

ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ

# Осциллографы серии InfiniiVision 4000 X



## Содержание

Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений, удобство использования и возможности интеграции.....	3
Оцените высокую скорость измерений.....	5
Оцените удобство использования.....	9
Оцените широкие возможности интеграции.....	11
Другие средства повышения эффективности.....	14
Пересмотрите свой взгляд на осциллографы.....	22
Выберите конфигурацию осциллографа серии InfiniiVision 4000 X.....	24
Технические характеристики осциллографов серии InfiniiVision 4000 X.....	26
Расширение полосы пропускания и измерительные приложения, приобретаемые только по лицензии.....	35
Расширение полосы пропускания в ЦСМ Keysight.....	36
Осциллографы Keysight.....	37



### Нужна более широкая полоса пропускания, высокая частота дискретизации и развитые возможности анализа?

Обратите внимание на осциллографы серии InfiniiVision 6000 X

- Модели с верхней границей полосы пропускания 1 ГГц, 2,5 ГГц, 4 ГГц и 6 ГГц
- Частота дискретизации до 20 Гвыб./с
- Чрезвычайно низкий уровень шумов при коэффициенте отклонения 1 мВ/дел.
- Емкостной сенсорный дисплей с диагональю 12,1 дюйма (30,7 см) с поддержкой технологии мультитач и управления жестами
- Возможность отображения сигналов с градацией по цвету и построения гистограмм, улучшенная функция быстрого преобразования Фурье в стандартной комплектации
- Дополнительные опции анализа джиттера и анализа глазковых диаграмм в режиме реального времени

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений, удобство использования и широкие возможности интеграции

Представьте себе осциллограф, который видит все, может осуществлять запуск по любому событию, удобен в использовании, как планшет, и ... способен развиваться вместе с вашими проектами.

Осциллографы Keysight серии 4000 X представляют собой новое поколение приборов, которые обеспечивают в 20 раз более высокую скорость обновления сигналов на экране, чем любые другие осциллографы такого класса, что позволяет отображать мельчайшие подробности сигналов. Самый большой в отрасли емкостной сенсорный дисплей с диагональю 12,1 дюйма (30,7 см) и инновационная аппаратно реализованная функция «запуска касанием» по выделенной зоне обеспечивают интуитивно-понятный интерфейс, который помогает быстрее получать нужную информацию. Осциллографы серии 4000 X гарантируют максимальную защиту инвестиций благодаря интеграции семи приборов в одном и возможности полной модернизации.

### Почувствуйте скорость

Поиск аномалий и редких случайных событий представляет собой очень сложную задачу. Благодаря технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV и самой высокой в отрасли скорости обновления сигналов на экране — до 1 000 000 осциллограмм в секунду — осциллографы серии InfiniiVision 4000 X позволяют более детально исследовать поведение сигналов и обеспечивают уверенность в результатах разработки.

### Ощутите удобство использования

Осциллографы серии InfiniiVision 4000 X обеспечивают удивительную легкость использования. Самый большой в отрасли емкостной сенсорный дисплей работает так же, как планшет или смартфон, что позволяет сократить время отладки устройств. Инновационная функция «запуска касанием» по выделенной зоне позволяет существенно упростить захват сигналов: для синхронизации осциллографа по интересующему сигналу достаточно просто начертить на экране вокруг него прямоугольник. Если вы можете видеть событие — вы можете осуществлять по нему запуск.

### Оцените широкие возможности интеграции

Приборы серии 4000 X позволяют пересмотреть весь предшествующий опыт работы с осциллографами благодаря высокому уровню интеграции за счет сочетания в одном инструменте функциональности семи приборов: осциллографа, логического анализатора (в моделях осциллографов смешанных сигналов — MSO), цифрового вольтметра, двухканального генератора сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen, анализатора частотной характеристики, 8-разрядного частотомера и анализатора протоколов последовательных шин, в том числе, шины USB. Возможность полной модернизации, включая расширение полосы пропускания, обеспечивает максимальную защиту инвестиций.

Серия InfiniiVision 4000 X — Пересмотрите свой взгляд на осциллографы

Ключевые особенности

- Почувствуйте скорость:
  - Скорость обновления сигналов на экране 1 000 000 осциллограмм в секунду
  - Интеллектуальная память на основе технологии MegaZoom IV
  - Режим сегментированной памяти в стандартной комплектации
- Ощутите удобство использования:
  - Первый в отрасли емкостной сенсорный дисплей
  - Самый большой в отрасли экран с диагональю 12,1 дюйма (30,7 см)
  - Функция «запуска касанием» по выделенной зоне
- Возможности интеграции:
  - Первый в отрасли прибор «7-в-1»
  - Возможность полной модернизации, включая расширение полосы пропускания до 1,5 ГГц
  - Самый широкий в отрасли набор измерительных приложений



Рис. 1. Технология интеллектуальной памяти MegaZoom IV обеспечивает высокую скорость измерений, удобство использования и возможности интеграции.



Рис. 2. Воспользуйтесь преимуществами нового пакета прикладных программ для осциллографов, который позволяет получить ВСЕ измерительные приложения (включая декодирование протоколов последовательных шин и генератор сигналов WaveGen) по очень низкой цене (опция DSOX4APPBNDL).



## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений, удобство использования и широкие возможности интеграции (продолжение)

