sup>



Типовые характеристики фазового шума, измеренные с опцией 11.

**Амплитуда**

(Без учета погрешности рассогласования)

Параметр	Описание
Измерительный диапазон	от среднего уровня собственных шумов до максимального измеряемого входного уровня
Диапазон ослабления входного сигнала	от 0 до 55 дБ, с шагом 5 дБ
Максимальный безопасный входной уровень	
Средний долговременный (ослабление ВЧ $\geq 10$ дБ, без предусилителя)	+30 дБм
Средний долговременный (ослабление ВЧ $\geq 10$ дБ, с предусилителем)	+20 дБм
Импульсный ВЧ сигнал (ослабление ВЧ $\geq 30$ , ширина импульса $< 10$ мкс, скважность 100)	50 Вт
Максимальный измеряемый входной уровень	
Средний долговременный (ослабление ВЧ: авто)	+30 дБм
Импульсный ВЧ сигнал (ослабление ВЧ: авто, ширина импульса $< 10$ мкс, скважность 100)	50 Вт
Макс. постоянное напряжение	$\pm 5$ В
Диапазон логарифмического дисплея	от 0,01 дБм/дел до 20 дБм/дел
Число делений дисплея	10 делений
Единицы измерения	дБм, дБмВ, Вт, В, А, дБмкВт, дБмкВ, дБмкА, дБВт, дБВ, дБВ/м и дБА/м
Разрешение показаний маркера в децибелах	0,01 дБ
Разрешение показаний маркера в вольтах	от 0,001 мкВ (зависит от опорного уровня)
Диапазон установки опорного уровня	шаг 0,1 дБ, от -170 дБм до +50 дБм (мин. опорный уровень -50 дБм при центральной частоте $< 80$ МГц)
Линейность уровня	$\pm 0,1$ дБ (от 0 до -70 дБ от опорного уровня)

**Амплитудно-частотная характеристика**

Диапазон	Неравномерность АЧХ
<b>От +18 до +28 °С, ослабление 10 дБ, без предусилителя</b>	
10 МГц - 32 МГц (НЧ диапазон)	$\pm 0,7$ дБ
10 МГц - 3 ГГц	$\pm 0,35$ дБ
$> 3$ ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	$\pm 0,5$ дБ
<b>От +5 до +40 °С, все значения ослабления (тип., без предусилителя)</b>	
1 Гц - 32 МГц (НЧ диапазон)	$\pm 0,8$ дБ
9 кГц - 3 ГГц	$\pm 0,5$ дБ
$> 3$ ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	$\pm 1,0$ дБ
<b>С предусилителем (опция 50) (ослабление 10 дБ)</b>	
10 МГц - 32 МГц (НЧ диапазон)	$\pm 0,8$ дБ
10 МГц - 3,0 ГГц	$\pm 0,8$ дБ
$> 3$ ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	$\pm 1,3$ дБ

**Погрешность амплитуды**

Параметр	Описание
Абсолютная погрешность амплитуды в точке калибровки (100 МГц, сигнал -20 дБм, ослабление 10 дБ, от +18 до +28 °С)	$\pm 0,31$ дБ
Погрешность переключения входного аттенюатора	$\pm 0,3$ дБ
Абсолютная погрешность амплитуды на центральной частоте, доверительный интервал 95% <sup>2</sup>	
от 10 МГц до 3 ГГц	$\pm 0,5$ дБ
от 3 ГГц до 6,2 ГГц (RSA5106A)	$\pm 0,8$ дБ
KCB (Ослабление 10 дБ, без предусилителя, ЦЧ в пределах 200 МГц от частоты измерения KCB)	
от 10 кГц до 10 МГц	$< 1,6:1$ (тип.)
от 10 МГц до 3 ГГц	$< 1,4:1$
от $> 3$ ГГц до 6,2 ГГц (RSA5106A)	$< 1,6:1$
KCB с предусилителем (ослабление 10 дБ, с предусилителем, ЦЧ в пределах 200 МГц от частоты измерения KCB)	
от 10 МГц до 3/6,2 ГГц	$< 1,6:1$

<sup>2</sup> От +18 до +28 °С, опорный уровень  $\leq -15$  дБм, режим связи аттенюатора: авто, уровень сигнала от -15 до -50 дБм. 10 Гц  $\leq$  полоса разрешения  $\leq 1$  МГц, после настройки.

**Шумы и искажения**

**Интермодуляционные искажения 3-го порядка: -84 дВс на частоте 2,13 ГГц (номинал)<sup>3</sup>**

Диапазон частот	Интермодуляционные искажения 3-го порядка, дВс (тип.)	Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка, дБм (тип.)
10 кГц - 32 МГц (НЧ диапазон)	-75	+12,5
9 кГц - 80 МГц	-72	+11
$> 80$ МГц - 300 МГц	-76	+13
$> 300$ МГц - 3 ГГц	-84	+17
$> 3$ ГГц - 6,2 ГГц	-84	+17

<sup>3</sup> Уровень каждого сигнала -25 дБм, опорный уровень -20 дБм, ослабление 0 дБ, разнесение тона 1 МГц.

**Примечание:** точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка рассчитывалась по интермодуляционным искажениям 3-го порядка.

**Искажения 2-го порядка<sup>4</sup>**

Частота	Искажения 2-го порядка, тип.
10 МГц - 1 ГГц	$< -80$ дВс
$> 1$ ГГц - 3,1 ГГц	$< -83$ дВс

<sup>4</sup> -40 дБм на ВЧ входе, ослабление 0, без предусилителя, типовое значение.

**Средний уровень собственных шумов<sup>5</sup>, без предусилителя**

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
<b>НЧ диапазон</b>		
1 Гц - 100 Гц		-129 дБм/Гц
>100 Гц - 4 кГц	-124 дБм/Гц	-130 дБм/Гц
>4 кГц - 10 кГц	-141 дБм/Гц	-144 дБм/Гц
>10 кГц - 32 МГц	-150 дБм/Гц	-153 дБм/Гц
<b>ВЧ диапазон</b>		
9 кГц - 1 МГц	-108 дБм/Гц	-111 дБм/Гц
>1 МГц - 10 МГц	-136 дБм/Гц	-139 дБм/Гц
>10МГц - 2 ГГц	-154 дБм/Гц	-157 дБм/Гц
>2 ГГц - 3 ГГц	-153 дБм/Гц	-156 дБм/Гц
>3 ГГц - 4 ГГц (RSA106A)	-151 дБм/Гц	-154 дБм/Гц
>4 ГГц - 6,2 ГГц (RSA106A)	-149 дБм/Гц	-152 дБм/Гц

<sup>5</sup> Режим измерения: полоса разрешения 1 кГц, полоса обзора 100 кГц, 100 усреднений, режим минимального шума, вход терминирован, логарифмический усредняющий детектор и функция кривой.

**Характеристики предварительного усилителя (опция 50)**

Параметр	Описание
Диапазон частот	от 1 МГц до 3,0 ГГц или 6,2 ГГц (RSA5106A)
Коэффициент шума на частоте 2 ГГц	7 дБ
Коэффициент усиления на частоте 2 ГГц	18 дБ (ном. значение)

**Средний уровень собственных шумов<sup>5</sup>, с предусилителем (опция 50)**

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
<b>НЧ диапазон</b>		
1 МГц - 32 МГц	-158 дБм/Гц	-160 дБм/Гц
<b>ВЧ диапазон</b>		
1 МГц - 10 МГц	-158 дБм/Гц	-160 дБм/Гц
>10МГц - 2 ГГц	-164 дБм/Гц	-167 дБм/Гц
>2 ГГц - 3 ГГц	-163 дБм/Гц	-165 дБм/Гц
>3 ГГц - 6,2 ГГц (RSA106A)	-161 дБм/Гц	-164 дБм/Гц

<sup>5</sup> Режим измерения: полоса разрешения 1 кГц, полоса обзора 100 кГц, 100 усреднений, режим минимального шума, вход терминирован, логарифмический усредняющий детектор и функция кривой.

**Остаточные составляющие<sup>6</sup>**

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
500 кГц - 32 МГц, НЧ диапазон		<-100 дБм
500 кГц - 80 МГц, ВЧ диапазон		<-75 дБм
80 МГц - 200 МГц		<-95 дБм
200 МГц - 3 ГГц	-95 дБм	
3 ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	-95 дБм	

<sup>6</sup> Вход терминирован, полоса разрешения 1 кГц, ослабление 0 дБ, опорный уровень -30 дБм.

**Зеркальные составляющие<sup>7</sup>**

Частота	Ном. значение
100 Гц - 30 МГц	< -75 dBc
30 МГц - 3 ГГц	< -75 dBc
>3 ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	< -65 dBc

<sup>7</sup> Опорный уровень -30 дБм, ослабление 10 дБ, входной уровень ВЧ -30 дБм, полоса разрешения 10 Гц.

**Паразитные составляющие с сигналом, отстройка ≥400 кГц<sup>8</sup>**

Частота	Полоса обзора ≤25 МГц, диапазон свипирования >25 МГц		Опция 40/85 Полоса обзора от 25 до 85 МГц	
	Ном.	Тип.	Ном.	Тип.
10 кГц - 32 МГц (НЧ диапазон)	-71 dBc	-75 dBc	-	-
30 МГц - 3 ГГц	-73 dBc	-78 dBc	-73 dBc	-75 dBc
>3 ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	-73 dBc	-78 dBc	-73 dBc	-75 dBc

<sup>8</sup> Входной уровень ВЧ -15 дБм, ослабление 10 дБ, режим: авто. Входной сигнал на центральной частоте. Центральная частота >90 МГц, опции 40/85.

**Паразитные составляющие с сигналом (10 кГц ≤ отстройка < 400 кГц), типовые значения**

Частота	Полоса обзора ≤25 МГц, диапазон свипирования >25 МГц	Опция 40/85 Полоса обзора от 25 до 85 МГц
	10 кГц - 32 МГц (НЧ диапазон)	-71 dBc
30 МГц - 3 ГГц	-73 dBc	-73 dBc
>3 ГГц - 6,2 ГГц (RSA5106A)	-73 dBc	-73 dBc

Паразитные составляющие с сигналом на частоте 3,5125 ГГц: <80 dBc (входной уровень ВЧ, -30 дБм)  
Проникновение сигнала гетеродина на входной разъем: <-60 дБм (тип., ослабление 10 дБ)

**Динамический диапазон коэффициента утечки мощности в соседний канал<sup>9</sup>**

Тип сигнала, режим измерения	Коэффициента утечки мощности в соседний канал, тип.	
	Соседний	Альтернативный
<b>Нисходящий канал 3GPP, 1 DPCN</b>		
Некорректированный	-70 дБ	-70 дБ
С коррекцией шума	-79 дБ	-79 дБ

<sup>9</sup> Измерения выполнялись при амплитуде входного сигнала, настроенной на оптимальные характеристики. (ЦЧ = 2,13 ГГц)

**Неравномерность АЧХ промежуточной частоты и линейность фазы<sup>10</sup>**

Диапазон частот, ГГц	Полоса захвата	Неравномерность АЧХ (ном.)	Неравномерность АЧХ (тип., ср.кв.)	Неравномерность фазы (тип., ср.кв.)
0,001 - 0,032 (НЧ диапазон)	≤20 МГц	±0,50 дБ	0,4 дБ	1,0°
0,01 - 6,2 <sup>11</sup>	≤300 кГц	±0,10 дБ	0,05 дБ	0,1°
0,03 - 6,2	≤25 МГц	±0,30 дБ	0,20 дБ	0,5°
<b>Опция 40</b>				
0,03 - 6,2	≤40 МГц	±0,30 дБ	0,20 дБ	0,5°
<b>Опция 85</b>				
0,07 - 3,0	≤85 МГц	±0,50 дБ	0,30 дБ	1,5°
>3 - 6,2	≤85 МГц	±0,50 дБ	0,40 дБ	1,5°

<sup>10</sup> Неравномерность АЧХ и отклонение фазы в полосе захвата включает неравномерность АЧХ на ВЧ. Ослабление 10 дБ.

<sup>11</sup> Выбран режим широкого динамического диапазона.

Запуск по частотной маске (опция 52)

Параметр	Описание
Форма маски	определяется пользователем
Разрешение маски по горизонтали	<0,2% от полосы обзора
Диапазон уровня	от 0 до -80 дБ от опорного уровня
Погрешность уровня <sup>12</sup>	
от 0 до -50 дБ от опорного уровня	±(неравномерность АЧХ + 1,0 дБ)
от -50 до -70 дБ от опорного уровня	±(неравномерность АЧХ + 2,5 дБ)
Диапазон полосы обзора	от 100 Гц до 25 МГц от 100 Гц до 40 МГц (опция 40) от 100 Гц до 85 МГц (опция 85)
Погрешность полужения запуска	Полоса обзора 25 МГц: ±15 мкс ±9 мкс (опция 200, полоса разрешения = авто) Полоса обзора 40 МГц (опция 40): ±12,8 мкс ±7 мкс (опция 200, полоса разрешения = авто) Полоса обзора 85 МГц (опция 85): ±5,12 мкс ±5 мкс (опция 200, полоса разрешения = авто)

<sup>12</sup> Для масок >30 дБ над уровнем шумов, центральная частота ≥50 МГц.

Опция 200: расширенные возможности запуска, DPX со свипированием и DPX с нулевой полосой обзора

Полоса обзора	Полоса разрешения, кГц	Длина быстрого преобразования Фурье	Спектры/с	Минимальная длительность сигнала, 100% вероятность обнаружения, мкс
85 МГц	1000	1024	292969	5,8
	300	2048	146484	11,4
	100	4096	73242	37,6
	30	16384	18311	134,6
	20	16384	18311	174,6
40 МГц	1000	1024	292969	5,8
	300	1024	292969	11,4
	100	2048	146484	30,8
	30	4096	73242	93,6
	20	8192	36621	147,3
25 МГц	10	16384	18311	294,5
	300	1024	292969	11,4
	100	1024	292969	27,5
	30	4096	73242	93,8
	20	4096	73242	133,9
	10	8192	36621	267,8

Минимальная полоса разрешения, диапазон свипирования (опция 200) – 10 кГц.

Зависимость минимальной длины быстрого преобразования Фурье от длины кривой (независимые полосы обзора и разрешения), опция 200

Длина кривой, точки	Минимальная длина быстрого преобразования Фурье
801	1024
2401	4096
4001	8192
10401	16384

Зависимость диапазона полосы разрешения от полосы захвата (DPX®)

Полоса захвата	Стандарт	Опция 200	
	Полоса разрешения (мин.)	Полоса разрешения (мин.)	Полоса разрешения (макс.)
85 МГц (опция 85)	640 кГц	20 кГц	10 МГц
55 МГц (опция 85)	320 кГц	10 кГц	5 МГц
40 МГц (опция 40/85)	320 кГц	10 кГц	5 МГц
25 МГц	214 кГц	10 кГц	3 МГц
20 МГц	107 кГц	5 кГц	2 МГц
10 МГц	53,3 кГц	2 кГц	1 МГц
5 МГц	26,7 кГц	1 кГц	500 кГц
2 МГц	13,4 кГц	500 Гц	200 кГц
1 МГц	6,66 кГц	200 Гц	100 кГц
500 кГц	3,33 кГц	100 Гц	50 кГц
200 кГц	1,67 кГц	50 Гц	20 кГц
100 кГц	833 Гц	20 Гц	10 кГц
50 кГц	417 Гц	10 Гц	5 кГц
20 кГц	209 Гц	5 Гц	2 кГц
10 кГц	105 Гц	2 Гц	1 кГц
5 кГц	52 Гц	0,1 Гц	500 Гц
2 кГц	13,1 Гц	0,1 Гц	200 Гц
1 кГц	6,51 Гц	0,1 Гц	100 Гц
500 Гц	3,26 Гц	0,1 Гц	50 Гц
200 Гц	1,63 Гц	0,1 Гц	20 Гц
100 Гц	0,819 Гц	0,1 Гц	10 Гц

Амплитудные, фазовые и частотные характеристики при нулевой полосе обзора (номинальные значения)

Параметр	Описание
Диапазон полосы измерения	от 100 Гц до максимальной полосы захвата прибора
Диапазон полосы во временной области (TDBW)	от 1/10 до 1/10000 от полосы захвата, минимум 1 Гц
Погрешность полосы во временной области (TDBW)	±1%
Диапазон времени свипирования	100 нс (мин.) 1 с (макс., полоса измерения > 60 МГц) 2000 с (макс., полоса измерения ≤ 60 МГц)
Погрешность времени	±(0,5% + погрешность опорной частоты)
Погрешность момента запуска с нулевой полосой обзора (запуск по мощности)	±(время свипирования с нулевой полосой обзора/400) в точке запуска
Диапазон отображения частот DPX	±100 МГц (макс.)
Диапазон отображения фазы DPX	±200 градусов (макс.)
Осциллограммы DPX в секунду	50000 синхронных осциллограмм/с при времени свипирования ≤20 мкс



## Характеристики спектрограмм DPX

Параметр	Описание
Диапазон полосы обзора	От 100 МГц до максимальной полосы захвата обзора
Детектирование кривой спектрограммы DPX	+пик, -пик, усреднение ( $B_{ср.кв.}$ )
Длина кривой спектрограммы DPX	От 801 до 4001 точки
Объем памяти хранения спектрограмм DPX	60 000 кривых (при длине кривой 801 точка) 20 000 кривых (при длине кривой 2401 точка) 12 000 кривых (при длине кривой 4001 точка)
Разрешение по времени на строку	От 110 мкс до 6400 с, устанавливается пользователем
Зависимость максимального времени записи от разрешения строки	6,6 секунд (801 точка на кривую, 110 мкс на строку) 4444 дня (801 точка на кривую, 6400 с на строку)

## Опция 200 – расширенные возможности запуска

Параметр	Описание
<b>Запуск DPX Density™</b>	
Диапазон плотности	от 0 до 100%
Горизонтальный диапазон	от 0,25 Гц до 25 МГц (стандарт) от 0,25 Гц до 40 МГц (опция 40) от 0,25 Гц до 85 МГц (опция 85)
Минимальная длительность сигнала для 100% вероятности запуска (при максимальной полосе захвата), полоса разрешения = авто, длина кривой = 801 точка	30,7 мкс (стандарт) 20,5 мкс (опция 40) 11,4 мкс (опции 40 и 200) 8,2 мкс (опции 85 и 200) 5,8 мкс (опции 85 и 200, полоса разрешения 1 МГц) События, длительность которых меньше минимальной, приводят к увеличению погрешности запуска по маске
<b>Запуск по частотному скачку</b>	
Диапазон	$\pm(1/2 \times (\text{полоса захвата или TDBW, если TDBW активна}))$
Минимальная длительность события	12 нс (полоса захвата 85 МГц, без TDBW, опция 85) 25 нс (полоса захвата 40 МГц, без TDBW, опция 40) 40 нс (полоса захвата 25 МГц, без TDBW, стандарт)
Погрешность времени	Такая же, как и погрешность положения запуска по мощности
<b>Запуск по ранту</b>	
Определение дефектного импульса	положительный, отрицательный
<b>Погрешность</b>	
(для уровней запуска >30 дБ над уровнем шумов, от 10% до 90% от уровня сигнала)	$\pm 0,5$ дБ (уровень $\geq -50$ дБ от опорного уровня) $\pm 1,5$ дБ (от $< -50$ дБ до $-70$ дБ от опорного уровня)
<b>Запуск по времени</b>	
Типы и источники сигнала запуска	Квалификация по времени может применяться к: уровню, частоте, маске (опция 02), плотности DPX, рантам, частотным качкам, входам Ext. 1 и Ext. 2
Диапазон квалификации времени	T1: от 0 до 10 секунд T2: от 0 до 10 секунд
Определение квалификации времени	Короче, чем T1 Длиннее, чем T1 Длиннее, чем T1 И короче, чем T2 Короче, чем T1 ИЛИ длиннее, чем T2
<b>Задержка запуска</b>	
Диапазон	от 0 до 10 секунд

## Цифровой выход IQ (опция 55)

Параметр	Описание
Тип разъема	MDR (3M) 2 x 50 контактов
Выход данных	Данные корректируются в реальном времени в соответствии с неравномерностью амплитудной и фазовой характеристики
Формат данных	Данные I: низковольтный дифференциальный сигнал 16 битов Данные Q: низковольтный дифференциальный сигнал 16 битов
Выход управляющего сигнала	Тактовая частота: низковольтный дифференциальный сигнал, макс. 50 МГц (150 МГц, опция 55) индикаторы DV (данные достоверны), MSW (самое старшее слово), низковольтный дифференциальный сигнал
Вход управляющего сигнала	Выход данных IQ разрешен, подключение к земле разрешает вывод данных IQ
Время от переднего фронта тактовой частоты до смены данных (время удержания)	8,4 нс (тип., стандарт), 1,58 нс (тип., опция 85)
Время от смены данных до переднего фронта тактовой частоты (время установки)	8,2 нс (тип., стандарт), 1,54 нс (тип., опция 85)

### Измерение АМ/ЧМ/ФМ сигналов и аудиосигналов (опция 10)

Типовые характеристики при входных частотах <2 ГГц, автоматическом выборе полосы разрешения, без усреднения и с выключенными фильтрами

Параметр	Описание
<b>Аналоговая демодуляция</b>	
Диапазон частот несущей (для измерений аудио и модулированных сигналов)	От половины полосы анализа аудиосигналов до максимальной входной частоты
Максимальная полоса обзора аудиосигналов	10 МГц
<b>Аудиофильтры</b>	
ФНЧ, кГц	0,3, 3, 15, 30, 80, 300, а также устанавливаемый пользователем фильтр с граничной частотой, равной 0,9 от полосы аудиосигнала
ФВЧ, Гц	20, 50, 300, 400, а также устанавливаемый пользователем фильтр с граничной частотой, равной 0,9 от полосы аудиосигнала
Стандартные фильтры	CCIT, C-Message
Предыскажения, мкс	25, 50, 75, 750 и значение, устанавливаемое пользователем
Формат файла	Задаваемые пользователем пары амплитуда/частота в формате .TXT или .CSV. Максимум 1000 пар

### Анализ ЧМ сигналов (индекс модуляции > 0,1)

Измерения ЧМ сигналов	Мощность несущей, ошибка частоты несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения частоты несущей (девиация от 1 до 10 кГц)	±0,5 Гц + (частота передатчика x ошибку опорной частоты)
Погрешность измерения девиации (частота модуляции от 1 кГц до 1 МГц)	±(1% от (частота модуляции + девиация) + 50 Гц)
Погрешность измерения частоты модуляции (девиация от 1 до 100 кГц)	±0,2 Гц

### Остаточная ЧМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 5 кГц)

Гармонические искажения	0,1 %
Искажения	0,7 %
SINAD	43 дБ

### Анализ АМ сигналов

Измерение АМ сигналов	Мощность несущей, частота аудиосигнала, глубина модуляции (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения глубины модуляции (частота модуляции от 1 до 100 кГц, глубина от 10 до 90 %)	±0,2 % + 0,01 x измеренное значение
Погрешность измерения частоты модуляции (частота модуляции от 1 кГц до 1 МГц, глубина 50 %)	±0,2 Гц

### Остаточная АМ

Гармонические искажения	0,16 %
Негармонические искажения	0,13 %

Параметр	Описание
SINAD	58 дБ

### Анализ ФМ сигналов

Измерение ФМ сигналов	Мощность несущей, ошибка частоты несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения частоты несущей (девиация 0,628 рад)	±0,02 Гц + (частота передатчика x погрешность опорной частоты)
Погрешность измерения девиации ФМ (частота модуляции от 1 до 20 кГц, девиация от 0,628 до 6 рад)	±100 % x (0,005 + (частота модуляции/1 МГц))
Погрешность измерения частоты модуляции ФМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 0,628 рад)	±0,2 Гц

### Остаточная ФМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 0,628 рад)

Гармонические искажения	0,1 %
Негармонические искажения	1 %
SINAD	40 дБ

### Измерения аудиосигнала на прямом аудиовходе

Аудиоизмерения	Мощность сигнала, частота аудиосигнала (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
----------------	--

Диапазон частот на прямом аудиовходе (только для аудиоизмерений)

Максимальная полоса обзора аудиосигналов	156 кГц
Погрешность измерения частоты аудиосигнала	±0,2 Гц
Погрешность измерения мощности аудиосигнала	±1,5 дБ

### Остаточная модуляция (частота модуляции 10 кГц, входной уровень 0,316 В)

Гармонические искажения	0,1 %
Негармонические искажения	0,1 %
SINAD	60 дБ

### Измерение фазового шума и джиттера (опция 11)

Параметр	Описание
Диапазон частот несущей	от 1 МГц до максимальной частоты прибора несущей
Измерения	Мощность несущей, ошибка частоты, ср. кв. фазовый шум, джиттер (ошибка временного интервала), остаточная ЧМ
Остаточный фазовый шум	См. характеристики фазового шума
Диапазон полосы интегрирования фазового шума и джиттера	Минимальная отстройка от несущей: 10 Гц Максимальная отстройка от несущей: 1 ГГц
Число кривых	2
Функции обработки кривых и измерительные функции	Детектирование: среднее или ±пиковое Сглаживающее усреднение Оптимизация: по скорости или динамическому диапазону

Время установки, частота и фаза (опция 12)<sup>\*13</sup>

**Погрешность установки частоты с 95% доверительным интервалом (тип.) при заданной частоте, полосе и числе усреднений**

Измеряемая частота, число измерений при усреднении	Погрешность частоты при заданной полосе измерений			
	85 МГц	10 МГц	1 МГц	100 кГц
<b>1 ГГц</b>				
Одно измерение	2 кГц	100 Гц	10 Гц	1 Гц
100 измерений	200 Гц	10 Гц	1 Гц	0,1 Гц
1000 измерений	50 Гц	2 Гц	1 Гц	0,05 Гц
<b>10 ГГц</b>				
Одно измерение	5 кГц	100 Гц	10 Гц	5 Гц
100 измерений	300 Гц	10 Гц	1 Гц	0,5 Гц
1000 измерений	100 Гц	5 Гц	0,5 Гц	0,1 Гц
<b>20 ГГц</b>				
Одно измерение	2 кГц	100 Гц	10 Гц	5 Гц
100 измерений	200 Гц	10 Гц	1 Гц	0,5 Гц
1000 измерений	100 Гц	5 Гц	0,5 Гц	0,2 Гц

**Погрешность установки фазы с 95% доверительным интервалом (тип.) при заданной частоте, полосе и числе усреднений**

Измеряемая частота, число измерений при усреднении	Погрешность фазы при заданной полосе измерений		
	100 МГц	10 МГц	1 МГц
<b>1 ГГц</b>			
Одно измерение	1,00°	0,50°	0,50°
100 измерений	0,10°	0,05°	0,05°
1000 измерений	0,05°	0,01°	0,01°
<b>10 ГГц</b>			
Одно измерение	1,50°	1,00°	0,50°
100 измерений	0,20°	0,10°	0,05°
1000 измерений	0,10°	0,05°	0,02°
<b>20 ГГц</b>			
Одно измерение	1,00°	0,50°	0,50°
100 измерений	0,10°	0,05°	0,05°
1000 измерений	0,05°	0,02°	0,02°

<sup>\*13</sup> Уровень измеряемого сигнала > -20 дБм, аттенуатор: авто.

Расширенный набор измерений (опция 20)

Параметр	Описание
Измерения	Средняя мощность импульса, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения (секунды), частота повторения (Гц), коэффициент заполнения (%), скважность (отношение), пульсации (дБ), пульсации (%), наклон (дБ), наклон (%), выброс (дБ), выброс (%), разность частот импульсов, разность фаз импульсов, средне-квадратичная ошибка частоты, максимальная ошибка частоты, среднеквадратичная ошибка фазы, максимальная ошибка фазы, девиация частоты, девиация фазы, импульсная характеристика (дБ), импульсная характеристика (время), метки времени
Минимальная обнаруживаемая ширина импульса	150 нс (стандарт, опция 40), 50 нс (опция 85)
Число импульсов	от 1 до 10000
Системное время нарастания (тип.)	<40 нс (стандарт), <17 нс (опция 40), <12 нс (опция 85)
Погрешность измерения импульсов	Условия измерения: если не оговорено особо, длительность импульса >450 нс (150 нс, опция 85), отношение С/Ш ≥30 дБ, скважность от 0,5 до 0,001, температура от +18 до +28 °С
Импульсная характеристика	Диапазон измерений: от 15 до 40 дБ по всей ширине ЛЧМ-импульса погрешность измерения (тип.): ±2 дБ для сигнала 40 дБ по амплитуде и задержанного на 1 - 40% от ширины ЛЧМ-импульса <sup>*14</sup>
Взвешивание импульсной характеристики	Окно Тейлора

<sup>\*14</sup> Частота ЛЧМ-импульса 100 МГц, длительность импульса 10 мкс, минимальная задержка сигнала 1% от длительности импульса или 10/(ширину ЛЧМ-импульса), смотря что больше, и минимум 2000 выборок во время активной части импульса.

Характеристики измерения импульсов

Погрешность измерения амплитуды и времени

Измерение	Погрешность (типичая)
Средняя мощность импульса <sup>*15</sup>	±0,3 дБ + абсолютная погрешность по амплитуде
Средняя передаваемая мощность <sup>*15</sup>	±0,4 дБ + абсолютная погрешность по амплитуде
Пиковая мощность <sup>*15</sup>	±0,4 дБ + абсолютная погрешность по амплитуде
Длительность импульса	±3% от показаний
Частота следования импульсов	±3% от показаний

<sup>\*15</sup> Условия измерения: длительность импульса > 300 нс (100 нс, опция 85), отношение сигнал/шум ≥30 дБ.

Ошибка по фазе и частоте по отношению к не ЛЧМ-сигналу

На указанных частотах и полосах измерения<sup>\*16</sup>, доверительный интервал 95%

Полоса	Центральная частота: 2 ГГц		
	Абс. ошибка частоты (ср.кв.)	Разность частот импульсов	Сдвиг фаз импульсов
20 МГц	±10 кГц	±30 кГц	±0,3°
60 МГц (опция 85)	±26 кГц	±80 кГц	±0,7°

<sup>\*16</sup> Мощность активной части импульса ≥ -20 дБм, пик сигнала на опорном уровне, ослабление = авто,  $t_{измерения} - t_{эталоны} \leq 10$  мс, оценка частоты: ручная. Момент измерения разности импульсов не включает начало и конец импульса в интервале времени = (10 / полоса измерения), измеренные от 50%  $t_{(фронта)}$  или  $t_{(спада)}$ . Абсолютная ошибка по частоте определялась по центру 50% импульса.

Ошибка по фазе и частоте по отношению к линейному ЛЧМ-импульсу

На указанных частотах и полосах измерения<sup>16</sup>, доверительный интервал 95%

Полоса	Центральная частота: 2 ГГц		
	Абс. ошибка частоты (ср.кв.)	Разность частот импульсов	Сдвиг фаз импульсов
20 МГц	±17 кГц	±12 кГц	±0,3°
60 МГц (опция 85)	±30 кГц	±130 кГц	±0,5°

<sup>16</sup> Мощность активной части импульса ≥ -20 дБм, пик сигнала на опорном уровне, ослабление = авто,  $t_{\text{измерения}} - t_{\text{эталона}} \leq 10$  мс, оценка частоты: ручная. Момент измерения разности импульсов не включает начало и конец импульса в интервале времени = (10 / полоса измерения), измеренные от 50%  $t_{\text{фронта}}$  или  $t_{\text{спада}}$ . Абсолютная ошибка по частоте определялась по центру 50% импульса.

**Примечание.** Тип сигнала: ЛЧМ-импульс, девиация ЛЧМ от пика до пика: ≤0,8 от полосы измерения.

### Анализ цифровой модуляции (опция 21)

Параметр	Описание
Форматы модуляции	$\pi/2$ DBPSK, BPSK, SBPSK, QPSK, DQPSK, $\pi/4$ DQPSK, D8PSK, 8PSK, D16PSK, OQPSK, SOQPSK, CPM, 16/32/64/128/256QAM, MSK, 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK, C4FM
Глубина анализа	До 80 000 выборок
Типы фильтров	
Измерительные фильтры	Корень квадратный из приподнятого косинуса, приподнятый косинус, фильтр Гаусса, прямоугольник, IS-95, IS-95 EQ, C4FM-P25, полусинус, без фильтра, определяемый пользователем
Эталонные фильтры	Приподнятый косинус, фильтр Гаусса, прямоугольник, IS-95, SBPSK-MIL, SOQPSK-MIL, SOQPSK-ARTM, без фильтра, определяемый пользователем
Диапазон Alpha/B x T	от 0,001 до 1, с шагом 0,001
Измерения	Константная диаграмма, зависимость амплитуды вектора ошибки (EVM) от времени, коэффициент ошибок модуляции (MER), зависимость ошибки амплитуды от времени, зависимость фазовой ошибки от времени, качество сигнала, таблица символов, ро Только для ЧМн: отклонение частоты, ошибка синхронизации символа
Диапазон скорости передачи	От 1 ксимв./с до 85 Мсимв./с (модулированный сигнал должен полностью лежать в пределах полосы захвата)

### Цифровые сигналы (опция 21)

Символьная скорость	Остаточная EVM (тип.)
<b>Остаточная EVM для QPSK<sup>17</sup></b>	
100 квыб/с	<0,35%
1 Мвыб/с	<0,35%
10 Мвыб/с	<0,5%
30 Мвыб/с (опции 40/85)	<1,5%
60 Мвыб/с (опция 85)	<2,0%
<b>Остаточная EVM для 256 QAM<sup>18</sup></b>	
10 Мвыб/с	<0,4%
30 Мвыб/с (опции 40/85)	<1,0%
60 Мвыб/с (опция 85)	<1,5%
<b>Остаточная EVM для отстройки QPSK<sup>17</sup></b>	
100 квыб/с	<0,4%
1 Мвыб/с	<0,4%
10 Мвыб/с	<1,3%
<b>Остаточная EVM для S-OQPSK (MIL, ARTM)<sup>19</sup></b>	
4 квыб/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,3%
20 квыб/с	<0,5%
100 квыб/с	<0,5%
1 Мвыб/с	<0,5%
<b>Остаточная EVM для S-BPSK (MIL)<sup>20</sup></b>	
4 квыб/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,2%
20 квыб/с	<0,5%
100 квыб/с	<0,5%
1 Мвыб/с	<0,5%
<b>Остаточная EVM для CPM (MIL)<sup>20</sup></b>	
4 квыб/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,3%
20 квыб/с	<0,5%
100 квыб/с	<0,5%
1 Мвыб/с	<0,5%
<b>Остаточная ср.кв. FSK для 2/4/8/16 FSK<sup>21</sup></b>	
10 квыб/с, девиация 10 кГц	<0,5%

<sup>17</sup> ЦЧ = 2 ГГц, измерительный фильтр – корень из приподнятого косинуса, эталонный фильтр – приподнятый косинус, длина анализа 200 символов.

<sup>18</sup> ЦЧ = 2 ГГц, измерительный фильтр – корень из приподнятого косинуса, эталонный фильтр – приподнятый косинус, длина анализа 400 символов.

<sup>19</sup> ЦЧ = 2 ГГц, если не указано особо, эталонные фильтры – MIL STD, ARTM, измерительный фильтр отсутствует.

<sup>20</sup> ЦЧ = 2 ГГц, если не указано особо, эталонный фильтр – MIL STD.

<sup>21</sup> ЦЧ = 2 ГГц, эталонные фильтры отсутствуют, измерительный фильтр отсутствует.