### Обзор осциллографов Keysight InfiniiVision серии X

InfiniiVision	Серия 6000 X	Серия 4000 X	Серия 3000T X	Серия 2000 X	Серия 1000 X
Аналоговые каналы	2 или 4	2 или 4	2 или 4	2 или 4	2
Цифровые каналы	16 (модели MSO или после модернизации до MSO)	16 (модели MSO или после модернизации до MSO)	16 (модели MSO или после модернизации до MSO)	8 (модели MSO или после модернизации до MSO)	Вход внешнего запуска может быть использован в качестве третьего, цифрового канала
Полоса пропускания	1 ГГц, 2,5 ГГц, 4 ГГц, 6 ГГц	200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц	50 МГц, 70 МГц, 100 МГц
Максимальная частота дискретизации	20 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	2 Гвыб./с	2 Гвыб./с
Максимальный объем памяти	4 Мвыб.	4 Мвыб.	4 Мвыб.	1 Мвыб. (станд.)	1 Мвыб.
Максимальная скорость обновления сигналов	> 450 000 осц./с	> 1 000 000 осц./с	> 1 000 000 осц./с	> 50 000 осц./с	> 50 000 осц./с
Дисплей	30,7 см (12,1 дюйма), емкостной, сенсорный	30,7 см (12,1 дюйма), емкостной, сенсорный	21,6 см (8,5 дюйма), емкостной, сенсорный	21,6 см (8,5 дюйма)	17,8 см (7 дюймов)
Функция «запуска касанием» по выделенной зоне	Стандартно	Стандартно	Стандартно	Нет	Нет
Голосовое управление	Стандартно	Нет	Нет	Нет	Нет
Генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen, 20 МГц	Двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы (опция)	Двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы (опция)	Одноканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы (опция)	Одноканальный генератор сигналов стандартной формы (опция)	Одноканальный генератор сигналов стандартной формы (в моделях с индексом G)
Встроенный цифровой вольтметр	Стандартно	Стандартно	Стандартно	Стандартно	<b>Бесплатно при регистрации прибора</b>
Встроенный аппаратный частотомер (стандарт)	10-разрядный+сумматор	5-разрядный (8-разрядный при использовании внешнего опорного тактового генератора 10 МГц)	8-разрядный+сумматор	5-разрядный	5-разрядный
Поиск и навигация	Стандартно, поддержка режима списка	Стандартно, поддержка режима списка	Стандартно, поддержка режима списка	Только последовательные шины	Нет
Сегментированная память	Стандартно	Стандартно	Стандартно	Опция	Стандартно для моделей DSO
Тестирование на соответствие маске	Опция	Опция	Опция	Опция	Стандартно для моделей DSO
Опции анализа протоколов последовательных шин	I <sup>2</sup> C/SPI, UART/RS232, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN symbolic, SENT, FlexRay, I <sup>2</sup> S, MIL-STD1553, CXPI, ARINC429, USB 2.0, Manchester/NRZ, USB PD	I <sup>2</sup> C/SPI, UART/RS232, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN symbolic, SENT, FlexRay, I <sup>2</sup> S, MIL-STD1553, CXPI, ARINC429, USB 2.0, Manchester/NRZ, USB PD	I <sup>2</sup> C/SPI, UART/RS232, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN symbolic, SENT, FlexRay, I <sup>2</sup> S, MIL-STD1553, CXPI, ARINC429, Manchester/NRZ, USB PD	I <sup>2</sup> C/SPI, UART, CAN/LIN (не работают одновременно с цифровыми каналами)	I <sup>2</sup> C/SPI, UART, CAN/LIN
Опции расширенного анализа	Анализ параметров мощности, тестирование качества сигналов USB 2.0, анализ сигналов HDTV, анализ частотных характеристик	Анализ параметров мощности, тестирование качества сигналов USB 2.0, анализ сигналов HDTV, анализ частотных характеристик, анализ сигналов NFC	Анализ параметров мощности, анализ сигналов HDTV, анализ частотных характеристик, анализ сигналов NFC	Нет	Анализ частотных характеристик
Отображения сигналов с градацией по цвету	Стандартно	Нет	Нет	Нет	Нет
Построение гистограмм	Стандартно	Нет	Нет	Нет	Нет
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Улучшенная функция БПФ, стандартно	Улучшенная функция БПФ, стандартно	Улучшенная функция БПФ, стандартно	Стандартно	Стандартно
Многодоменный анализ	Стробированное БПФ	Стробированное БПФ	Стробированное БПФ	Нет	Нет
Анализ джиттера с восстановлением тактовой частоты	Опция	Нет	Нет	Нет	Нет
Анализ глазковых диаграмм в режиме реального времени	Опция	Нет	Нет	Нет	Нет
Расширенные математические функции	Отображение четырех функций одновременно, стандартно	Отображение одной функции, стандартно	Отображение одной функции, стандартно	Нет	Нет
Возможности подключения	Стандартно USB 2.0, LAN, видео (GPIB – опция), поддержка подключения мыши и клавиатуры через порт USB	Стандартно USB 2.0, LAN, видео (GPIB – опция), поддержка подключения мыши и клавиатуры через порт USB	Стандартно USB 2.0 (LAN, видео, GPIB – опция), поддержка подключения мыши и клавиатуры через порт USB	Стандартно USB 2.0 (LAN, видео, GPIB – опция), поддержка подключения клавиатуры через порт USB	Стандартно USB 2.0, поддержка подключения клавиатуры через порт USB

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений

### Скорость обновления сигналов до 1 миллиона осциллограмм в секунду

Если проблема не видна, то ее трудно диагностировать. Благодаря самой высокой в отрасли скорости обновления сигналов на экране — до 1 000 000 осциллограмм в секунду — осциллографы серии InfiniiVision 4000 X обеспечивают самую высокую вероятность захвата редких случайных событий, которые могли бы быть пропущены при использовании осциллографа с более низкой скоростью обновления сигналов.

Благодаря технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV осциллографы серии InfiniiVision 4000 X позволяют не только видеть больше сигналов, но и предоставляют возможность быстро находить все неполадки в разрабатываемых устройствах. В отличие от других осциллографов, возможности серии InfiniiVision 4000 X обеспечивают:

- высокое быстродействие, малое время отклика на управляющее воздействие;
- отсутствие снижения скорости работы прибора даже при задействовании цифровых каналов, использовании декодирования протоколов, включении математических функций и выполнении измерений.

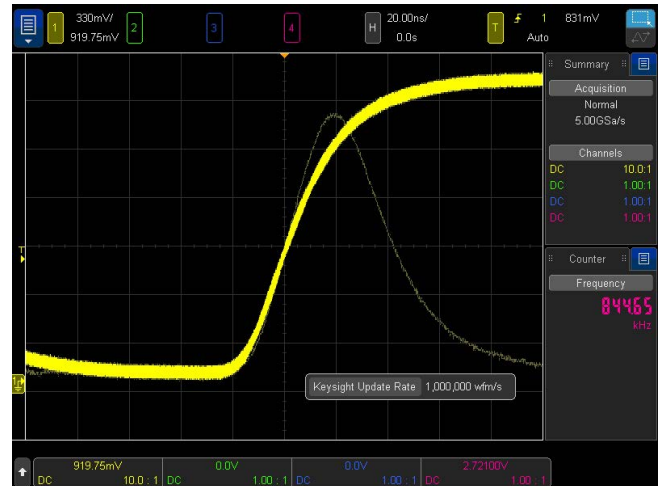


Рис. 3. Осциллограф серии 4000 X способен захватывать глитчи с частотой появления 1 раз на миллион.

### Что такое скорость обновления сигналов и почему она так важна?

В процессе захвата осциллографом данных, их обработки и вывода на экран неизбежно имеет место так называемое «мертвое время», то есть время, в течение которого осциллограф пропускает все сигналы. В общем случае, чем выше скорость обновления сигналов, тем короче «мертвое время». Чем короче «мертвое время», тем выше вероятность захвата аномалий и редких событий. Именно поэтому критически важно использовать осциллографы с высокой скоростью обновления сигналов.

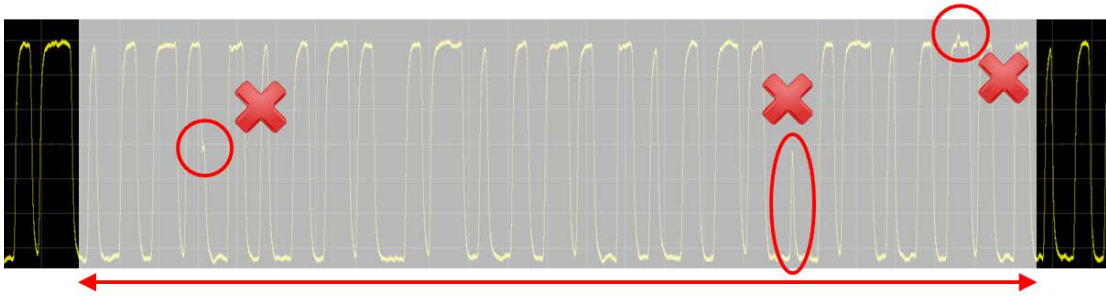


Рис. 4. Осциллограф стороннего производителя со скоростью обновления сигналов 50 000 осциллограмм в секунду. Длительное «мертвое время» уменьшает вероятность захвата редких событий.

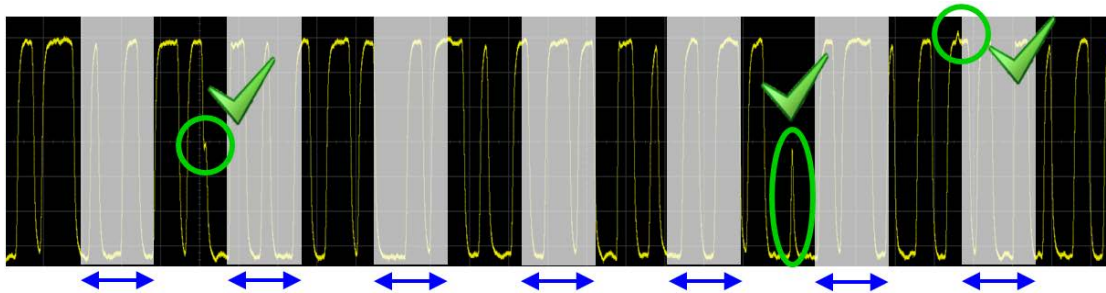


Рис. 5. Осциллограф серии InfiniiVision 4000 X со скоростью обновления сигналов 1 000 000 осциллограмм в секунду. Малое «мертвое время» увеличивает вероятность захвата редких событий.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений (продолжение)

Благодаря технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV компания Keysight обеспечивает самую высокую в отрасли скорость обновления сигналов

Как правило, скорость обработки данных центральным процессором является самым узким местом в обеспечении высокой скорости обновления сигналов и быстроты реакции осциллографа. Обычно центральный процессор осуществляет интерполяцию, построение диаграмм логических каналов, декодирование сигналов последовательных шин, обработку результатов измерений и многое другое. В результате при задействовании этих процессов скорость обновления сигналов существенно снижается.