## Адаптивный эквалайзер

Параметр	Описание
Тип	Линейный эквалайзер с прямой связью (КИХ), с управлением по решению, с изменяемым коэффициентом адаптации и регулируемой скоростью сходимости
Поддерживаемые виды модуляции	BPSK, QPSK, OQPSK, $\pi/2$ DBPSK, $\pi/4$ DQPSK, 8PSK, 8DPSK, 16DPSK, 16/32/64/128/256QAM
Эталонные фильтры для всех видов модуляции кроме OQPSK	Приподнятый косинус, прямоугольный, без фильтра
Эталонный фильтр для OQPSK	Приподнятый косинус, 1/2 Sin
Длина фильтра	От 1 до 128 звеньев
Кол-во звеньев/символов в фильтрах: приподнятый косинус, 1/2 Sin, без фильтра	1, 2, 4, 8
Кол-во звеньев/символов для прямоугольного фильтра	1
Управление эквалайзером	Откл., настройка, удержание, сброс

## Характеристики гибкого анализа OFDM (опция 22)

Параметр	Описание
Используемые стандарты	WiMax 802.16-2004, WLAN 802.11 a/g/j
Устанавливаемые параметры	Защитный интервал, разнесение поднесущих, полоса канала
Расширенные устанавливаемые параметры	Обнаружение несущей: 802.11, 802.16-2004 - автообнаружение; Ручной выбор BPSK; QPSK, 16QAM, 64QAM; Оценка канала: преамбула, преамбула + данные Отслеживание пилот-сигнала: фаза, амплитуда, временные характеристики Коррекция частоты: вкл., выкл.
Итоговые измерения	Ошибка тактовой частоты символов, ошибка частоты, средняя мощность, отношение пиковой мощности к средней, CPE EVM (ср.кв. и пиковая) для всех несущих, диаграммы несущих, информационные несущие Параметры OFDM: число несущих, защитный интервал (%), разнесение поднесущих (Гц), длина БПФ Мощность (средняя, отношение пиковой к средней)
Режим отображения	Зависимость EVM от символа, от поднесущей Зависимость мощности поднесущей от символа, от поднесущей Зависимость ошибки амплитуды от символа, от поднесущей Зависимость ошибки фазы от символа, от поднесущей АЧХ канала
Остаточная EVM	-44 дБ (WiMax 802.16-2004, полоса 5 МГц) -44 дБ (WLAN 802.11g, полоса 20 МГц) (Мощность входного сигнала оптимизирована на наилучшую EVM)

## Погрешность анализа аналоговой модуляции (типичная)

Модуляция	Описание
AM	$\pm 2\%$ (входной сигнал 0 дБм на центральной частоте, частота несущей 1 ГГц, глубина модуляции от 10 до 60%)
ЧМ	$\pm 1\%$ от полосы обзора (Входной сигнал 0 дБм на центральной частоте) (Частота несущей 1 ГГц, входная/модулированная частота 400 Гц/1 кГц)
ФМ	$\pm 3^\circ$

## Входы и выходы

Параметр	Описание
<b>Передняя панель</b>	
Дисплей	Сенсорная панель, диагональ 10,4 дюйма (264 мм)
Входной ВЧ разъем	Гнездо N-типа, 50 Ом
Выход сигнала запуска	BNC, высокий уровень: >2,0 В, низкий уровень: <0,4 В, выходной ток 1 мА (низковольтный TTL)
Вход сигнала запуска	BNC, сопротивление 50 Ом/5 кОм (ном.), макс. уровень $\pm 5$ В, уровень запуска от -2,5 В до +2,5 В
Порты USB	USB 2.0, два порта
Звук	Громкоговоритель
<b>Задняя панель</b>	
Выход опорного сигнала 10 МГц	50 Ом, BNC, >0 дБм
Вход внешнего опорного сигнала	50 Ом, 10 МГц, разъем BNC
Сигнал запуска 2 / Вход строга	BNC, высокий уровень: от 1,6 до 5,0 В, низкий уровень: от 0 до 0,5 В
Интерфейс GPIB	IEEE 488.2
Сетевой интерфейс Ethernet	RJ45, 10/100/1000BASE-T
Порты USB	USB 2.0, два порта
Выход VGA	Совместимый с VGA, 15 DSUB
Выход звука	Гнездо для наушников 3,5 мм
Питание источника шума	BNC, +28 В, 140 мА (ном.)
Цифровой выход IQ	2 разъема, низковольтный дифференциальный сигнал (LVDS) (опция 55)

## Общие характеристики

Параметр	Описание
<b>Диапазон температур</b>	
Рабочая	от +5 до +40 °C
Хранения	от -20 до +60 °C
Время прогрева	20 минут
<b>Высота над уровнем моря</b>	
Рабочая	до 3000 м
Хранения	до 12190 м
<b>Относительная влажность</b>	
Рабочая и хранения (макс. 80% при работе с DVD)	90% при 30 °C (без конденсации, макс. температура по влажному термометру 29 °C)
<b>Вибрация</b>	
В рабочем состоянии	0,22 G <sub>ср.кв.</sub> : профиль = 0,00010 g <sup>2</sup> /Гц при 5-350 Гц, спад -3 дБ/октаву с 350-500 Гц, 0,00075 g <sup>2</sup> /Гц при 500 Гц, 3 оси по 10 мин./ось (при неработающих приводах CD/DVD)
В нерабочем состоянии	2,28 G <sub>ср.кв.</sub> : профиль = 0,0175 g <sup>2</sup> /Гц при 5-100 Гц, спад -3 дБ/октаву от 100-200 Гц, 0,00875 g <sup>2</sup> /Гц при 200-350 Гц, спад -3 дБ/октаву от 350-500 Гц, 0,00613 g <sup>2</sup> /Гц при 500 Гц, 3 оси по 10 мин./ось.
<b>Удары</b>	
В рабочем состоянии	15 G, полусинусоида, длительность 11 мс. (1 G макс. при работе с DVD и при установленном съемном жестком диске (опция 06))
В нерабочем состоянии	30 G, полусинусоида, длительность 11 мс.
Безопасность	UL 61010-1:2004 CSA C22.2 No.61010-1-04
Электромагнитная совместимость	Директива Евросоюза по электромагнитной совместимости 2004/108/EC EN61326, CISPR 11, Класс A
Сеть электропитания	от 90 В до 264 В, от 50 Гц до 60 Гц от 90 В до 132 В, 400 Гц
Потребляемая мощность	Не более 450 Вт
Накопители данных	Встроенный жесткий диск (опция 59), внешние накопители с интерфейсом USB, DVD-R/CD-RW (опция 57), съемный жесткий диск (опция 56)
Интервал калибровки	Один год
Гарантия	Один год
GPIO	Совместим с SCPI, соответствует IEEE488.2

## Габариты и масса

<b>Размеры, мм</b>	
Высота	282
Ширина	473
Глубина	531
<b>Масса, кг</b>	
Со всеми опциями	24,6

<sup>\*)</sup> **Примечание.** Габаритные размеры приведены с ножками.

## Информация для заказа

### RSA5103A

Анализатор сигналов реального времени, 1 Гц – 3 ГГц

### RSA5106A

Анализатор сигналов реального времени, 1 Гц – 6,2 ГГц

**Комплект поставки:** краткое руководство по вводу в эксплуатацию (печатное), руководство по применению (печатное), распечатываемый файл контекстной справки, руководство программиста (на компакт-диске), кабель питания, адаптер BNC-N, клавиатура USB, мышь USB, передняя крышка, годовая гарантия.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства.

## Опции

Прибор	Опции	Описание
RSA5103A		Анализатор сигналов реального времени, 1 Гц – 3 ГГц Полоса захвата 25 МГц
RSA5106A		Анализатор сигналов реального времени, 1 Гц – 6,2 ГГц Полоса захвата 25 МГц
	Опция 50	Встроенный предусилитель, 1 МГц – 3/6,2 ГГц
	Опция 52	Запуск по частотной маске
	Опция 53	Расширение памяти, общая память захвата 4 ГБ
	Опция 55	Цифровой выход I и Q
	Опция 56 <sup>**</sup>	Съемный жесткий диск (160 ГБ), несовместим с опциями 57 и 59
	Опция 57 <sup>**</sup>	Встроенный жесткий диск (160 ГБ), привод DVD-R/CD-RW -RW, несовместим с опцией 56 и 59
	Опция 59 <sup>**</sup>	Встроенный жесткий диск (160 ГБ), несовместим с опцией 56 и 57 (бесплатная опция)
	Опция 10	Измерения аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов
	Опция 11	Измерение фазового шума/джиттера
	Опция 12	Измерение времени установки (частота и фаза)
	Опция 20	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения)
	Опция 21	Общий анализ модуляции
	Опция 22	Гибкий анализ OFDM
	Опция 40	Полоса захвата 40 МГц
	Опция 85	Полоса захвата 85 МГц
	Опция 200	Расширенные возможности запуска, DPX со свипованием и DPX с нулевой полосой обзора
	Опция 5040	Объединение опции 50 (предусилитель) и опции 40 (полоса захвата 40 МГц). Несовместима с опциями 50 и 40.
	Опция 5085	Объединение опции 50 (предусилитель) и опции 85 (полоса захвата 85 МГц). Несовместима с опциями 50 и 85.
RSA56KR		Комплект для монтажа в стойку для анализаторов сигнала реального времени RSA5K и RSA6K

<sup>\*\*</sup> Необходима одна из опций – 56, 57 или 59.

## Принадлежности

Принадлежность	Описание
Адаптер пробника для анализатора спектра RTPA2A	Поддерживает пробники TekConnect® серий P7225, P7240, P7260, P7330, P7313, P7313SMA, P7340A, P7350, P7350SMA, P7360, P7380A, P7380SMA, P73500
RSAVu	Программное обеспечение на базе платформы RSA3000 для анализа сигналов беспроводной связи стандартов 3G, WLAN (IEEE802.11a/b/g/n), RFID, демодуляции звука и других измерений
Пробники электромагнитного поля в ближней зоне	Для обнаружения ЭМ помех, 119-4146-xx
Дополнительный съемный жесткий диск	Для работы с опцией 56 (Windows 7 и программное обеспечение прибора предустановлены). 065-0852-xx
Чемодан для переноски	016-2026-xx
Комплект для монтажа в стойку	RSA56KR
Дополнительное краткое руководство по вводу в эксплуатацию (печатное)	071-1909-xx
Руководство по обслуживанию (печатное)	071-1914-xx

## Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

## Сервисные опции\*4

Опция	Описание
CA1	Одна калибровка или проверка функционирования
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)

## Обновления

## RSA5UP – обновление для RSA5103A / RSA5106A

RSA5UP	Описание опции	Программная или аппаратная	Требуется ли заводская калибровка
Опция 50	Встроенный предусилитель 1 МГц – 3 ГГц (5103) или 1 МГц – 6,2 ГГц (5106)	A	Да
Опция 52	Запуск по частотной маске	П	Нет
Опция 53	Расширение памяти, общая память захвата 4 ГБ	A	Нет
Опция 55	Цифровой выход I и Q	A	Нет
Опция 56	Съемный жесткий диск, несовместим с опциями 57 и 59	A	Нет
Опция 57	Привод CD/DVD-RW, несовместим с опциями 56 и 59	A	Нет
Опция 59	Встроенный жесткий диск, несовместим с опциями 56 и 57	A	Нет
Опция 10	Измерения AM/ЧМ/ФМ сигналов и аудиосигналов	П	Нет
Опция 11	Измерение фазового шума/джиттера	П	Нет
Опция 12	Измерение времени установки (частота и фаза)	П	Нет
Опция 20	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения)	П	Нет
Опция 21	Общий анализ модуляции	П	Нет
Опция 22	Гибкий анализ OFDM	П	Нет
Опция 40	RSA5106A: полоса захвата 40 МГц	A	Да
Опция 85	RSA5106A: полоса захвата 85 МГц	A	Да
Опция 403	RSA5103A: полоса захвата 40 МГц	A	Да
Опция 853	RSA5103A: полоса захвата 85 МГц	A	Да
Опция 200	Расширенный DPX/Свицирующий DPX с запуском по плотности, квалификация по времени и запуск по рантам, DPX с нулевой полосой обзора	A	Нет

## Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

# Анализаторы спектра реального времени

## Серия RSA6000



## Возможности и преимущества

Анализаторы спектра реального времени серии RSA6000 с частотным диапазоном 6,2; 14 и 20 ГГц

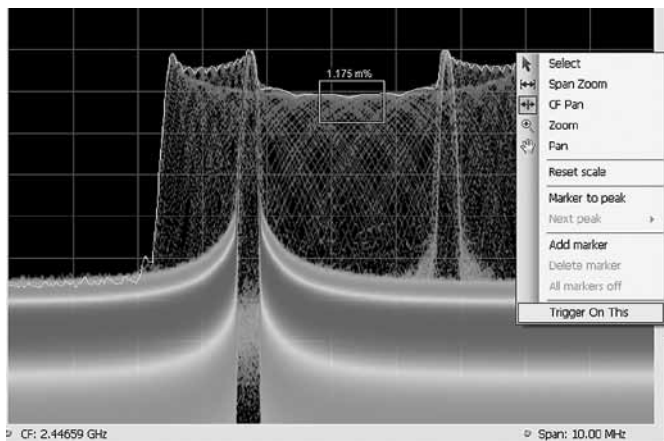
- Спектральный анализ высокой точности
  - Точка пересечения интермодуляционных составляющих третьего порядка +20 дБм при частоте 2 ГГц, типовое значение.
  - Отображаемый средний уровень шума – 151 дБм/Гц при частоте 2 ГГц (-167 дБм/Гц при включенном предусилителе, типовое значение) позволяет осуществлять поиск сигналов низкого уровня.
  - Точность абсолютной амплитуды  $\pm 0,5$  дБ до 3 ГГц для высокого уровня достоверности измерений.
  - Предварительная селекция и подавление зеркального канала обеспечивают широкий динамический диапазон в любой полосе захвата.
  - Высокая скорость свипирования и разрешающая способность: менее одной секунды при полосе свипирования 1 ГГц и разрешении 10 кГц.
  - Встроенный предусилитель с диапазоном частот до 20 ГГц.
- Обнаружение
  - Технология отображения спектра DPX® позволяет получить интуитивно понятное реальное отображение РЧ сигналов, изменяющихся во времени, с цветовой градацией, основанной на частоте появления сигналов.
  - Революционная технология DPX позволяет обнаруживать переходные процессы с минимальной длительностью 3,7 мкс.
  - Технология свипирующего DPX позволяет осуществлять обнаружение сигналов во всей полосе прибора.
- Система запуска
  - Запуск по переходным процессам минимальной длительностью 3,7336 мкс в частотной области и 9,1 нс во временной.
  - Новая функция запуска DPX Density™ позволяет работать непосредственно в окне DPX.
  - Запуск по временным параметрам переходных процессов и сигналам типа рант.
  - Запуск по частотной маске позволяет отслеживать любые изменения сигнала в частотной области.

- Захват
  - Время захвата до 7,15 с в полосе 110 МГц с сохранением в формате, совместимом с Matlab™.
  - Для проведения анализа спектра и воспроизведения результатов измерений предусмотрена непрерывная запись спектрограмм по технологии DPX в течении 4444 дней.
  - Возможность подключения пробников TekConnect.
- Анализ
  - Возможность расширенного анализа сигналов в нескольких областях одновременно позволяет быстро выяснять причины проблем и устранять их.
  - Измерения мощности, спектра и статистические исследования сигналов помогают определить характеристики компонентов и систем: мощность канала, ACLR, зависимость мощности от времени, CCDF, OBW/EBW и поиск паразитных помех.
  - Измерение параметров аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов (опция 10)
  - Измерения фазового шума и джиттера (Опция 11).
  - Измерение времени установки для частоты и фазы (Опция 12).
  - Расширенный набор измерений (Опция 20) для анализа импульсных сигналов, включая измерения времени нарастания, длительности импульса и фазы между импульсами, позволяет внимательно проанализировать и понять поведение последовательности импульсов.
  - Анализ основных видов цифровой модуляции (Опция 21) обеспечивает функциональность векторного анализатора сигналов.
  - Гибкий анализ сигналов стандартов 802.11a/g/j/p и WiMAX 802.16-2004 с модуляцией OFDM

## Применение

- Управление спектром – обнаружение помех и неизвестных сигналов
- Радиолокация/Раннее оповещение – определение всех характеристик импульсной системы и системы переключения – характеристики радиолокационных и импульсных РЧ сигналов
- Обнаружение и устранение неисправностей при разработке РЧ компонентов, модулей и систем
- Радио/спутниковая связь – анализ временных изменений характеристики когнитивного радио и программно-управляемых радиочастотных устройств
- Диагностика электромагнитных помех – позволяет быть уверенным в том, что модификация существующей системы успешно пройдет испытание на соответствие





Уникальная технология отображения спектра DPX® позволяет наблюдать неустановившиеся характеристики сигналов, что помогает обнаружить нестабильность работы системы, глитчи и помехи. На рисунке детально показан редко происходящий процесс перехода сигнала с одной частоты на другую. Частота появления сигналов отображается с помощью цветовой градации, которая показывает редко происходящий процесс синим цветом, а шумовой фон – красным цветом. Функция запуска DPX Density включена и показана в центре экрана в поле измерений, также выбрана опция Trigger On This™. При любых значениях плотности сигналов, превышающих установленный уровень, происходит запуск.

### Высокочастотный анализ спектра и векторный анализ сигналов, а также другие функции

Анализаторы серии RSA6000 пришли на смену традиционно используемым анализаторам сигналов – они обеспечивают достоверность измерений и набор функций, необходимых для решения повседневных задач. Точка пересечения интермодуляционных составляющих третьего порядка 20 дБм и средний уровень отображаемых шумов -151 дБм/Гц при частоте 2 ГГц обеспечивают динамический диапазон, необходимый для сложных измерений спектра. Все анализы подвергаются предварительной селекции и не имеют зеркальных помех.

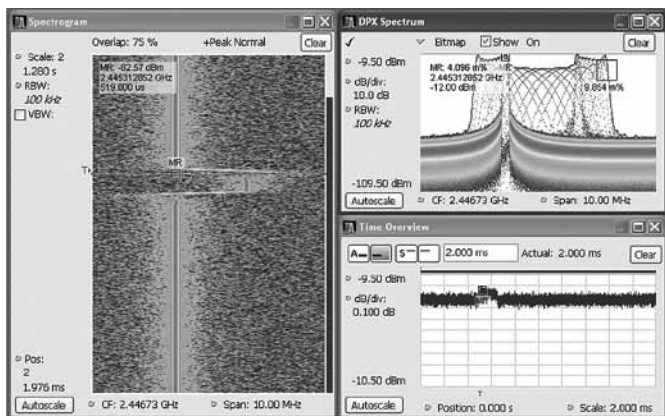
В анализаторах серии RSA6000 используются широкополосные фильтры предварительной селекции, через которые проходят все сигналы. Вам не придется делать выбор между динамическим диапазоном и полосой анализа – необходимость выключения предварительного селектора отсутствует. Предлагается полный набор измерений мощности и статистических измерений сигналов, включая мощность канала, ACLR, CCDF, ширину занимаемой полосы частот, AM/FM/PM и измерения паразитных помех. Набор средств для высокочастотного анализа дополняется средствами измерения фазового шума и общего анализа модуляции.

Однако при работе с сигналами со скачкообразной перестройкой по частоте, неустановившимися сигналами, недостаточно одного только высокочастотного анализатора сигналов.

Анализаторы серии RSA6000 позволят Вам легко обнаружить проблемы, которые могут возникнуть в процессе разработки устройств, в то время как другие анализаторы спектра не зафиксируют их. Уникальная технология отображения спектра сигналов DPX позволяет получить интуитивно понятное, реальное изображение нестационарных сигналов, изменяющихся во времени, в частотной области с цветовой градацией сигналов. Данная технология предоставляет Вам возможность непосредственно убедиться в стабильности работы Вашей системы или немедленно отобразить проблему, когда она возникает. Такое отображение переходных процессов сигналов, быстро изменяющихся во времени, невозможно при использовании других анализаторов спектра. После того как проблема обнаружена, анализаторы спектра серии RSA6000 могут быть настроены на запуск, захват изменяющихся РЧ сигналов в течение определенного промежутка времени и анализ с временной корреляцией во всех областях. Вы получаете набор функций высокочастотного анализатора спектра, широкополосного векторного анализатора сигнала и анализатора спектра реального времени с уникальной возможностью запуска, захвата и анализа в одном приборе.

### Обнаружение

Запатентованная технология отображения спектра DPX® позволяет выполнять анализ переходных процессов сигналов в реальном режиме времени. Выполнение до 292 968 частотных преобразований в секунду позволяет отображать в частотной области переходные процессы длительностью от 3,7 мкс. Это на много порядков превышает скорость работы устройств с технологией свипирующего анализа. События могут обозначаться различным цветом в зависимости от частоты появления на растровом дисплее, что дает не имеющие аналогов возможности понимания и анализа поведения нестационарных сигналов. Технология свипирующего DPX позволяет сканировать весь диапазон частот прибора, что обеспечивает захват неустановившихся сигналов широкой полосы, недоступный в других анализаторах спектра. В приложениях, которые требуют только спектральной информации, анализаторы серии RSA6000 обеспечивают непрерывную запись до 60 000 спектров, их воспроизведение и анализ. Разрешение при записи спектра меняется от 110 мкс до 6400 с на одну линию, что позволяет записывать информацию в течение многих дней.



*Синхронизация и захват. Система запуска DPX Density™ отслеживает изменения в частотной области и захватывает любые отклонения в памяти. Дисплей спектрограммы (левая панель) показывает изменение частоты и амплитуды во времени. При выборе точки во времени на спектрограмме, где изменение в частотной области приводит к запуску системы DPX Density, вид частотной области (правая панель) автоматически обновляется для отображения подробного вида спектра в этот момент времени.*

### Система запуска

Компания Tektronix обладает богатым опытом разработки систем запуска, и анализаторы спектра серии RSA являются лидерами отрасли по этим возможностям.

Анализаторы серии RSA6000 обеспечивают уникальные функции запуска, необходимые для устранения неисправностей в современных цифровых РЧ системах. Сюда относятся запуск по временным параметрам, по сигналам типа рант, спектральной плотности и частотным маскам.

Определение временных параметров может применяться к любому внутреннему источнику запуска, давая возможность захвата кратковременного или долговременного импульса в последовательности, либо запуска только в том случае, если событие в частотной области длится указанный промежуток времени. Запуск по сигналам типа рант позволяет обнаружить проблемные редкие импульсы, которые включаются или выключаются на неправильном уровне, что приводит к уменьшению времени безотказной работы.

Работа системы запуска DPX Density™ основана на измеренной частоте появления или плотности отображения сигналов на DPX. Уникальная

функция Trigger On This™ позволяет пользователю выбрать необходимый сигнал на дисплее DPX, после чего автоматически устанавливается уровень для осуществления запуска до достижения измеренного уровня плотности. Данная функция позволяет регистрировать низкоуровневые сигналы на фоне высокоуровневых.

Система запуска по частотной маске (FMT) предназначена для отслеживания всех изменений в занимаемой полосе частот в пределах ширины полосы захвата.

Система запуска по мощности, работающая во временной области, может использоваться для контроля установленного пользователем уровня мощности. Изменение разрешения полосы пропускания при использовании системы запуска по мощности позволяет ограничить полосу пропускания и уменьшить шумы. Имеются две внешние системы запуска для синхронизации работы с другими контрольно-измерительными приборами при тестировании работы систем.

### Захват

Один захват позволяет выполнить множество измерений без повторного захвата. Все сигналы в полосе захвата записываются в глубокую память приборов серии RSA6000. Длина записи изменяется в зависимости от выбранной полосы захвата – до 7,15 секунды при 110 МГц, 343,5 секунды при 1 МГц или 6,1 часа при полосе захвата 10 кГц с установкой Опции 53 (Длинная память). Захват в режиме реального времени сигналов малого уровня с одновременным наличием сигналов высокого уровня возможен за счет широкого динамического диапазона, свободного от помех (SFDR) (73 дБ), во всех полосах захвата, вплоть до 110 МГц (Опция 110). Захваченные фрагменты любой длины могут сохраняться в формате Matlab™ Уровень 5 для последующего автономного анализа.

Анализ

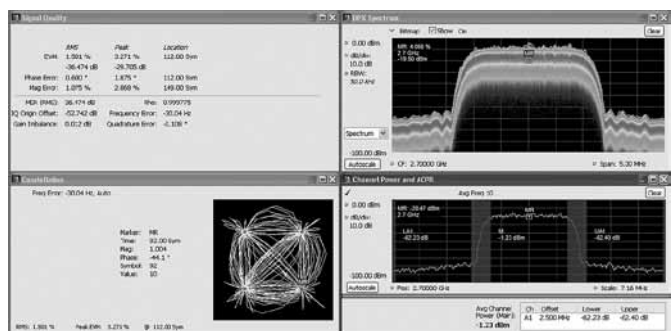
Анализаторы серии RSA6000 предоставляют возможности, повышающие производительность работы технических специалистов, разрабатывающих компоненты или РЧ системы, осуществляющих интеграцию и проверку технических характеристик, или технических специалистов по эксплуатации, осуществляющих обслуживание сетей связи или надзор за использованием спектра. В дополнение к анализу спектра имеется возможность отображения изменения частоты и амплитуды во времени. Измерения с корреляцией по времени могут быть произведены в частотной, фазовой, амплитудной и модуляционной областях. Это идеально подходит для анализа сигналов со скачкообразной перестройкой по частоте, импульсных характеристик, переключения модуляции, времени установления сигнала, изменения диапазона и анализа нестационарных сигналов.

В приведенной ниже таблице перечислены измерительные возможности и доступные опции анализаторов серии RSA6000.

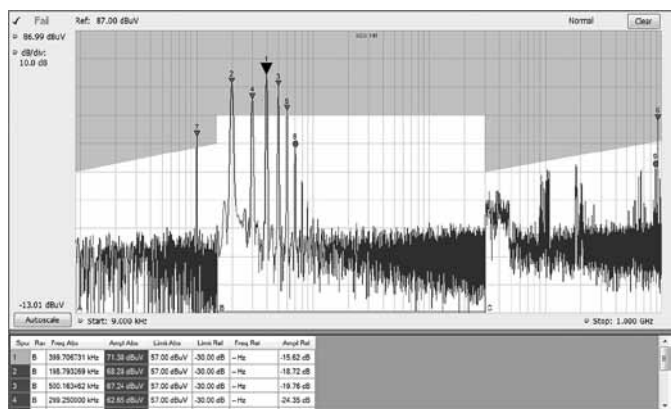
Функции измерения

Измерения	Описание
Измерения мощности и частоты	Уровень мощности в канале, уровень мощности в соседнем канале, отношение уровня мощности в соседнем канале с несколькими несущими к уровню утечки, занимаемая полоса, полоса хдБ, маркер дБм/Гц, маркер дБс/Гц, маска излучаемого спектра
Временная область и статистические измерения	РЧ IQ относительно времени, мощность относительно времени, частота относительно времени, фаза относительно времени, CCDF, отношение пикового значения к среднему
Измерения при поиске паразитных помех	До 20 диапазонов частоты, выбор детекторов пользователем (пиковый, средний, QP), фильтры (RBW, CISPR, MIL) и VBW в каждом диапазоне. Линейная или логарифмическая шкала частоты. Измерения и контроль отклонения по абсолютной мощности либо относительно несущей частоты. Возможность представления до 999 отклонений в виде таблицы для экспорта в формат CSV.
Функции измерения параметров аналоговой модуляции	% амплитудной модуляции (+ пик, - пик, ср. кв. значение, глубина модуляции) Частотная модуляция (±пик, от +пика до -пика, среднеквадратич. значение, пик-пик/2, погрешн. частоты) Фазовая модуляция (±пик, среднеквадратическое значение, от + пика до - пика)
Измерение параметров аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов (опция 10)	Мощность несущей, ошибка по частоте, частота модуляции, параметры модуляции (±пик, ср. кв., пик-пик/2), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения
Измерения фазового шума и джиттера (Опция 11)	Зависимость фазового шума от отстройки частоты, диапазон отстройки частоты от 10 Гц до 1 ГГц. Измерения мощности несущей, ошибки по частоте, ср. кв. фазового шума, интегрального джиттера, остаточной ЧМ
Время установки (частота и фаза) (опция 12)	Измерение частоты, времени установки от последней установленной частоты, времени установки от последней установленной фазы, времени установки от запуска. Автоматический или ручной выбор опорной частоты. Настраиваемые пользователем полоса измерения, усреднение и сглаживание. Разбраковка по шаблону «годен/не годен» с тремя определяемыми зонами.
Набор расширенных измерений импульсов (Опция 20)	Средняя мощность включения, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения (секунды), период повторения (Гц), коэффициент заполнения (%), коэффициент заполнения (соотношение), неравномерность, ослабление, разность частот между импульсами, разность фаз между импульсами, среднекв. погрешность частоты, макс. погрешность частоты, среднекв. фазовая погрешность, макс. фазовая погрешность, отклонение частоты, отклонение фазы, временная метка

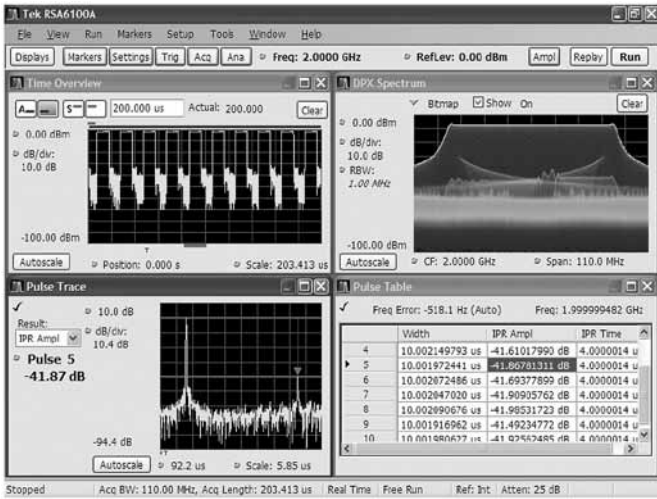
Измерения	Описание
Анализ основных видов цифровой модуляции (Опция 21)	Амплитуда вектора ошибки EVM (среднеквадратичное и пиковое знач., EVM во времени), частота ошибок модуляции (MER), погрешность амплитуды (среднеквадратичное и пиковое значение, значение погрешности амплитуды во времени), погрешность фазы (среднеквадратичное и пиковое значение, погрешность фазы во времени), смещение источника, погрешность частоты, дисбаланс коэффициента усиления, квадратурная ошибка, качество формы волны Rho, констелляционная диаграмма, таблица символов
Измерение плотности DPX (Опция 200)	Для измерения % плотности сигналов в любой точке на дисплее спектра DPX и осуществления запуска при указанной плотности сигналов
ПО анализа RSAVu	W-CDMA, HSUPA, HSDPA, GSM/EDGE, CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, RFID, фазовый шум, джиттер, IEEE 802.11 a/b/g/n WLAN, IEEE 802.15.4 OQPSK (Zigbee), анализ аудиосигналов
Гибкий анализ OFDM (опция 22)	Анализ сигналов OFDM стандартов WLAN 802.11 a/g/j/p и WiMAX 802.16-2004



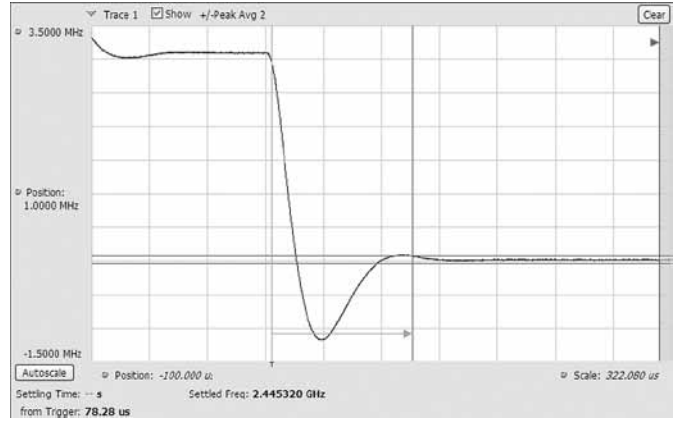
Анализ в нескольких областях с корреляцией по времени предоставляет новый уровень понимания проблем, возникающих при разработке устройств или проверке работоспособности системы, при этом анализ данных проблем с помощью обычных средств анализа невозможен. На данном рисунке показано, как измерения ACLR и анализ качества векторной модуляции (Опция 21) выполняются с помощью одного захвата сигнала, совместно с непрерывным контролем спектра с помощью технологии DPX®.



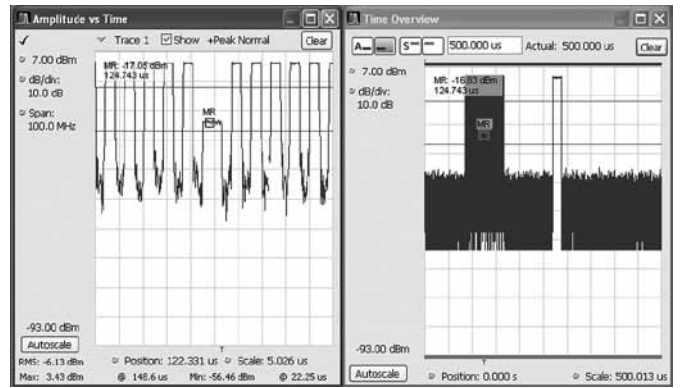
Поиск паразитных помех – возможность определения до 20 несмежных частотных областей, каждая из которых имеет свою полосу разрешения, полосу видеотракта, детектор (пиковый, средний, квазипиковый) и диапазоны предельных значений. Результаты контроля с регистрацией до 999 отклонений можно экспортировать в формате CSV во внешнее приложение. Результаты анализа спектра представляются на линейной или логарифмической шкале.



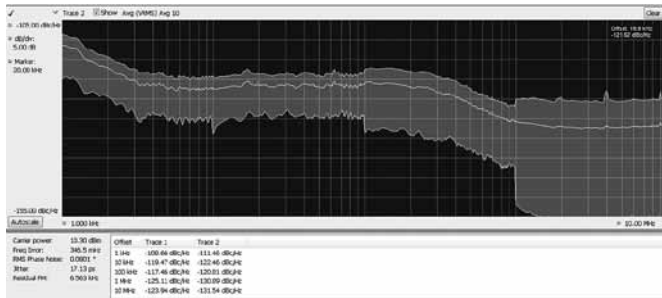
Пакет для расширенного анализа сигналов (Опция 20) предлагает автоматический расчет более 20 параметров для каждого импульса. Измерения пиковой мощности, длительности импульса и фронта, пульсаций, положительных и отрицательных выбросов и фазовых сдвигов между импульсами значительно упрощают проверку схем. А такие измерения, как Импульсная характеристика и Ошибка фазы позволяют точнее оценить качество ЛЧМ-импульсов. На рисунке показана группа импульсов (слева вверху), для которой была автоматически рассчитана длительность импульсов и импульсная характеристика (справа внизу). Слева внизу показано детальное представление импульсной характеристики, а справа вверху показан дисплей DPX®, используемый для мониторинга спектра.



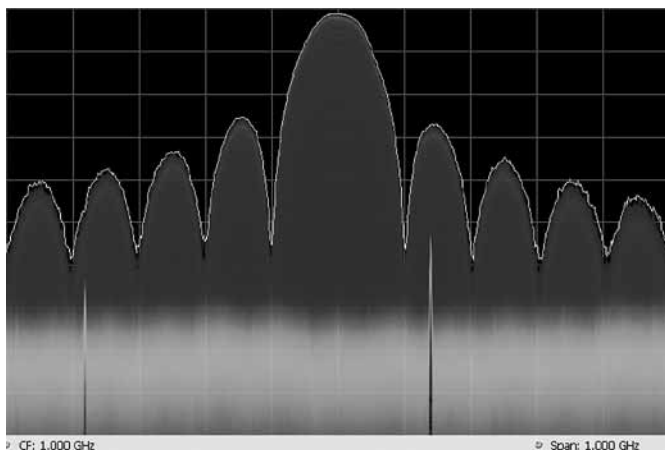
Измерения времени установки (опция 12) выполняются автоматически. Пользователь может выбрать полосу измерения, интервалы допусков, опорную частоту (автоматически или вручную) и установить 3 интервала допуска в зависимости от времени для разработки по шаблону «годен/не годен». Время установки можно измерять по внешнему или внутреннему запуску и от последней установленной частоты или фазы. На рисунке показано измерение времени установки генератора со скачкообразной перестройкой частоты по внешнему запуску.



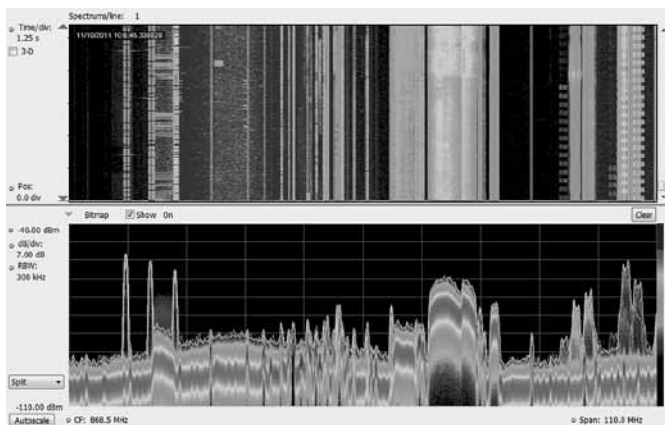
Расширенные функции запуска и технология свипирующего DPX объединены в новейшей функции запуска DPX Density с возможностью запуска при наличии сигналов типа рант и использованием определения временных параметров запуска. Запуск по сигналам типа рант, показанный на рисунке, можно использовать для отслеживания несоответствующих импульсов в последовательности, что позволяет уменьшить время, затрачиваемое на поиск проблемы. Определение временных параметров может использоваться для разделения изменяющихся импульсов и импульсов более высокого разрешения в радиолокационном сигнале либо для запуска только при таких сигналах, длительность которых превышает указанное время.



Измерения фазового шума и джиттера (Опция 11) делают анализаторы серии RSA6000A еще более ценными, поскольку они заменяют стандартные приборы для проведения такого рода измерений во многих сферах. Фазовый шум можно измерять при смещениях несущей до 1 ГГц, а внутренний фазовый шум автоматически уменьшается, благодаря оптимизации полос захвата и настроек аттенюатора для каждого смещения несущей в максимальном динамическом диапазоне. В случае менее важных измерений для ускорения процесса получения результатов можно включить функцию оптимизации скорости. Достаточный диапазон измерений для многих сфер применения обеспечивается, благодаря типовому значению остаточного фазового шума -132 dBc/Гц при смещении 1 МГц, частота несущей 0 ГГц.



Включенные в базовую конфигурацию расширенные функции запуска и технология свипирующего DPX позволяют по-новому взглянуть на процесс свипирующего анализа спектра. Технология DPX позволяет захватывать сотни тысяч спектров в секунду в полосе пропускания 110 МГц. Благодаря этому имеется возможность свипирования DPX во всем входном диапазоне приборов серии RSA6000, до 20 ГГц. В то время как стандартные анализаторы спектра могут выполнять захват одного спектра, анализаторы серии RSA6000 захватывают тысячи спектров одновременно. Такие высокие рабочие характеристики позволяют уменьшить риск потери сигналов с временным разделением и неустановившихся сигналов во время поиска.



Технология получения спектрограмм DPX обеспечивает непрерывный мониторинг спектра в течение нескольких дней. Можно записать и просматривать 60 000 спектров с настраиваемым разрешением на линию от 110 мкс до 6400с.

### Качество, на которое можно положиться

Доверьтесь компании Tektronix, и вы получите качество, на которое можно положиться. Каждый анализатор серии RSA6000 не только сопровождается лучшими в отрасли службами поддержки, но и обеспечивается годовой гарантией.

## Технические характеристики

### Частотные характеристики

Параметр	Описание
Диапазон частот	от 9 кГц до 20 ГГц (RSA6120B) от 9 кГц до 14 ГГц (RSA6114B) от 9 кГц до 6,2 ГГц (RSA6106B)
Шаг установки центральной частоты	0,1 Гц
Точность считывания маркера частоты	$\pm(RE \times MF + 0,001 \times \text{полоса обзора} + 2)$ Гц
RE	Погрешность опорной частоты
MF	Частота маркера (Гц)
Точность полосы обзора	$\pm 0,3\%$ (в автоматическом режиме)
<b>Опорная частота</b>	
Исходная точность при калибровке	$1 \times 10^{-7}$ (после прогрева в течение 10 минут)
Изменение точности в течение дня	$1 \times 10^{-9}$ (после 30 дней эксплуатации)
Изменение точности в течение года	$5 \times 10^{-8}$ (первый год эксплуатации)
Изменение точности в течение 10 лет	$3 \times 10^{-7}$ (после 10 лет эксплуатации)
Температурный дрейф	$2 \times 10^{-8}$ (от 0 до 50 °C)
Накапливаемая погрешность (температура + изменение точности)	$4 \times 10^{-7}$ (в течение 10 лет после калибровки, типовое значение)
Уровень выходного эталонного сигнала	>0 дБм (выбран внутренний эталон) сигнала
Уровень выходного эталонного сигнала (проходной вход)	0 дБ номинальный коэффициент усиления от внешнего эталонного входа до эталонного выхода, макс. выходное значение +15 дБм
Входные частоты внешнего эталона	от 1 до 25 МГц (с шагом 1 МГц) +1,2288 МГц, 4,8 МГц, 19,6608 МГц, 31,07 МГц
Требования к погрешности входной частоты внешнего эталона	Должна находиться в пределах $\pm 3 \times 10^{-7}$ установленной входной частоты
Паразитные влияния	< -80 дБс в пределах отстройки 100 кГц с целью исключения экранных помех
Диапазон входного уровня	от -10 до +6 дБм

### Запуск

Параметр	Описание
Режим запуска	Автоматический, ждущий, FastFrame
Источник события запуска	ВЧ вход, запуск 1 (на передней панели), запуск 2 (на задней панели), стробируемый, сеть
Типы запуска	По уровню (стандарт), по частотной маске (опция 52), по нарастанию или спаду частоты, DPX Density, по ранту, по времени
Настройка запуска	Положение точки запуска устанавливается от 1 до 99% общей длины захвата
Комбинационная логика запуска	В качестве события запуска можно определить логическое выражение Вход запуска1 И Вход запуска2/Строб
Действия при запуске	Сохранение выборки и/или сохранение изображения при запуске

Запуск по уровню мощности

Параметр	Описание
Диапазон уровня	от 0 до -100 дБ от опорного уровня
Погрешность	(для уровней запуска >30 дБ над уровнем шума, от 10 до 90% уровня сигнала) ±0,5 дБ (уровень ≥ -50 дБ от опорного уровня) ±1,5 дБ (от < -50 дБ до -70 дБ от опорного уровня)
Диапазон полосы пропускания системы запуска	(при максимальной полосе захвата) от 4 кГц до 20 МГц + неконтролируемый (стандартно) от 11 кГц до 60 МГц + неконтролируемый (опция 110)
Погрешность установки точки срабатывания запуска	Полоса захвата 40 МГц, полоса пропускания 20 МГц погрешность = ±15 нс Полоса захвата 110 МГц, полоса пропускания 60 МГц (опция 110) погрешность = ±5 нс
Минимальное время между запусками (режим Fast Frame включен)	Полоса захвата 10 МГц ≤25 мкс Полоса захвата 40 МГц ≤10 мкс Полоса захвата 110 МГц (опция 110) ≤5 мкс
Система запуска по частотной маске (опция 52)	
Параметр	Описание
Форма маски	Определяется пользователем
Горизонтальное разрешение точек маски	<0,2 % от полосы обзора
Диапазон уровня	от 0 до -80 дБ от опорного уровня
Точность уровня *1	от 0 до -50 дБ от опорного уровня ±(характеристика канала +1,0 дБ) от -50 дБ до -70 дБ от опорного уровня ±(характеристика канала +2,5 дБ)
Диапазон полосы обзора	от 100 Гц до 40 МГц от 100 Гц до 110 МГц (опция 110)
Минимальная длительность события для 100% срабатывания системы запуска (при максимальной полосе захвата, RBW = авто). События, которые имеют длительность меньше указанной, могут привести к понижению точности результатов, получаемых с помощью системы запуска по частотной маске.	
Полоса захвата 40 МГц	
Опция 52 (фиксированная длина БПФ)	30,7 мкс
Опция 52 при заданной полосе разрешения	10 МГц: 3,9 мкс 1 МГц: 5,8 мкс 100 кГц: 30,9 мкс
Полоса захвата 110 МГц (опция 110)	
Опция 52 (фиксированная длина БПФ)	10,3 мкс
Опция 52 при заданной полосе разрешения	10 МГц: 3,7 мкс 1 МГц: 5,8 мкс 100 кГц: 37,6 мкс
Погрешность положения точки запуска	полоса обзора = 40 МГц: ± 2 мкс (RBW = Авто) полоса обзора = 110 МГц: ± 2 мкс (RBW = Авто)

\*1 для масок >30 дБ над уровнем шума.

Улучшенные функции запуска

Параметр	Описание
Система запуска DPX Density	
Диапазон плотности	плотность от 0 до 100%
Горизонтальный диапазон	от 0,25 Гц до 40 МГц от 0,25 Гц до 110 МГц (опция 110)
Минимальная длительность события для 100% срабатывания системы запуска (при максимальной полосе захвата и RBW), длина трассировки 801 точка	3,9 мкс 3,7 мкс (опция 110)
<b>Запуск по сигналу типа рант</b>	
Определение сигнала типа рант	Положительный, отрицательный
Погрешность	(для уровней запуска >30 дБ над уровнем шума, от 10 до 90% уровня сигнала) ±0,5 дБ (уровень ≥ -50 дБ от опорного уровня) ±1,5 дБ (от < -50 дБ до -70 дБ от опорного уровня)
<b>Запуск по временным параметрам</b>	
Типы и источники запуска	Определение временных параметров может применяться к: запускам по уровню, по частотной маске (опция 52), DPX Density, сигналам типа рант, внешн. 1, внешн. 2
Диапазон определения временных параметров	T1: от 0 до 10 секунд T2: от 0 до 10 секунд
Определения временных параметров	Не длиннее, чем T1 Длиннее T1 Длиннее T1 И короче T2 Короче T1 ИЛИ длиннее T2
<b>Запуск по частотным границам</b>	
Диапазон	±(1/2 x (полоса захвата или TDBW, если активна))
Минимальная длительность события	25 нс для полосы захвата 40 МГц при нулевой RBW системы запуска 50 нс для полосы захвата 40 МГц с 20 МГц RBW системы запуска 9,1 нс для полосы захвата 110 МГц при нулевой RBW системы запуска 16,7 нс для полосы захвата 40 МГц с 60 МГц RBW системы запуска
Погрешность временных параметров	Такая же, как и при установке точки срабатывания запуска по уровню мощности
<b>Запуск по времени удержания</b>	
Диапазон	от 20 нс до 10 секунд
Внешняя система запуска 1	
Параметр	Описание
Диапазон уровня	от -2,5 до +2,5 В
Разрешение установки уровня	0,01 В
Погрешность установки точки срабатывания запуска (входное сопротивление 50 Ом)	
Полоса захвата 40 МГц, полоса обзора 40 МГц	погрешность = ±20 нс
Полоса захвата 110 МГц, полоса обзора 110 МГц (опция 110)	погрешность = ±12 нс
Входное сопротивление	Выбирается сопротивление 50 Ом/5 кОм (номинал)

Внешняя система запуска 2

Параметр	Описание
Пороговое напряжение	Фиксированное, TTL
Входное сопротивление	10 кОм (номинал)
Выбор уровня запуска	Высокий, низкий

Параметр	Описание
<b>Напряжение (выходной ток &lt; 1 мА)</b>	
Высокое	>2,0 В
Низкое:	<0,4 В (LVTTTL)
Выходной импеданс	50 Ом (номинал)

Характеристики захвата

Параметр	Описание
Полоса захвата в режиме реального времени	40 МГц (110 МГц, опция 110)
АЦП	100 Мвыб./с, 14 бит (300 Мвыб./с, 14 бит, опция 110)
Объем памяти для сбора данных	1 Гб (4 Гб, опция 53)
Минимальная длина захвата	64 выборки
Разрешение установки длины захвата	1 выборка
Режим захвата Fast Frame	Один захват позволяет сохранить >64 000 записей (для импульсных измерений и анализа спектрограмм)

Глубина памяти (время) и минимальное разрешение во временной области

Полоса захвата	Частота дискретизации (для I и Q)	Макс. время сбора данных	Макс. время сбора данных (опция 53)
110 МГц (опция 110)	150 Мвыб./с	1,79 с	7,15 с
60 МГц (опция 110)	75 Мвыб./с	3,58 с	14,31 с
40 МГц	50 Мвыб./с	4,77 с	19,08 с
20 МГц	25 Мвыб./с	9,54 с	38,17 с
10 МГц	12,5 Мвыб./с	19,08 с	76,35 с
5 МГц	6,25 Мвыб./с	38,17 с	152,7 с
2 МГц*2	3,125 Мвыб./с	42,9 с	171,8 с
1 МГц	1,56 Мвыб./с	85,8 с	343,5 с
500 кГц	781 Квыб./с	171,7 с	687,1 с
200 кГц	390 Квыб./с	343,5 с	1374 с
100 кГц	195 Квыб./с	687,1 с	2748 с
50 кГц	97,6 Квыб./с	1374 с	5497 с
20 кГц	48,8 Квыб./с	2748 с	10955 с
10 кГц	24,4 Квыб./с	5497 с	21990 с
5 кГц	12,2 Квыб./с	10955 с	43980 с
2 кГц	3,05 Квыб./с	43980 с	175921 с
1 кГц	1,52 Квыб./с	87960 с	351843 с
500 Гц	762 Выб./с	175921 с	703687 с
200 Гц	381 Выб./с	351843 с	1407374 с
100 Гц	190 Выб./с	703687 с	2814749 с

\*2 В полосах обзора ≤2 МГц запоминаются данные с более высоким разрешением, что приводит к сокращению времени сбора данных.

Анализ

Отображение по обла-Виды  
стям

Частотная область	Отображение спектра (амплитуда относит. линейн. или лог. частоты) Отображение спектра DPX® (отображение РЧ спектра с цветовой градацией в режиме реального времени) Спектрограмма (амплитуда относит. частоты во времени) Отображение паразитных помех (амплитуда относительно линейной или лог. частоты) Фазовый шум (измерен. фаз. шума и джиттера) (опция 11)
Временная область и статистические измерения	Амплитуда относительно времени Частота относительно времени Фаза относительно времени Амплитуда DPX относительно времени Частота DPX относительно времени Фаза DPX относительно времени Амплитудная модуляция относительно времени Частотная модуляция относительно времени Фазовая модуляция относительно времени РЧ IQ относительно времени Обзор времени CCDF Отношение пикового значения к среднему значению
Время установки, частота и фаза (опция 12)	Зависимость установки частоты от времени Зависимость установки фазы от времени
Набор расширенных измерений (опция 20)	Таблица результатов измерений импульсов Измерение определенного импульса из последовательности (выбирается по номеру импульса) Статистич. данные по импульсам (тенденция результатов измерений импульсов и БПФ тенденции, а также гистограмма)
Цифровая демодуляция (опция 21)	Конstellационная диаграмма EVM относительно времени Таблица символов (двоичная или шестнадцатеричная) Ошибка амплитуды и фазы относит. времени и качества сигнала Демодулированный IQ относительно времени Глазковая диаграмма Решетчатая диаграмма Отклонение частоты относительно времени
Измерение ухода частоты	Анализ сигнала можно проводить на центральной частоте или на назначенной частоте измерения до пределов полос захвата и измерения прибора
Гибкий анализ OFDM (опция 22)	Конstellационная диаграмма, сумма скалярных измерений, EVM или зависимость мощности от несущей, таблица символов (двоичная или шестнадцатеричная)
История сбора данных	Воспроизведение всего содержания памяти захвата или подкомплекта захватов и фреймов. В истории может храниться до 64 000 захватов (каждый с одним или несколькими фреймами), либо 1 Гб выборочных данных, включая данные спектрограммы DPX, в зависимости от того, какой объем кончится быстрее

Характеристики анализа и РЧ спектра

Полоса пропускания

Параметр	Описание
<b>Разрешение полосы пропускания</b>	
Диапазон разрешения полосы пропускания (анализ спектра)	от 0,1 Гц до 8 МГц от 0,1 Гц до 10 МГц (опция 110)
Форма полосы разрешения	Близка к Гауссовой, форм-фактор 4:1:1 (60:3 дБ) ±10%, типовое значение
Точность полосы разрешения	±1 % (режим автоустановки RBW)
Другие типы полос разрешения	Окно Кайзера (RBW), -6 дБ Mil, CISPR, окно Блэкмана-Харриса 4В, одинаковое окно (нет), окно с плоской вершиной (CW ампл.), окно Хенинга

**Полоса пропускания видео**

Полоса пропускания видео	1 Гц до 10 МГц + широко открытый
RBW/VBW макс.	10 000:1
RBW/VBW мин.	1:1 + широко открытый
Разрешение	5 % от вводимой величины
Точность (типовая)	±10 %

**Полоса пропускания во временной области (амплитуда в зависимости от времени)**

Диапазон полосы пропускания во временной области	Не менее, чем от 1/10 до 1/10000 от полосы захвата, 1 Гц минимальный
Форма полосы пропускания во временной области	≤10 МГц, близка к Гауссовой, форм-фактор 4,1:1 (60:3 дБ), типовая 20 МГц (60 МГц, опция 110), форм-фактор <2,5:1 (60:3 дБ) типовая
Точность полосы пропускания во временной области	От 1 Гц до 20 МГц = ±1%, (автоустановка) 20 МГц и 60 МГц = ±10%

Минимальные устанавливаемые полосы разрешения (RBW) анализа спектра в зависимости от полосы обзора

Полоса обзора	Полоса разрешения
>10 МГц	100 Гц
>1 МГц до 10 МГц	10 Гц
>5 кГц до 1 МГц	1 Гц
≤5 кГц	0,1 Гц

Трассы, детекторы и функции дисплея спектра

Параметр	Описание
Трассы	Три трассы + 1 математически рассчитанный спектр + 1 трасса спектрограммы для отображения спектра
Детектор	Пик, отрицательный пик, среднее значение, ±пик, выборочное значение, CISPR (среднее, пиковое, квазипиковое, усреднение логарифмов значений)
Функции трассировки	Нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума, усреднение логарифмов значений
Длина трассировки спектра	801, 2401, 4001, 8001 или 10401 точка

DPX® – обработка спектра сигналов с помощью цифрового люминофора

Параметр	Описание
Скорость обработки спектров (RBW = авто, длина трассировки 801)	292 968/с
Разрешение растрового дисплея DPX	201 x 801
Динамич. диапазон цветов растрового дисплея DPX	8G (99 дБ)
Информация о маркере	Амплитуда, частота и плотность сигналов на дисплее DPX
Мин. длительность сигнала для 100% вероятности обнаружения (при включенном режиме удержания максимума)	5,8 мкс (3,7 мкс, опция 110)
Диапазон полосы обзора (непрерывная обработка)	От 100 Гц до 40 МГц (110 МГц с опцией 110)
Диапазон полосы обзора (сви́пирование)	до полосы пропускания прибора
Время выдержки на один шаг	от 50 мс до 100 с
Обработка результатов трассировки	Растровый дисплей с цветовой градацией, +пик, -пик, среднее
Длина трассировки	801, 2401, 4001, 10401
Точность полосы разрешения	7%

Амплитудные, частотные и фазовые характеристики (номинальные) технологии DPX® с нулевой полосой обзора

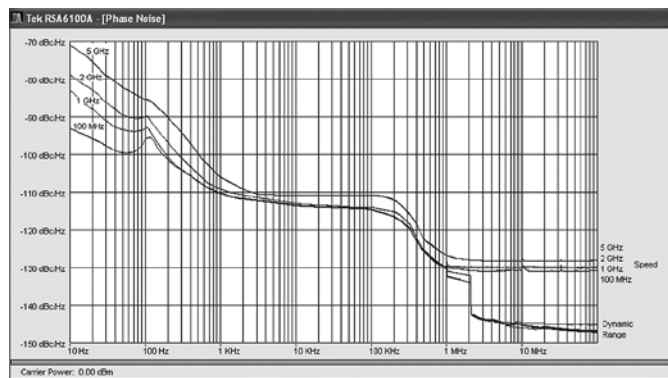
Параметр	Описание
Диапазон полосы измерений	От 100 Гц до максимальной полосы захвата прибора
Диапазон полосы измерений во временной области (TDBW)	Не менее, чем от 1/10 до 1/10000 от полосы захвата, 1 Гц минимум
Погрешность полосы измерений во временной области (TDBW)	± 1 %
Диапазон сви́пирования по времени	100 нс (минимум) 1 с (максимум, при полосе измерений >60 МГц) 2000 с (максимум, при полосе измерений ≤ 60 МГц)
Погрешность измерения времени	± (0,5 % + погрешность опорной частоты)
Погрешность времени запуска при нулевой полосе обзора (запуск по уровню мощности сигнала)	± (время сви́пирования с нулевой полосой обзора/400) в точке запуска
Частотный диапазон отображения DPX	± 100 МГц максимум
Фазовый диапазон отображения DPX	± 200 градусов максимум, свёрнутая фаза ± 500G градусов, развёрнутая фаза

Характеристики спектрограмм DPX®

Параметр	Описание
Диапазон полосы обзора	От 100 Гц до максимальной полосы захвата обзора
Виды трасс спектрограмм DPX®	+ пик, -пик, усредненная (B <sub>ср.кв.</sub> )
Длина трасс спектрограмм DPX®	От 801 до 4001
Объем памяти спектрограмм DPX®	Длина трассы = 801: 60 000 трасс Длина трассы = 2401: 20 000 трасс Длина трассы = 4001: 12 000 трасс
Разрешение по времени на линию	От 110 мкс до 6400 мкс, настраивается пользователем
Макс. время записи в зависимости от разрешения линии	От 6,6 секунд (при 801 точке на кривую, 110 мкс/линию) до 4444 дней (при 801 точке на трассу, 6400 с/линию)







Типовой фазовый шум, измеренный с помощью опции 11.

**Амплитуда**

(Характеристики за исключением ошибки рассогласования)

Параметр	Описание
Диапазон измерения	Отображаемый средний уровень шума к максимальному измеряемому входному уровню
Диапазон входного аттенюатора	от 0 дБ до 75 дБ, с шагом 5 дБ
Максимальный безопасный входной уровень	Средний непрерывный сигнал (РЧ аттенюатор ≥10 дБ, предусилитель ВЫКЛ.) +30 дБм Средний непрерывный сигнал (РЧ аттенюатор Опция 50: +20 дБм Опция 51: +30 дБм ≥10 дБ, предусилитель ВКЛ.) Импульсный РЧ сигнал (РЧ аттенюатор ≥30 дБ, длит. имп. <5 мкс, коэфф. заполнения 0,5 %) 75 Вт
Максимальный измеряемый входной уровень	Средний непрерывный сигнал (РЧ аттенюатор: авто) +30 дБм Импульсный РЧ сигнал (РЧ аттенюатор: авто, длит. имп. <5 мкс, коэфф. заполнения 0,5 %) 75 Вт
Макс. напряжение пост. тока	±40 В
Логарифмический диапазон дисплея	от 0,01 дБ/дел. до 20 дБ/дел.
Деления дисплея	10 делений
Единицы отображения	дБм, дБмВ, Ватты, Вольты, Амперы, дБмкВт, дБмкВ, дБмкА, дБВт, дБВ, дБВ/м и дБА/м
Разрешение считывания маркера, в единицах дБ	0,01 дБ
Разрешение считывания маркера, в вольтах	Зависит от опорного уровня, от 0,001 мкВ
Диапазон установки опорного уровня	шаг 0,1 дБ, от -170 до +50 дБм (мин. опорный уровень -50 дБм на центральной частоте <80 МГц)
Линейность уровня	±0,1 дБ (от 0 до -70 дБ от опорного уровня)

**Частотная характеристика**

Диапазон	Неравномерность
<b>от 18 до 28 °С, ослабление = 10 дБ, предусилитель отключен</b>	
от 10 МГц до 3 ГГц	±0,5 дБ
>3 ГГц до 6,2 ГГц	±0,8 дБ
>6,2 ГГц до 14 ГГц (RSA6114B)	±1,0 дБ
>6,2 ГГц до 20 ГГц (RSA6120B)	±1,0 дБ
<b>от 5 до 50 °С, все настройки аттенюатора (типичные)</b>	
от 9 кГц до 3 ГГц	±0,7 дБ
> 3 ГГц до 6,2 ГГц	±0,8 дБ
> 6,2 ГГц до 14 ГГц (RSA6114B)	±2,0 дБ
> 6,2 ГГц до 20 ГГц (RSA6120B)	±2,0 дБ
<b>RSA6106B, предусилитель включен (опция 50), (ослабление = 10 дБ)</b>	
от 1 МГц до 6,2 ГГц	±2,0 дБ
<b>RSA6114B и RSA6120B, предусилитель включен (опция 51), (ослабление = 10 дБ)</b>	
от 100 кГц до 8 ГГц	±1,5 дБ
от 8 ГГц до 14 ГГц	±3,0 дБ
от 14 ГГц до 20 ГГц (только для RSA6120B)	±3,0 дБ
Погрешность амплитуды	
<b>Параметр</b>	<b>Описание</b>
Абсолютная погрешность амплитуды в точке калибровки (100 МГц, сигнал -20 дБм, ослабление 10 дБ, от +18 до +28 °С)	±0,31 дБ
Погрешность переключения входного аттенюатора	±0,2 дБ
Абсолютная погрешность амплитуды на центральной частоте, доверительный интервал 95% <sup>3</sup>	
от 10 МГц до 3 ГГц	±0,5 дБ
от 3 ГГц до 6,2 ГГц	±0,8 дБ
от 6,2 ГГц до 20 ГГц	±1,5 дБ
КСВ	
(ослабление 10 дБ, без предусилителя, ЦЧ в пределах 200 МГц от частоты измерения КСВ)	
от 10 МГц до 4 ГГц	<1,5:1
от 4 ГГц до 6,2 ГГц	<1,6:1
от 6,2 ГГц до 14 ГГц (только RSA6114B)	<1,9:1
от 6,2 ГГц до 20 ГГц (только RSA6120B)	<1,9:1
КСВ с предусилителем (ослабление 10 дБ, с предусилителем, ЦЧ в пределах 200 МГц от частоты измерения КСВ)	
от 10 МГц до 6,2 ГГц (только RSA6106B)	<1,5:1
от 10 МГц до 4 ГГц	<1,5:1
от 4 ГГц до 6,2 ГГц	<1,6:1
от 6,2 ГГц до 14 ГГц (только RSA6114B)	<1,9:1
от 6,2 ГГц до 20 ГГц (только RSA6120B)	<1,9:1

<sup>3</sup> От +18 до +28 °С, опорный уровень ≤ -15 дБм, аттенюатор: авто, уровень сигнала от -15 до -50 дБм. Полоса разрешения от 10 Гц до 1 МГц, после настройки.

Шумы и искажения

Интермодуляционные искажения 3-го порядка\*<sup>4</sup> (типичные)

Диапазон частот	Интермодуляционные искажения 3-го порядка, дБс	Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка, дБм
<b>RSA6106B, RSA6114B</b>		
9 кГц - 100 МГц	-77	+13,5
100 МГц - 3 ГГц	-80	+15
3 ГГц - 6,2 ГГц	-84	+17
6,2 ГГц - 14 ГГц	-84	+17
<b>RSA6120B</b>		
9 кГц - 100 МГц	-79	+14,5
100 МГц - 3 ГГц	-90	+20
3 ГГц - 6,2 ГГц	-88	+19
6,2 ГГц - 20 ГГц	-88	+19

\*<sup>4</sup> Уровень каждого сигнала -25 дБм, опорный уровень -20 дБм, ослабление 0 дБ, разнесение тона 1 МГц.

**Примечание.** Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3-го порядка рассчитывалась по интермодуляционным искажениям 3-го порядка.

Гармонические искажения 2-го порядка\*<sup>5</sup>

Частота	Искажения 2-го порядка (тип.)
10 МГц - 3,1 ГГц* <sup>5</sup>	< -80 дБс
>3,1 ГГц - 7 ГГц* <sup>5</sup> (RSA6114B)	< -80 дБс
>3,1 ГГц - 10 ГГц* <sup>6</sup> (RSA6120B)	< -80 дБс

\*<sup>5</sup> -40 дБм на ВЧ входе, ослабление 0, без предусилителя, типовое значение.

\*<sup>6</sup> < -80 дБс, -25 дБм на ВЧ входе, ослабление 0, без предусилителя, режим «ВЧ и ПЧ оптимизация» для расширения динамического диапазона.

Средний уровень собственных шумов\*<sup>7</sup>, без предусилителя

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
9 кГц - 10 МГц	-99 дБм/Гц	-102 дБм/Гц
>10 МГц - 100 МГц	-149 дБм/Гц	-151 дБм/Гц
>100 МГц - 2,3 ГГц	-151 дБм/Гц	-153 дБм/Гц
>2,3 ГГц - 4 ГГц	-149 дБм/Гц	-151 дБм/Гц
>4 ГГц - 6,2 ГГц	-145 дБм/Гц	-147 дБм/Гц
<b>Только для RSA6114B</b>		
6,2 ГГц - 7 ГГц	-145 дБм/Гц	-147 дБм/Гц
7 ГГц - 10 ГГц	-137 дБм/Гц	-139 дБм/Гц
10 ГГц - 14 ГГц	-135 дБм/Гц	-139 дБм/Гц
<b>Только для RSA6120B</b>		
>6,2 ГГц - 8,2 ГГц	-145 дБм/Гц	-147 дБм/Гц
>8,2 ГГц - 15 ГГц	-149 дБм/Гц	-152 дБм/Гц
>15 ГГц - 17,5 ГГц	-145 дБм/Гц	-147 дБм/Гц
>17,5 ГГц - 20 ГГц	-143 дБм/Гц	-145 дБм/Гц

\*<sup>7</sup> Режим измерения: полоса разрешения 1 кГц, полоса обзора 100 кГц, усреднения по 100 измерениям, режим минимального шума, вход терминирован, усреднение по логарифмическим параметрам.

Характеристики предварительного усилителя RSA6106B (опция 50)

Параметр	Описание
Диапазон частот	от 1 МГц до 6,2 ГГц
Коэффициент шума на частоте 6,2 ГГц	<6 дБ на 10 ГГц
Коэффициент усиления	20 дБ на 2 ГГц
Защита от электростатического разряда	1 кВ (модель человеческого тела)

Характеристики предварительного усилителя RSA6114B и RSA6120B (опция 51)

Параметр	Описание
Диапазон частот	от 100 кГц до 14 ГГц (RSA6114B) от 100 кГц до 20 ГГц (RSA6120B)
Коэффициент шума на частоте 10 ГГц	<6 дБ на 10 ГГц
Коэффициент усиления	30 дБ на 10 ГГц
Защита от электростатического разряда	500 В (модель человеческого тела)

Средний уровень собственных шумов\*<sup>7</sup>, с предусилителем (RSA6106B, опция 50)

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
От 1 МГц до 10 МГц	-159 дБм/Гц	-162 дБм/Гц
От 10 МГц до 1 ГГц	-165 дБм/Гц	-168 дБм/Гц
От 1 ГГц до 4 ГГц	-164 дБм/Гц	-167 дБм/Гц
От 4 ГГц до 6,2 ГГц	-163 дБм/Гц	-166 дБм/Гц

\*<sup>7</sup> Режим измерения: полоса разрешения 1 кГц, полоса обзора 100 кГц, усреднение по 100 измерениям, режим минимального шума, вход терминирован, усреднение по логарифмическим параметрам.

Средний уровень собственных шумов\*<sup>7</sup>, с предусилителем (RSA6114B и RSA6120B, опция 51)

Диапазон частот	Ном. значение	Тип. значение
От 100 кГц до 1 МГц	-122 дБм/Гц	-125 дБм/Гц
От 1 МГц до 10 МГц	-135 дБм/Гц	-138 дБм/Гц
От 10 МГц до 100 МГц	-152 дБм/Гц	-155 дБм/Гц
От 100 МГц до 4 ГГц	-164 дБм/Гц	-167 дБм/Гц
От 4 ГГц до 14 ГГц	-162 дБм/Гц	-165 дБм/Гц
От 14 ГГц до 20 ГГц (только для RSA6120B)	-160 дБм/Гц	-164 дБм/Гц

\*<sup>7</sup> Режим измерения: полоса разрешения 1 кГц, полоса обзора 100 кГц, усреднение по 100 измерениям, режим минимального шума, вход терминирован, усреднение по логарифмическим параметрам.

Остаточные составляющие\*<sup>8</sup>

Диапазон частот	Ном. значение
40 МГц - 200 МГц	-90 дБм
>200 МГц - 6,2 ГГц (RSA6106B)	-95 дБм -110 дБм (типичное)
>200 МГц - 14 ГГц (RSA6114B)	-95 дБм
>200 МГц - 20 ГГц (RSA6120B)	-95 дБм -110 дБм (типичное)

\*<sup>7</sup> Вход терминирован, полоса разрешения 1 кГц, ослабление 0 дБ.

Зеркальные составляющие\*<sup>9</sup>

Частота	Ном. значение
9 кГц - 6,2 ГГц	< -80 дБс
6,2 ГГц - 8 ГГц (RSA6114B/RSA6120B)	< -80 дБс
>6,2 ГГц - 14 ГГц (RSA6114B)	< -76 дБс
>6,2 ГГц - 20 ГГц (RSA6120B)	< -76 дБс

\*<sup>9</sup> Опорный уровень -30 дБм, ослабление 10 дБ, входной уровень ВЧ -30 дБм, полоса разрешения 10 Гц.

Паразитные составляющие сигнала<sup>\*\*10</sup>

Частота	Полоса обзора ≤40 МГц, диапазон свипирования >40 МГц		Опция 110 Полоса обзора от 40 до 110 МГц	
	Ном.	Тип.	Ном.	Тип.
30 МГц – 6,2 ГГц	-73 дБс	-78 дБс	-73 дБс	-75 дБс
≥6,2 ГГц – 14 ГГц (RSA6114B)	-70 дБс	-75 дБс	-70 дБс	-75 дБс
>6,2 ГГц – 20 ГГц (RSA6120B)	-70 дБс	-75 дБс	-70 дБс	-75 дБс

<sup>\*\*10</sup> Входной уровень ВЧ –15 дБм, ослабление 10 дБ, отстройка ≥400 кГц, режим: авто. Входной сигнал на центральной частоте.

**Паразитные составляющие сигнала на частоте 4,75 ГГц: <62 дБс**  
(центральная частота от 9 кГц до 8 ГГц, уровень опорного сигнала –30 дБм, ослабление 10 дБ, полоса разрешения 1 кГц)  
Диапазон частот сигнала от 4,7225 до 4,7775 ГГц, входной уровень РЧ = -30 дБм

**Проникновение сигнала гетеродина во входной тракт: <-65 дБм (типичное значение, ослабление 10 дБ)**

Динамический диапазон коэффициента утечки мощности в соседний канал<sup>\*\*11</sup>

Тип сигнала, режим измерения	Коэффициент утечки мощности в соседний канал, тип.	
	Соседний	Альтернативный
Нисходящий канал 3GPP, 1 DPCH		
Без коррекции	-70 дБ	-70 дБ
С коррекцией шума	-79 дБ	-79 дБ
Канал 3GPP TM1 64		
Без коррекции	-69 дБ	-69 дБ
С коррекцией шума	-78 дБ	-78 дБ

<sup>\*\*11</sup> Измерения выполнялись при амплитуде входного сигнала, настроенной на оптимальные характеристики. (ЦЧ = 2,13 ГГц)

Частотная характеристика промежуточной частоты и линейность фазы<sup>\*\*12</sup>

Диапазон частот	Характеристика		Типовое значение (ср. кв.)
	Полоса захвата	Неравномерность	
<b>Частота (Гц)</b>			<b>Амплит./фаза</b>
0,01 - 6,2 <sup>*13</sup>	≤300 кГц	±0,10 дБ	0,05 дБ/0,1°
0,03 - 6,2	≤40 МГц	±0,30 дБ	0,20 дБ/0,5°
>6,2 - 14 (RSA6114B)	≤300 кГц	±0,10 дБ	0,05 дБ/0,1°
>6,2 - 14 (RSA6114B)	≤40 МГц	±0,50 дБ	0,40 дБ/1,0°
>6,2 - 20 (RSA6120B)	≤300 кГц	±0,10 дБ	0,05 дБ/0,1°
>6,2 - 20 (RSA6120B)	≤40 МГц	±0,50 дБ	0,40 дБ/1,0°
<b>Опция 110</b>			
0,07 - 3,0	≤110 МГц	±0,50 дБ	0,30 дБ/1,0°
>3 - 6,2	≤110 МГц	±0,50 дБ	0,40 дБ/1,0°
>6,2 - 14 (RSA6114B)	≤80 МГц	±0,75 дБ	0,70 дБ/1,5°
>6,2 - 14 (RSA6114B)	≤110 МГц	±1,0 дБ	0,70 дБ/1,5°
>6,2 - 20 (RSA6120B)	≤80 МГц	±0,75 дБ	0,70 дБ/1,5°
>6,2 - 20 (RSA6120B)	≤110 МГц	±1,0 дБ	0,70 дБ/1,5°

<sup>\*\*12</sup> Неравномерность амплитудной характеристики и отклонение фазы в полосе захвата, включая частотную характеристику РЧ.  
Настройка аттенюатора: 10 дБ

<sup>\*\*13</sup> Выбран режим широкого динамического диапазона.