В осциллографах серии InfiniiVision 4000 X требуется минимальная поддержка центрального процессора, так как большинство основных операций выполняется с помощью фирменной технологии компании Keysight на основе специализированной микросхемы интеллектуальной памяти MegaZoom IV. Технология MegaZoom включает аппаратно реализованные возможности по декодированию сигналов последовательных шин и тестированию на соответствие маске, обеспечивает вывод аналоговых и цифровых данных непосредственно на дисплей, поддержку работы с графическим пользовательским интерфейсом, а также интеграцию с другими приборами, например, двухканальным генератором сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen.

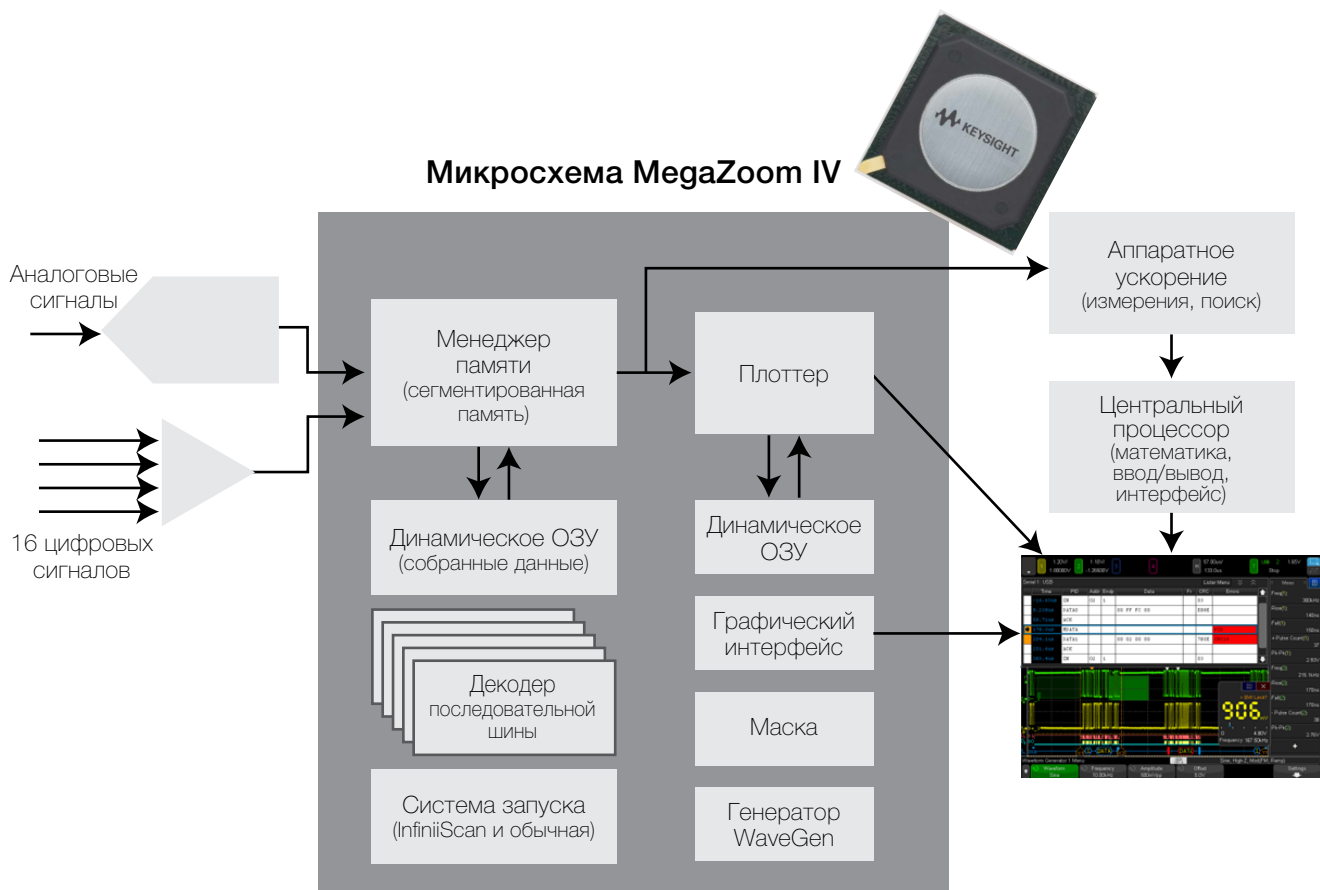


Рис. 6. Специализированная микросхема интеллектуальной памяти MegaZoom IV обеспечивает чрезвычайно высокое быстродействие, скорость обновления сигналов и быструю реакцию осциллографов серии 4000 X. Центральный процессор не используется для выполнения базовых операций.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений (продолжение)

### Сегментированная память: эффективный способ захвата осциллограмм

Размер памяти сбора данных является важной характеристикой осциллографа, поскольку этот параметр определяет количество данных, которые можно захватить за один раз. Как правило, чем больше памяти, тем лучше. Однако памяти никогда не бывает достаточно много, чтобы обеспечить захват всех необходимых сигналов, особенно редких аномалий, пакетов данных или множества пакетных сигналов последовательных шин. Сегментированная память позволяет выборочно захватывать и запоминать важные фрагменты сигналов, пропуская несущественные сегменты, например, когда сигнал не меняется или отсутствует. При этом фиксируется время каждого сегмента относительно первого события запуска. Режим сегментированной памяти входит в стандартную комплектацию осциллографов серии InfiniiVision 4000 X.

На рисунке 7 показан результат захвата в режиме сегментированной памяти 1000 событий, составляющих фрагмент сигнала длительностью 3,27274 секунды. Для захвата такого же сигнала с использованием традиционной архитектуры памяти потребовалось бы 2,7 млрд. выборки (2,7 Гвыб.) памяти, но сегодня на рынке нет осциллографов с такими характеристиками.

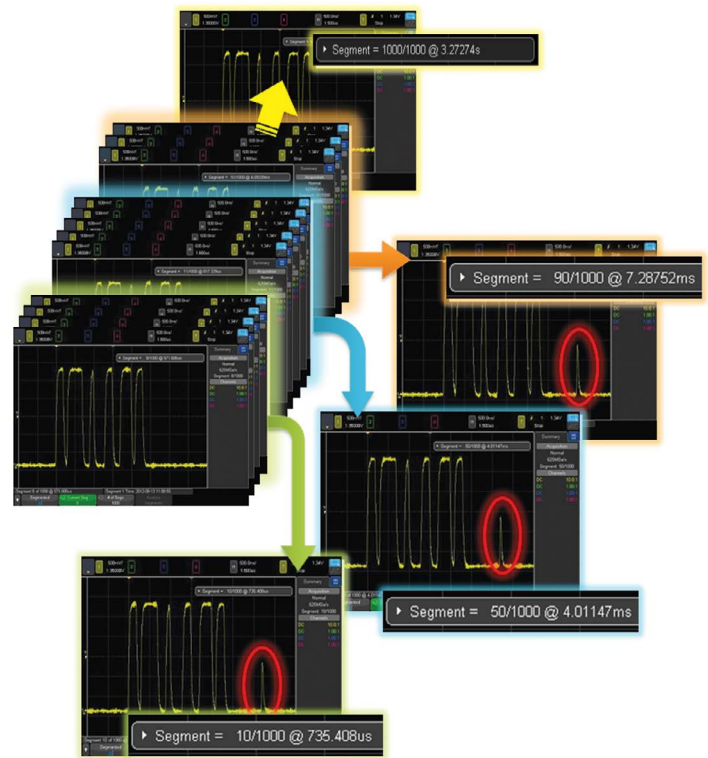


Рис. 7. Режим сегментированной памяти обеспечивает более эффективное использование памяти при захвате до 1 000 представляющих интерес фрагментов сигнала, что позволяет превратить прибор в осциллограф со сверхглубокой памятью, который может легко захватывать редкие события и аномалии.