Аналоговый выход промежуточной частоты и цифровой IQ выход (опция 05)

Параметр	Описание
<b>Аналоговый выход ПЧ</b>	
Частота	500 МГц Выходная частота может меняться в пределах ±1 МГц при изменениях центральной частоты. Боковые полосы могут инвертироваться со входа, в зависимости от центральной частоты
Выходной уровень	от +3 до -10 дБм для пикового уровня сигнала -20 дБм в РЧ микшере (типичное значение)
Контроль фильтров	Неконтролируемый (плоская вершина) или фильтр Гаусса 60 МГц
Полоса (неконтролир.)	>150 МГц (типичное значение)
Полоса (фильтр Гаусса)	60 МГц, фильтр Гаусса до -12 дБ
<b>Цифровой выход IQ</b>	
Тип разъема	MDR (3M) 50 контактов x 2
Выход данных	Данные корректируются в зависимости от амплитудной и фазовой характеристики в режиме реального времени
Формат данных	Данные I: 16 бит LVDS; Данные Q: 16 бит LVDS
Контрольный выход	Тактовая частота: LVDS, 150 МГц - полоса захвата >40 МГц, 50 МГц - полоса захвата ≤40 МГц, индикаторы DV (данные действительны), MSW (наиболее значащее слово), LVDS
Контрольный вход	Включен выход данных IQ, подключение GND позволяет выводить данные IQ
Нарастающий фронт тактовой частоты (время удержания)	8,4 нс (тип. значение, стандартная конфигурация), 1,58 нс (тип. значение, опция 110)
Передача данных по нарастающему фронту тактовой частоты (время установления)	8,2 нс (тип. значение, стандартная конфигурация), 1,54 нс (тип. значение, опция 110)

Измерение АМ/ЧМ/ФМ сигналов и аудиосигналов на прямом входе (опция 10)

Типовые характеристики при входных частотах <2 ГГц, RBW: авто, усреднение: откл., фильтр откл.

Параметр	Описание
<b>Аналоговая демодуляция</b>	
Диапазон частот несущей (для измерений аудио и модулированных сигналов)	От (1/2 x полоса анализа аудиосигналов) до максимальной входной частоты. Уровень искажений и шума снижается на частотах ниже 30 МГц
Максимальная полоса обзора аудиосигналов	10 МГц
<b>Аудиофильтры</b>	
ФНЧ (кГц)	0,3, 3, 15, 30, 80, 300, а также устанавливаемый пользователем фильтр с граничной частотой, равной 0,9 от полосы аудиосигнала
ФВЧ (Гц)	20, 50, 300, 400, а также устанавливаемый пользователем фильтр с граничной частотой, равной 0,9 от полосы аудиосигнала
Стандартные фильтры	CCIT, C-Message
Предыскажения (мкс)	25, 50, 75, 750 и значение, устанавливаемое пользователем
Формат файла	Задаваемые пользователем пары амплитуда/частота в формате .TXT или .CSV. Максимум 1000 пар
<b>Анализ ЧМ сигналов (индекс модуляции &gt; 0,1)</b>	
Измерения ЧМ сигналов	Мощность несущей, ошибка частоты несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения частоты несущей (девиация от 1 до 10 кГц)	±0,5 Гц + (частота передатчика x ошибку опорной частоты)
Погрешность измерения девиации (частота модуляции от 1 кГц до 1 МГц)	±(1% от (частота модуляции + девиация) + 50 Гц)
Погрешность измерения частоты модуляции (девиация от 1 кГц до 100 кГц)	±0,2 Гц
<b>Остаточная ЧМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 5 кГц)</b>	
Гармонические искажения	0,1 %
Искажения	0,7 %
SINAD	43 дБ
<b>Анализ АМ сигналов</b>	
Измерения АМ сигналов	Мощность несущей, частота аудиосигнала, глубина модуляции (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения глубины модуляции (частота модуляции от 1 до 100 кГц, глубина от 10 до 90 %)	±0,2 % + 0,01 x измеренное значение
Погрешность измерения частоты модуляции (частота модуляции от 1 кГц до 1 МГц, глубина 50 %)	±0,2 Гц
<b>Остаточная АМ (частота модуляции от 1 до 100 кГц, глубина 50 %)</b>	
Гармонические искажения	0,16 %
Негармонические искажения	0,13 %
SINAD	58 дБ

Параметр	Описание
<b>Анализ ФМ сигналов</b>	
Измерения ФМ сигналов	Мощность несущей, ошибка частоты несущей, частота аудиосигнала, девиация (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Погрешность измерения мощности несущей (от 10 МГц до 2 ГГц, входная мощность от -20 до 0 дБм)	±0,85 дБ
Погрешность измерения частоты несущей (девиация 0,628 рад)	±0,02 Гц + (частота передатчика x погрешность опорной частоты)
Погрешность измерения девиации ФМ (частота модуляции от 10 до 20 кГц, девиация от 0,628 до 6 рад)	±100 % x (0,005 + (частота модуляции/1 МГц))
Погрешность измерения частоты модуляции ФМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 0,628 рад)	±0,2 Гц
<b>Остаточная ФМ (частота модуляции от 1 до 10 кГц, девиация 0,628 рад)</b>	
Гармонические искажения	0,1 %
Негармонические искажения	1 %
SINAD	40 дБ
<b>Измерения аудиосигнала на прямом входе</b>	
<b>Примечание.</b> В анализаторах серии RSA6000 диапазон частот для измерений немодулированного аудиосигнала на прямом входе имеет нижнюю границу 9 кГц.	
Аудиоизмерения	Мощность сигнала, частота аудиосигнала (+пик, -пик, пик-пик/2, ср.кв.), SINAD, модуляционные искажения, С/Ш, гармонические искажения, негармонические искажения, фон и шум
Диапазон частот на прямом входе (только для аудиоизмерений)	От 9 кГц до 10 МГц
Максимальная полоса обзора аудиосигналов	10 МГц
Погрешность измерения частоты аудиосигнала	±0,2 Гц
Погрешность измерения мощности аудиосигнала	±1,5 дБ
<b>Остаточная модуляция (частота модуляции 10 кГц, уровень входного сигнала 1,0 В)</b>	
Гармонические искажения	0,1 %
Негармонические искажения	0,8 %
SINAD	42 дБ
Измерения фазового шума и джиттера (опция 11)	
<b>Параметр</b>	<b>Описание</b>
Диапазон несущей частоты	От 30 МГц до максимальной частоты прибора – меньше, чем выбранный диапазон частотной отстройки
Измерения	Мощность несущей, ошибка по частоте, среднеквадратичный фазовый шум, джиттер (искажение временного интервала), остаточная ЧМ
Остаточный фазовый шум	См. характеристики фазового шума
Комбинированный диапазон полосы фазового шума и джиттера	Минимальная отстройка от несущей: 10 Гц Максимальная отстройка от несущей: 1 ГГц
Число трасс	2
Трассировка и измерительные функции	Детектирование с усреднением или ±пик Сглаживающее усреднение Оптимизация по скорости или динамическому диапазону

Время установки частоты и фазы (опция 12)<sup>\*14</sup>

**Погрешность установки частоты с 95 % доверительным интервалом (типовым) при заданной частоте, полосе и числе усреднений**

Измеряемая частота, число измерений при усреднении	Погрешность частоты при заданной полосе измерений			
	110 МГц	10 МГц	1 МГц	100 кГц
<b>1 ГГц</b>				
Одно измерение	2 кГц	100 Гц	10 Гц	1 Гц
100 измерений	200 Гц	10 Гц	1 Гц	0,1 Гц
1000 измерений	50 Гц	2 Гц	1 Гц	0,05 Гц
<b>10 ГГц</b>				
Одно измерение	5 кГц	100 Гц	10 Гц	5 Гц
100 измерений	300 Гц	10 Гц	1 Гц	0,5 Гц
1000 измерений	100 Гц	5 Гц	0,5 Гц	0,1 Гц
<b>20 ГГц</b>				
Одно измерение	2 кГц	100 Гц	10 Гц	5 Гц
100 измерений	200 Гц	10 Гц	1 Гц	0,5 Гц
1000 измерений	100 Гц	5 Гц	0,5 Гц	0,2 Гц

**Погрешность установки фазы с 95 % доверительным интервалом (тип.) при заданной частоте, полосе и числе усреднений**

Измеряемая частота, число измерений при усреднении	Погрешность фазы при заданной полосе измерений		
	110 МГц	10 МГц	1 МГц
<b>1 ГГц</b>			
Одно измерение	1,00°	0,50°	0,50°
100 измерений	0,10°	0,05°	0,05°
1000 измерений	0,05°	0,01°	0,01°
<b>10 ГГц</b>			
Одно измерение	1,50°	1,00°	0,50°
100 измерений	0,20°	0,10°	0,05°
1000 измерений	0,10°	0,05°	0,02°
<b>20 ГГц</b>			
Одно измерение	1,00°	0,50°	0,50°
100 измерений	0,10°	0,05°	0,05°
1000 измерений	0,05°	0,02°	0,02°

<sup>\*14</sup> Уровень измеряемого сигнала > -20 дБм, аттенуатор: авто.

Набор расширенных измерений (опция 20)

Параметр	Описание
Измерения	Средняя мощность включения, пиковая мощность, средняя передаваемая мощность, длительность импульса, время нарастания, время спада, период повторения (секунды), частота повторения (Гц), коэффициент заполнения (%), коэффициент заполнения (соотношение), неравномерность (дБ, %), выброс (дБ, %), спад (дБ, %), разность частот между импульсами, разность фаз между импульсами, среднеквадратичная погрешность частоты, макс. погрешность частоты, среднеквадратичная фазовая погрешность, макс. фазовая погрешность, отклонение частоты, отклонение фазы, импульсная характеристика (ед. времени), метка времени
Минимальная длительность детектируемого импульса	150 нс (стандарт), 50 нс (опция 110)
Число импульсов	от 1 до 10000
Собственное время нарастания (тип.)	<25 нс (стандарт), <10 нс (опция 110)
Точность измерения импульсов	Условия измерения сигнала, если не указано иное: длительность импульса >450 нс, (150 нс с опцией 110), отношение сигнал/шум ≥30 дБ, коэфф. заполнения от 0,5 до 0,001, температура от +18 до +28 °C
Импульсная характеристика	Диапазон измерения: от 15 до 40 дБ по всей ширине ЛЧМ-импульса Погрешность измерения (тип.): ±2 дБ для сигналов с амплитудой 40 дБ и с задержкой от 1% до 40% длительности ЛЧМ-импульса <sup>*15</sup>
Взвешивание импульсной характеристики	Окно Тейлора

<sup>\*14</sup> Частота ЛЧМ-импульса 100 МГц, длительность импульса 10 мкс, минимальная задержка сигнала 1% от длительности импульса или 10/(ширину ЛЧМ-импульса), смотря что больше, и минимум 2000 выборки во время активной части импульса.

### Характеристики измерения импульсов

Амплитуда импульса и синхронизация импульсов

Измерение	Погрешность (типовое значение)
Средняя мощность включения <sup>*16</sup>	± 0,3 дБ + абсолютная погрешность амплитуды
Средняя передаваемая мощность <sup>*16</sup>	± 0,4 дБ + абсолютная погрешность амплитуды
Пиковая мощность <sup>*16</sup>	± 0,4 дБ + абсолютная погрешность амплитуды
Длительность импульса	±3% показания
Коэффициент заполнения	±3% показания

<sup>\*16</sup> Условия измерения: длительность импульса > 300 нс (100 нс, опция 110)

Ошибка по частоте и фазе относительно немодулированного импульсного сигнала

При приведенных частотах и полосах измерений<sup>\*17</sup> с доверительной вероятностью 95 %.

Полоса обзора	ЦЧ: 2 ГГц			ЦЧ: 10 ГГц			ЦЧ: 20 ГГц		
	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза
20 МГц	±5 кГц	±13 кГц	±0,3°	±5 кГц	±40 кГц	±0,6°	±8 кГц	±60 кГц	±1,3°
40 МГц	±10 кГц	±30 кГц	±0,35°	±10 кГц	±50 кГц	±0,75°	±20 кГц	±60 кГц	±1,3°
60 МГц (опция 110)	±30 кГц	±70 кГц	±0,5°	±30 кГц	±150 кГц	±0,75°	±50 кГц	±275 кГц	±1,5°
110 МГц (опция 110)	±50 кГц	±170 кГц	±0,6°	±50 кГц	±150 кГц	±0,75°	±100 кГц	±300 кГц	±1,5°

<sup>\*17</sup> Мощность импульса ≥ -20 дБм, пиковый уровень сигнала соответствует опорному, аттенуатор = авто,  $t_{\text{взм}} - t_{\text{опорн}} \leq 10$  мс, определение частоты: вручную. При измерении временных характеристик импульсов не учитываются передние и задние фронты длительностью более 10/(значение полосы измерения), по измерению от 50%  $t_{\text{нараст}}$  или  $t_{\text{спада}}$ . Абсолютная погрешность частоты определяется по центральной половине импульса.

Ошибка частоты и фазы относительно импульса с линейной частотной модуляцией

При приведенных частотах и полосах измерений<sup>\*17</sup> с доверительной вероятностью 95 %.

Полоса обзора	ЦЧ: 2 ГГц			ЦЧ: 10 ГГц			ЦЧ: 20 ГГц		
	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза	Абс. ошибка частоты (ср. кв.)	Частота следования импульсов	Фаза
20 МГц	±10 кГц	±25 кГц	±0,4°	±15 кГц	±30 кГц	±0,9°	±25 кГц	±50 кГц	±1,8°
40 МГц	±12 кГц	±40 кГц	±0,4°	±15 кГц	±50 кГц	±1,0°	±30 кГц	±130 кГц	±2,0°
60 МГц (опция 110)	±60 кГц	±130 кГц	±0,5°	±60 кГц	±150 кГц	±1,0°	±75 кГц	±200 кГц	±2,0°
110 МГц (опция 110)	±75 кГц	±275 кГц	±0,6°	±75 кГц	±300 кГц	±1,0°	±125 кГц	±500 кГц	±2,0°

<sup>\*17</sup> Мощность импульса ≥ -20 дБм, пиковый уровень сигнала соответствует опорному, аттенуатор = авто,  $t_{изм.} - t_{опорн.} \leq 10$  мс, определение частоты: вручную. При измерении временных характеристик импульсов не учитываются передние и задние фронты длительностью более 10/значения полосы измерения), по измерению от 50%  $t_{хараст.}$  или  $t_{спада}$ . Абсолютная погрешность частоты определяется по центральной половине импульса.

**Примечание.** Тип сигнала: импульсный сигнал с линейной частотной модуляцией. Пиковая девиация: ≤ 0,8 значения полосы измерения.

Анализ цифровой модуляции (опция 21)

Параметр	Описание
Форматы модуляции	$\pi/2$ DBPSK, BPSK, SBPSK, QPSK, DQPSK, $\pi/4$ DQPSK, D8PSK, D16PSK, 8PSK, OQPSK, SOQPSK, CPM, 16/32/64/128/256QAM, MSK, GMSK, 2-FSK, 4-FSK, 8-FSK, 16-FSK, C4FM
Период анализа	До 80 000 выборок
Типы фильтров	
Фильтры измерений	квадратный корень приподнятого косинуса, приподнятый косинус, гауссов, прямоугольный, IS-95, IS-95 EQ, C4FM-P25, полусинусоидальный, без фильтра, определяется пользователем
Эталонные фильтры	приподнятый косинус, гауссов, прямоугольный, IS-95, SBPSK-MIL, SOQPSK-MIL, SOQPSK-ARTM, без фильтра, определяется пользователем
Диапазон Alpha/B*T	от 0,001 до 1, шаг 0,001
Измерения	Конstellационная диаграмма, амплитуда вектора ошибки (EVM) в зависимости от времени, коэффициент ошибок модуляции (MER), ошибка по амплитуде в зависимости от времени, ошибка по фазе в зависимости от времени, качество сигнала, таблица символов, качество формы волны Rho. Только для ЧМн: отклонение частоты, ошибка синхронизации символов
Диапазон скорости передачи символов	От 1 ксимвола/с до 100 Мсимволов/с (модулированный сигнал должен полностью находиться в пределах полосы захвата прибора серии RSA6000)

Цифровая модуляция (опция 21)

Скорость передачи символов	Остаточная EVM (типовое значение)
<b>QPSK: остаточная EVM<sup>*18</sup></b>	
100 ксимволов/с	<0,5 %
1 Мсимволов/с	<0,5 %
10 Мсимволов/с	<0,6 %
30 Мсимволов/с	<1,5 %
80 Мсимволов/с (опция 110)	<2,0 %
<b>256QAM: остаточная EVM<sup>*19</sup></b>	
10 Мсимволов/с	<0,5 %
30 Мсимволов/с	<0,8 %
80 Мсимволов/с (опция 110)	<0,8 %
<b>QPSK со смещением: остаточная EVM<sup>*18</sup></b>	
100 ксимволов/с	<0,5 %
1 ксимвол/с	<0,5 %
10 Мсимволов/с	<1,4 %
<b>S-OQPSK (MIL, ARTM): остаточная EVM<sup>*20</sup></b>	
4 ксимвола/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,5 %
20 ксимволов/с	<0,5 %
100 ксимволов/с	<0,5 %
1 Мсимвол/с	<0,5 %
<b>S-BPSK (MIL): остаточная EVM<sup>*21</sup></b>	
4 ксимвола/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,4 %
20 ксимволов/с	<0,5 %
100 ксимволов/с	<0,5 %
1 Мсимвол/с	<0,5 %
<b>CPM (MIL): остаточная EVM<sup>*21</sup></b>	
4 ксимвола/с, ЦЧ = 250 МГц	<0,5 %
20 ксимволов/с	<0,5 %
100 ксимволов/с	<0,5 %
1 Мсимвол/с	<0,5 %
<b>2/4/8/16 ЧМн: остаточное значение ср.кв. ошибки ЧМн<sup>*22</sup></b>	
10 ксимволов/с, отклонение 10 кГц	<0,6 %

<sup>\*18</sup> ЦЧ = 2 ГГц, фильтр при измерении = корень квадратный из приподнятого косинуса, эталонный фильтр = приподнятый косинус, длина анализа = 200 символов.

<sup>\*19</sup> ЦЧ = 2 ГГц, фильтр при измерении = корень квадратный из приподнятого косинуса, эталонный фильтр = приподнятый косинус, длина анализа = 400 символов.

<sup>\*20</sup> ЦЧ = 2 ГГц, если не указано иного. Эталонные фильтры: MIL STD, ARTM, фильтр при измерении: нет.

<sup>\*21</sup> ЦЧ = 2 ГГц, если не указано иного. Эталонный фильтр: MIL STD.

<sup>\*22</sup> ЦЧ=2 ГГц. Эталонный фильтр: нет, фильтр измерения: нет.

Адаптивный эквалайзер

Параметр	Описание
Тип	Линейный эквалайзер с прямой связью (КИХ), с управлением по решению, с изменяемым коэффициентом адаптации и регулируемой скоростью сходимости
Поддерживаемые виды модуляции	BPSK, QPSK, OQPSK, $\pi/2$ DBPSK, $\pi/4$ DQPSK, 8PSK, 8DPSK, 16DPSK, 16/32/64/128/256QAM
Эталонные фильтры для всех видов модуляции кроме OQPSK	Приподнятый косинус, прямоугольный, без фильтра
Эталонный фильтр для OQPSK	Приподнятый косинус, $1/2$ Sin
Длина фильтра	От 1 до 128 звеньев
Кол-во звеньев/символов в фильтрах: приподнятый косинус, $1/2$ Sin, без фильтра	1, 2, 4, 8
Кол-во звеньев/символов в фильтрах: прямо-угольный фильтр	1
Управление эквалайзером	Откл., настройка, удержание, сброс
Характеристики гибкого анализа OFDM (опция 22)	

Параметр	Описание
Используемые стандарты	WiMAX 802.16-2004, WLAN 802.11a/g/j/p
Устанавливаемые параметры	Защитный интервал, разнесение поднесущих, полоса канала
Дополнительные устанавливаемые параметры	Обнаружение несущей: авто, ручной выбор (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM) Отстройка при анализе символов: (от -100% до 0%) Отслеживание пилот-сигнала: фаза, амплитуда, синхронизация Обмен местами I и Q: Вкл./Откл.
Итоговые измерения	Ошибка тактовой частоты символа, ошибка по частоте, средняя мощность, отношение пиковой мощности к средней, CPE EVM (ср.кв. и пиковая) для всех несущих, диаграммы несущих, информационные несущие Параметры OFDM: число символов, ошибка по частоте, ошибка тактовой частоты символов, исходная отстройка IQ, CPE, средняя мощность, отношение пиковой мощности к средней EVM (ср.кв. и пиковая) для всех поднесущих, пилотных поднесущих, поднесущих данных
Отображение результатов измерений	EVM в зависимости от символа, или поднесущей, Мощность поднесущей в зависимости от символа, или поднесущей, Конstellационные диаграммы поднесущих Таблица символьных данных Ошибка по амплитуде в зависимости от символа или поднесущей Ошибка по фазе в зависимости от символа или поднесущей АЧХ канала
Остаточная EVM	-44 дБ (WiMAX 802.16-2004, в полосе 5 МГц) -44 дБ (WLAN 802.11g, в полосе 20 МГц) Мощность входного сигнала оптимизирована на достижение лучшего значения EVM

Погрешность анализа модуляции

Аналоговая модуляция (тип. значение)

Модуляция	Описание
Погрешность демодуляции AM сигналов	$\pm 2$ % входной сигнал 0 дБм на центральной частоте несущая частота 1 ГГц, глубина модуляции от 10 до 60 %, частота входного/модулирующего сигнала 1 кГц/5 кГц
Погрешность демодуляции ФМ сигналов	$\pm 3^\circ$ входной сигнал 0 дБм на центральной частоте несущая частота 1 ГГц, частота входного/модулирующего сигнала 400 Гц/1 кГц
Погрешность демодуляции ЧМ сигналов	$\pm 1$ % полосы обзора входной сигнал 0 дБм на центральной частоте несущая частота 1 ГГц, частота входного/модулирующего сигнала 1 кГц/5 кГц

Входы и выходы

Параметр	Описание
<b>Передняя панель</b>	
Дисплей	Сенсорный экран, 10,4 дюйма (264 мм)
Входной PC разъем Planar Crown™	N типа, (RSA6106B и RSA6114B) 3,5 мм (только для RSA6120B) Адаптер SMA (вилка) – SMA (розетка) (только для RSA6120B)
Выход системы запуска	Разъем BNC, высокий уровень: >2,0 В, низкий уровень: <0,4 В, выходной ток 1 мА (низковольтный TTL), 50 Ом
Вход системы запуска	Разъем BNC, импеданс 50 Ом/5 кОм (ном.), макс. входной сигнал $\pm 5$ В, уровень запуска от -2,5 В до +2,5 В
Порты USB	1 USB 2.0, 1 USB 1.1
Аудио	Динамик
<b>Задняя панель</b>	
Выход опорной частоты 10 МГц	50 Ом, BNC, >0 дБм
Вход внешней опорной частоты	50 Ом, BNC, от -10 до +6 дБм, от 1 до 25 МГц с шагом 1 МГц, плюс 1,2288 МГц, 4,8 МГц и 19,6608 МГц и 31,07 МГц
Требуемая погрешность частоты, подаваемой на внешний вход опорной частоты	$\leq \pm 0,3 \cdot 10^{-6}$
Система запуска 2/вход шлюза	BNC, высокий уровень: от 1,6 до 5,0 В, низкий: от 0 до 0,5 В
Интерфейс GPIB	IEEE 488.2
Интерфейс сети Ethernet	RJ45, 10/100/1000 BASE-T
Порты USB	USB 2.0, два порта
Выход VGA	VGA совместимый, 15 DSUB
Аудиовыход	Гнездо для наушников 3,5 мм
Питание источника шума	Разъем BNC, +28 В, 140 мА (номинал)



## Общие характеристики

Параметр	Описание
<b>Диапазон температур</b>	
При работе	от +5 до +50 °С (от +5 до +40 °С при использовании DVD)
При хранении	от -20 до +60 °С
Время прогрева	20 мин
<b>Высота над уровнем моря</b>	
При работе	До 3000 м
При хранении	До 12 190 м
<b>Относительная влажность</b>	
Рабочая и хранения (80% при использовании DVD)	90 % при 30 °С (без образования конденсата, макс. температура по влажному термометру 29 °С)
<b>Вибрация</b>	
В рабочем состоянии (кроме работы с установленной опцией 56 (съёмный диск) или с DVD/CD)	0,22G <sub>рп. кв.</sub> : профиль 0,00010 g <sup>2</sup> /Гц при 5-350 Гц, спад -3 дБ/октава с 350-500 Гц, 0,00007 g <sup>2</sup> /Гц при 500 Гц, 3 оси по 10 мин./ось
В нерабочем состоянии	2,28G <sub>рп. кв.</sub> : профиль 0,0175 g <sup>2</sup> /Гц при 5-100 Гц, спад -3 дБ/октава от 100 с 200 Гц, 0,00875 g <sup>2</sup> /Гц при 200-350 Гц, 0,006132 g <sup>2</sup> /Гц при 500 Гц, 3 оси по 10 мин./ось
<b>Удары</b>	
В рабочем состоянии	15 G, половина синусоиды, длительность 11 мс. (макс. 1 G при работе с DVD и опцией 56 (съёмный жесткий диск))
В нерабочем состоянии	30 G, половина синусоиды, длительность 11 мс
<b>Безопасность</b>	
	UL 61010-1:2004 CSA C22.2 No.61010-1-04
<b>Электромагнитная совместимость</b>	
	Директива Евросоюза по электромагнитной совместимости 2004/108/ЕС EN61326, Класс А
<b>Сеть электропитания</b>	
	от 90 до 240 В, от 50 до 60 Гц от 90 до 132 В, 400 Гц
Потребляемая мощность	450 Вт (макс.)
Хранение данных	Встроенный жесткий диск, порты USB, DVD±RW (опция 59), съёмный жесткий диск (опция 56)
Интервал калибровки	Один год
Гарантия	Один год
GPIO	Совместим с SCPI, соответствует IEEE488.2
<b>Габариты и масса</b>	
<b>Габаритные размеры, мм</b>	
Высота	282
Ширина	473
Глубина	531
<b>Масса, кг</b>	
Со всеми опциями	26,4

**Примечание.** Габаритные размеры с учетом ножек. Масса без учета сумки для принадлежностей.

## Информация для заказа

## RSA6106B

Анализатор спектра реального времени, от 9 кГц до 6,2 ГГц, полоса захвата 40 МГц

## RSA6114B

Анализатор спектра реального времени, от 9 кГц до 14 ГГц, полоса захвата 40 МГц

## RSA6120B

Анализатор спектра реального времени, от 9 кГц до 20 ГГц, полоса захвата 40 МГц

**Комплект поставки:** документация на компакт-диске (краткое руководство пользователя, руководство по применению, онлайн файл справки с возможностью печати, руководство программиста, руководство по обслуживанию, руководство по проверке функций и характеристик, разрешение к открытому использованию, руководство по безопасности), передняя крышка, клавиатура USB, мышь USB, входные PC разъемы Planar Crown™ – N-типа, (для RSA6106B и RSA6114B)/3,5 мм (только для RSA6120B)/переходник SMA (вилка) – SMA (розетка) (только для RSA6120B) и годовая гарантия.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства.

Опции\*<sup>23,24</sup>

Опции	Описание
Опция 05	Цифровой IQ выход и аналоговый выход ПЧ 500 МГц
Опция 10	Измерения аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов
Опция 11	Измерения фазового шума и джиттера
Опция 12	Измерение времени установки (частоты и фазы)
Опция 20	Расширенный анализ сигналов (включая измерения импульсных сигналов)
Опция 21	Анализ основных видов модуляции
Опция 22	Гибкий анализ OFDM
Опция 50	Предусилитель 1 МГц – 6,2 ГГц, усиление 20 дБ (только для RSA6106B)
Опция 51	Предусилитель 100 кГц – 20 ГГц, усиление 30 дБ (только для RSA6114B и RSA6206B)
Опция 52	Запуск по частотной маске
Опция 53	Расширение памяти, общая память захвата 4 Гб
Опция 56	Съёмный твердотельный накопитель (160 Гб), несовместим с опциями 57 и 59
Опция 57	Встроенный жесткий диск (160 Гб) и привод CD/DVD-RW, несовместимы с опциями 57 и 59
Опция 59	Встроенный жесткий диск (160 Гб), несовместим с опциями 56 и 57
Опция 110	Полоса захвата 110 МГц
Опция RSA565KR	Набор для монтажа в стойку

\*<sup>23</sup> Необходимо заказать одну из взаимоисключающих опций: 56, 57 или 59. Для опции 57 привод DVD/RW не входит в комплект поставки.

\*<sup>24</sup> Опции 10, 11, 12, 20, 21, 22, 52 и 110 являются программным обеспечением. Остальные опции – аппаратные.

Рекомендуемые принадлежности

Принадлежности	Описание
RTPA2A	Адаптер пробника для анализатора спектра Совместим со следующими пробниками: P7225 – активный пробник, 2,5 ГГц P7240 – активный пробник, 4 ГГц P7260 – активный пробник, 6 ГГц P7330 – дифференциальный пробник, 3,5 ГГц P7350 – дифференциальный пробник, 5 ГГц P7350SMA – дифференциальный пробник SMA, 5 ГГц P7340A – Z-активный дифференциальный пробник, 4 ГГц P7360A – Z-активный дифференциальный пробник, 6 ГГц P7380A – Z-активный дифференциальный пробник, 8 ГГц P7380SMA – система захвата дифференциального сигнала, 8 ГГц P7313 – Z-активный дифференциальный пробник, >12,5 ГГц P7313SMA – дифференциальный 13 ГГц SMA пробник Серия P7500 – пробники Trimode от 4 до 20 ГГц
K420	Тележка для стационарного/мобильного прибора
119-4146-xx	Пробники электромагнитного поля в ближней зоне. Для обнаружения ЭМ помех
065-0913-xx	Дополнительный съемный жесткий диск Для применения с опцией 56 (с предустановленной ОС Windows 7 и ПО прибора)
016-2026-xx	Кейс для перевозки
071-1909-xx	Дополнительное краткое руководство пользователя (печатный вариант)
071-1914-xx	Руководство по обслуживанию (печатный вариант)
119-7902-xx	Устройство развязки по постоянному току, разъем N-типа, от 10 МГц до 18 ГГц (развязка центральной жилы и экрана)
131-4329-00	Входной PЧ разъем Planar Crown – 7005A-3 N-типа, розетка
131-9062-00	Входной PЧ разъем Planar Crown – 7005A-6, 3,5 мм, розетка
131-8822-00	Входной PЧ разъем Planar Crown – 7005A-7, 3,5 мм, вилка
131-8689-00	Входной PЧ разъем Planar Crown – 7005A-1, SMA, розетка
015-0369-00	PЧ адаптер – N (вилка) - SMA (розетка)
119-6599-00	Мощный аттенуатор –20 дБ, 50 Вт, 5 ГГц
119-6599800	Устройство развязки по постоянному току, разъем N-типа, от 10 МГц до 12,4 ГГц (развязка центральной жилы и экрана)
101A – комплект пробников для определения ЭМС 150A – усилитель пробника для определения ЭМС 110A – кабель пробника Адаптер пробника с разъемом SMA Адаптер пробника с разъемом BNC	
174-5706-xx	Кабель длиной 90 см с разъемами SMA (вилка)
Кабель питания	
Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

Сервисные опции

Опция	Описание
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
R5	Ремонт в течение 5 лет
CA1	Однократная калибровка или проверка функционирования

Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

Обновления – RSA6UP

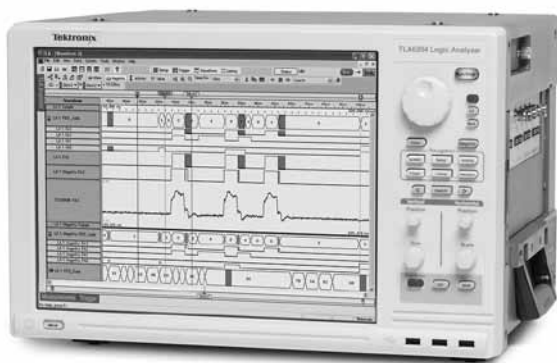
Опция	Описание опции	Программная или аппаратная	Требуется ли заводская калибровка
Опция 05	Цифровой выход IQ и аналоговый выход ПЧ 500 МГц	A	Нет
Опция 10	Измерения аудиосигналов и AM/ЧМ/ФМ сигналов	П	Нет
Опция 11	Измерение фазового шума и джиттера	П	Нет
Опция 12	Измерение времени установки частоты и фазы	П	Нет
Опция 20	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения)	П	Нет
Опция 21	Общий анализ цифровой модуляции	П	Нет
Опция 22	Гибкий анализ OFDM	П	Нет
Опция 50	Предусилитель 1 МГц – 6,2 ГГц, усиление 20 дБ (только для RSA6106B)	A	Да
Опция 51	Предусилитель 100 кГц – 20 ГГц, усиление 30 дБ (только для RSA6114B и RSA6120B)	A	Да
Опция 52	Запуск по частотной маске	П	Нет
Опция 53	Расширение памяти, общая память захвата 4 ГБ	A	Нет
Опция 56	Съемный твердотельный накопитель (160 ГГц) несовместим с опциями 57, 59	A	Нет
Опция 57	Привод CD/DVD-RW и встроенный жесткий диск, несовместим с опциями 56 и 59	A	Нет
Опция 59	Встроенный жесткий диск (160 ГБ), несовместим с опциями 56 и 57	A	Нет
Опция 110	Полоса захвата реального времени 110 МГц	П	Нет

## Сравнительная таблица логических анализаторов

	TLA6xxx	TLA7ACx	TLA7Bxx	TLA7SAxx
Число каналов	68,102,136	68, 102, 136	68, 102, 136	8, 16
Максимальное число каналов на опорный генератор	136	272 в TLA7012, 408 в TLA7016	272 в TLA7012, 408 в TLA7016	-
Максимальное число каналов в мэйнфрейме	136	272 в TLA7012, 816 в TLA7016	272 в TLA7012, 816 в TLA7016	32 в TLA7012, 96 в TLA7016
Максимальное число каналов на систему	136	2176 (с восемью TLA7012s и одним TLA708EX) 6528 (с восемью TLA7016s и одним TLA708EX)		
Максимальное число независимых шин на систему	1	16 (с восемью TLA7012s и одним TLA708EX) 48 (с восемью TLA7016s и одним TLA708EX)		
Тактовая частота	235 МГц (стандарт) 450 МГц (опция)	235 МГц (стандарт) 450 МГц (опция)	750 МГц (стандарт) 1,4 Гц (опция)	до 8.0 Гбит/с
Максимальная тактовая частота	800 МГц (режим с половиной каналов)	800 МГц (режим с половиной каналов)	до 1,4 ГГц	до 8.0 Гбит/с
Максимальная скорость передачи	1250 Мбит/с	1250 Мбит/с	3,0 Гбит/с	-
Разрешение по времени MagniVu™ (все каналы, все время)	125 пс (8 ГГц) с глубиной 16 Кб	125 пс (8 ГГц) с глубиной 16 Кб	20 пс (50 ГГц)	-
Одновременное считывание состояния и временных характеристик через один и тот же пробник	да	да	да	нет
Аналоговые измерения через один и тот же пробник	опция	опция	да	да, необходим адаптер P67UHDSMA для соединения пробника с осциллографом
Разрешение по времени	500 пс (2 ГГц)/ 1 нс (1 ГГц)/ 2 нс (500 ГГц)/ (четверть/половина/все каналы)	500 пс (2 ГГц)/ 1 нс (1 ГГц)/ 2 нс (500 ГГц)/ (четверть/половина/все каналы)	156,25 пс/ 312,5 пс/ от 625 пс до 50 нс (четверть/половина/все каналы)	-
Аналоговые выходы (четыре на модуль – аналоговый мультиплексор)	да	да	да	нет
Длина записи	от 8/4/2 Мб до 512/256/128 Мб (четверть/половина/все каналы с метками времени)	от 8/4/2 Мб до 512/256/128 Мб (четверть/половина/все каналы с метками времени)	от 4/2 Мб до 256/128 Мб (четверть/половина/все каналы с метками времени)	до 160 М символов/ дифференциальный вход 8 Гб общей физической памяти (16 Гб на 16 конфигураций)
Синхронное тактирование источника	да	нет	да	да

# Логические анализаторы Tektronix

## Серия TLA6400



### Возможности и преимущества

- Исчерпывающий набор средств, позволяющий быстро выявлять, локализовать и устранять проблемы целостности сигналов в сложных цифровых системах.
  - Запуск по глитчам – позволяет осуществлять запуск от потенциальных нарушений целостности сигнала. В анализаторах серии TLA6400 возможен не только запуск по повреждениям сигнала, но и выделение красным цветом потенциальных мест возникновения проблемы, что упрощает поиск сигналов, требующих дальнейшего изучения.
  - iCapture – эксклюзивная функция компании Tektronix, которая позволяет перенаправить подозрительный сигнал на аналоговый выход TLA6400. Данная функция позволяет анализировать аналоговую форму сигнала без необходимости переподключения пробника.
  - iView – коррелированное по времени представление сигнала на логическом анализаторе и осциллографе, позволяющее отслеживать проблемы целостности одновременно в цифровой и аналоговой областях.
- Высокая производительность и простота отладки, проверки и оптимизации цифровых систем
  - Технология захвата MagniVu™ с разрешением 40 пс позволяет четко увидеть взаимодействие сигналов в системе
  - Высокая скорость регистрации логических состояний самых быстрых синхронных шин с тактовой частотой до 667 МГц и скоростью передачи данных до 1333 Мвыб/с

- 15-дюймовый дисплей с опциональным сенсорным экраном, улучшающий обзор и повышающий эффективность навигации
- 4 модели с 34, 68, 102 или 136 каналами и длиной записи до 64 МБ предлагают гибкие решения для любого бюджета
- Запуск – просто перетащите любой из восьми методов запуска из таблицы в область интересующего сигнала, и TLA автоматически выберет условия запуска. Это исключает ошибки, улучшает воспроизводимость и экономит время
- Измерение – просто перетащите значок с панели измерений в область интересующего вас сигнала и получите таблицу результатов. Это экономит время, уменьшает сложность и сокращает погрешность измерения

### Применение

- Проверка и отладка цифровых схем
- Мониторинг, измерение и оптимизация параметров цифровых схем
- Интеграция, отладка и проверка встраиваемого программного обеспечения

### Эффективная отладка и проверка цифровых систем

Логические анализаторы серии TLA6400 обладают необходимой производительностью для отладки, проверки и оптимизации цифровых систем. Кроме того, серия TLA6400 предлагает исчерпывающий набор средств контроля целостности сигналов, что позволяет быстро регистрировать, локализовать и устранять редко возникающие и трудно обнаружимые проблемы. Вместе с широкой поддержкой современных приложений, данные приборы идеально соответствуют всем требованиям отладки современных цифровых устройств.