### Сегментированная память + декодирование протоколов последовательных шин

Режим сегментированной памяти может работать совместно с декодированием протоколов последовательных шин. Так, например, при установке условия запуска «Ошибка последовательной шины CAN», осциллограф в режиме сегментированной памяти захватывает и сохраняет только пакеты CAN с ошибкой, а затем «сшивает» вместе все сегменты для удобства просмотра. Пользователь может быстро сравнить метки времени в таблице событий для определения интервалов времени между ошибками.

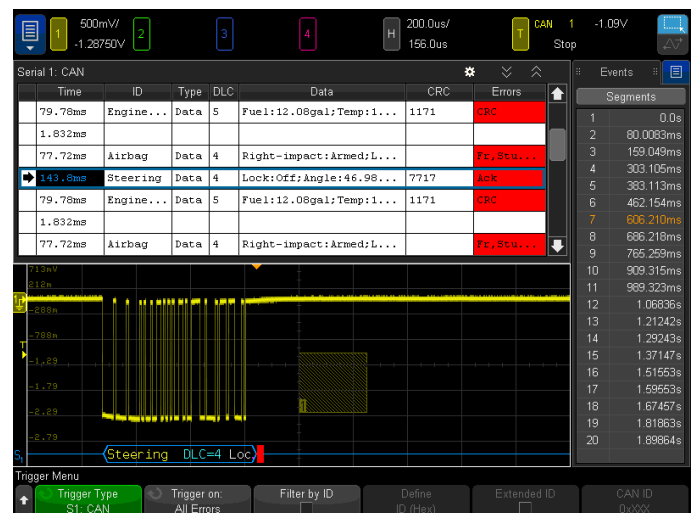


Рис. 8. Декодирование протоколов последовательных шин, используемое совместно с сегментированной памятью, позволяет получить максимально полное представление о работе последовательной шины.

# Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените высокую скорость измерений (продолжение)

## Тестирование на соответствие маске (опция)

Функция тестирования на соответствие маске (опция DSOX4MASK) может оказаться ценным и эффективным инструментом в процессе производственных испытаний на соответствие требованиям определенных стандартов с использованием критерия «Годен/Не годен» или при исследовании редких аномалий сигналов. Осциллографы серии 4000 X имеют мощную функцию аппаратного тестирования на соответствие маске и позволяют выполнять до 270 000 испытаний в секунду. Пользователь может выбрать множество критериев тестирования, включая возможность выполнения тестов по заданному количеству захватов, в течение заданного времени или до обнаружения аномалии.

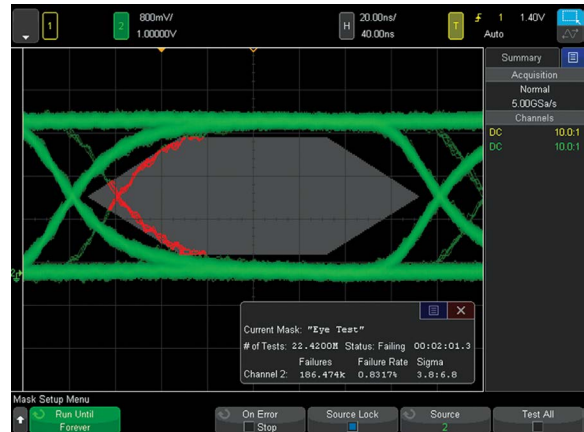


Рис. 9. Функция тестирования на соответствие маске позволяет проверить более 22 млн. сигналов всего за 2 минуты.

## Поиск и навигация

Параметрический поиск и навигация по сигналам последовательных шин являются стандартной функцией для осциллографов серии 4000 X. При захвате длинных сложных сигналов с использованием глубокой памяти осциллографа прокрутка сохраненных осциллограмм вручную для поиска представляющих интерес событий зачастую представляет собой медленный и утомительный процесс. Благодаря функции автоматического поиска и навигации можно легко устанавливать конкретные критерии поиска, а затем быстро переходить к «найденным и отмеченным» событиям. Доступные критерии поиска включают следующие параметры: фронт, длительность импульса, время нарастания/спада, вырожденные импульсы (ранты), частотные пики (функция быстрого преобразования Фурье, БПФ), а также кадры, пакеты и ошибки сигналов последовательных шин.

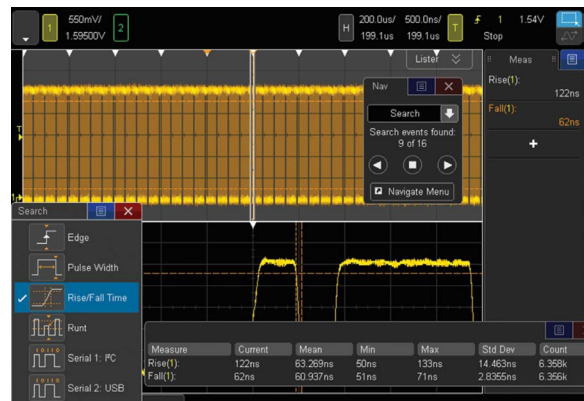


Рис. 10а. Осциллограф серии 4000 X настроен на захват сигналов с различным временем нарастания фронта. Использование функций поиска и навигации позволило найти, отметить (белые треугольники) и быстро перемещаться между шестнадцатью событиями, не соответствующими заданным критериям по времени нарастания фронтов.

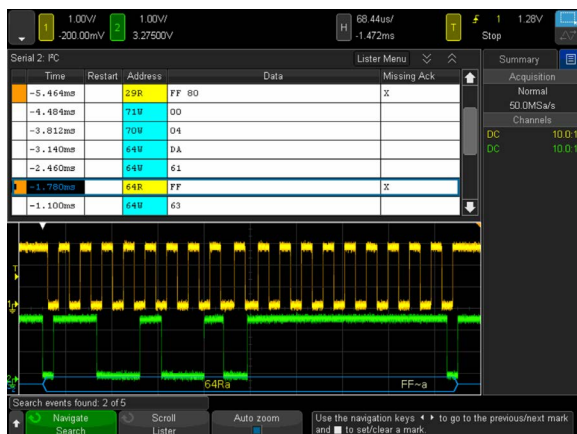


Рис. 11. С помощью функции поиска по ошибке осциллограф серии 4000 X быстро нашел пять фрагментов сигнала последовательной шины I<sup>2</sup>C, в которых отсутствует подтверждение приема. Функция навигации позволяет перемещаться между найденными событиями ошибок и автоматически изменять масштаб, чтобы отобразить пакет с ошибкой.

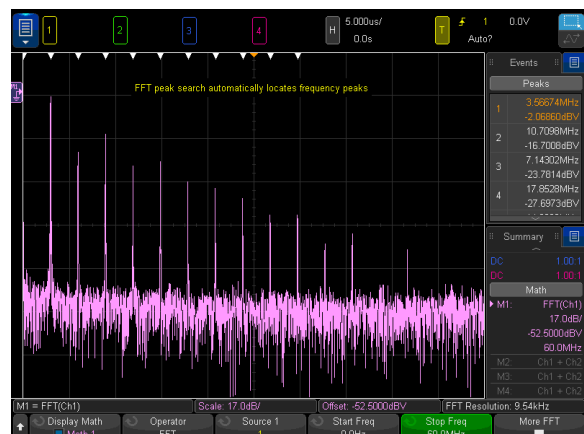


Рис. 10б. Осциллограф серии 4000 X настроен на захват тактовых сигналов для анализа с помощью функции БПФ. Использование функций поиска и навигации позволило найти, отметить (белые треугольники) и быстро перемещаться между первыми одиннадцатью частотными пиками. Их можно отсортировать по частоте или амплитуде.



## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените удобство использования

### Самый большой в отрасли дисплей с диагональю 30,7 см (12,1 дюйма)

При разработке этого осциллографа самое пристальное внимание было уделено адаптации интерфейса прибора под сенсорный дисплей. Крупные, удобные для касания иконки на самом большом в отрасли емкостном сенсорном дисплее с диагональю 30,7 см (12,1 дюйма) делают управление осциллографом быстрым и естественным — совсем как на ставших в последнее время популярными планшетных устройствах.

### Емкостной сенсорный экран

Емкостной сенсорный экран, построенный на основе новейших технологий, позволяет значительно повысить производительность измерений. Использование алфавитно-цифровой панели дает возможность быстро вводить примечания, устанавливать осциллограммы или курсоры в точное положение, а также перемещать связанные панели по экрану для более полного отображения измерительных данных.

Осциллографы серии 4000 X обеспечивают три способа доступа к основным меню и функциям: графический пользовательский интерфейс на основе сенсорного экрана для тех, кому больше нравится интерфейс планшетов или смартфонов, клавиатура на передней панели для инженеров, привыкших к традиционному управлению осциллографами, а также выпадающее меню Keysight для пользователей, предпочитающих пользоваться органами управления, принятыми в операционной системе Windows. Кроме того, осциллографы серии 4000 X имеют сенсорные клавиши, а также поддерживают USB мышь и клавиатуру.

Посмотрите по-новому на возможности дистанционного управления осциллографом через веб-интерфейс. Осциллографы серии 4000 X поддерживают не только традиционное управление через веб-браузер обычного компьютера, но и удаленное управление с помощью широко распространенных планшетных устройств.



Рис. 12. Самый большой в отрасли емкостной сенсорный дисплей с диагональю 30,7 см (12,1 дюйма) с крупными, удобными для касания элементами управления.

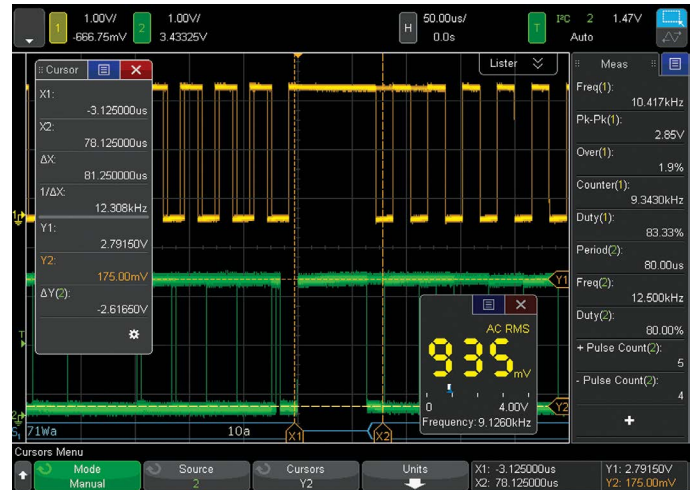


Рис. 13. Одновременный просмотр 10 результатов измерений, данных курсорных измерений и результатов измерений с помощью цифрового мультиметра за счет возможности перемещения нужных панелей на свободное пространство дисплея.



Рис. 14. Использование выпадающего меню Keysight для управления, принятого в операционной системе Windows.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените удобство использования (продолжение)

### Функция «запуска касанием» по выделенной зоне

Одной из самых серьезных проблем при использовании осциллографа является настройка системы запуска для захвата представляющих интерес сигналов. И хотя современные осциллографы уже имеют развитые возможности по запуску, технология «запуска касанием» по выделенной зоне представляет собой еще одно решение для исследования сложных сигналов.

Вы можете просто наблюдать представляющий интерес фрагмент сигнала на дисплее и нарисовать зону (прямоугольник) вокруг него. То, что раньше требовало часов работы, теперь может занять всего несколько секунд. Если вы хотите переместить зону в другое место, просто перетащите ее. Осциллографы серии 4000 X можно легко настроить на запуск по одной или двум зонам одновременно с условиями «Должен пересекать» или «Не должен пересекать».

Функция «запуска касанием» по выделенной зоне не влияет на скорость обновления сигналов на экране. Осциллографы серии 4000 X поддерживают в этом режиме сверхвысокую скорость обновления 200 000 осциллограмм в секунду и более, даже при включенных дополнительных функциях. Другими словами, осциллограф, который видит все, может легко осуществлять запуск по любому событию.

### Функция «запуска касанием» по выделенной зоне + режим сегментированной памяти: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Сочетание в осциллографах серии 4000 X единственной в отрасли аппаратной функции «запуска касанием» по выделенной зоне с режимом сегментированной памяти упрощает процесс отладки электронных устройств. На рисунке 16 показано выделение и захват в сегментированную память 1 000 метастабильных сигналов, что позволяет локализовать критические битовые ошибки в сигнале длительностью 32 секунды при частоте дискретизации 5 Гвыб./с. Режим сегментированной памяти позволяет накладывать сегменты друг на друга для выявления наихудшего сигнала.

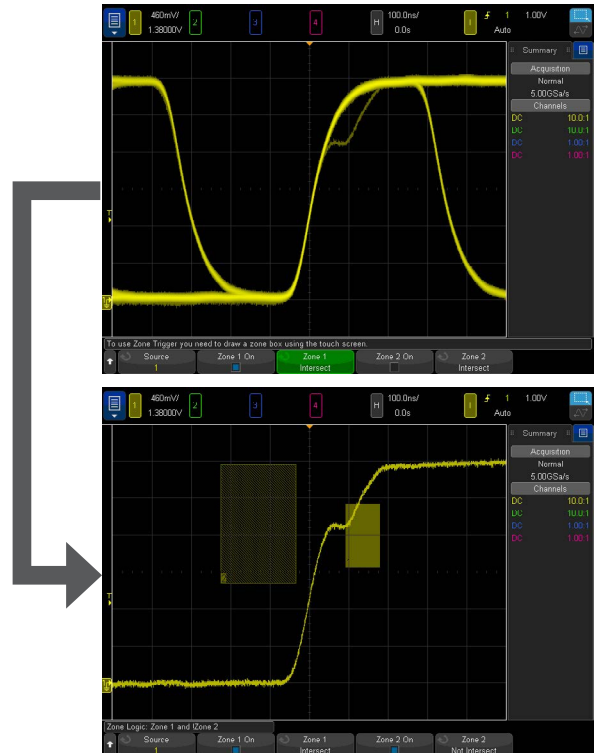


Рис. 15. Если вы видите аномалии, то для запуска по ним достаточно всего лишь нарисовать вокруг них зону (прямоугольник).