Логические анализаторы серии TLA6400 позволяют эффективно проверять и отлаживать цифровые устройства:

- Патентованная технология захвата MagniVu с частотой дискретизации 25 ГГц позволяет точно измерять временные соотношения. Единая, интегрированная архитектура системы дискретизации серии TLA6400 устраняет проблемы временных сдвигов, присущие другим архитектурам логических анализаторов
- Регистрация сигналов на шинах с тактовой частотой до 667 МГц и скоростью передачи данных до 1333 Мвыб/с
- Возможность приобрести прибор с теми функциями, которые нужны сейчас, и расширять функциональность по мере необходимости
- Быстрая локализация событий за счёт простой настройки системы запуска
- Простота определения параметров за счёт всеобъемлющих измерений, выполняемых перетаскиванием мышью, таких как измерения частоты, периода, длительности импульсов, скважности и подсчёта фронтов
- Просмотр данных в разных коррелированных по времени форматах, включая осциллограммы, листинги, графики, дизассемблирование, исходный код и сравнение

### Поиск сложных проблем целостности сигналов

Современные анализаторы должны не только находить функциональные проблемы исследуемых схем, но и выявлять проблемы целостности сигналов, вызванные перекрестными наводками, рассогласованием, выбросами в цепях питания и другими искажениями. Для выявления таких проблем логические анализаторы серии TLA6400 предлагают исчерпывающий набор средств отладки.

Эти средства позволяют:

- Использовать запуск по глитчам для мониторинга выбранных сигналов и запуска анализа при обнаружении проблем целостности в любом из этих сигналов
- Автоматически помечать найденные проблемы, позволяя быстро идентифицировать интересующие сигналы
- Глубже анализировать проблемы с помощью эксклюзивной функции iCapture, позволяющей одновременно просматривать цифровые и аналоговые данные с использованием одного пробника
- Применять функцию iView для просмотра коррелированных по времени цифровых и аналоговых представлений данных, что позволяет отслеживать проблемы целостности одновременно в аналоговой и цифровой областях

### Пробники серии P5900 для анализа цифровых систем в режиме реального времени – передовое решение

Ни одна контрольно-измерительная система не обходится без пробников, а их характеристики непосредственно влияют на качество всей системы и на ее производительность. Пробники серии P5900 для логического анализатора обладают минимальной входной ёмкостью, благодаря чему обеспечивают наилучшую целостность сигнала и практически не оказывают воздействия на исследуемую схему. Совместное использование пробников серии P5900 с логическими анализаторами серии TLA6400 позволяет решать сложные задачи логического анализа без лишних затрат. Пробники предлагают широкий выбор различных средств подключения, в том числе соединитель D-Max® с малым шагом контактов, соединители Micror и приспособления общего назначения.

- Для печатных плат с высокой плотностью монтажа предлагается пробник с малым шагом контактов P5960, имеющий наименьшие габариты и механизм быстрого подключения
- Пробники серии P5900 обладают малой входной ёмкостью, благодаря чему могут точно передавать сигналы с крутыми фронтами без искажения их формы
- Универсальные пробники общего назначения могут подключаться к соединителям с шагом между контактами 0,100 дюйма или 2 мм, имеют малую входную ёмкость и комплектуются принадлежностями для подключения к многим стандартным разъёмам

### Характеристики моделей серии TLA6400

Параметр	TLA6401	TLA6402	TLA6403	TLA6404
Число каналов	34	68	102	136
Частота дискретизации в скоростном режиме временных диаграмм	25 ГГц (40 пс) при длине записи 128 Кб			
Максимальная частота дискретизации в режиме временных диаграмм (половина/полный канал)	3,2 ГГц / 1,6 ГГц			
Максимальная тактовая частота в режиме состояний	333 МГц (стандарт) 667 МГц (с опцией 1T)			
Максимальная скорость передачи данных в режиме состояний	667 Мб/с (стандарт) 1333 Мб/с (с опцией 1T)			
Максимальная длина записи	2 Мб (стандарт) 4 Мб с опцией 1S 8 Мб с опцией 2S 16 Мб с опцией 3S 32 Мб с опцией 4S 64 Мб с опцией 5S			
Аналоговый мультиплексор	4 фиксированных канала (стандарт) Любой сигнал (выбранный пользователем) можно направить на 4 аналоговых выхода с разъёмами типа BNC (опция AM)			
Оptionальные пробники (заказываются отдельно)	17-канальный пробник общего назначения P5910 34-канальный пробник P5934 с соединителем Micror 34-канальный пробник P5960 с соединителем D-Max			

## Технические характеристики

### Общие характеристики

Параметр	Описание
Число каналов (все каналы, включая сигналы тактовой частоты)	
TLA6401	34 канала (2 канала тактовой частоты). Каналы тактовой частоты могут использоваться как квалификаторы
TLA6402	68 каналов (4 канала тактовой частоты). Каналы тактовой частоты могут использоваться как квалификаторы
TLA6403	102 канала (4 канала тактовой частоты и 2 канала квалификатора). Каналы тактовой частоты могут использоваться как квалификаторы
TLA6404	136 каналов (4 канала тактовой частоты и 4 канала квалификатора). Каналы тактовой частоты могут использоваться как квалификаторы
Группировка каналов	Неограниченное число групп и число каналов в группе (все каналы можно использовать повторно в нескольких группах)
Временные метки	54 бита с разрешением 20 пс (длительность >4 суток)
Режимы тактирования/захвата	Асинхронный/синхронный, высокоскоростной захват MagniVu с тактовой частотой 25 ГГц доступен одновременно во всех режимах

### Характеристики компьютера

Параметр	Описание
Операционная система	Microsoft® Windows® 7 Ultimate, 64-разрядная
Процессор	Intel® Core i3-2120, 3,3 ГГц, кэш 3 МБ
Набор микросхем	Intel® Q67
Оперативная память	2 x 2 ГБ DIMM, всего 4 ГБ DDR3, 1066 МГц, PC3-8500
Звук	Линейный вход, линейный выход, вход микрофона
Съёмный жёсткий диск	3,5 дюйма, ≥500 ГБ Serial ATA, 7200 об/мин
Оптически привод	Встроенный DVD±R/RW 4,7 ГБ
Порт для внешнего дисплея	Один (1) порт DVI-I (первичный – цифровой и аналоговый) и один (1) порт VGA
Разрешение внешнего дисплея	До 1920×1200, прогрессивная развертка, цвет 32 бита, для первичного и вторичного дисплея
Сетевой порт	Два (2) сетевых разъёма 10/100/1000 RJ-45
Порт USB 2.0	Пять портов USB 2,0 и два порта USB 3.0. Порты USB могут отключаться в BIOS

### Встроенные органы управления

Параметр	Описание
Дисплей передней панели	Диагональ 15 дюймов (38,1 см) Активная матрица TFT с подсветкой Разрешение: 1024×768
Работа с несколькими дисплеями	Одновременная работа дисплея передней панели и внешнего дисплея с разрешением 1024×768
Передняя панель	Поворотная ручка общего назначения, специальные горячие клавиши и поворотные ручки для вертикального и горизонтального масштабирования и прокрутки
Сенсорный экран	Доступен с опцией 18. Может подключаться/отключаться с помощью кнопки на передней панели

### Режимы просмотра iView™

Параметр	Описание
Требования к конфигурации системного блока TLA	GPiB-iView™ (опция 1C) USB-iView™ (опция 2C)
Число осциллографов Tektronix, которые можно подключить к системе TLA	1
Поддерживаемые внешние осциллографы	
Разъёмы TLA	USB, вход запуска, выход запуска, выход тактовой частоты
Разъёмы осциллографа	
GPiB-iView (опция 1C)	GPiB, вход запуска, выход запуска, вход тактовой частоты (если есть)
USB-iView (опция 2C)	USB, вход запуска, выход запуска
Настройка	Автоматическая настройка внешнего осциллографа с помощью мастера iView™
Корреляция данных	После захвата данных осциллографом они автоматически передаются в логический анализатор и коррелируются по времени с данными, захваченными TLA
Компенсация фазовых сдвигов	При использовании кабеля iView™ фазовые сдвиги данных осциллографа и TLA автоматически компенсируются и коррелируются по времени
Длина кабеля для подключения осциллографа к GPiB-iView™ (опция 1C)	2 м
Длина кабеля для подключения осциллографа к USB-iView™ (опция 2C)	1,8 м
Поддерживаемые символы	
Параметр	Описание
Число символов/диапазонов	Не ограничено (ограничивается только объёмом имеющейся виртуальной памяти TLA)
Поддерживаемые форматы объектного файла	IEEE695, OMF 51, OMF 86, OMF 166, OMF 286, OMF 386, COFF, Elf/Dwarf 1 и 2, Elf/Stabs, TSF (Если ваша среда программирования не поддерживает ни одного описанного формата, TSF или формата символического файла Tektronix, можно использовать текстовый формат общего назначения ASCII. Текстовый формат общего назначения ASCII описан в Руководстве по эксплуатации на TLA). Если нужный формат не перечислен, обращайтесь в представительство Tektronix

Внешние приборные интерфейсы

Параметр	Описание
Выход сигнала запуска	Выдает сигнал при появлении каждого события запуска (уровень ТТЛ, выходное сопротивление 50 Ом)
Вход сигнала запуска	Вызывает запуск системы (запускает все модули) (регулируемый порог в диапазоне от 0,5 до 1,5 В, чувствительность к фронту, защёлка по отрицательному перепаду)
Выход сигнала	Может использоваться для подачи сигнала на внешнюю цепь со схемы запуска модуля (уровень ТТЛ, выходное сопротивление 50 Ом)
Вход сигнала	Может использоваться для подачи внешнего сигнала для взвода или запуска любого или всех модулей (регулируемый порог в диапазоне от 0,5 до 1,5 В, чувствительность к уровню)

Питание

Параметр	Описание
Напряжение/частота	90-264 В, 47-63 Гц
Потребляемая мощность	не более 400 Вт

Климатические требования

Параметр	Описание
Температура	Рабочая: от +5 до +45 °С Хранения: от -20 до +60 °С
Относительная влажность	Рабочая: от 20 до 80 % без образования конденсата Хранения: от 8 до 80 % без образования конденсата Максимальная температура по влажному термометру +29 °С
Высота над уровнем моря	От -300 до 3000 метров, максимальная рабочая температура снижается на 1 °С на каждые 300 метров выше 1500 метров над уровнем моря
Безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004, EN61010-1:2001 и IEC61010-1:2001

Габариты и масса

Размеры, мм		
Высота	297	
Ширина	437	
Глубина	387	
Масса, кг		
Нетто	TLA6401	13,5
	TLA6402	13,9
	TLA6403	14,3
	TLA6404	14,7
Брутто (тип.)	TLA6401	20,5
	TLA6402	20,9
	TLA6403	21,3
	TLA6404	21,7

Входные характеристики

Параметр	Описание
Диапазон установки порога	От -2,0 В до +4,5 В с шагом 5 мВ Стандартные пороги включают ТТЛ (1,5 В), КМОП (1,65 В), ЭСЛ (-1,3 В), ПЭСЛ (3,7 В), LVPECL (2,0 В), LVCMOS 1,5 В (0,75 В), LVCMOS 1,8 В (0,9 В), LVCMOS 2,5 В (1,25 В), LVCMOS 3,3 В (1,65 В), LVDS (0 В) и определяемые пользователем
Установка порога для отдельных каналов	Независимая установка для каждого канала
Точность установки порога (включая пробник)	±(40 мВ + 1%)
Диапазон входного напряжения	
Рабочее	от -2,5 В до 5,0 В
Без повреждения	от -4,5 В до +13 В
Минимальный размах входного сигнала	300 мВ (P5910 и P5960)

Параметры регистрации в режиме анализа логических состояний

Параметр	Описание
Максимальная тактовая частота	333 МГц (стандарт) 667 МГц (опция)
Длина записи с метками времени	2 Мб, 4 Мб, 8 Мб, 16 Мб, 32 Мб, 64 Мб
Выбор диапазона времени установки и удержания	От 15 нс перед фронтом до 7,5 нс после фронта тактовой частоты с шагом 20 пс
Окно установки и удержания	
Все каналы	750 пс (тип.)
Минимальная длительность импульса тактовой частоты	300 пс (P5910 и P5960) 1 нс (P5934)
Выбор канала демультимплексора	Каналы могут демультимплексироваться в другие каналы через интерфейс пользователя группами по 8 каналов

Параметры регистрации в режиме анализа временных диаграмм

Параметр	Описание
Временные характеристики MagniVu™	40 пс, перестройка до 80 пс, 160 пс, 320 пс и 640 пс
Длина записи MagniVu™	128 Кб на канал с регулируемой точкой запуска
Большое разрешение по времени (половина/полный канал)	От 312,5/625 пс до 50 мс
Большое разрешение по времени с включенным сохранением глитчей	От 1,25 нс до 50 мс
Длина записи в режиме большого разрешения по времени (половина/полный канал с временными метками и с сохранением или без сохранения переходов)	4/2 Мб, 8/4 Мб, 16/8 Мб, 32/16 Мб, 64/32 Мб, 128/64 Мб на канал
Длина записи в режиме большого разрешения по времени с включенным сохранением глитчей	Половина стандартного объема основной памяти
Фазовый сдвиг между каналами	300 пс (тип.)
Минимальная распознаваемая длительность импульса/глитча (один канал)	300 пс (P5910 и P5960) 1 нс (P5934)
Минимальное обнаружимое нарушение времени установки/удержания	80 пс
Минимальное распознаваемое многоканальное событие запуска	Период выборки + фазовый сдвиг между каналами

Параметры регистрации аналоговых сигналов

Параметр	Описание
Полоса пропускания	1,5 ГГц (тип.)
Ослабление	10x или 5x ±1 %
Смещение и усиление (погрешность)	±75 мВ, ±2% от амплитуды сигнала
Демультимплексируемые каналы	4
Требования к запуску/останову	Отсутствуют, аналоговые выходы активны всегда
Аналоговые выходы iCapture™	Совместимы с любым поддерживаемым осциллографом Tektronix
Аналоговый выход iCapture (кабель с разъемами BNC)	В комплект поставки всех моделей входит базовый аналоговый мультиплексор с малыми потерями, 10X, 36 дюймов. Это позволяет подать 4 фиксированных канала на BNC разъемы аналогового выхода iCapture. Выходы нельзя коммутировать на другие каналы логического анализатора. Опция AM обеспечивает полное управление аналоговым мультиплексором и позволяет подавать любые 4 канала анализатора на BNC разъемы аналогового выхода iCapture



Параметры запуска

Параметр	Описание
Число независимых состояний запуска	16
Максимальное число независимых условий «Если/то» на состояние	16
Максимальное число событий на условие «Если/то»	8
Максимальное число операций на условие «Если/то»	8
Максимальное число событий запуска	26 (2 счётчика/таймера плюс 24 любых других ресурсов)
Число распознавателей слов	24
Число распознавателей переходов	24
Число распознавателей диапазона	8
Число счётчиков/таймеров	2
Типы событий запуска	Слово, группа, канал, переход, диапазон, что угодно, значение счётчика, значение таймера, сигнал, глитч, нарушение времени установки-удержания, снимок
Типы операций запуска	Запуск модуля, запуск всех модулей, запуск главного блока, запуск MagniVu, сохранение, не сохранение, сохранение выборки, увеличение счётчика на единицу, уменьшение счётчика на единицу, сброс счётчика, запуск таймера, остановка таймера, сброс таймера, снимок текущей выборки, переход к состоянию, установка/очистка сигнала, ничего не выполнять
Максимальная синхронизируемая скорость передачи данных	1333 Мбит/с
Скорость последовательности запуска	От 0 до 800 МГц (1,25 нс)
Диапазон счётчика/таймера	48 бит каждый (~4 суток при 1,25 нс)
Частота счётчика	От 0 до 800 МГц (1,25 нс)
Тактовая частота таймера	800 МГц (1,25 нс)
Задержка счётчика/таймера	0 нс
Распознаватели диапазона	С двумя границами (136 каналов макс.). Могут соответствовать по ширине любой группе, должны группироваться в указанном порядке важности
Диапазон времени установки распознавателя нарушений времени установки-удержания	От 7,5 нс перед фронтом до 7,5 нс после фронта тактовой частоты с шагом 20 пс. Диапазон можно сдвинуть в сторону положительных значений на 0 нс, 2,5 нс, 5 нс или 7,5 нс
Диапазон времени удержания распознавателя нарушений времени установки-удержания	От 7,5 нс перед фронтом до 7,5 нс после фронта тактовой частоты с шагом 20 пс. Диапазон можно сдвинуть в сторону положительных значений на 0 нс, 2,5 нс, 5 нс или 7,5 нс
Положение запуска	Любая выборка данных
Положение запуска MagniVu	Положение MagniVu можно устанавливать от 0 до 60 % вокруг центра сигнала запуска MagniVu
Управление сохранением (квалификация данных)	Глобальное (условное), по состоянию (старт/стоп), блокировка, по действию запуска или переходное. Также делает доступным выбор главного наполнения

Пробники серии P5900

Общие характеристики

Параметр	P5910	P5934	P5960
Тип пробника	Несимметричный для данных Несимметричный для тактовой частоты (общего назначения)	Несимметричный для данных Несимметричный для тактовой частоты (с 34-канальным соединителем Mictor)	Несимметричный для данных Несимметричный для тактовой частоты (с использованием технологии D-Max)
Число каналов	17	34	34
Рекомендуемая область применения	Большинство приложений общего назначения	Приложения, требующие быстрого подсоединения большого количества каналов на небольшой площади	Высокопроизводительные приложения, требующие быстрого подсоединения большого количества каналов на небольшой площади
Подключение к исследуемой системе	Соединители с контактами квадратного сечения с шагом 0,100 дюйма или 2 мм	34-канальный соединитель Mictor	Технология D-Max
Входной импеданс пробника по пост./перем. току	1,0 пФ/20 кОм относительно 0 В	1,2 пФ/20 кОм относительно 0 В	0,7 пФ/20 кОм относительно 0 В
Диапазон входного напряжения	От -2,5 В до +5 В		
Макс. входное напряжение (без повреждения)	От -4,5 В до +13 В		
Длина кабеля	1,5 м	1,5 м	1,2 м

Информация для заказа

Логические анализаторы серии TLA6400

**TLA6401**

34-канальный логический анализатор, тактовая частота в режиме анализа временных диаграмм 25 ГГц, тактовая частота в режиме анализа логических состояний 333 МГц, длина записи 2 Мб. Опциональное увеличение длины записи до 64 Мб и/или частоты в режиме анализа логических состояний до 667 МГц.

**TLA6402**

68-канальный логический анализатор, тактовая частота в режиме анализа временных диаграмм 25 ГГц, тактовая частота в режиме анализа логических состояний 333 МГц, длина записи 2 Мб. Опциональное увеличение длины записи до 64 Мб и/или частоты в режиме анализа логических состояний до 667 МГц.

**TLA6403**

102-канальный логический анализатор, тактовая частота в режиме анализа временных диаграмм 25 ГГц, тактовая частота в режиме анализа логических состояний 333 МГц, длина записи 2 Мб. Опциональное увеличение длины записи до 64 Мб и/или частоты в режиме анализа логических состояний до 667 МГц.

**TLA6404**

136-канальный логический анализатор, тактовая частота в режиме анализа временных диаграмм 25 ГГц, тактовая частота в режиме анализа логических состояний 333 МГц, длина записи 2 Мб. Опциональное увеличение длины записи до 64 Мб и/или частоты в режиме анализа логических состояний до 667 МГц.

**В комплект поставки всех моделей входит:** мини-клавиатура (119-7275-xx), оптическая мышь с колесиком (119-7054-xx), крышка передней панели (200-4939-xx), компакт-диск с прикладным ПО TLA (063-3881-xx), сертификат отслеживаемой калибровки.

**Примечание.** При заказе указывайте пробник, тип кабеля питания, язык руководства и сервисные опции.

Опции

Опция	Описание
1S	Увеличение длины записи до 4 МБ
2S	Увеличение длины записи до 8 МБ
3S	Увеличение длины записи до 16 МБ
4S	Увеличение длины записи до 32 МБ
5S	Увеличение длины записи до 64 МБ
1T	Повышение тактовой частоты в режиме анализа логических состояний до 667 МГц
AM	Полное управление аналоговым мультимплексором
18	Сенсорный экран
1C	Комплект кабелей внешнего осциллографа для опции GPIB-iView™
2C	Комплект кабелей внешнего осциллографа для опции USB-iView™
PO	Карман для принадлежностей

Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
LACART	Тележка логического анализатора с 2 полками
K4000	Тележка логического анализатора с 3 полками
016-1522-xx	Транспортировочный ящик с колесиками
020-2664-xx	Комплект для монтажа в стойку
650-4815-xx	Дополнительный съёмный жёсткий диск; без программного обеспечения

Кабель питания

Опция	Описание	Номер по каталогу
A1	Универсальный европейский	161-0104-06

Руководство пользователя

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

Сервисные опции

Опция	Описание
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчет о калибровке
D3	Отчет о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)
D5	Отчет о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)
R3	Ремонт в течение 3 лет
R5	Ремонт в течение 5 лет
R3DW	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантийное обслуживание). 3-летний период начинается с момента покупки прибора
R5DW	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание). 5-летний период начинается с момента покупки прибора

Обновления

Вы можете увеличить тактовую частоту в режиме анализа логических состояний, объем памяти или добавить полнофункциональный аналоговый мультимплексор к уже приобретенным моделям TLA6400, заказав соответствующий комплект для обновления. Подробная информация приведена в Руководстве по обновлению семейства анализаторов TLA.

Пробники серии 5900

Модель	Описание
P5910	17-канальный пробник общего назначения для несимметричных сигналов данных и тактовой частоты, с разъёмными подами и с принадлежностями. <b>Комплект поставки:</b> держатели подов, головки для ИС, проводники заземления, наконечники заземления, широкие наконечники заземления, этикетки пробника
P5934	34-канальный пробник с соединителем Micror с малым шагом контактов для несимметричных сигналов данных и тактовой частоты, с принадлежностями. <b>Комплект поставки:</b> корпус с защёлкой для крепления к краю платы, корпус с защёлкой для вертикального крепления, этикетки пробника
P5960	34-канальный пробник с использованием технологии D-Max с малым шагом контактов для несимметричных сигналов данных и тактовой частоты, с принадлежностями. <b>Комплект поставки:</b> защитный колпачок головки пробника, комплект для хранения пробника, этикетки пробника

# Логические анализаторы Tektronix

## Серия TLA7000



### Возможности и преимущества

- В состав логических анализаторов входят модули TLA на 68, 102 или 136 каналов с объёмом памяти для окна регистрации логических состояний до 512 Мбит.
- Применение технологии захвата MagniVu™, обеспечивающей разрешение по времени до 20 пс (50 ГГц), позволяет быстро обнаруживать и анализировать трудноуловимые сигналы.
- В режиме анализа временных диаграмм обеспечивается разрешение до 156 пс (6,4 ГГц) при объёме памяти до 512 Мбит.
- При анализе работы высокоскоростных синхронных шин со скоростью передачи данных до 3,0 Гбит/с применяется синхронный режим с тактовой частотой до 1,4 ГГц и шириной окна захвата логических состояний 180 пс.
- Выявление трудноуловимых неисправностей благодаря наличию режима запуска по глитчам и нарушениям времени установки/удержания, а также наглядному отображению соответствующих сигналов.
- Хранение данных о переходах позволяет увеличить время захвата для анализа сигналов с нечастыми переходами.
- Одновременный анализ логических состояний, анализ временных диаграмм с высокой скоростью и анализ осциллограмм с использованием одного и того же пробника. Это позволяет быстро и безошибочно находить трудноуловимые неисправности.
- Использование пробников с подпружиненными контактами, имеющих входную ёмкость 0,5 пФ, позволяет обойтись без размещения на плате специальных разъёмов для контрольных точек, минимизирует влияние измерений на исследуемые схемы и идеально подходит для дифференциальных измерений.

- Просмотр и анализ синхронизированных данных, получаемых несколькими модулями TLA для выявленных симптомов неисправности и установления её первопричин, облегчается наличием разнообразных форматов отображения информации на экране.
- Анализ шин PCIe всех трёх поколений, включая анализ физического уровня протокола PCIe 3.0. Ширина анализируемых шин от x1 до x16, скорость передачи данных до 8,0 млрд. передач в секунду, используемый при этом объём памяти – до 16 ГБ (для шин x16).
- Набор пробников для работы с шиной PCIe включает в себя пробники типа Midbus, переходные и припаяваемые пробники.
- Модульная конструкция логических анализаторов обеспечивает гибкость и возможность расширения.
- Одновременное исследование до 48 независимых шин с использованием до 6 528 каналов.
- Большое число типов поддерживаемых процессоров и шин.

### Применение

- Отладка и проверка ПЛИС
- Анализ протокола MIPI
- Отладка и проверка DDR2 и DDR3.
- Анализ целостности сигнала
- Отладка PCI Express от уровня протокола до физического уровня:
  - проверка ИС,
  - проверка компьютерных систем,
  - отладка и проверка встраиваемых систем.
- Отладка и проверка процессоров/шин
- Интеграция, отладка и проверка ПО встраиваемых систем

### Передовые решения для анализа цифровых систем в масштабе реального времени

Компания Tektronix создаёт революционные инструменты для анализа цифровых систем, позволяющие разработчикам аппаратного и программного обеспечения быстрее обнаружить, проанализировать и разрешить трудноуловимые проблемы, грозящие срывом сроков разработки изделий. В логических анализаторах серии TLA7000 обеспечивается скорость захвата, необходимая для обнаружения причины этих трудноуловимых проблем. Анализаторы TLA7000 обеспечивают удобство просмотра и анализа зарегистрированных данных на большом экране, высокую системную пропускную способность, а также совместимость со всеми модулями TLA.

### Базовые блоки TLA7012 и TLA7016

Базовые блоки TLA7012 (компактный) и TLA7016 (настольный) служат для установки в них модулей логических анализаторов TLA и модулей генераторов кодовых последовательностей. Любой настольный или компактный базовый блок может работать в качестве ведущего блока или блока расширения, что позволяет создавать системы для работы с большим количеством шин по очень большому числу каналов.

Базовые блоки TLA7012 и TLA7016 вместе с настольным контроллером TLAPC1 работают под управлением ОС Microsoft Windows XP Professional, являющейся привычной рабочей средой для большинства пользователей. Эти приборы поддерживают работу с несколькими дисплеями для расширения возможностей просмотра информации, имеют встроенный дисковод DVD-RW и жесткий диск, а также несколько портов USB 2.0. Съёмный жесткий диск, который входит в стандартный комплект поставки обоих базовых блоков, является идеальным решением для обеспечения информационной безопасности и, кроме того, отдельные пользователи могут хранить на нем личные настройки и данные. Входы и выходы системы запуска используются при совместной работе с внешними измерительными приборами (например, с осциллографами с цифровым люминофором), для анализа соотношений между результатами измерений разными приборами.

### Пробники серий P6800 и P6900

Ни одна измерительная и испытательная система не обходится без пробников. Пробники серий P6800 и P6900, обладая наименьшей в отрасли входной ёмкостью, обеспечивают наилучшую целостность сигнала, что очень важно при подключении к скоростным шинам, таким как DDR2 и DDR3, для которых даже небольшие воздействия могут нарушить работу всей схемы. Tektronix предлагает широкий выбор несимметричных и дифференциальных пробников с различными способами подключения к исследуемым устройствам, включая безразъёмные подпружиненные щупы, позволяющие отказаться от установки специальных разъёмов на проверяемой плате. Там, где высокая плотность монтажа является решающим фактором, незаменимы пробники серии P6900 с технологией подключения D-max<sup>®</sup>, обеспечивающие наименьшую площадь контакта. Для обнаружения глитчей, характерных для высокоскоростных шин, применяется режим одновременного захвата цифровой и аналоговой информации iCapture™, который реализуется при совместном применении пробников серии P6900, модулей TLA7BBx и TLA7ACx, а также ПО iLink™. Этот режим позволяет отчётливо наблюдать и анализировать сигналы исследуемой схемы в цифровом и аналоговом виде без использования отдельных пробников, которые вносили бы дополнительную ёмкость и требовали бы времени на установку.

При измерении дифференциальных сигналов, когда важно не допустить

нарушения целостности сигнала, можно использовать высококачественные пробники P6980 и P6982 с наилучшими показателями уровня собственного шума. Кроме того, эти пробники эффективно работают с напряжениями малой амплитуды, характерной для дифференциальных измерений. Пробник P6962DBL с модулем TLA7BBx может использоваться для проверки и отладки памяти DDR3 при скоростях передачи данных до 1600 млн. передач в секунду. В тех случаях, когда на печатной плате с высокой плотностью монтажа нет места для присоединения даже малагабаритного пробника, возможность подключиться к испытуемому устройству предоставляет пробник P6960 с гибкими выводами, обеспечивая ещё большую гибкость и расширяя круг применения.

### Пробники серии P6700 для PCIe

Пробники серии P6700 охватывают все возможные виды подключения к тестируемому устройству при проверке шин PCIe и включают в себя пробники типа Midbus, переходные и припаиваемые пробники. Они позволяют проводить измерения на шине PCIe 3.0 длиной до 61 см двумя щупами, оказывая минимальное влияние на исследуемые цепи. Высочайшее качество передачи сигналов и активная компенсация обеспечивают точное восстановление данных даже при закрытом «глазе». Все пробники серии P6700 имеют графическую идентификацию каналов шины для удобства работы с печатными платами различной топологии.

## Модули TLA серий TLA7ACx и TLA7BBx

Современные инженеры-разработчики цифровых систем постоянно ощущают давление жестких сроков выхода новой продукции на рынок. Внедрение модулей логического анализатора серий TLA7ACx и TLA7BBx позволяет осуществить революционное ускорение процессов отладки, проверки и оптимизации, а также подтверждения соответствия заданным требованиям, т.е. повысить производительность труда всей проектной группы. Эти модули дают возможность быстро регистрировать, просматривать и анализировать сигналы при работе цифровой системы в режиме реального времени и тем самым существенно расширяют возможности разработчиков ПО и специалистов по интеграции аппаратного и программного обеспечения. Отличительными чертами данных модулей являются: возможность регистрации и выявления взаимосвязей трудноловимых сигналов, свидетельствующих об аппаратных и программных дефектах; возможность работы логического анализатора через один пробник одновременно в трёх режимах (анализ логических состояний, высокоскоростной анализ временных диаграмм и анализ осциллограмм); большой объём памяти окна регистрации логических состояний, облегчающий поиск причин сложных проблем; трассировка исполнения программ в режиме реального времени (без вмешательства в работу этих программ) с выявлением взаимосвязей между исходным кодом программы и событиями аппаратного уровня; применение безразъёмных пробников, не влияющих на работу устройства.

В модулях TLA серии TLA7BBx реализована революционная технология Tektronix MagniVu™, обеспечивающая высокоскоростную (до 50 ГГц) выборку, которая добавляет новые уникальные измерительные возможности. Модули TLA7BBx обеспечивают высокоскоростной синхронный захват логических состояний, временных диаграмм и осциллограмм сигнала с помощью одного комплекта пробников. Благодаря технологии Tektronix MagniVu удалось обеспечить захват временных диаграмм с тактовой частотой до 50 ГГц по всем каналам, запуск по глитчам и нарушениям времени установки/удержания с точностью до 20 пс, отображение сигналов и временных меток на экране с разрешением до 20 пс.

Высокопроизводительные модули логического анализатора серии TLA7ACx обладают всеми функциями для отладки и проверки, но их характеристики больше соответствуют требованиям разработчиков встраиваемых систем. Модули TLA7ACx обеспечивают высокоскоростной синхронный захват логических состояний, высокоскоростной захват временных диаграмм и осциллограмм сигнала с помощью одного комплекта пробников. Технология Tektronix MagniVu™ обеспечивает для всех модулей этой серии регистрацию временных диаграмм с разрешением до 125 пс по всем каналам, запуск по глитчам и нарушениям времени установки/удержания, отображение сигналов и временных меток на экране с точностью до 125 пс.

Модуль	Разрешающая способность	Тактовая частота в режиме захвата состояний	Объём памяти
TLA7ACx	125 пс (8 ГГц)	До 800 МГц	До 128 Мбит
TLA7BBx	20 пс (50 ГГц)	До 1,4 ГГц	До 64 Мбит

## Модули TLA7SAxx для анализа протоколов PCI Express

Проверки на соответствие новому стандарту PCIe 3.0 ставят перед инженерами новые более сложные задачи. Необходимость скорейшего вывода на рынок устройств, соответствующих этому стандарту требует решений, максимально ускоряющих отладку и проверку. Модули TLA7SAxx обеспечивают новый подход к проверке шин PCIe, предполагающий охват всех уровней протокола – от физического до транспортного.

Затраты времени на анализ информации сокращаются за счёт того, что просмотр и поиск в памяти, объём которой может достигать до 16 ГБ, занимает буквально секунды благодаря высокой скорости обновления информации на экране, достигаемой за счёт передовой технологии аппаратного ускорения. Повышенная информационная плотность отображаемой информации позволяет быстро оценить работоспособность системы и проверить интересующие параметры (ошибки, специфические транзакции, кодовые последовательности и т. п.) с использованием статистики при помощи окна Summary Profile. Правильность работы протокола можно оценить, просматривая активность на пакетном и транспортном уровне и перемежая этот просмотр наблюдениями на физическом уровне при помощи единого инновационного окна Transaction. Дальнейший углублённый анализ на физическом уровне осуществляется при помощи уникального окна Listing, в котором для каждой линии шины структура пакета детализируется на уровне символов. В процессе этого анализа можно использовать возможность одновременного просмотра в окне Waveform синхронизированных с этими пакетами осциллограмм, получаемых от широкополосного осциллографа. Логические анализаторы Tektronix будут очень полезны разработчикам, специалистам по интеграции аппаратно-программного обеспечения и проектировщикам встраиваемых систем. Эти анализаторы обеспечивают отображение на одном экране синхронизированной целостной картины процессов работы нескольких шин, позволяя анализировать системные взаимосвязи. Перекрестный запуск и полная синхронизация с предоставленным меток времени позволяют точно и быстро локализовать неисправность, используя возможность сравнивать события, происходящие в данный момент на разных шинах. С набором пробников серии P6700 анализаторы предоставляют инженерам широкий спектр возможностей по исследованию разнообразных платформ.