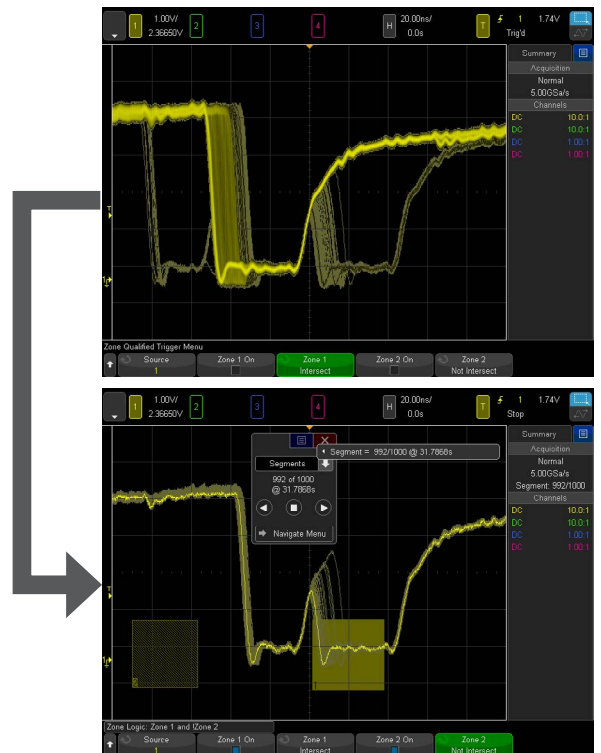


Рис. 16. Сочетание функции «запуска касанием» по выделенной зоне с режимом сегментированной памяти.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените широкие возможности интеграции

### Защита инвестиций благодаря возможности полной модернизации прибора «7-в-1»

Осциллографы серии InfiniiVision 4000 X позволяют пользователям пересмотреть весь свой предшествующий опыт работы с осциллографами благодаря беспрецедентным возможностям интеграции.

Этот прибор «7-в-1» представляет собой:

- осциллограф;
- логический анализатор с 16 цифровыми каналами;
- анализатор протоколов последовательных шин;
- двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen с диапазоном частот 20 МГц;
- 3-разрядный цифровой вольтметр;
- анализатор частотной характеристики;
- 8-разрядный аппаратный частотомер и сумматор.



Рис. 17. Осциллографы серии 4000 X обеспечивают возможность органичной интеграции семи приборов в одном.

### Многодоменный анализ: коррелированный по времени анализ сигналов в аналоговой, цифровой и частотной областях

Визуальное отображение спектрального состава сигналов существенно упрощается при использовании сенсорного дисплея. Всплывающие клавиатуры делают ввод значений начальной, конечной и центральной частоты и полосы обзора более удобным. Новая функция стробированного быстрого преобразования Фурье (БПФ) обеспечивает решение ряда проблем, позволяя коррелировать по времени аналоговую, цифровую и частотную области, что в результате помогает упростить анализ сигналов и отладку электронных устройств. Кроме того, в осциллографах серии 4000 X имеются функции поиска пиковых значений, удержания максимальных и минимальных значений, а также усреднения БПФ для расширения динамического диапазона.

При включенной функции стробированного БПФ осциллограф входит в режим масштабирования. Анализ фрагмента сигнала с использованием БПФ, показанный в увеличенном (нижнем) окне, проводится по промежутку времени, заданному рамкой масштабирования в главном (верхнем) окне. В режиме стробированного БПФ есть возможность перемещения рамки масштабирования по захваченному сигналу, что помогает понять, как результаты анализа БПФ изменяются во времени, и установить взаимосвязь между явлениями в ВЧ области и явлениями в аналоговой и цифровой областях.



Рис. 18. Функция стробированного БПФ позволяет установить корреляцию между скачкообразной перестройкой частоты сигнала с FSK модуляцией, аналоговым сигналом и управляющим сигналом шины I<sup>2</sup>C.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените широкие возможности интеграции (продолжение)

### Осциллограф смешанных сигналов (MSO): 16 встроенных цифровых каналов

Благодаря дополнительным 16 встроенным цифровым каналам у вас есть до 20 каналов для коррелированного во времени запуска, захвата и просмотра сигналов в одном приборе. Это особенно важно при разработке современных встроенных систем со сложными цифровыми схемами управления. В отличие от других осциллографов такого класса, вы можете приобрести двух- или четырехканальный цифровой осциллограф, а затем в любое время, при необходимости, с помощью опции DSOXPERFMSO активировать 16 цифровых каналов, превратив его в осциллограф смешанных сигналов.

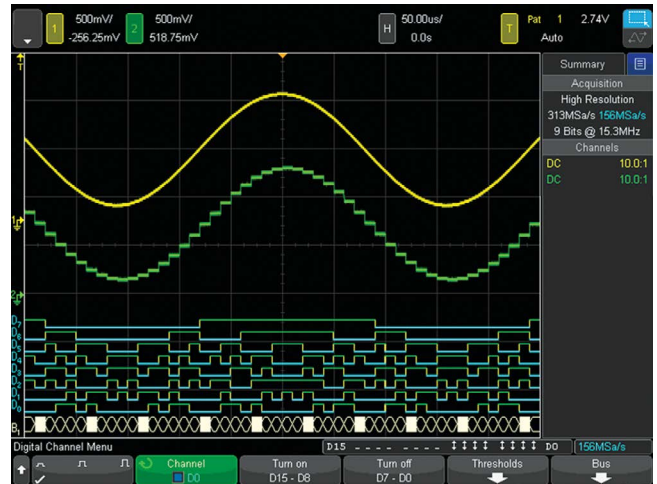


Рис. 19. В осциллографах смешанных сигналов и модернизированных до MSO цифровых осциллографах захват и отображение сигналов в цифровых каналах коррелированы по времени с сигналами в аналоговых каналах.

### Анализ последовательных протоколов: аппаратное декодирование сигналов последовательных шин и запуск по ним

Осциллографы Keysight InfiniiVision, включая серию 4000 X, являются единственными в отрасли осциллографами, в которых используется аппаратное декодирование протоколов последовательных шин. В осциллографах других производителей применяются методы программной пост-обработки при декодировании последовательных пакетов и кадров данных. В результате снижается скорость захвата и декодирования сигналов, что может привести к пропуску важных событий и ошибок из-за длительного «мертвого времени». Более высокая скорость аппаратного декодирования увеличивает вероятность захвата редких ошибок последовательной передачи данных.



Рис. 20. Одновременное декодирование сигналов шины CAN и LIN и их отображение в режиме «Lister».

После захвата сигнала последовательной шины можно легко выполнить операции поиска на основе заданных критериев, а затем быстро перейти к просмотру байтов или кадров последовательных данных, удовлетворяющих этим критериям поиска. Осциллографы серии 4000 X обеспечивают аппаратное декодирование двух последовательных шин одновременно, а также отображение захваченных данных на экране в режиме состояний («Lister») с чередованием во времени.

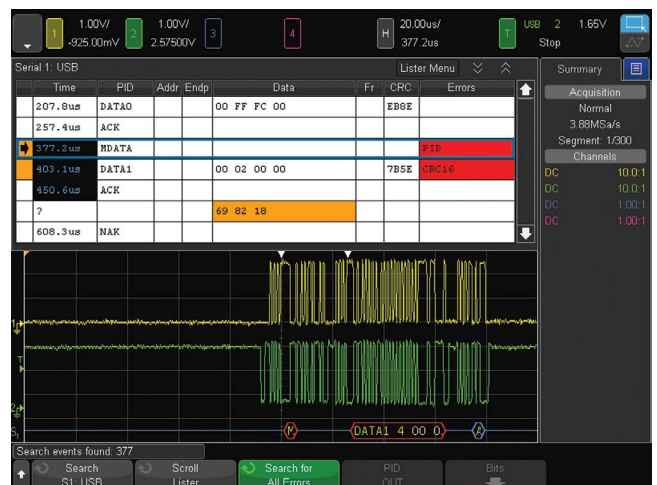


Рис. 21. Запуск, декодирование и отображение в режиме «Lister» сигнала шины USB 2.0.

Декодирование последовательных протоколов может использоваться одновременно с функцией «запуска касанием» по выделенной зоне и сегментированной памятью.

Для осциллографов серии 4000 X имеется множество опций, которые поддерживают декодирование различных последовательных протоколов, включая SENT, I<sup>2</sup>C, SPI, USB 2.0, RS232/UART, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, CXPI, MIL-STD 1553, ARINC 429, I<sup>2</sup>S, USB PD, задаваемый пользователем код Манчестер (Manchester) и задаваемый пользователем код без возврата к нулю (NRZ) (см. страницу 23).