Характеристики базовых блоков TLA7012 и TLA7016

**Общие характеристики**

Параметр	Описание
Количество слотов для установки модулей	2 (TLA7012) 6 (TLA7016)
Возможность расширения	Базовые блоки серии TLA7000 могут играть роль как ведущего блока, так и блока расширения. В слоты ведущего базового блока вместо обычных модулей возможно подключать модули для объединения базовых блоков. Один такой модуль TL708EX (8-портовый концентратор и модуль расширения) позволяет объединить от 3 до 8 базовых блоков с использованием кабелей TekLink™ TLA7012: При объединении до 8 блоков возможна поддержка до 16 модулей TLA (2 176 каналов) TLA7016: При объединении до 8 блоков возможна поддержка до 48 модулей TLA (6 528 каналов)

**Характеристики TLA7012 PC**

Параметр	Описание
Операционная система	Microsoft® Windows® XP Professional и пакет многоязычного пользовательского интерфейса
Процессор	2 ГГц Intel® Pentium® M-760
Чипсет	Intel® 915GM
Оперативная память	1 Гб DDR PC 533 МГц (SODIMM) с возможностью расширения до 2 Гб
Звук	Линейный выход и микрофонный вход
Съёмный жесткий диск	3,5 дюйма; не менее 80 Гб; Serial ATA; 7200 об/мин
Привод оптических дисков	Внутренний, 4,7 Гб, DVD±R/RW
Порт для подключения внешнего дисплея	Один основной DVI-D и один дополнительный DVI-I
Внешний дисплей	Разрешение 1600x1200 с прогрессивной разверткой и с качеством цветопередачи 32 бита (для основного и для дополнительного дисплея)
Сетевой порт	Один порт 10/100/1000 LAN с разъёмом RJ-45
Порт USB 2.0	Три разъёма на передней и четыре на задней панели

**Органы управления и интерфейс пользователя TLA7012**

Параметр	Описание
Дисплей передней панели	Цветной TFT ЖК с активной матрицей с подсветкой, диагональ 15 дюймов (38,1 см), разрешение 1024x768
Возможность одновременного использования дисплеев	Одновременно можно использовать дисплей передней панели и один внешний дисплей при разрешении 1024x768
Передняя панель	Универсальная поворотная ручка, специальные горячие клавиши и поворотные ручки для горизонтального и вертикального масштабирования и прокрутки.
Сенсорный экран	Опция 18

**Функция отображения осциллограмм iView™**

Параметр	Описание
Требования к конфигурации базового блока TLA	Для GPIB-iView (опция 1C) требуется прикладное ПО TLA версии 5.0 или выше Для USB-iView (опция 2C) требуется прикладное ПО TLA версии 5.8 или выше
Число внешних осциллографов Tektronix, которые можно подключить к TLA	1
Поддерживаемые внешние осциллографы	
Разъёмы TLA	USB, вход системы запуска, выход системы запуска, выход тактовой частоты
Разъёмы осциллографа	
GPIB-iView (опция 1C)	GPIB, вход системы запуска, выход системы запуска, вход тактовой частоты
USB-iView (опция 2C)	USB, вход системы запуска, выход системы запуска
Настройка	Автоматический мастер настройки iView™
Сопоставление данных	После завершения сбора данных осциллографом, эти данные автоматически передаются в TLA и коррелируются по времени с данными TLA
Компенсация фазового сдвига	Осциллограммы и временные диаграммы TLA автоматически компенсируются и коррелируются по времени при использовании кабеля iView™
Длина кабеля GPIB-iView (опция 1C)	2 м
Длина кабеля USB-iView (опция 2C)	1,8 м

**Поддержка символов**

Параметр	Описание
Число символов/диапазонов	Неограниченное (ограничено только объемом виртуальной памяти, доступной в TLA)
Поддерживаемые форматы объектных файлов	IEEE695, OMF 51, OMF 86, OMF 166, OMF 286, OMF 386, COFF, Elf/Dwarf 1 и 2, Elf/Stabs, TSF (если ваши средства разработки ПО не поддерживают вывод в каком-либо из приведенных форматов, TSF (файл символов Tektronix), поддерживает общий формат файлов ASCII. Общий формат файлов ASCII документирован в Руководстве пользователя TLA). Если формата нет в списке, обратитесь в местное представительство Tektronix.

**Интерфейсы для подключения к TLA7012 и TLA7016 внешних измерительных приборов**

Параметр	Описание
Выход системного запуска	Сигнал, информирующий о том, что произошёл системный запуск (уровень ТТЛ, выходное сопротивление 50 Ом)
Вход системного запуска	Сигнал, при подтверждении инициирующий системный запуск (запускаются все модули TLA). Порог срабатывания регулируется в диапазоне от 0,5 до 1,5 В, взвод триггера по отрицательному перепаду
Выход сигнала управления внешними приборами	Этот сигнал может использоваться для управления внешними устройствами от схемы запуска модуля (уровень ТТЛ, выходное сопротивление 50 Ом)
Вход внешнего управляющего сигнала	Сигнал, подаваемый на этот вход, может использоваться для запуска или взвода схемы запуска любых или всех модулей. Порог срабатывания регулируется в диапазоне от 0,5 до 1,5 В, срабатывание по перепаду

**Электропитание**

Прибор	Описание
TLA7012	Напряжение/частота сети: 90-250 В, 45-66 Гц 100-132 В, 360-440 Гц Потребляемый ток: 7 А (макс.) при напряжении питания 90 В (бросок до 70 А) Потребляемая мощность: 750 Вт (макс.)
TLA7016	Напряжение/частота сети: 90-250 В, 45-66 Гц 100-132 В, 360-440 Гц Потребляемый ток: 16,5 А (макс.) при напряжении питания 90 В (бросок до 70 А) Потребляемая мощность: 1450 Вт (макс.)
TL708EX	Напряжение/частота сети: 100-240 В, 50-60 Гц Потребляемый ток: 2 А (макс.) при напряжении питания 100 В Потребляемая мощность: 200 Вт (макс.)

**Климатические условия**

Параметр	Описание
Температура	Рабочая: от +5 до +45 °С Хранения: от -20 до +60 °С
Влажность	Рабочая: от 20 до 80 % при температуре не более +30 °С; 80 % при температуре по влажному термометру не более +29 °С Хранения: от 8 до 80 % при температуре по влажному термометру не более +29 °С.
Высота над уровнем моря	Рабочая: от -305 до 3050 м
Соответствие требованиям по безопасности	UL3111-1, CSA1010.1, EN61010-1, МЭК 61010-1

**Габариты и масса**

**TLA7012 (компактный)**

Размеры, мм	
Высота	295
Ширина	451
Глубина	460

Масса, кг	
Нетто (без модулей)	14
Брутто (тип.)	27

TLA7016 (настольный)	
Размеры, мм	
Высота	350
Ширина	425
Глубина	673

Масса, кг	
Нетто (без модулей)	25
Брутто (тип.)	51,8

**TL708EX (8-портовый концентратор и модуль расширения)**

Габаритные размеры, мм	
Высота	51
Ширина	445
Глубина	305

Масса, кг	
Нетто	3
Брутто	5

**Характеристики модуля TLA7ACx**

**Общие**

Параметр	Описание
Число каналов (захват по всем каналам, включая каналы синхронизации)	
TLA7AC2	68 каналов, из них 4 канала синхронизации
TLA7AC3	102 канала, из них 4 канала синхронизации и 2 канала квалifikатора
TLA7AC4	136 каналов, из них 4 канала синхронизации и 4 канала квалifikатора
Группирование каналов	Нет ограничений на число групп и каналов в группе (каждый канал может одновременно использоваться в нескольких группах)
Объединение модулей	Можно объединять до пяти 102- или 136-канальных модулей, что в совокупности может дать 680 каналов. Объём памяти для окна регистрации объединённых модулей принимают равным наименьшему из объёмов памяти каждого из объединяемых модулей. Распознаватели слов, параметров установки и удержания, глитчей, переходов могут работать с пятью объединёнными модулями, а распознаватели диапазонов – не более чем с тремя объединёнными модулями. Для объединённых модулей требуется только один набор каналов синхронизации.
Временная метка	51 бит при разрешении 125 пс (длительность 3,25 суток)
Режимы синхронизации и захвата	Асинхронный и синхронный. Высокоскоростной режим захвата MagniVu (8 ГГц) доступен во всех режимах работы
Количество слотов, занимаемых модулем TLA7ACx в базовом блоке	1

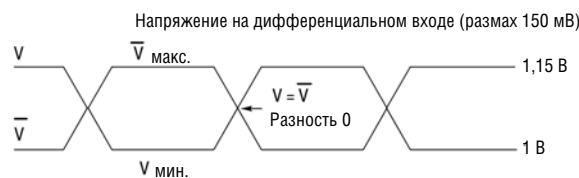
**Входные характеристики TLA7ACx с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Емкостная составляющая входного сопротивления	0,5 пФ для каналов синхронизации и данных (P6900), менее 0,7 пФ для каналов синхронизации и данных (P6800) (1,0 пФ с пробниками P6810 с группированием каналов)
Диапазон выбора порогового напряжения	от -2,0 до +4,5 В с шагом 5 мВ Имеются предустановленные значения порога для: TTL (1,5 В), CMOS (1,65 В), ECL (-1,3 В), PECL (3,7 В), LVPECL (2,0 В), LVCMOS 1,5 (0,75 В), LVCMOS 1,8 (0,9 В), LVCMOS 2,5 (1,25 В), LVCMOS 3,3 (1,65 В), LVDS (0 В), а также другие значения, определяемые пользователем
Назначение порогов отдельным каналам и группам каналов	Пороги назначаются на каждую группу из 16 каналов данных 34-канального пробника; отдельно назначаются пороги каналам синхронизации и квалификатора.
Точность срабатывания по порогу (с учётом влияния пробника)	±(35 мВ + 1%)
Диапазон напряжений входных сигналов	
Рабочее	от -2,5 до +5,0 В
Максимальное неразрушающее	±15 В
Минимальный размах входного сигнала	300 мВ (несимметричный) V <sub>макс.</sub> - V <sub>мин.</sub> > 150 В (дифференциальный)
Мин. скорость нарастания входного сигнала	200 мВ/нс (типичное значение)

**Характеристики TLA7ACx в режиме захвата состояний с пробниками серии P6800 или P6900**

Все каналы	Половина каналов	Четверть каналов
235 МГц	450 МГц / 450 Мбит/с или 470 Мбит/с для DDR	450 МГц / 900 Мбит/с
450 МГц опционально	800 МГц / 800 Мбит/с или 900 Мбит/с для DDR	625 МГц / 1,25 Гбит/с

Параметр	Описание
Длина записи состояний с метками времени	Четверть/половина/все каналы: 8/4/2 Мбит, 32/16/8 Мбит, 128/64/32 Мбит, 512/256/128 Мбит на один канал
Диапазон выбора времени установки и удержания	От 16 нс перед фронтом синхроимпульса до 8 нс после него с шагом 125 пс. Диапазон может сдвигаться в направлении области установки на 0 нс [+8, -8] нс, 4 нс [+12, -4] нс или 8 нс [+16, 0] нс.
Окно установки и удержания	
Все каналы	625 пс (типичное значение)
Один канал	500 пс (типичное значение)
Минимальная длительность тактового импульса	500 пс (с пробниками P6960, P6964, P6980, P6982, P6860, P6864, P6880) 700 пс (с пробником P6810)
Минимальный интервал между активными перепадами тактовых импульсов	400 пс
Выбор демультимплексирования каналов	Каналы можно демультимплексировать в другие каналы с помощью пользовательского интерфейса с группировкой по 8 каналов
Синхронизация по сигналам анализируемой схемы	В каждом модуле для стробирования сигналов синхронно работающих шин имеется до четырех «быстрых триггеров» (макс. 20 при объединении 5 модулей). С помощью 4-х наборов из любых заранее настроенных «быстрых триггеров» в сочетании с квалификационными данными и конвейерной обработкой можно сохранять данные четырех независимых шин, синхронных с источником. При работе с шинами DDR можно объединять по два «быстрых триггера».



Напряжение эквивалентного дифференциального сигнала на входе логического анализатора и на аналоговом выходе пробника (размах 300 мВ)\*\*



\* Примечание. Для дифференциальных входов пороговое напряжение должно устанавливаться равным нулю (с учетом отсутствия синфазной помехи).

\*\* Примечание. Подробная информация об аналоговом выходе пробника имеется в онлайн-справочной системе.

**Характеристики TLA7ACx в режиме захвата временных параметров с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Разрешение в режиме MagniVu™	125 пс (макс.), настройка на 250 пс, 500 пс, 1 нс и 2 нс
Объем памяти для окна регистрации MagniVu	16 кбит на канал, с регулируемым положением запуска
Разрешение в режиме захвата в длинную память	500 пс (по четверти всех каналов) 1 нс (по половине всех каналов) от 2 нс до 50 мс (по всем каналам)
Разрешение в режиме захвата в длинную память с хранением глитчей	от 4 нс до 50 мс
Длина записи в режиме захвата в длинную память с метками времени, с хранением или без хранения данных о переходах	Четверть/половина/все каналы: 8/4/2 Мбит, 32/16/8 Мбит, 128/64/32 Мбит, 512/256/128 Мбит на один канал
Длина записи в режиме захвата в длинную память с хранением данных о глитчах	Половина от вышеуказанных значений
Сдвиг фаз между каналами	300 пс (типичное значение)
Минимальная длительность распознаваемого импульса/глитча по одному каналу	500 пс (с пробниками P6960, P6964, P6980, P6982, P6860, P6864, P6880) 750 пс (с пробником P6810)
Минимальная обнаруживаемая ошибка установки/удержания	250 пс
Минимальная длительность распознаваемого события запуска в многоканальном режиме	Период дискретизации + рассогласование каналов



**Характеристики TLA7ACx при регистрации осциллограмм с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Полоса пропускания	2 ГГц (типовое значение)
Ослабление	Делитель напряжения 10x, погрешность ±1%
Погрешность смещения и усиления	±50 мВ, ±2 % от амплитуды сигнала
Число демультимплексируемых каналов	4
Требования к пуску/останову	Отсутствуют, т. к. аналоговые выходы всегда активны
Аналоговые выходы iCapture™	Совместимы с любым поддерживаемым осциллографом Tektronix
Кабель для аналогового выхода iCapture	Кабель с низкими потерями, длина 91 см, разъём BNC, делитель напряжения 10x. Аналоговый мультиплексор является стандартной функцией для всех модулей TLA7ACx; в модуле базовой конфигурации мультиплексор рассчитан на подачу сигналов 4-х фиксированных каналов модуля на аналоговые выходы iCapture; при этом переключение этих выходов на другие каналы TLA невозможно. Опция AM обеспечивает полное управление аналоговым мультиплексором: она позволяет подавать сигналы любых 4 каналов анализатора на аналоговые выходы iCapture.

**Характеристики системы запуска TLA7ACx**

Параметр	Описание
Число независимых состояний запуска	16
Макс. число независимых операторов If/Then на одно состояние	16
Макс. число событий на один оператор If/Then	8
Макс. число действий на один оператор If/Then	8
Максимальное число событий запуска	18 (2 счетчика/таймера плюс 16 других источников)
Число распознавателей слова	16
Число распознавателей перехода	16
Число распознавателей диапазона	4
Число счетчиков/таймеров	2
Типы событий запуска	Слово, группа, канал, переход, диапазон, любой элемент, значение счетчика, значение таймера, сигнал, глитч, нарушение установки и удержания, моментальный снимок.
Типы действий системы запуска	Запустить модуль, запустить все модули, запустить ведущий модуль, запустить MagniVu, сохранить, не сохранять, сохранить выборку, увеличить значение счетчика, уменьшить значение счетчика, обнулить счетчик, запустить таймер, остановить таймер, обнулить таймер, сделать моментальный снимок текущей выборки, перейти к логическому состоянию, установить/удалить сигнал, ничего не делать.
Макс. скорость передачи данных для запуска	1250 Мбит/с (режим синхронизации 4X)
Частота последовательных запусков	от 0 до 500 МГц (мин. интервал между запусками 2 нс)
Разрядность счетчика/таймера	51 бит (более 50 суток при разрешении 2 нс)
Тактовая частота счетчика	от 0 до 500 МГц (2 нс)
Тактовая частота таймера	500 МГц (2 нс)
Время ожидания счетчика/таймера	2 нс
Распознаватели диапазона	С нижней и верхней границами (не более 408 каналов), может принимать значение ширины любой группы, должен группироваться в соответствии с заданным порядком по значимости.
Интервал задания моментов установки распознавателя отклонений установки и удержания	От 8 нс перед перепадом тактового импульса до 7 нс после него с шагом 125 пс. Этот интервал может сдвигаться в сторону опережения на 0 нс, 4 нс или 8 нс.
Интервал задания моментов удержания распознавателя отклонений установки и удержания	От 7 нс перед перепадом тактового импульса до 8 нс после него с шагом 125 пс. Этот интервал может сдвигаться в сторону опережения на 0 нс [+8, -8] нс, 4 нс [+12, -4] нс или 8 нс [+16, 0] нс.
Положение момента запуска	Любая выборка данных
Положение момента запуска MagniVu	Устанавливается в пределах от 0 до 60 % относительно точки запуска MagniVu
Управление процессом регистрации (отбор данных)	По условию (глобальное), по состоянию (старт-стоп), блоком, по действию системы запуска или по переходу. Также возможен принудительный выбор основного предварительного заполнения.

**Габариты и масса TLA7ACx**

**Размеры, мм**

Высота	262
Ширина	61
Глубина	381
<b>Масса, кг</b>	
Нетто	3,1
Брутто	6,3

**Характеристики модуля TLA7BVx**

**Общие**

Параметр	Описание
Число каналов (захват по всем каналам, включая каналы синхронизации)	
TLA7BB2	68 каналов, из них 4 канала синхронизации
TLA7BB3	102 канала, из них 4 канала синхронизации и 2 канала квалификатора
TLA7BB4	136 каналов, из них 4 канала синхронизации и 4 канала квалификатора
Группирование каналов	Нет ограничений на число групп и каналов в группе (каждый канал может одновременно использоваться в нескольких группах)
Объединение модулей	Можно объединять до пяти 102- или 136-канальных модулей, что в совокупности может дать 680 каналов. Объём памяти для окна регистрации объединённых модулей принимают равным наименьшему из объёмов памяти каждого из объединяемых модулей. Распознаватели слов, параметров установки и удержания, глитчей, переходов могут работать с пятью объединёнными модулями, а распознаватели диапазонов – не более чем с тремя объединёнными модулями. Для объединённых модулей требуется только один набор каналов синхронизации.
Временная метка	54 бит при разрешении 20 пс (длительность более 4 суток)
Режимы синхронизации и захвата	Асинхронный и синхронный. Высокоскоростной режим захвата MagniVu (50 ГГц) доступен во всех режимах работы
Количество слотов, занимаемых модулем TLA7BVx в базовом блоке	1

**Входные характеристики TLA7BVx с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Емкостная составляющая входного сопротивления	0,5 пФ для каналов синхронизации и данных (P6900) менее 0,7 пФ для каналов синхронизации и данных (P6800); (1,0 пФ с пробниками P6810 с группированием по 8 каналов)
Диапазон выбора порогового напряжения	от -2,0 до +4,5 В с шагом 5 мВ Имеются предустановленные значения порога для: TTL (1,5 В), CMOS (1,65 В), ECL (-1,3 В), PECL (3,7 В), LVPECL (2,0 В), LVCMOS 1,5 (0,75 В), LVCMOS 1,8 (0,9 В), LVCMOS 2,5 (1,25 В), LVCMOS 3,3 (1,65 В), LVDS (0 В), а также другие значения, определяемые пользователем
Назначение порогов отдельным каналам и группам каналов	Пороги назначаются индивидуально для каждого канала данных, каждого канала синхронизации и квалификатора.
Точность срабатывания по порогу (с учётом влияния пробника)	±(35 мВ + 1%)
Диапазон напряжений входных сигналов	
Рабочее	от -2,5 до +5,0 В
Максимальное неразрушающее	±15 В
Минимальный размах входного сигнала	200 мВ (несимметричный) V <sub>макс.</sub> – V <sub>мин.</sub> > 100 В (дифференциальный)
Мин. скорость нарастания входного сигнала	200 мВ/нс (типичное значение)

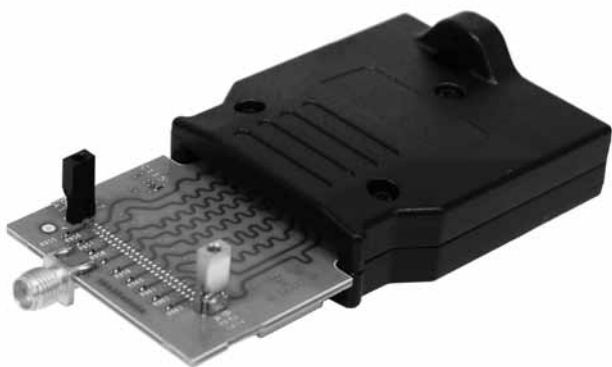
**Характеристики TLA7BVx в режиме захвата состояний с пробниками серии P6800 или P6900**

Конфигурация	Все каналы	Половина каналов
Стандартная 750 МГц	750 МГц / 750 Мбит/с (1 выборка на такт) 750 МГц / 1,5 Гбит/с (2 выборки на такт)	750 МГц / 3 Гбит/с (4 выборки на такт)
Оptionальная 1,4 ГГц	1,4 ГГц / 1,4 Гбит/с (1 выборка на такт)	1,4 ГГц / 2,8 Гбит/с (2 выборки на такт)

Параметр	Описание
Длина записи состояний с метками времени	Половина/все каналы: 4/2 Мбит, 8/4 Мбит, 16/8 Мбит, 32/16 Мбит, 64/32 Мбит, 128/64 Мбит на один канал
Диапазон выбора времени установки и удержания	От 15 нс перед фронтом синхроимпульса до 7,5 нс после него с шагом 20 пс. Диапазон может сдвигаться в направлении области установки на 0 нс [+7,5, -7,5] нс, 2,5 нс [+10, -5] нс или 7,5 нс [+15, 0] нс.
Окно установки и удержания, один канал	180 (типичное значение)
Минимальная длительность тактового импульса	200 пс (с пробниками P6960, P6964, P6980, P6982, P6860, P6864, P6880) 250 пс (с пробником P6810)
Выбор демультиплексирования каналов	Каналы можно демультиплексировать в другие каналы с помощью пользовательского интерфейса с группировкой по 8 каналов

**Характеристики TLA7BVx в режиме захвата временных параметров с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Разрешение по времени в режиме MagniVu™	20 пс (макс.), настройка на 40 пс, 80 пс, 160 пс, 320 пс и 640 пс
Объём памяти для окна регистрации MagniVu	128 кбит на канал с регулируемым положением запуска
Разрешение в режиме захвата в длинную память	156,25 пс (по четверти всех каналов) 312,5 пс (по половине всех каналов) от 625 пс до 50 мс (по всем каналам)
Разрешение в режиме захвата в длинную память с хранением глитчей	от 1,25 нс до 50 мс
Длина записи в режиме захвата в длинную память	Четверть/половина/все каналы: 8/4/2 Мбит, 16/8/4 Мбит, 32/16/8 Мбит, 64/32/16 Мбит, 128/64/32 Мбит, 256/128/64 Мбит на один канал
Длина записи в режиме захвата в длинную память с хранением данных о глитчах	Половина от вышеуказанных значений
Сдвиг фаз между каналами (модуль + пробник)	
До компенсации	±80 пс (типичное значение)
После компенсации (см. далее информацию о функции AutoDeskew)	±20 пс (типичное значение)
Минимальная длительность распознаваемого импульса/глитча по одному каналу	200 пс (с пробниками P6960, P6964, P6980, P6982, P6860, P6864, P6880) 250 пс (с пробником P6810)
Минимальная обнаруживаемая ошибка установки/удержания	40 пс
Минимальная длительность распознаваемого события запуска в многоканальном режиме	Период дискретизации + рассогласование каналов
Функция автоматической компенсации сдвига фаз (AutoDeskew) и оснастка с настраиваемой пользователем компенсацией (Customer Deskew)	
Для компенсации задержек в каналах пробника и настройки момента взятия выборки для синхронных (анализ логических состояний) приложений, Tektronix рекомендует стандартную встроенную функцию анализатора AutoDeskew (автовыравнивание). Однако, если требуется более точная синхронизация как в синхронном, так и в асинхронном режимах, включая использование технологии MagniVu, Tektronix рекомендует использовать тестовую оснастку Customer Deskew Fixture. Это опциональное устройство используется для межканального выравнивания задержек пробников, подключаемых к модулю TLA7BVx с целью обеспечить максимально	



точную синхронизацию всех каналов всех пробников. Устройство поставляется в двух версиях:

- для пробников серии P6800
- для пробников серии P6900

Подробная информация для заказа приведена в разделе «Информация для заказа».

**Характеристики TLA7BBx при регистрации осциллограмм с пробниками серии P6800 или P6900**

Параметр	Описание
Полоса пропускания	3 ГГц (типичное значение)
Ослабление	Делитель напряжения 10x, погрешность ±1%
Погрешность смещения и усиления	±50 мВ, ±2 % от амплитуды сигнала
Число демультиплексируемых каналов	4
Требования к пуску/останову	Отсутствуют, т. к. аналоговые выходы всегда активны
Аналоговые выходы iCapture™	Совместимы с любым поддерживаемым осциллографом Tektronix
Кабели для аналоговых выходов iCapture	4 кабеля с низкими потерями, длина 91 см, разъём BNC, делитель напряжения 10x.

**Габариты и масса TLA7BBx**

**Размеры, мм**

Высота	262
Ширина	61
Глубина	381

**Масса, кг**

Нетто	3,1
Брутто	6,3

**Характеристики системы запуска TLA7BBx**

Параметр	Описание
Число независимых состояний запуска	16
Макс. число независимых операторов If/Then на одно состояние	16
Макс. число событий на один оператор If/Then	8
Макс. число действий на один оператор If/Then	8
Максимальное число событий запуска	26 (2 счетчика/таймера плюс 24 других источника)
Число распознавателей слова	24
Число распознавателей перехода	24
Число распознавателей диапазона	8
Число счетчиков/таймеров	2
Типы событий запуска	Слово, группа, канал, переход, диапазон, любой элемент, значение счетчика, значение таймера, сигнал, глитч, нарушение установки и удержания, моментальный снимок.
Типы действий системы запуска	Запустить модуль, запустить все модули, запустить ведущий модуль, запустить MagniVu, сохранить, не сохранять, сохранить выборку, начать запись, окончить запись, увеличить значение счетчика, уменьшить значение счетчика, обнулить счетчик, запустить таймер, остановить таймер, обнулить таймер, сделать моментальный снимок текущей выборки, перейти к логическому состоянию, установить/удалить сигнал, ничего не делать.
Макс. скорость передачи данных для запуска	3,0 Гбит/с
Частота последовательных запусков	от 0 до 800 МГц (1,25 нс)
Разрядность счетчика/таймера	48 бит (более 4 суток при разрешении 1,25 нс)
Тактовая частота счетчика	от 0 до 800 МГц (1,25 нс)
Тактовая частота таймера	800 МГц (1,25 нс)
Время ожидания счетчика/таймера	0 нс
Распознаватели диапазона	С нижней и верхней границами (не более 408 каналов), может принимать значение ширины любой группы, должен группироваться в соответствии с заданным порядком по значимости.
<b>Распознаватель отклонений установки и удержания</b>	
Интервал задания моментов установки	От 7,5 нс перед перепадом тактового импульса до 7,5 нс после него с шагом 20 пс. Этот интервал может сдвигаться в сторону опережения на 0 нс, 2,5 нс, 5 нс или 7,5 нс.
Интервал задания моментов удержания	
Положение момента запуска	Любая выборка данных
Положение момента запуска MagniVu	Устанавливается в пределах от 0 до 60 % относительно точки запуска MagniVu
Управление процессом регистрации (отбор данных)	Всё, по условию (глобальное), по состоянию (старт-стоп), блоком, по действию системы запуска или по переходу. Также возможен принудительный выбор основного предварительного заполнения.

Характеристики модулей TLA7SAxx

**Общие**

Параметр	Описание
Число каналов (последовательных линий шины)	
TLA7SA08	8 дифференциальных входов (x4)
TLA7SA16	16 дифференциальных входов (x8)
Длина записи	TLA7SA16: 160 млн. символов на диф. вход, суммарный объём физической памяти 8 ГБ (16 ГБ для шин шириной x16). TLA7SA08: 160 млн. символов на диф. вход, суммарный объём физической памяти 4 ГБ 160 млн. символов соответствуют длительности записи 160, 320 и 640 мс для скоростей шины 8, 5 и 2,5 млрд. передач в секунду соответственно при 100 % загрузке шины.
Временная метка	50 бит при разрешении 936 пс (длительность более более 292 часов)
Режимы синхронизации и захвата	Внутренний тактовый генератор модуля TLA без режима распределённого спектра; внешний тактовый генератор 100 МГц ±10%, имеющий или не имеющий режим распределённого спектра
Стабильность частоты внешнего тактового генератора	±300·10 <sup>-6</sup>
Количество слотов, занимаемых модулями TLA7SAxx в базовом блоке	2

**Требуемое количество модулей TLA7SAxx в зависимости от ширины анализируемой шины**

Модуль TLA	Ширина двунаправленной шины (количество линий)			
	x1	x4	x8	x16
TLA7SA08	1	1	-	-
TLA7SA16	1	1	1	2

**Входные характеристики TLA7SAxx с пробниками серии P67SA00**

Параметр	Описание
Емкостная составляющая входного сопротивления	См. документацию на пробники серии P67SA00
Минимальные размеры глазковой диаграммы	См. документацию на пробники серии P67SA00

**Характеристики TLA7SAxx в режиме сбора данных с пробниками серии P67SA00**

Параметр	Описание
Задержка переключения скорости передачи ширины динамического канала	До 48 символов (типовое значение)
Задержка переключения скорости передачи данных по динамическому каналу	Время EIDLE менее 200 нс (типовое значение, с внутренним тактовым генератором, или с внешним тактовым генератором, работающим в режиме распределённого спектра)
Макс. время перехода на скорость Gen1	2 TS1
Макс. время перехода на скорость Gen2	1 EIEOS + 3 TS1
Макс. время перехода на скорость Gen3	1 EIEOS + 6 TS1
Количество пакетов FTS, требуемое для повторной синхронизации, следующей после LOs Exit	4 FTS (типовое значение, Gen1* <sup>1</sup> ) 1 EIEOS + 6 FTS (типовое значение, Gen2* <sup>1</sup> ) 1 EIEOS + 4 FTS (типовое значение, Gen3* <sup>1</sup> )

\*<sup>1</sup> В предположении, что время EIDLE находится в пределах 20 нс...2 мс (с внутренним тактовым генератором или с внешним тактовым генератором, работающим в режиме распределённого спектра).

**Характеристики фильтра модуля TLA7SAxx**

Параметр	Описание
Упорядоченные последовательности	TS1, TS2, SKP, EIOS, FTS, EIEOS, SDS
Пакеты DLLP	Ack, Nak, PM, Vendor Specific, FC1, FC2, UpdateFC
Пакеты TLP	MRd, MRdL, MWr, IORd, IOWr, CfgRd0, CfgWr0, CfgRd1, CfgWr1, Msg, MsgD, Cpl, CplD, CPILk, CPIDLk, FetchAdd, Swap, CAS, LPrfx, EPrfx

**Характеристики системы запуска модуля TLA7SAxx**

Параметр	Описание
Число независимых состояний запуска	8
Скорость последовательного запуска	Соответствует скорости передачи символов шины PCIe (Gen1, Gen2, Gen3)
Макс. число независимых операторов <i>If/Then</i> на одно состояние	8
Макс. число событий на один оператор <i>If/Then</i>	8
Макс. число действий на один оператор <i>If/Then</i>	8
Макс. число счетчиков событий на одно состояние	2
Разрядность счетчика событий	31 бит
Число распознавателей пакетов TLP на одно направление канала	4
Число распознавателей пакетов DLLP на одно направление канала	4
Число распознавателей кодовых последовательностей	4
Число символов на один распознаватель кодовых последовательностей	16
Число распознавателей событий в каналах	4
Число общих счетчиков/таймеров	4
Типы событий запуска	Любое, TLP, DLLP, кодовая последовательность, событие в канале, счетчик, таймер
Типы действий системы запуска	Запустить, запустить все модули, ожидать системного запуска, перейти к, увеличить значение счетчика, уменьшить значение счетчика, обнулить счетчик, запустить таймер, обнулить таймер, обнулить и запустить таймер, остановить таймер, обнулить и остановить таймер, установить выход сигнала, очистить выход сигнала, активировать модуль, начать сохранение, остановить сохранение, ничего не делать.
Разрядность счетчика/таймера	48 бит, (около 5 суток при разрешении 3,6 нс)
Время ожидания счетчика/таймера, тестовое	68 нс
Управление процессом регистрации (отбор данных)	По состоянию (старт-стоп)

**Габариты и масса TLA7SAxx**

Параметр	TLA7SA16	TLA7SA08
<b>Размеры, мм</b>		
Высота	262	262
Ширина	61	61
Глубина	381	381
<b>Масса, кг</b>		
Нетто	3,20	2,84
Брутто	7,30	6,94

## Информация для заказа

### Базовый блок TLA7012

TLA7012 – компактный базовый блок логического анализатора, рассчитанный на установку двух модулей TLA.

**Комплект включает:** мини-клавиатуру (119-7275-xx), оптическую мышь с колесиком (119-7054-xx), защитную крышку передней панели (200-4939-xx), одну заглушку двойной ширины для пустых слотов (333-4206-xx), CD с прикладным ПО TLA (063-3881-xx), свидетельство о калибровке.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

### Опции для базового блока TLA7012

Опция	Описание	Номер заказа
18	Сенсорный экран	Отсутствует
1C	Интерфейсный набор GPIB-iView™ для подключения внешнего осциллографа (требуется прикладное ПО TLA версии 5.0 или выше)	012-1614-xx
2C	Интерфейсный набор USB-iView™ для подключения внешнего осциллографа (требуется прикладное ПО TLA версии 5.8 или выше)	Отсутствует
PO	Сумка для переноски	016-1441-xx
TL	Кабель Teklink	174-5019-xx
1K	Транспортная тележка LACART	LACART
88	Заводская установка модуля	Отсутствует

### Дополнительные принадлежности

Принадлежность	Номер заказа
Дополнительный съемный жесткий диск (без ПО)	650-4815-xx
Комплект для монтажа в стойку	020-2664-xx
Кейс с колесиками для транспортировки	016-1522-xx

### Базовый блок TLA7016

TLA7016 – настольный базовый блок логического анализатора, рассчитанный на установку шести модулей TLA.

**Комплект включает:** пять заглушек двойной ширины для пустых слотов (333-4206-xx), кабель LAN RJ-45 (174-5225-xx), CD с прикладным ПО TLA (063-3881-xx), свидетельство о калибровке.

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

### Опции для базового блока TLA7016

Опция	Описание	Номер заказа
1C	Интерфейсный набор GPIB-iView™ для подключения внешнего осциллографа (требуется прикладное ПО TLA версии 5.0 или выше)	012-1614-xx
2C	Интерфейсный набор USB-iView™ для подключения внешнего осциллографа (требуется прикладное ПО TLA версии 5.8 или выше)	Отсутствует
TL	Кабель Teklink	174-5019-xx
ВТВ	Монтажные кронштейны для настольной системы	407-5127-xx (Левый) 407-5132-xx (Правый)
1K	Транспортная тележка K4000	K4000
88	Заводская установка модуля	Отсутствует

## Дополнительные принадлежности

Принадлежность	Номер заказа
Комплект для монтажа в стойку	020-2369-xx
Кейс с колесиками для транспортировки	016-1651-xx

### Модуль TL708EX

8-портовый концентратор и модуль расширения для подключения к нему от 3 до 8 блоков TLA7012 или TLA7016.

**Комплект включает:** инструкцию по эксплуатации 071-1765-xx (только на англ. языке).

**Примечание.** При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

### Кабель питания для приборов серии TLA7000

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

### Руководство пользователя для приборов серии

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

### Услуги по монтажу для серии TLA7000

Опция	Описание
LAINSTAL-SM	Установка одного базового блока и до 3 модулей или от 1 до 3 модулей в имеющийся базовый блок
LAINSTAL-LG	Установка одного базового блока и от 4 до 6 модулей

### Коммутатор LAN Gigabit (GbE)

Описание	Номер заказа
Коммутатор LAN Gigabit (GbE) на 16 портов со стандартным шнуром питания (США) (120 В, 60 Гц)	020-2666-xx

### Кабель питания для коммутатора LAN Gigabit (GbE)

Описание	Номер заказа
Универсальный европейский, прямой (IEC320 C13)	161-0066-09
Универсальный европейский, прямой (IEC320 C13)	161-0066-10

Модули TLA7ACx

**Комплект включает:** свидетельство о калибровке и гарантию на один год (возврат в Tektronix).

**Примечание.** Пробники необходимо заказывать отдельно.

**Модули логического анализатора TLA7x**

Модуль	Описание
TLA7AC2	68 каналов, частота захвата временных диаграмм 8 ГГц, частота захвата состояний 235 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 128 Мбит и/или частоты захвата состояний до 450 ГГц
TLA7AC3	102 каналов, частота захвата временных диаграмм 8 ГГц, частота захвата состояний 235 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 128 Мбит и/или частоты захвата состояний до 450 ГГц
TLA7AC4	136 каналов, частота захвата временных диаграмм 8 ГГц, частота захвата состояний 235 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 128 Мбит и/или частоты захвата состояний до 450 ГГц

**Опции для модулей TLA7**

В базовой конфигурации модули TLA7 имеют объём памяти для окна регистрации 2 Мбит, частоту захвата логических состояний 235 МГц и базовые функции аналогового мультимплексора.

Опция	Описание
1S	Увеличение объёма памяти до 8 Мбит при частоте захвата состояний 235 МГц
2S	Увеличение объёма памяти до 32 Мбит при частоте захвата состояний 235 МГц
3S	Увеличение объёма памяти до 128 Мбит при частоте захвата состояний 235 МГц
4S	Увеличение объёма памяти до 2 Мбит при частоте захвата состояний 450 МГц
5S	Увеличение объёма памяти до 8 Мбит при частоте захвата состояний 450 МГц
6S	Увеличение объёма памяти до 32 Мбит при частоте захвата состояний 450 МГц
7S	Увеличение объёма памяти до 128 Мбит при частоте захвата состояний 450 МГц
AM	Полнофункциональный аналоговый мультимплексор
88	Заводская установка

**Руководство пользователя для модулей**

Опция	Описание
LG1	Общее руководство
L99	Без руководства

Опции калибровки и ремонта описаны в разделе «Сервисные опции».

Модули TLA7BBx

**Комплект включает:** свидетельство о калибровке и гарантию на один год (возврат в Tektronix).

**Примечание.** Пробники необходимо заказывать отдельно.

**Модули логического анализатора TLA7x**

Модуль TLA	Число каналов
TLA7BB2	68 каналов, частота захвата временных диаграмм MagniVu 50 ГГц, частота захвата состояний 750 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 64 Мбит и/или частоты захвата состояний до 1,4 ГГц
TLA7BB3	102 каналов, частота захвата временных диаграмм MagniVu 50 ГГц, частота захвата состояний 750 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 64 Мбит и/или частоты захвата состояний до 1,4 ГГц
TLA7BB4	136 каналов, частота захвата временных диаграмм MagniVu 50 ГГц, частота захвата состояний 750 МГц, объём памяти для окна регистрации 2 Мбит; опциональное увеличение памяти до 64 Мбит и/или частоты захвата состояний до 1,4 ГГц

**Опции для модулей TLA7BBx**

В базовой конфигурации модули TLA7BB имеют объём памяти для окна регистрации 2 Мбит, частоту захвата логических состояний 750 МГц и полнофункциональный аналоговый мультимплексор.

Опция	Описание
1S	Увеличение объёма памяти до 4 Мбит при частоте захвата состояний 750 МГц
2S	Увеличение объёма памяти до 8 Мбит при частоте захвата состояний 750 МГц
3S	Увеличение объёма памяти до 16 Мбит при частоте захвата состояний 750 МГц
4S	Увеличение объёма памяти до 32 Мбит при частоте захвата состояний 750 МГц
5S	Увеличение объёма памяти до 64 Мбит при частоте захвата состояний 750 МГц
6S	Увеличение объёма памяти до 2 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
7S	Увеличение объёма памяти до 4 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
8S	Увеличение объёма памяти до 8 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
9S	Увеличение объёма памяти до 16 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
AS	Увеличение объёма памяти до 32 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
BS	Увеличение объёма памяти до 64 Мбит при частоте захвата состояний 1,4 ГГц
88	Заводская установка

**Обновления для модулей TLA**

Опции калибровки и ремонта описаны в разделе «Сервисные опции».

**Опциональная оснастка для компенсации фазового сдвига к модулям TLA7BBx**

Описание	Номер заказа
Опциональная оснастка для компенсации сдвига фаз для пробников серии P6800	020-2942-00
Опциональная оснастка для компенсации сдвига фаз для пробников серии P6900	020-2940-00

**Руководство пользователя для модулей TLA7BBx**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**Модули TLA7SAxx для анализа протокола PCIe**

**Комплект включает:** сертификат соответствия, гарантию на один год (возврат в Tektronix), кабель сигнала тактовой частоты (672-6285-xx) и соединительный кабель сигнала тактовой частоты (174-5392-xx).

**Примечание.** Пробники, базовые блоки и ПО необходимо заказывать отдельно.

Модули TLA7SAxx для анализа протокола PCIe выпускаются на макс. скорость сбора данных 8 млрд. передач в секунду. Остальные основные характеристики сведены в таблицу:

Модуль	Описание
TLA7SA16	16 дифференциальных входов, ширина анализируемой шины – x8, макс. скорость сбора данных 8 млрд. передач в секунду, объём физической памяти 8 ГБ
TLA7SA08	8 дифференциальных входов, ширина анализируемой шины – x4, макс. скорость сбора данных 8 млрд. передач в секунду, объём физической памяти 4 ГБ

**ПО для модуля TLA7SAxx**

ПО	Описание
TMS160PCIЕ3	ПО для анализа протокола PCIe 3.0

**Руководство пользователя для модулей TLA7SAxx**

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

**Сервисные опции**

Следующие сервисные опции предлагаются для приборов серии TLA7000

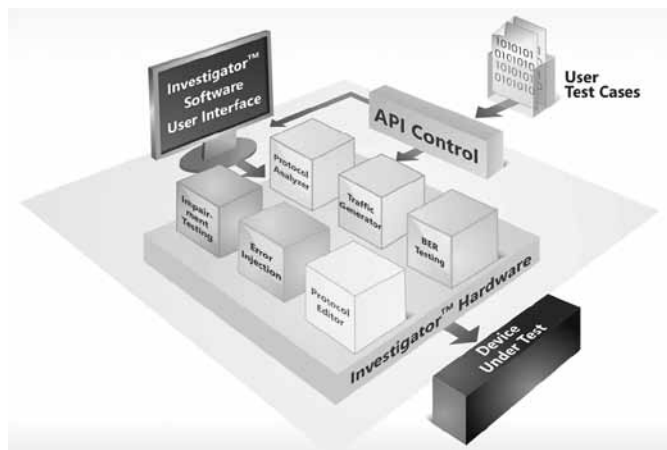
Опция	Базовые блоки TLA7000	Модули TL7ACx	Модули TLA7BBx	Модули TLA7SAxx
C3 – калибровка в течение 3 лет	x	x	x	x
C5 – калибровка в течение 5 лет	x	x	x	x
D1 –отчёт о калибровке	x	x	x	
D3 – отчет о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)	x	x	x	
D5 – отчет о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)	x	x	x	
G3 – комплексное обслуживание в течение 3 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.), только для TLA7012, TLA7BB2, TLA7BB3, TLA7BB4, TLA7SA08, TLA7SA16			x	x
G5 – комплексное обслуживание в течение 5 лет (предоставление замены на время ремонта, калибровка по графику и др.), только для TLA7012, TLA7BB2, TLA7BB3, TLA7BB4, TLA7SA08, TLA7SA16			x	x
R3 – ремонт в течение 3 лет	x	x	x	x
R5 – ремонт в течение 5 лет	x	x	x	x
S1 – обслуживание по месту установки в течение 1 года	x			
S3 – обслуживание по месту установки течение 3 лет (с опцией R или C)	x			
R3DW – ремонт в течение 3 лет, начиная с даты покупки (включая период гарантийного обслуживания)	x	x	x	x
R5DW – ремонт в течение 5 лет, начиная с даты покупки (включая период гарантийного обслуживания)	x	x	x	x

**Модернизация приборов серии TLA7000**

Для базовых блоков TLA возможно добавление новых функций. Для модулей TLA возможны следующие усовершенствования: повышение скорости регистрации, увеличение объёма памяти для окна регистрации и добавление (для TLA7ACx) полнофункционального аналогового мультиплексирования. Для того, чтобы модернизировать имеющийся у Вас прибор, нужно заказать соответствующий комплект для модернизации. Подробную информацию см. в документе “TLA Family Upgrade Guide”.

# Анализатор протокола

Серия TPI4000



## Возможности и преимущества

- Поддержка нескольких протоколов и испытательных функций в одном приборе
- Настраиваемая пользователем база протоколов
- Одновременное выполнение анализа, генерации сигналов и статистических расчетов
- 100-процентный захват трафика на полной скорости и опциональная генерация трафика
- Коррелированные по времени представления и запуск по всем портам и протоколам
- Настройка запуска и фильтрации простым перетаскиванием мышью
- Контроль генерируемого трафика на битовом уровне
- Расчет фактических статистических параметров (генеральная совокупность, без дискретизации)

## Применение

- Проверка протокола на соответствие
- Тестирование с максимальной нагрузкой
- Коммуникационная совместимость
- Оптимизация производительности
- Проверка операционной совместимости



### Один прибор – несколько функций

Анализаторы протокола серии TP14000 предлагают множество функций в одном приборе, что делает их самыми универсальными тестерами на рынке. Один анализатор протокола TP14000 может решить следующие задачи:

- Анализ протокола – гарантированный 100% захват на полной скорости
- Поддержка различных протоколов: Ethernet, Fibre Channel, Serial RapidIO, Serial FDDP, Дуплексный коммутируемый Ethernet для авиационной электроники (AFDX) и другие протоколы, включая специальные
- Генерация трафика – тестирование устройств с правильными и ошибочными данными протокола
- Искаженные сигналы – внесение в систему больших задержек
- Контроль коэффициента битовых ошибок – обнаружение ошибок, превышающих  $10^{-12}$
- Интерфейс прикладного программирования (API) – автоматизация процедур тестирования
- Редактор специальных протоколов – расширение базы протоколов специальными протоколами

### Один прибор – множество протоколов

Анализаторы протокола серии TP14000 поддерживают самое большое число протоколов, включая:

- Ethernet
- FCoE
- CPRI
- AFDX
- SATA
- Специальный 8B/10B
- Time Triggered Ethernet (TTE)
- Fibre Channel
- Serial RapidIO
- Serial RPPD
- SAS
- FICON
- Специальный 64B/66B

### Удовлетворение ваших требований к производительности

Поддержка скорости до 10 Гбит/с позволяет убедиться в том, что ваша схема соответствует предъявляемым к ней требованиям во всем диапазоне скоростей.

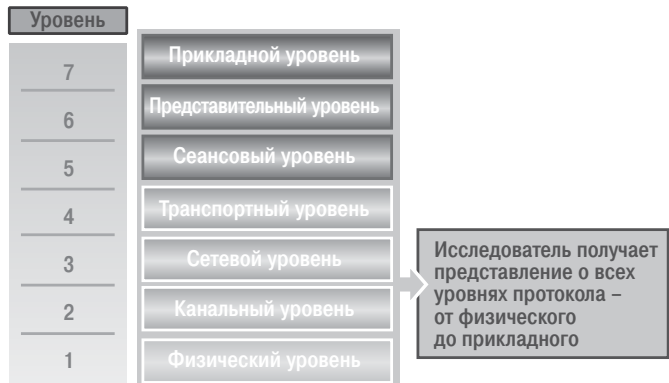
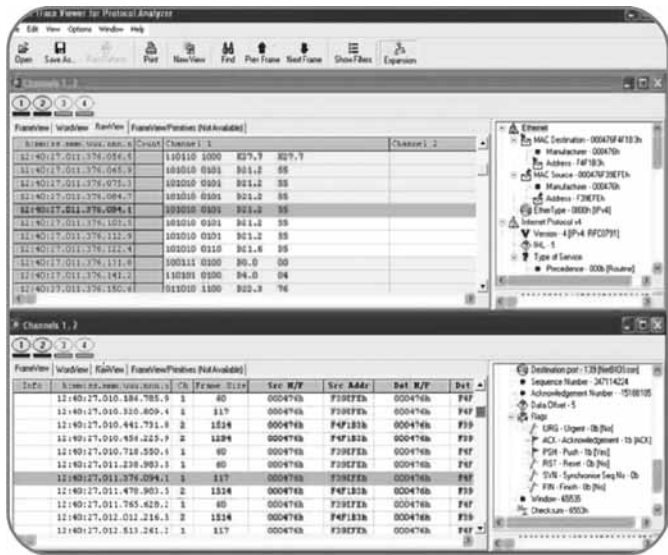
### Платформа для тестирования и отладки высокоскоростных последовательных шин

Сократите время продвижения изделий на рынок, ускорив анализ и отладку

Особенность отладки последовательных шин заключается в том, что проблемы могут проявиться лишь через несколько дней или недель тестирования. Проблемы такого типа очень сложно имитировать и регистрировать. Тем не менее, расширенные функции отладки анализаторов серии TP14000, включая уникальные функции запуска и фильтрации, позволяют быстро обнаруживать даже самые неуловимые проблемы. Для этого программное обеспечение приборов использует целый ряд расширенных возможностей:

- Тревожные сигналы – создание и сохранение специальных условий запуска, фильтров и конфигураций для последующего использования при отладке или в рамках официальных испытаний
- Расширенные возможности запуска – запуск регистрации только при возникновении специальных условий
- Мощная фильтрация – быстрая прокрутка данных и фильтрация всех условий, кроме тех, которые вас интересуют
- Поиск – обнаружение любых последовательностей в пределах фрейма и ведение библиотеки готовых шаблонов поиска
- Закладки – установка закладок для облегчения поиска при последующей отладке

Дополнительное ускорение отладки достигается за счет обеспечения общего доступа к файлам с графиками с помощью бесплатного программного обеспечения Trace Viewer.



Стек протокола

Быстрая интерпретация данных за счет многооконного представления. Вы можете просматривать данные наиболее удобным для вас способом. Это облегчает и ускоряет чтение и интерпретацию данных.

- Представление данных в необработанном, 8В/10В, шестнадцатеричном и фреймовом формате
- Подробное декодирование каждого фрейма вплоть до уровня битов
- Гибко настраиваемое отображение кривых с цветовым кодированием канальных данных
- Независимое или объединенное представление каналов
- Многоуровневая фильтрация зарегистрированных данных по всем полям
- Сохранение/распечатка/экспорт сегментов кривой или всего захваченного сигнала с комментариями

Глубокий анализ за счет визуального представления аппаратного уровня

Все анализаторы протокола TP14000 могут обеспечить представление вплоть до аппаратного уровня – вы не упустите ни единого бита. Это обеспечивает непревзойденную глубину анализа аппаратных и программных функций, существенно ускоряя диагностику ошибок.



Редактор протокола

Повышение надежности за счет проверки соответствия стандартам и операционной совместимости

Убедитесь, что ваше устройство соответствует требованиям текущих стандартов, подавая на него реальный трафик и наблюдая ответную реакцию. Анализаторы серии TP14000 соответствуют последним спецификациям и стандартам за счет нашего постоянного участия в работе комитетов стандартизации.

Тестирование специальных протоколов

Редактор протоколов представляет собой простое в обращении, но мощное средство для обновления или добавления протоколов в базу протоколов. Для точного представления данных редактор протоколов использует графический интерфейс пользователя. После сохранения в базе данных, новый или видоизмененный протокол становится доступным для декодирования или поиска с помощью ПО Trace Viewer. Кроме того, он становится доступным в анализаторе протокола для определения условий запуска и фильтрации.

## Широкий спектр приложений

### Тестирование операционной совместимости в сетевой лаборатории

Операционная совместимость сетей чрезвычайно важна в работе центров обработки данных и других объектов сетевой инфраструктуры. Проблема интерпретации спецификаций возникает тогда, когда разные изготовители сетевого оборудования по-разному интерпретируют спецификации того или иного протокола. В условиях сетевой лаборатории анализаторы серии TP14000 позволяют глубоко анализировать последовательные каналы связи еще до установки соединения, что позволяет проверять работоспособность всех устройств. Если устройство работает неправильно, мощные функции запуска и фильтрации TP14000 позволяют легко выявить причину и устранить недостаток до того, как начнется серийный выпуск этого устройства. Но проблемы могут возникать не только из-за неверной интерпретации спецификаций, но и в процессе коррекции ошибок или по причине работы в неблагоприятных условиях, выходящих за пределы спецификаций. Эти условия можно имитировать, тестируя устройство в контролируемых неблагоприятных условиях. Во время теста в контролируемых неблагоприятных условиях в линию передачи намеренно вносятся ошибки и задержки, чтобы проверить работу функции коррекции ошибок сетевых устройств. Такая проверка играет очень важную роль для предотвращения дорого обходящихся отказов во время эксплуатации устройства.

### Тестирование встраиваемых систем

В зависимости от конкретной задачи, тестирование интерфейсов встраиваемых систем может включать тестирование связей между микросхемами, между платами и между устройствами. Анализаторы серии TP14000 очень удобны для проверки интерфейсов встраиваемых систем, предлагая всеобъемлющую поддержку протоколов, скоростей передачи и типов соединения. Последовательные интерфейсы тестируются на полной скорости канала с полным анализом вплоть до физического уровня. Кроме того, можно получить полные характеристики устройства при тестировании в неблагоприятных условиях.

### Связь в военных и аэрокосмических приложениях

Все функции анализаторов серии TP14000 доступны через интерфейс прикладного программирования (API). Этот совместимый с языком «Си» интерфейс позволяет создавать приложения на платформе серии TP14000, которые можно использовать для автоматизации испытаний, производственного тестирования или для проверки соответствия стандартам. Кроме того, этот API доступен из платформы UNIX через удаленный вызов процедур, что позволяет интегрировать платформы UNIX в решения на основе серии TP14000.

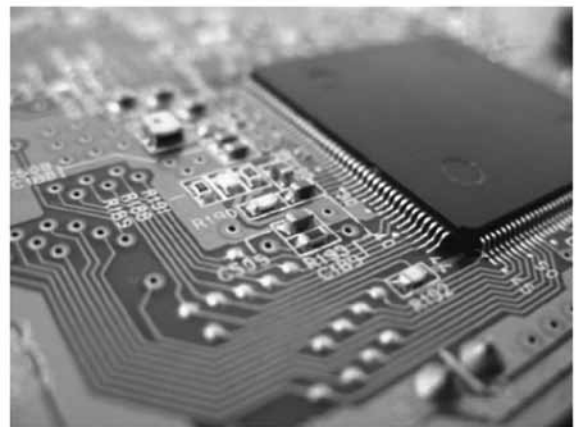
### Отладка прототипов устройств

Анализаторы серии TP14000 являются идеальным решением для проверки последовательных интерфейсов в прототипах разрабатываемых устройств. Благодаря поддержке широкого диапазона протоколов и возможности смешанного тестирования протоколов с корреляцией по времени, разработчики могут одновременно проверять интерфейсы и измерять характеристики интегральных схем.

Одной из наиболее сложных проблем является само подключение к ИС. Анализаторы серии TP14000 предлагают разные опции подключения для работы в разных условиях.



Съемный жесткий диск для защиты данных



Отлаживаемая печатная плата

### Тестирование развернутых сетей в полевых условиях

Являясь небольшим по размеру автономным прибором, TP14000 идеально подходит для тестирования в полевых условиях. Кроме того, зарегистрированные в полевых условиях данные можно легко передать в технический отдел по электронной почте для дальнейшего анализа с помощью бесплатного ПО Trace Viewer.



## Разъемы и корпус для любых условий

### Разнообразные типы разъемов

Порты всех анализаторов протокола серии TP14000 стандартизованы так, чтобы поддерживать широчайший диапазон разъемов в соответствии со спецификациями трансиверов SFP (подключаемые компактные модули). Стандарт SFP обеспечивает поддержку широкого диапазона разъемов для электрических и оптических каналов. Поддерживаются также и другие типы разъемов, например, SMA.

### Корпус в соответствии с вашими требованиями

TP14000 представляет собой прочный автономный прибор, который можно использовать и в лабораторных, и в полевых условиях. Благодаря встроенному ПК, клавиатуре и дисплею, TP14000 предлагает производительность настольного прибора в переносном корпусе, поддерживающем конфигурации с числом портов от 2 до 8.

### Исчерпывающий анализ протоколов

Каждый анализатор протокола TP14000 может захватывать и отображать 100 % передаваемых данных даже на полной скорости канала связи. Имеется также возможность просмотра примитивов, разделителей фреймов, заголовков фреймов и полезных данных. Редактор протоколов позволяет определять дополнительное декодирование протоколов для дальнейшего улучшения существующих функций. Разнообразные возможности запуска, вплоть до уровня битов, предварительная и последующая фильтрация позволяют извлекать интересные вас данные из многогигабитных потоков.

### Регистрация данных

Анализатор обеспечивает захват 100 % данных на полной скорости канала в необработанном 10-битовом формате, а также предлагает опции остановки по переполнению буфера или циклического заполнения буфера. Захваченные сигналы можно просматривать на любом ПК с ОС Windows с помощью автономного ПО. Аппаратные алгоритмы сжатия повышают эффективность использования памяти. По результатам анализа захваченных сигналов можно отобразить топологию сети.

### Запуск

- Многоуровневый запуск
- Запуск по нескольким последовательным событиям во всех каналах
- Возможность выбора заранее определенных событий запуска
- Запуск от «циклической последовательности» машины состояний
- Повторный взвод схемы запуска, если условие не встретилось
- Независимый запуск по каналам

### Поддержка протоколов верхнего уровня (ULP)

- В стандартной конфигурации прибор поддерживает протоколы iSCSI, IP, TCP и UDP
- Поддержка устройств с последовательным и прямым доступом
- Автоматическое декодирование iSCSI, IP, TCP, UDP и многих других протоколов верхнего уровня
- Добавление новых и специальных протоколов с помощью «Редактора протоколов»

### Функции поиска

- Поиск следующего и предыдущего фрейма
- Переход по закладкам и создание закладок
- Поиск адреса источника или приемника
- Поиск любых данных в пределах фрейма
- Библиотека готовых шаблонов поиска
- Поиск событий запуска

### Форматы отображения данных

- Представление данных в необработанном, 8B/10B, шестнадцатеричном и пофреймовом формате
- Подробное декодирование каждого фрейма вплоть до уровня битов
- Гибко настраиваемое отображение кривых с цветовым кодированием канальных данных
- Независимое или объединенное представление каналов

### Тревожная сигнализация

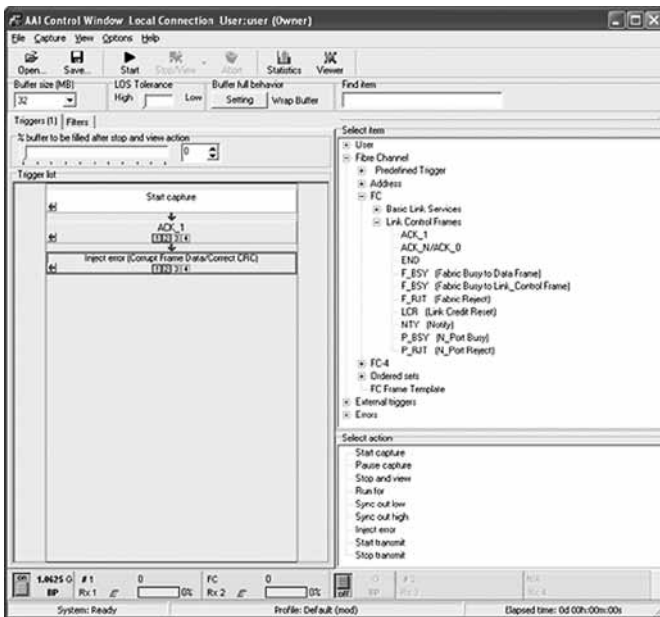
- Настройка срабатывания сигнализации в зависимости от фреймов, байтов и утилизации канала
- Возможность установки верхних и нижних пределов
- Возможность настройки сигнализации по статистическим параметрам

### Расчет статистических параметров

Модуль статистики реального времени поддерживает вставку закладок, поиск и табличное или графическое представление информации, предлагая непревзойденную гибкость, мощь и простоту применения функций высокоскоростного захвата, декодирования и анализа.

### Библиотека конфигураций

Возможность построения и сохранения на сервере специальных конфигураций запуска, фильтрации и регистрации.



## Генератор трафика

Генерирует специфический для протокола трафик с полным контролем временных характеристик и контента. Способность генератора трафика поддерживать полную скорость даже в нескольких каналах позволяет измерять характеристики устройства в условиях максимальной нагрузки.

- Вывод трафика любого типа вплоть до полной скорости канала
- Имитация протоколов, данных и ошибок CRC
- Управление промежутками между фреймами и группами пакетов
- Тестирование предельных значений буфера за счет манипуляции полями управления потоком
- Одновременная нагрузка нескольких каналов без потери производительности
- Мониторинг статистических показателей в реальном времени

## Тестер искажений

Имитация задержек, вызванных длинными кабелями, позволяет избежать неудобств и затрат, связанных с тестированием кабелей разной длины. Тестер искажений позволяет исследовать влияние задержек на характеристики приложения и управление потоком.

- Имитация длины кабеля и задержек
- Определение значения задержки
- Выбор критерия идентификации ошибок
- Измерение задержек с точностью до миллисекунд
- Диагностика до уровня отдельных битов
- Поддержка устройств с последовательным и прямым доступом

## Инжектор ошибок

Инжектор ошибок анализаторов TPI4000 можно использовать для тестирования способности восстановления систем и поиска повреждений в каналах Fibre Channel и Ethernet, включая AFDX, iSCSI, IP, IPv, TCP и другие основанные на Ethernet протоколы.

- Подмена данных в канале данными пользователя в реальном времени
- Повреждение значений или удаление событий из канала с целью подмены данных и имитации долгого отклика устройства
- Автоматический перерасчет и вставка значений CRC
- Интеграция специальных протоколов в инжектор ошибок
- Генерация специальных испытательных последовательностей с помощью редактора протоколов серии TPI4000 и прикладного программного обеспечения

## Тестер коэффициента битовых ошибок

Передача содержащих и не содержащих фреймы последовательностей для измерения коэффициента битовых ошибок с целью проверки надежности передачи данных между приемником и передатчиком. Поддерживаются стандартные и определенные пользователем испытательные последовательности.

- Генерация многоскоростных, многоцелевых и специальных последовательностей
- Поддержка до 8 тестируемых портов
- Проверка подключений самого нижнего уровня вплоть до  $10^{-12}$
- Генерация разных последовательностей IEEE и джиттера, таких как CRPAT, CJTPAT, CSPAT и инкрементных последовательностей

## Редактор протоколов

Редактор протоколов позволяет расширять стандартную базу анализатора путем добавления в нее специальных протоколов. Одна часть базы протоколов – определенные пользователем протоколы – может использоваться в качестве фильтра или для запуска. Эти протоколы полностью декодируются приложением Trace Viewer. Другие функции специальных протоколов, такие как фильтрация после регистрации, работают точно так же, как если бы эти протоколы были частью стандартной базы протоколов анализатора TPI4000.

## Библиотека API

Библиотека API анализаторов серии TPI4000 представляет собой библиотеку на языке «Си», которая позволяет пользователю программно управлять всеми приборами TPI4000. Библиотека API позволяет создавать специальные приложения, работающие на этой платформе, или создавать код для автоматизации тестирования.

Технические характеристики

Технические характеристики TPI4202

Общие характеристики

Параметр	Описание
Максимальное число интерфейсных карт	2

Технические характеристики опциональных интерфейсных карт – Voyager600 / Voyager800 / Voyager1000

Общие характеристики

Параметр	Описание
Число портов	
Voyager600	4 дуплексных SFP+
Voyager800	4 дуплексных SFP+
Voyager1000	2 дуплексных SFP+
Физический интерфейс	Оптический или электрический SFP
Скорость канала	
Voyager600	До 6,25 Гбит/с; кодировка 8B/10B
Voyager800	До 8,5 Гбит/с; кодировка 8B/10B
Voyager1000	Около 10 Гбит/с; кодировка 64B/66B
Объем памяти	
Voyager600	1 Гб на порт
Voyager800	1 Гб на порт
Voyager1000	2 Гб на порт
Внешний запуск	1 вход внешнего запуска 1 выход внешнего запуска
Разрешение по времени	10 нс

Функции для работы с протоколами

Общие характеристики

Параметр	Описание
Регистрация трафика	Каждый анализатор регистрирует двунаправленный трафик между двумя устройствами; с двух портов SPAN или с двух пассивных входных отводов
Два канала	Запуск по последовательности событий в любом приемном канале, в любом анализаторе
Секвенсор	32 состояния на секвенсор
Ресурсы	32 счетчика и таймера на секвенсор
Компаратор последовательностей	Восемь 32-байтовых компараторов (примитивы и фреймы) с соответствующими локальными событиями
Комбинации	Операция ИЛИ между компараторами последовательностей
Внутренний перекрестный запуск	Вход/выход межмодульного запуска для включения в секвенсор событий, поступающих от другого анализатора
Фильтры	Аппаратные фильтры, независимо определяемые на каждом уровне последовательности
Обнаружение ошибок	Ошибка четности, ошибка кода, ошибка CRC, потеря синхронизации
Разделение фрейма	Сохранение указанного пользователем числа слов, начиная с начала фрейма

Опции протокола

Опция	Поддерживаемые протоколы	Скорость канала
AFDX (опция AFDX-1G-PP)	AFDX, ARINC644	—
Последовательный FPDP (опция SFPD-6G-PP)	VITA17.1	1,0625, 2,125 и 2,5 Гбит/с 3,125, 4,25, 5,0 и 6,25 Гбит/с
CPRI (опция CPRI-6G-PP)	CPRI	1,2288, 2,4576, 3,072, 4,9152 и 6,144 Гбит/с
Gigabit Ethernet (опция ET-1G-PP)	—	10, 100 и 1000 Мбит/с
10G Ethernet (опция ET-10G-PP)	SCSI, FCoE, TCP/IP и IPv6	9,95328 и 10,3125 Гбит/с
1G Fibre Channel (опция FC-1G-PP)	FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON	1,0625 Гбит/с
2G Fibre Channel (опция FC-2G-PP)	FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON	1,0625 и 2,215 Гбит/с
4G Fibre Channel (опция FC-4G-PP)	FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON	1,0625, 2,215 и 4,25 Гбит/с
8G Fibre Channel (опция FC-8G-PP)	FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON	1,0625, 2,215, 4,25 и 8,5 Гбит/с
10G Fibre Channel (опция FC-10G-PP)	FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON	10,51875 Гбит/с
3G Serial Attached SCSI (опция SAS-3G-PP)	SSP, SMP, STP	1,5 и 3,0 Гбит/с
6G Serial Attached SCSI (опция SAS-6G-PP)	SSP, SMP, STP	1,5, 3,0 и 6,0 Гбит/с
3G Serial ATA (опция SATA-3G-PP)	—	1,5 и 3,0 Гбит/с
6G Serial ATA (опция SATA-6G-PP)	—	1,5, 3,0 и 6,0 Гбит/с
3G Serial RapidIO (опция SRIO-3G1-PP)	Одноканальный SRIO	1,25, 2,5 и 3,125 Гбит/с
6G Serial RapidIO (опция SRIO-6G1-PP)	Одноканальный SRIO	1,25, 2,5, 3,125 и 6,25 Гбит/с

## Общие характеристики

## Дисплей

Параметр	Описание
Тип дисплея	17,3 дюйма, ЖК, HD
Разрешение дисплея	1920 × 1080

## Компьютерная система и периферия

Параметр	Описание
Операционная система	Windows XP SP3
Оперативная память	3 ГБ
Жесткий диск	500 ГБ
Привод CD/DVD	DVD R/W
USB порты	Четыре хост-порта USB 2.0
Сетевые порты	Два разъема RJ-45, 10/100/1000 Мбит/с
Видео порты	Один разъем DVI

## Электропитание

Параметр	Описание
Напряжение сети питания	от 100 до 240 В ±10%
Частота сети питания	50/60 Гц
Потребляемая мощность	600 Вт (макс.)

## Габариты и масса

Размер, мм	
Высота	424
Ширина	333
Длина	173
Масса, кг	
Нетто	10,5
Брутто	15

## Климатические условия

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от +5 до +45 °С, снижается на 1,0 °С на каждые 300 м выше 1500 м над уровнем моря
Хранения	от –20 до +60 °С без дисков в дисковых накопителях
Относительная влажность	
Рабочая	от 5 до 95 % при температуре до +30 °С
Хранения	от 5 до 45 % при температуре от +30 до +40 °С без конденсации и при максимальной температуре по влажному термометру +29 °С
Высота над уровнем моря	
Рабочая	до 3000 м
Хранения	до 12 000 м
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива евросоюза 2004/108/EC
Сертификаты	UL61010-1:2004, Второе издание; CSA61010-1:2004, EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

## Информация для заказа

TPI4202

Портативный корпус; поддержка до 8 портов

## Аппаратные опции

### Опции интерфейсной карты

Опция	Описание
Voyager600	Многофункциональная интерфейсная карта с 4 дуплексными разъемами SFP. Поддерживает электрические и оптические комплекты для скорости канала до 6,25 Гбит/с; кодирование 8B/10B
Voyager800	Многофункциональная интерфейсная карта с 4 дуплексными разъемами SFP. Поддерживает электрические и оптические комплекты для скорости канала до 8,5 Гбит/с; кодирование 8B/10B
Voyager1000 <sup>†</sup>	Многофункциональная интерфейсная карта с 2 дуплексными разъемами SFP+. Поддерживает электрические и оптические комплекты для скорости канала около 10 Гбит/с; кодирование 64B/66B

<sup>†</sup> Эта опция доступна не во всех странах.