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: оцените широкие возможности интеграции (продолжение)

### Двухканальный генератор сигналов стандартной/ произвольной формы WaveGen с диапазоном частот 20 МГц: единственный в отрасли

Осциллографы серии 4000 X оснащены единственным в отрасли встроенным двухканальным генератором сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen с диапазоном частот 20 МГц (опция DSOX4WAVEGEN2). Встроенный генератор позволяет подавать на тестируемое устройство сигналы синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и экспоненциальной (нарастание/спад) формы, импульсные, шумоподобные и кардиосигналы, сигналы вида  $\sin(x)/x$  (кардинальный синус), колоколообразные импульсы, а также сигналы произвольной формы и постоянного напряжения. Кроме того, доступна модуляция сигнала.

Функциональные возможности генератора позволяют сохранять сигналы с аналоговых входов осциллографа или из памяти опорных сигналов в память генератора, а затем подавать их на выход. Создание и редактирование сигналов упрощается при использовании встроенного редактора или бесплатной программы Benchlink Waveform Builder Basic: [www.keysight.com/find/33503](http://www.keysight.com/find/33503).

Два канала прибора обеспечивают формирование дифференциальных сигналов, в том числе, выходных тактовых сигналов и сигналов данных произвольной формы для моделирования последовательных шин, сложных модулированных сигналов (помимо стандартных видов модуляции), выходных IQ сигналов и др. Кроме того, генератор допускает совместное управление обоими каналами, позволяя устанавливать одинаковые значения частоты, амплитуды, напряжения смещения и коэффициента заполнения.

### 3-разрядный цифровой вольтметр

Осциллографы серии 4000 X оснащены встроенным 3-разрядным цифровым вольтметром и 5-разрядным частотометром (опция DSOXDVM). Для работы с вольтметром используются пробники осциллографических каналов, однако при этом измерительная система вольтметра не связана с системой запуска осциллографа. Таким образом, измерения с помощью вольтметра и синхронизированные измерения с помощью осциллографа могут проводиться с использованием одного и того же подключения к тестируемому устройству. Результаты измерений вольтметром всегда отображаются на дисплее, что позволяет всегда иметь их под рукой.

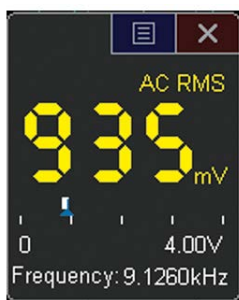


Рис. 25. Измерения с помощью 3-разрядного вольтметра и 5-разрядного частотомера будут всегда у вас под рукой.



Рис. 22. Созданный с помощью WaveGen выходной синусоидальный сигнал с амплитудной модуляцией и без модуляции.

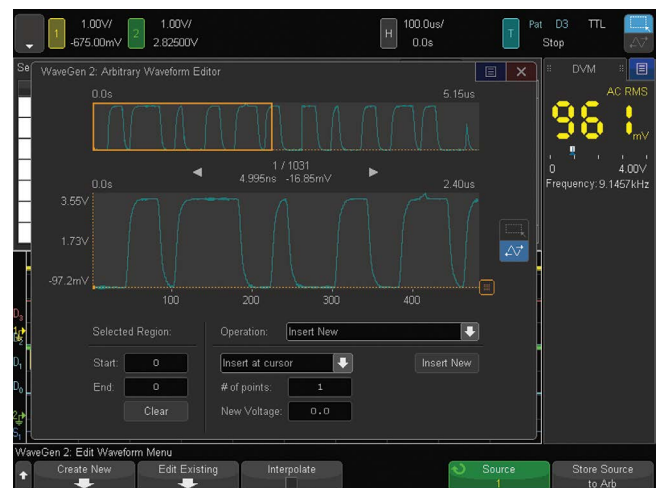


Рис. 23. Экран режима редактирования сигналов произвольной формы WaveGen.

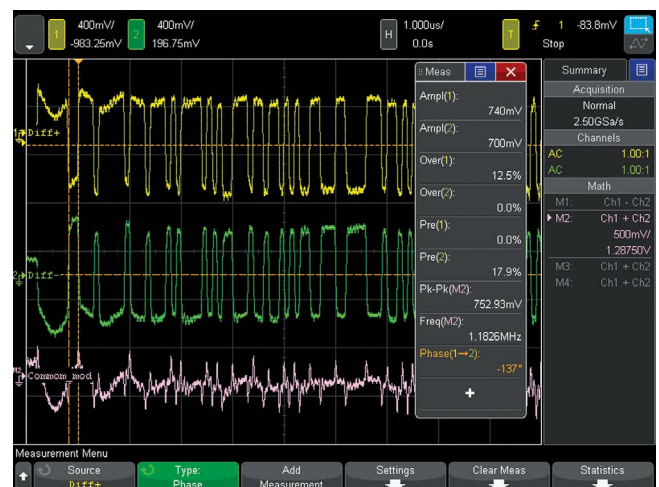


Рис. 24. Формирование дифференциальных сигналов произвольной формы с помощью двухканального генератора WaveGen. Синфазный сигнал показан как математическая функция.

# Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений

## Измерение и анализ мощности

Приложение для анализа мощности DSOX4PWR обеспечивает полный набор измерений и анализа характеристик импульсных источников питания и силовых устройств с помощью осциллографа.

В комплекте с приложением DSOX4PWR поставляется лицензия на программный пакет анализа параметров мощности U1881A для персонального компьютера, который позволяет выполнять дополнительные виды измерений и создавать отчеты в автономном режиме.

Более подробная информация приведена на сайте [www.keysight.com/find/DSOX4PWR](http://www.keysight.com/find/DSOX4PWR).



Рис. 26. Измерение качества электроэнергии — один из множества видов измерений при анализе мощности.

## Запуск по видеосигналам и анализ сигналов HDTV

Измерительное приложение DSOX4VID может использоваться для отладки приборов бытовой электроники, поддерживающих стандарт HDTV, а также для определения параметров разрабатываемых устройств. Оно обеспечивает запуск по видеосигналам и анализ сигналов различных стандартов телевидения высокой четкости.

Более подробная информация приведена на сайте [www.keysight.com/find/DSOX4VID](http://www.keysight.com/find/DSOX4VID).



Рис. 27. Синхронизация по сигналу HDTV формата 1080p.

## Анализ качества сигналов USB 2.0

Благодаря опции DSOX4USBSQ, предназначенной для проверки качества сигналов шины USB 2.0, разработчики систем с интерфейсом USB могут выполнять автоматическое тестирование качества сигналов. Данная опция поддерживает анализ сигналов низкоскоростной, полноскоростной и высокоскоростной шин USB, причем для тестирования высокоскоростной шины требуются модели с полосой пропускания 1,5 ГГц. Проверка качества сигнала USB 2.0 включает тестирование на соответствие маске глазковой диаграммы, анализ джиттера, измерение длительности битов конца пакета, скорости передачи данных, монотонности перепадов, времени нарастания/спада в соответствии с официальными алгоритмами USB-IF, встроенными в осциллограф. В результате проверки по критерию «Годен/Не годен» формируется отчет в формате HTML.

Более подробная информация приведена на сайте [www.keysight.com/find/DSOX4USBSQ](http://www.keysight.com/find/DSOX4USBSQ).