### Опции поддержки протоколов

Опция	Описание
AFDX-1G-PP	Анализатор протокола AFDX и статистических показателей. Поддерживает AFDX и ARINC644; лицензия на каждую пару портов
SFPDP-6G-PP	Анализатор последовательного протокола FPDP и статистических показателей. Поддерживает VITA 17.1 со скоростями 1,0625, 2,125 и 2,5 Гбит/с. Также поддерживает скорости 3,125, 4,25, 5,0 и 6,25 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов
CPRI-6G-PP	Анализатор протокола 6G CPRI и статистических показателей. Поддерживает скорости канала CPRI 1,2288, 2,4576, 3,072, 4,9152 и 6,144 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов
ET-1G-PP	Анализатор протокола Gigabit Ethernet и статистических показателей. Поддерживает скорости канала Ethernet 10, 100 и 1000 Мбит/с; лицензия на каждую пару портов
ET-10G-PP	Анализатор протокола 10G и статистических показателей. Поддерживает скорости канала Ethernet 9,95328 и 10,3125 Гбит/с; включает поддержку протоколов iSCSI, FCoE, TCP/IP и IPv6; лицензия на каждую пару портов
FC-1G-PP	Анализатор протокола 1G Fibre Channel и статистических показателей. Поддерживает только линейную скорость Fibre Channel 1,0625 Гбит/с; включает поддержку протоколов FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON; лицензия на каждую пару портов
FC-2G-PP	Анализатор протокола 2G Fibre Channel и статистических показателей. Поддерживает скорости канала Fibre Channel 1,0625 и 2,125 Гбит/с; включает поддержку протоколов FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON; лицензия на каждую пару портов
FC-4G-PP	Анализатор протокола 4G Fibre Channel и статистических показателей. Поддерживает скорости канала Fibre Channel 1,0625, 2,125 и 4,25 Гбит/с; включает поддержку протоколов FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON; лицензия на каждую пару портов
FC-8G-PP	Анализатор протокола 8G Fibre Channel и статистических показателей. Поддерживает скорости канала Fibre Channel 1,0625, 2,125, 4,25 и 8,5 Гбит/с; включает поддержку протоколов FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON; лицензия на каждую пару портов
FC-10G-PP	Анализатор протокола 10G Fibre Channel и статистических показателей. Поддерживает скорость канала Fibre Channel 10,51875 Гбит/с; включает поддержку протоколов FCP-SCSI, FC-AE-ASM и FICON; лицензия на каждую пару портов

Опция	Описание
SAS-3G-PP	Анализатор протокола 3G Serial Attached SCSI и статистических показателей. Поддерживает скорости канала SAS of 1,5 и 3,0 Гбит/с; включает поддержку протоколов SSP, SMP и STP; лицензия на каждую пару портов
SAS-6G-PP	Анализатор протокола 6G Serial Attached SCSI и статистических показателей. Поддерживает скорости канала SAS 1,5, 3,0 и 6,0 Гбит/с; включает поддержку протоколов SSP, SMP и STP; лицензия на каждую пару портов
SATA-3G-PP	Анализатор протокола 3G Serial ATA и статистических показателей. Поддерживает скорости канала SATA 1,5 и 3,0 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов
SATA-6G-PP	Анализатор протокола 6G Serial ATA и статистических показателей. Поддерживает скорости канала SATA 1,5, 3,0 и 6,0 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов
SRIO-3G1-PP	Анализатор протокола SRIO-3G1-PP 3G Serial RapidIO (1X Mode). Поддерживает Serial RapidIO в одной линии со скоростью 1,25, 2,5 и 3,125 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов
SRIO-6G1-PP	Анализатор протокола 6G Serial RapidIO (1X Mode). Поддерживает Serial RapidIO в одной линии со скоростью 1,25, 2,5, 3,125, 5,0 и 6,25 Гбит/с; лицензия на каждую пару портов

### Опции поддержки приложений

Опция	Описание
API-APP	Библиотека API. Библиотека «Си», позволяющая программно управлять всеми приборами TPI4000; лицензия на систему
BERT-6G-APP	Тестер коэффициента битовых ошибок 6G. Генерирует псевдослучайные и пользовательские последовательности в канале с кодированием 8B/10B; измеряет BERT со скоростями канала 1,0625, 1,25, 1,5, 2,125, 2,5, 3,0, 3,125, 4,25, 5,0, 6,0 и 6,25 Гбит/с; лицензия на пару портов
BERT-10G-APP	Тестер коэффициента битовых ошибок 10G. Генерирует псевдослучайные и пользовательские последовательности в канале с кодированием 64B/66B; измеряет BERT со скоростями канала около 10 Гбит/с; лицензия на пару портов
IMPT-6G-APP	Тестер искажений 6G. Имитирует длинные кабели и устройства с большими задержками с лицензированными скоростями канала до 6,25 Гбит/с; доступен только для Fibre Channel и Ethernet; лицензия на интерфейсную карту
IMPT-10G-APP	Тестер искажений 10G. Имитирует длинные кабели и устройства с большими задержками с лицензированными скоростями канала около 10 Гбит/с; доступен только для Fibre Channel и Ethernet; лицензия на интерфейсную карту
EINJ-4G-APP	Инжектор ошибок 4G. Имитирует ошибочные условия для исследования коррекции ошибок; поддерживает скорости канала до 4,25 Гбит/с; доступен только для Fibre Channel и Gigabit Ethernet; лицензия на интерфейсную карту
PE-APP	Редактор протоколов. Добавляет определенные пользователем протоколы в базу протоколов; после добавления поддерживает декодирование, запуск и фильтрацию; лицензия на систему
TGEN-APP	Генератор трафика. Генерирует корректный и поврежденный трафик с полной скоростью канала; доступен для Fibre Channel, Gigabit Ethernet и 10G Ethernet; лицензия на интерфейсную карту



**Опциональные комплекты для различных сред передачи**

Опция	Описание
МК-8GLC0850	Многомодовый оптический комплект LC 850 нм 50 м (8,5 Гбит/с)
МК-8GLC0862	Многомодовый оптический комплект LC 850 нм 62,5 м (8,5 Гбит/с)
МК-8GLC1309	Одномодовый оптический комплект LC 1310 нм 0,9 м (8,5 Гбит/с)
МК-10GLC0850	Многомодовый оптический комплект LC 850 нм 50 м (10 Гбит/с)
МК-10GLC0862	Многомодовый оптический комплект LC 850 нм 62,5 м (10 Гбит/с)
МК-10GLC1309	Одномодовый оптический комплект LC 1310 нм (10 Гбит/с)
МК-6GSFPSMA	Включает 2 кабеля SFP на SMA (0,5 м)
МК-1GRJ45	Электрический комплект RJ-45 (10/100/1000 Мбит/с)
МК-SFPSATA	Комплект SFP на SATA (2) (0,5 м)

**Кабель питания**

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

**Руководство пользователя**

Опция	Описание
LO	Руководство на английском языке

**Опции технической поддержки**

Опция	Описание
ASM1	Поддержка в течение 1 года. Обновление системного программного обеспечения и базы данных протоколов. 1-летняя гарантия на оборудование. Техническая поддержка – поддержка системных функций, проверка, включая работу и настройку стандартного оборудования
ASM3	Поддержка в течение 3 лет. Обновление системного программного обеспечения и базы данных протоколов. 3-летняя гарантия на оборудование. Техническая поддержка – поддержка системных функций, проверка, включая работу и настройку стандартного оборудования
ASM5	Поддержка в течение 5 лет. Обновление системного программного обеспечения и базы данных протоколов. 5-летняя гарантия на оборудование. Техническая поддержка – поддержка системных функций, проверка, включая работу и настройку стандартного оборудования

**Обновления серии TPI4000**

Имеющийся анализатор протоколов можно оснастить дополнительными интерфейсными картами Voyager, пакетами протоколов или программными приложениями, для чего нужно заказать соответствующий комплект обновлений. Подробности можно узнать в региональном торговом представителе.

## Упрощение отладки ПЛИС Xilinx и Altera



### Максимально быстрая отладка ПЛИС

Такие решения, как осциллографы смешанных сигналов (MSO) и логические анализаторы с программным обеспечением FPGAView™, позволяют мгновенно менять положение контрольных точек без перекомпиляции разрабатываемой схемы. Кроме того, возможность сопоставления внутренних сигналов ПЛИС с внешними сигналами схемы может оказаться именно тем фактором, который решает, уложитесь ли вы в срок или выбьетесь из графика.

### Введение

Феноменальный рост сложности систем на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) делает их отладку самым узким местом процесса разработки. Ограниченный доступ к внутренним сигналам, расширение функций ПЛИС и взаимное влияние сигналов на печатной плате превращают отладку и проверку таких устройств в наиболее сложный этап

цикла проектирования. Вы легко можете потратить на это большую часть времени. Для облегчения процесса отладки и проверки необходимы новые средства, которые позволяют отлаживать схему во время ее работы на максимальной скорости.

В этом документе описываются методы, которые помогут максимально повысить эффективность отладки систем на основе ПЛИС.

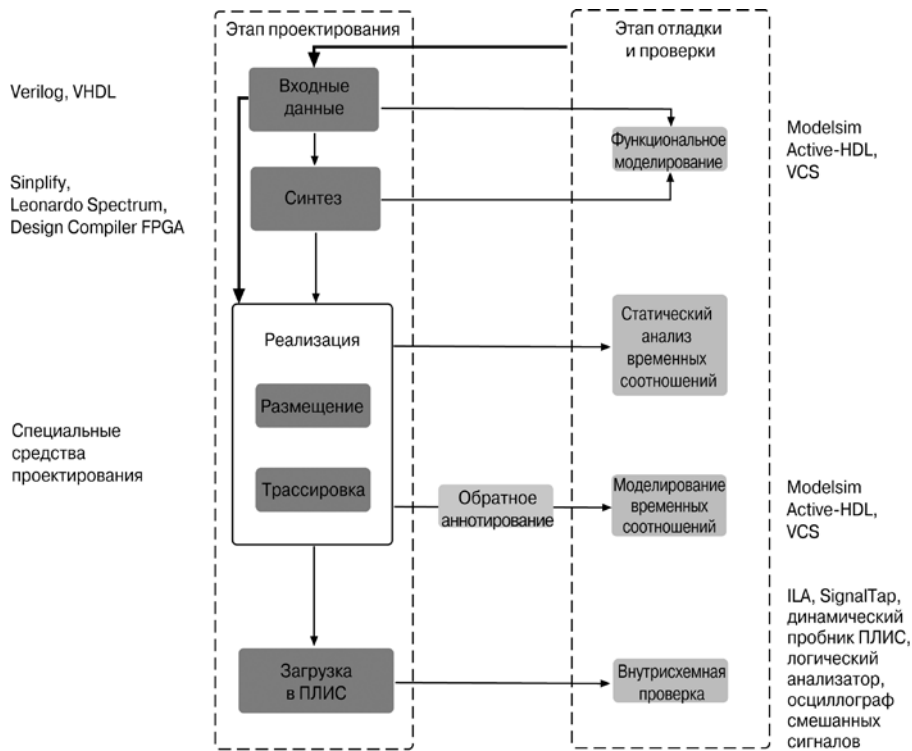


Рис. 1. Процесс проектирования ПЛИС

## Процесс проектирования на ПЛИС

Процесс разработки систем на базе ПЛИС можно разделить на два четко определенных этапа: этап проектирования и этап проверки (см. рис. 1). Основными задачами этапа проектирования являются получение входных данных, моделирование и реализация. К этапам отладки и проверки относятся верификация проекта и устранение найденных ошибок.

### Этап проектирования

На этом этапе выполняется не только проектирование, но и отладка с помощью средств моделирования. Правильное применение средств моделирования доказало свою эффективность в обнаружении и устранении многих конструктивных ошибок. Тем не менее, в процессе отладки устройств на базе ПЛИС нельзя полагаться только на моделирование. Существует множество факторов, которые не удастся учесть в математической модели.

Также на этапе проектирования нужно не забывать о предстоящей отладке и заранее учитывать возможности для последующей отладки схемотехники и временных параметров ПЛИС. Это позволяет выработать общий подход к отладке, определить необходимые контрольно-измерительные приборы и учитывать влияние выбранных средств измерения на поведение всей системы.

### Этап отладки и проверки

На этапе отладки нужно выявить аппаратные проблемы, не обнаруженные в процессе моделирования. Сделать это быстро весьма сложно.

В настоящих рекомендациях по применению мы рассмотрим способы выбора правильной методики отладки ПЛИС, способы эффективного планирования отладки на этапе проектирования и рациональное применение новых методик, позволяющих получить доступ ко множеству внутренних сигналов ПЛИС с помощью всего лишь нескольких внешних выводов. При правильном использовании это поможет решить самые трудные проблемы отладки ПЛИС.

## Методы отладки ПЛИС

Наиболее ответственным на этапе проектирования, является выбор метода отладки ПЛИС. В идеальном случае нужна методика, применимая ко всем вашим ПЛИС и позволяющая оценить как их работу, так и работу системы в целом, а также дающая возможность выявления и анализа сложных проблем.

Существуют два основных метода внутрисхемной отладки: применение встроенного логического анализатора и применение внешнего контрольно-измерительного оборудования, такого как осциллографы смешанных сигналов и логические анализаторы. Выбор конкретной методики зависит от особенностей отладки вашего проекта.

### Встроенный логический анализатор

Многие ведущие изготовители ПЛИС предлагают встроенные в ПЛИС логические анализаторы. Примеры включают SignalTap® II от Altera и ChipScope™ I/II от Xilinx. Эти, являющиеся интеллектуальной собственностью блоки, встраиваются в схему ПЛИС и обеспечивают возможность запуска и сохранения информации. Для реализации цепей запуска используются логические ресурсы ПЛИС, а для реализации функции сохранения – блоки памяти ПЛИС. Для настройки конфигурации анализатора и передачи захваченных данных в компьютер используется интерфейс JTAG.

Поскольку встроенные логические анализаторы используют ресурсы ПЛИС, они обычно применяются в больших кристаллах, способных без особого ущерба выделить часть ресурсов ядру анализатора, как правило не превышающую 5% от общего количества логических ресурсов.

Как и в случае любой другой методики отладки, встроенные логические анализаторы обладают рядом недостатков, которые надо учитывать при проектировании:

#### Число выводов и внутренние ресурсы

Встроенные логические анализаторы не используют дополнительных выводов, а доступ к ним осуществляется через существующие выводы JTAG. Это значит, что этот метод можно использовать даже при ограниченном числе выводов. Однако за это приходится расплачиваться внутренними ресурсами и блоками памяти ПЛИС, которые можно было бы использовать для реализации вашей схемы. Кроме того, поскольку для регистрации данных используется внутренняя память, то её объем получается достаточно ограниченным.

#### Контрольные точки и режимы работы

Доступ к контрольным точкам в случае применения встроенного логического анализатора осуществляется весьма просто. Поскольку для работы используются существующие выводы JTAG, Вам не нужно беспокоиться о том, как подключить к системе внешний логический анализатор. Расплачиваться приходится тем, что хотя встроенный логический анализатор и дает картину работы ПЛИС, он не позволяет сопоставить эту информацию с информацией внешней схемы или системы в целом. А сопоставление внутренних сигналов ПЛИС с внешними сигналами часто играет определяющую роль в решении сложнейших проблем отладки.

#### Цена и гибкость

Большинство изготовителей ПЛИС предлагает встроенные логические анализаторы по меньшей цене, чем полнофункциональные внешние. Впрочем, как и следует ожидать, встроенный логический анализатор обладает меньшими возможностями и может оказаться неспособным решать задачи регистрации и анализа в особо сложных случаях. Например, встроенные логические анализаторы могут работать только в режиме регистрации состояний – они захватывают данные синхронно с некоторой тактовой частотой, присутствующей в схеме ПЛИС, и следовательно, не могут предоставить информацию о точных временных соотношениях.

### Внешнее контрольно-измерительное оборудование

В связи с некоторой ограниченностью возможностей встроенных логических анализаторов, многие разработчики применяют методику, сочетающую гибкость ПЛИС с мощностью внешних осциллографов смешанных сигналов серий MSO2000, MSO3000, MSO4000 компании Tektronix или логических анализаторов серии TLA.

В этом случае внутренние исследуемые сигналы выводятся на свободные выводы ПЛИС, которые подключаются к внешнему контрольно-измерительному оборудованию. Такой подход позволяет использовать для регистрации сигналов большой объем памяти внешнего оборудования, что очень полезно при отладке в случаях, когда собой и вызвавшая его причина сильно разнесены во времени. Кроме того, появляется возможность сопоставления внутренних сигналов ПЛИС с другими сигналами системы.

Как и в случае встроенных логических анализаторов, здесь приходится идти на некоторые компромиссы:

#### Число выводов и внутренние ресурсы

Подход с применением внешнего контрольно-измерительного оборудования почти (или совсем) не использует внутренние ресурсы и память ПЛИС. Это высвобождает ресурсы для реализации необходимых функций. Компромисс заключается в том, что теперь вам придется выделить несколько выводов для отладки. Ясно, что при других обстоятельствах эти выводы могли бы использоваться в вашей собственной схеме.

#### Контрольные точки и режимы работы

Подключение пробников внешнего контрольно-измерительного оборудования играет несколько большую роль, чем подключение к системе с использованием встроенных логических анализаторов. Вместо того, чтобы повторно использовать уже существующие выводы JTAG, вам нужно определить способ доступа к сигналам ПЛИС с помощью пробников осциллографа или логического анализатора. Простейший подход заключается в добавлении на печатную плату специального отладочного разъема. Это также облегчает сопоставление сигналов ПЛИС с другими сигналами системы.

#### Цена и гибкость

Хотя внешнее контрольно-измерительное оборудование стоит дороже встроенного логического анализатора, оно может решать более широкий спектр проблем. Осциллограф смешанных сигналов или логический анализатор пригодятся не только для отладки ПЛИС, их можно использовать для решения других проблем, возникающих в цифровых схемах или схемах со смешанными сигналами. Кроме того вы получаете большую гибкость режимов захвата и запуска. Внешний осциллограф позволяет запускаться от широкого спектра аналоговых и цифровых сигналов, а также сигналов последовательных шин, и захватывать их с различным разрешением по времени. Внешний логический анализатор открывает доступ к 16 различным состояниям запуска и может захватывать очень длинные последовательности данных с высоким разрешением по времени.

Параметр	Встроенный логический анализатор	Внешний осциллограф смешанных сигналов	Внешний логический анализатор
Глубина выборки			√√
Отладка временных характеристик		√	√
Сопоставление		√	√
Производительность		√	√
Возможности запуска		√	√√
Экономия выводов	√		
Скорость регистрации	√	√	√

Таблица 1. Выбор подходящего метода отладки в соответствии с потребностями

## Выбор подходящего метода отладки ПЛИС

В зависимости от ситуации полезной может оказаться и та, и другая методика отладки. Сложность заключается в определении метода, наиболее подходящего для вашей схемы. Задайте себе следующие вопросы:

### Какие проблемы предстоит решить?

Если вы считаете, что они ограничатся функциональными проблемами внутри ПЛИС, то, вероятно, вам хватит возможностей встроенного логического анализатора. Однако, если вы предполагаете столкнуться с более серьезными проблемами, требующими определения предельных значений временных характеристик, сопоставления внутренней активности ПЛИС с активностью других устройств на печатаной плате, или требующими более широких возможностей запуска, применение внешнего контрольно-измерительного оборудования окажется более предпочтительным.

### Нужно ли помимо данных состояния учитывать временную информацию при работе на полной скорости?

Внешний осциллограф или логический анализатор позволяет детально изучить временные соотношения сигналов ПЛИС с разрешением значительно меньше наносекунды. Это дает возможность убедиться, что события происходят в нужной последовательности, и позволяет проверить предельные значения временных характеристик устройства. Встроенный логический анализатор может захватывать данные только синхронно с некоторой тактовой частотой, присутствующей внутри ПЛИС.

### Захват какого объема вам нужен?

Внешний осциллограф или логический анализатор обеспечивают значительно больший объем выборки. Например, в SignalTap II максимальная длина записи составляет 128 кБ и ограничена конструктивными возможностями устройства. Однако внешний осциллограф позволяет захватывать до 10 млн. точек, а логический анализатор до 256 млн. Это позволяет глубже взглянуть на проблему и ее потенциальную причину, сокращая, тем самым, время отладки.

### В чем вы нуждаетесь больше – в дополнительных выводах или в дополнительных ресурсах?

Встроенный логический анализатор не требует дополнительных выводов, но использует для реализации своих функций внутренние ресурсы ПЛИС. Внешние контрольно-измерительные приборы требуют резервирования дополнительных выводов, но при этом сводится к минимуму (или вовсе исключается) использование внутренних ресурсов ПЛИС. Относительные преимущества каждого подхода показаны в таблице 1.

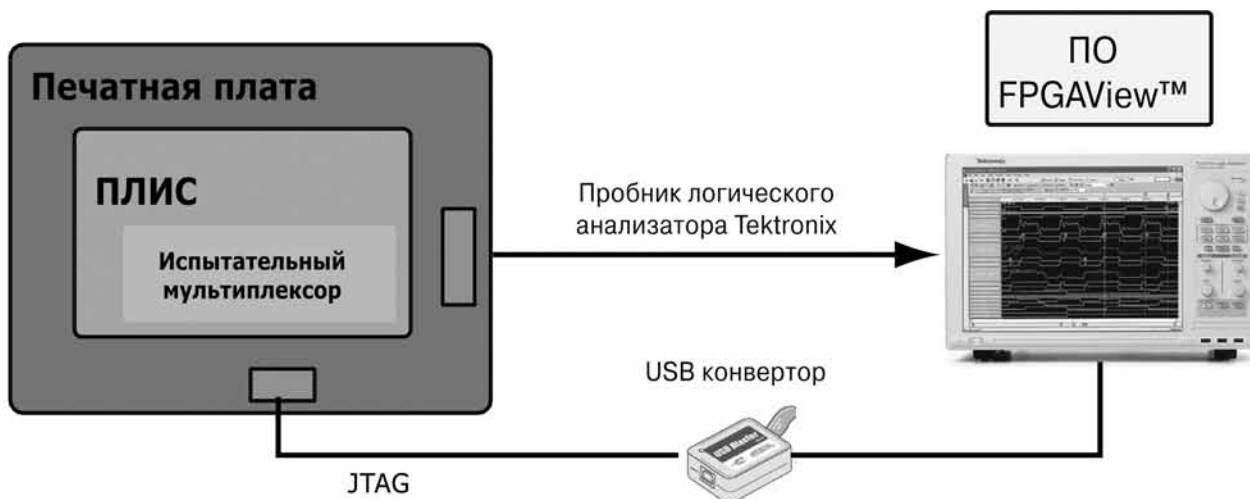


Рис. 2. Типовая конфигурация FPGAView

## Преимущества ПО FPGAView™

### Обзор FPGAView™

Внешнее контрольно-измерительное оборудование эффективно использует возможности программирования ПЛИС для вывода нужных внутренних сигналов на небольшое число выводов. Это очень полезный подход, но он имеет свои ограничения:

Всякий раз, когда вам нужно получить доступ к другому набору сигналов, вам приходится изменять схему (либо на уровне RTL, либо используя средства редактирования ПЛИС) для перенаправления нужных сигналов на отладочные выводы. Это не только отнимает много времени, но и может изменить временные характеристики схемы и потенциально скрыть искомые проблемы, если потребуются перекомпиляция.

Обычно число отладочных выводов мало, и отношение 1:1 между внутренними сигналами и отладочными выводами ограничивает обзор и глубину анализа.

Для преодоления этих ограничений был создан метод отладки ПЛИС, который обладает всеми достоинствами внешнего контрольно-измерительного оборудования, но в то же время устраняет присущие ему ограничения. ПО FPGAView компании Silicon Solution в сочетании с осциллографом смешанных сигналов Tektronix серий MSO2000, MSO3000, MSO4000 или логическим анализатором серии TLA, предлагает полное решение для отладки ПЛИС Xilinx и Altera и соответствующей обвязки (см. рис. 2). Такая комбинация позволяет:

- одновременно контролировать внутренние и внешние сигналы;
- быстро перемещать контрольные точки в ПЛИС без перекомпиляции схемы;
- контролировать несколько внутренних сигналов ПЛИС через один вывод.

Кроме того, FPGAView позволяет управлять несколькими отладочными ядрами в одном устройстве (полезно для мониторинга областей с разной тактовой частотой) и несколькими устройствами на шине JTAG.



Рис. 2а. Логический анализатор Tektronix TLA5000 соединяется с отлаживаемой схемой двумя кабелями.

Определение числа отладочных выводов

Определение числа банков

Определение режима

Определение тактовой частоты  
(если используется режим состояния)

Режим включения питания

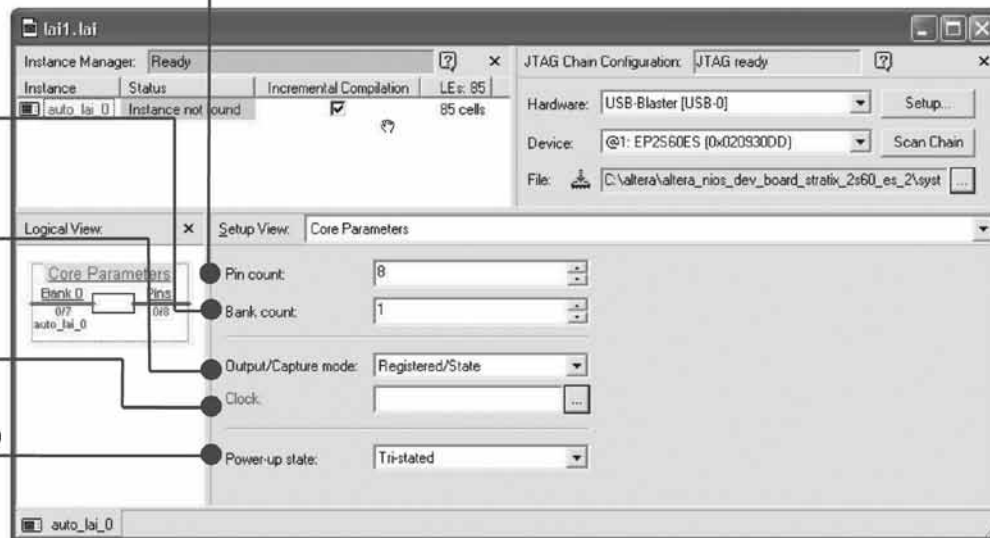


Рис. 3а. Пример применения редактора логического анализатора компании Altera для создания и внедрения испытательного ядра.

### Применение FPGAView

Работа с FPGAView состоит из следующих простых шагов:

- Шаг 1. Создание и вставка соответствующего испытательного ядра в схему ПЛИС
- Шаг 2. Настройка FPGAView в соответствии со средой отладки
- Шаг 3. Распределение выводов ПЛИС по каналам осциллографа или логического анализатора TLA
- Шаг 4. Выполнение измерений

Каждый из этих шагов подробно описан в следующих разделах.

#### Шаг 1. Вставка ядра

На первом шаге выполняется создание испытательного ядра и вставка его в схему. Например, для ПЛИС Altera используется интерфейс редактора логического анализатора компании Altera для создания испытательного ядра, наилучшим образом соответствующего вашим потребностям (см. рис. 3а). Для создания и вставки испытательного ядра в ПЛИС Xilinx используется генератор встроенных в кристалл измерительных приборов (OCIGEN) компании FS2 (см. рис. 3б).

Для большинства испытательных ядер нужно указать следующие параметры:

- Число выводов – которые вы хотите использовать для подключения внешнего контрольно-измерительного оборудования.
- Число банков – число внутренних сигналов, которое вы хотите назначить на каждый вывод.
- Режим вывода/захвата – тип захвата. Можно выбрать «комбинация/время» или «регистрация/состояние».
- Тактовая частота – если выбран режим захвата «регистрация/состояние», можно выбрать тактовую частоту выборок.

После задания соответствующих параметров нужно выбрать, какие выводы ПЛИС будут использоваться для вывода сигналов. Кроме того, нужно выбрать исследуемые сигналы и объединить их в банки.

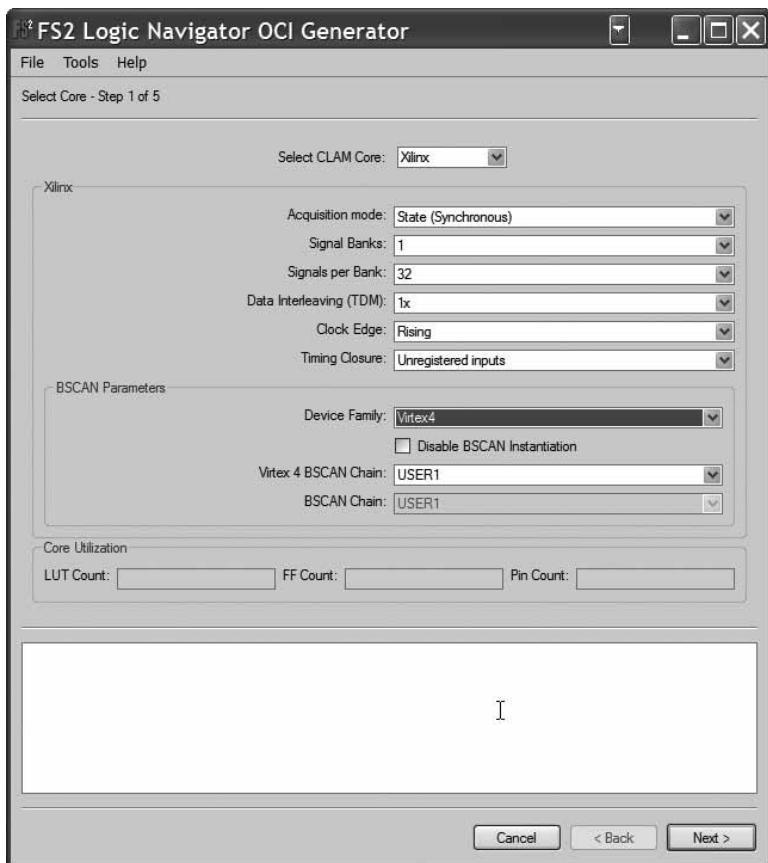


Рис. 36.

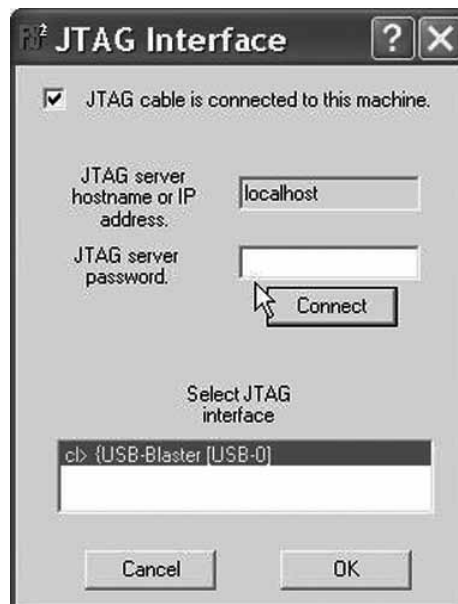


Рис. 4. Настройка соединения с JTAG.

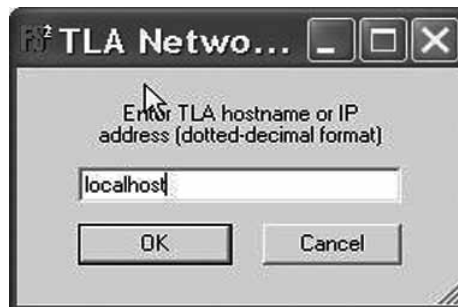


Рис. 5а. Настройка соединения с логическим анализатором серии TLA.



Рис. 5б. Настройка соединения с MSO4000.

**Шаг 2. Настройка FPGAView в соответствии со средой отладки**

Из окна ПО FPGAView вы устанавливаете соединение с JTAG (см. рис. 4), а также соединение с внешним контрольно-измерительным оборудованием. Рис. 5а и 5б показывают соединение с логическим анализатором серии TLA, осциллографом смешанных сигналов MSO или с рабочей станцией на базе ПК. Эти настройки обеспечивают гибкость, необходимую для решения стоящих перед вами задач.





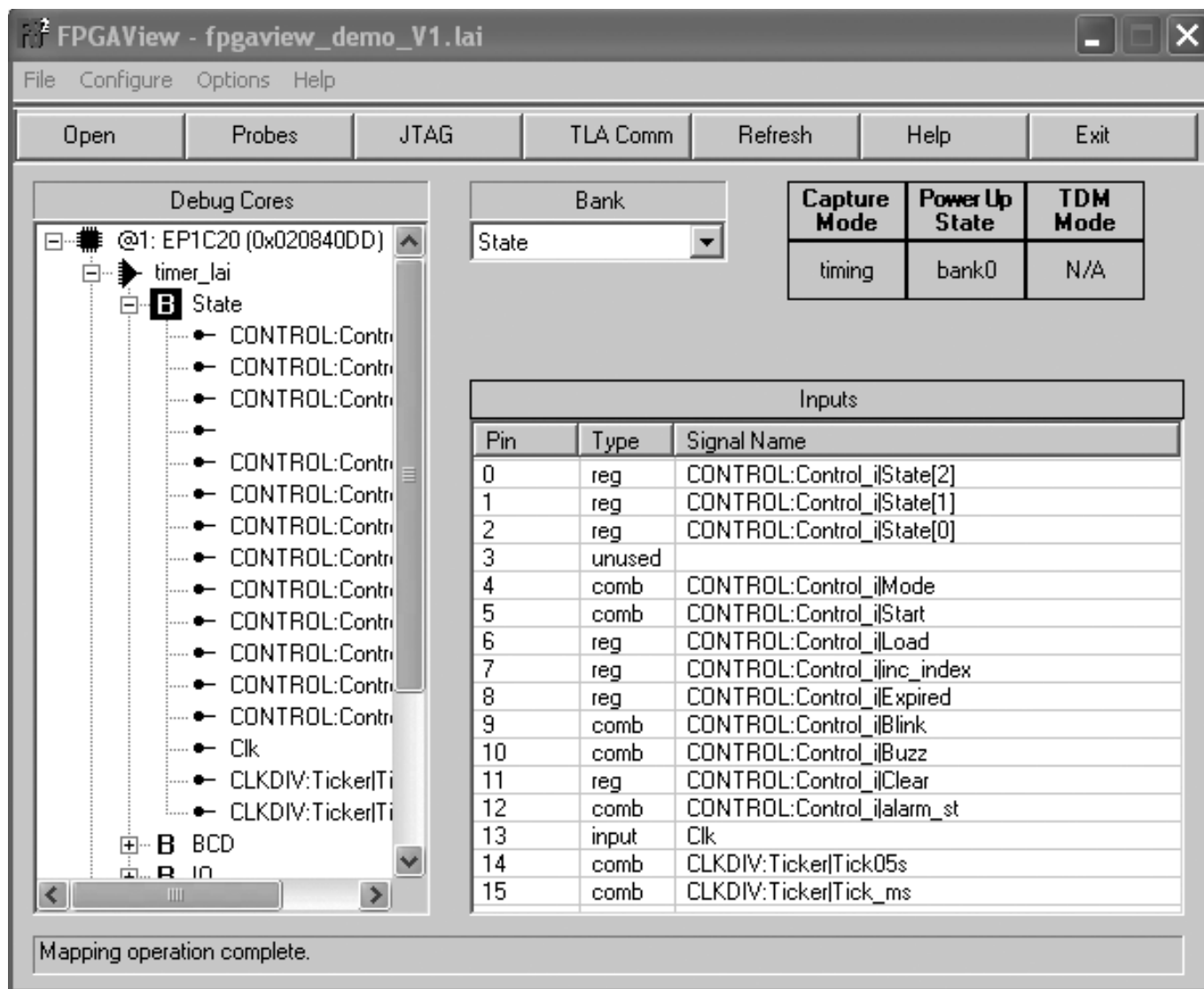


Рис. 7. Выбор нужного банка контролируемых сигналов

#### Шаг 4. Выполнение измерения

Список банков позволяет выбрать банк, с которым вы будете работать. После этого FPGAVIEW подключается к ПЛИС через интерфейс JTAG и настраивает испытательное ядро так, чтобы выбрать нужный банк.

Кроме того, FPGAVIEW программирует осциллограф смешанных сигналов серий MSO2000/3000/4000 или логический анализатор серии TLA, занося в них присвоенные каналам имена, что облегчает интерпретацию результатов измерений. Для измерения другого набора внутренних сигналов нужно просто выбрать другой банк сигналов (см. рис. 7). Сопоставление этих сигналов ПЛИС с другими сигналами системы выполняется автоматически полнофункциональным осциллографом смешанных сигналов MSO (см. рис. 8а) или анализатором TLA (см. рис. 8б).



Рис. 8а. Осциллограф смешанных сигналов серии MSO4000 и ПО FPGAView упрощают отладку ПЛИС.

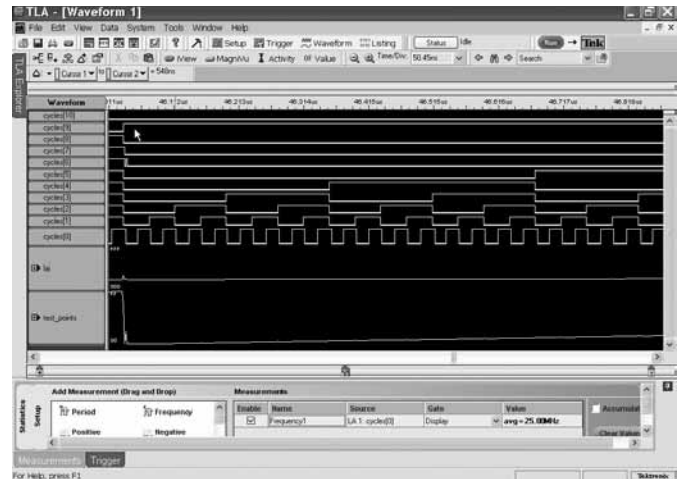


Рис. 8б. Логический анализатор серии TLA автоматизирует и упрощает многие измерения.

## Заключение

Тщательно оценив потребности отладки на этапе проектирования, вы можете выбрать соответствующий метод который не только упростит процесс, но и сэкономит время. Встроенные логические анализаторы и внешнее контрольно-измерительное оборудование имеют свои преимущества и недостатки, но новые методы, такие как FPGAView, делают применение внешнего контрольно-измерительного оборудования более привлекательным. Возможность мгновенного перемещения контрольных точек без перекомпиляции схемы и возможность сопоставления внутренних сигналов ПЛИС с внешними может оказаться именно тем фактором, который решает, уложитесь ли вы в срок или выбьетесь из графика.

## Информация для заказа

### Программное обеспечение для отладки ПЛИС

#### Для осциллографов смешанных сигналов серий MSO2000, MSO3000, MSO4000

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серий MSO2000/3000/4000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-A-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серий MSO2000/3000/4000 для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК.
FPGAVIEW-X-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серий MSO2000/3000/4000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-X-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серий MSO2000/3000/4000 для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК.

#### Для логических анализаторов

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-TLA	ПО FPGAVIEW для логических анализаторов для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК или логический анализатор TLA
FPGAVIEW-A-TLA-F	ПО FPGAVIEW для логических анализаторов для отладки ПЛИС Altera. Плавающая лицензия для установки на сервер.
FPGAVIEW-X-TLA	ПО FPGAVIEW для логических анализаторов для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК или логический анализатор TLA.
FPGAVIEW-X-TLA-F	ПО FPGAVIEW для логических анализаторов для отладки ПЛИС Xilinx. Плавающая лицензия для установки на сервер.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижегород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93