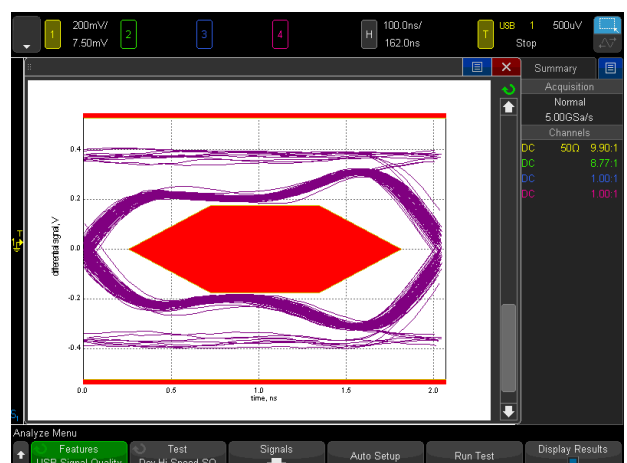


Рис. 28. Выполнение автоматического тестирования качества сигналов низкоскоростной, полноскоростной и высокоскоростной шины USB 2.0.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Опция анализа частотных характеристик (FRA)

Анализ частотных характеристик (FRA) представляет собой достаточно важный вид измерений, который используется для определения параметров частотных характеристик (зависимости амплитуды (АЧХ) и фазы (ФЧХ) от частоты) различных современных электронных устройств, включая пассивные фильтры, усилители, а также цепи обратной связи импульсных источников питания (характеристика контура). Осциллографы серии InfiniiVision 4000 X с опцией DSOX4FRA используют встроенный генератор сигналов WaveGen для подачи на тестируемую схему испытательных сигналов с различной частотой и захвата входных и выходных сигналов с помощью двух осциллографических каналов. При каждом значении испытательной частоты осциллограф измеряет, вычисляет и строит графики амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик в логарифмических координатах.



Рис. 29. Анализ частотных характеристик.

### Комплект учебных пособий для преподавателя по обучению работе с осциллографами

Комплект учебных пособий для преподавателя по обучению работе с осциллографами (опция DSOXEDK) позволяет познакомить студентов с осциллографом и научить их выполнять основные виды измерений. Этот комплект включает учебные материалы, разработанные специально для студентов и преподавателей на кафедрах физики и электротехники ВУЗов. Он содержит набор встроенных учебных сигналов, полное руководство по выполнению лабораторных работ с использованием осциллографа и учебное пособие, написанное специально для студентов, а также набор слайдов в формате PowerPoint® по основам осциллографии для преподавателей и лаборантов. Расширенное руководство по использованию системы запуска может помочь даже опытным пользователям более эффективно использовать возможности осциллографов серии 4000 X.

Дополнительную информацию можно получить на сайте [www.keysight.com/find/dsoxedk](http://www.keysight.com/find/dsoxedk).



Рис. 30. Комплект учебных пособий DSOXEDK позволяет студентам и опытным пользователям более эффективно использовать возможности осциллографов серии 4000 X.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

Расширенные возможности по математическому анализу входят в стандартную комплектацию осциллографов серии 4000 X и предлагают множество дополнительных математических функций. Математические функции можно группировать, что обеспечивает более глубокое понимание процессов, протекающих в тестируемом устройстве. Можно создать до четырех математических функций с одной результирующей функцией, отображаемой на дисплее.

### Операторы

- Сложение, вычитание, умножение, деление

### Преобразования

- Дифференцирование, интегрирование
- Быстрое преобразование Фурье
- Линейная функция ( $Ax + B$ )
- Возведение в квадрат и извлечение квадратного корня
- Абсолютная величина
- Десятичный и натуральный логарифм
- Экспонента ( $e^x$ ), показательная функция ( $10^x$ )

### Фильтры

- Фильтр нижних частот, фильтр верхних частот
- Усреднение, сглаживание, огибающая

### Визуализация

- Масштабирование
- Удержание максимальных и минимальных значений
- Тренд измерений
- Временная диаграмма и диаграмма состояний логической шины

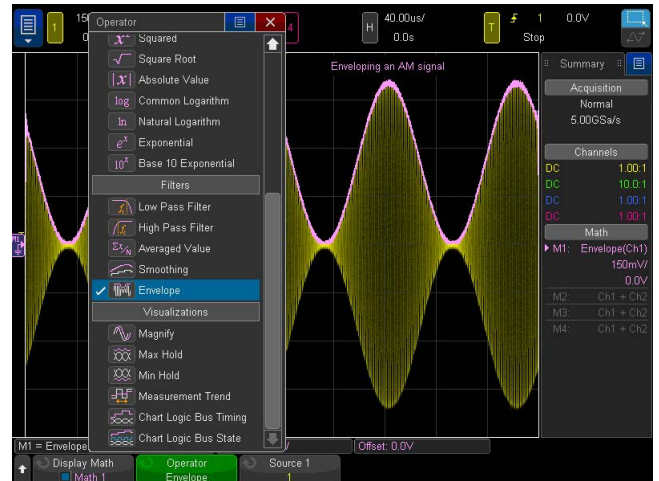


Рис. 31. В стандартную комплектацию осциллографов серии 4000 X входят разнообразные математические функции.

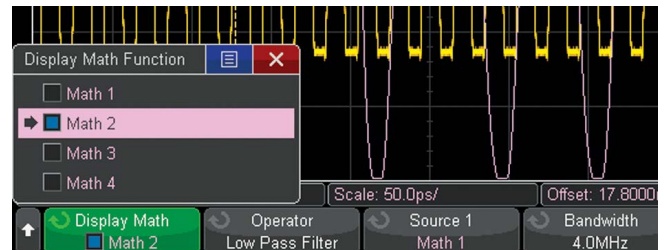


Рис. 32. Осциллографы серии 4000 X позволяют создавать до четырех математических функций с одной результирующей функцией, отображаемой на дисплее.

## 36 видов автоматических измерений

Автоматические измерения являются одним из основных инструментов осциллографа. Для повышения эффективности тестирования осциллографы серии 4000 X обеспечивают 36 видов автоматических измерений, при этом результаты десяти из них могут отображаться на дисплее одновременно. Область измерений может быть выбрана автоматически или ограничена главным окном, окном масштабирования или курсорами.

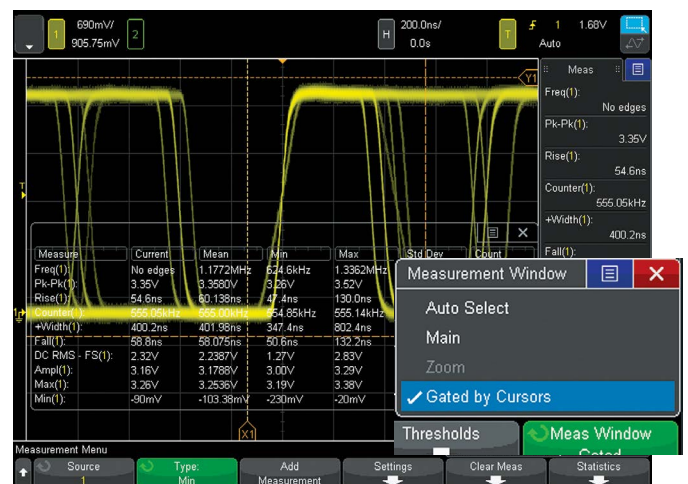


Рис. 33. На дисплее может одновременно отображаться до десяти видов автоматических измерений. Область измерений может быть ограничена курсорами.



## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Опорные сигналы

В энергонезависимую память осциллографа можно записать до четырех опорных сигналов. Их можно сравнивать с регистрируемыми в настоящий момент сигналами или проводить последующие измерения и анализ сохраненных данных. Кроме того, имеется возможность сохранять сигналы на съемных USB носителях в формате \*.h5, а затем, по мере необходимости, загружать их опять в память опорных сигналов. Осциллографы серии 4000 X позволяют сохранять и/или передавать данные в компьютер в виде пар разделенных запятыми значений XY в формате \*.csv, а также сохранять растровые изображения в различных форматах для передачи в компьютер с целью документирования.



Рис. 34. Возможность сохранения и загрузки до четырех опорных сигналов.

### Высокоэффективные решения и совместимость пробников

Инновационные пробники и принадлежности Keysight позволяют максимально эффективно использовать возможности осциллографов серии 4000 X в соответствии с решаемыми прикладными задачами. Осциллографы серии 4000 X поддерживают одновременную работу до четырех активных пробников интерфейсом AutoProbe<sup>1</sup>.

В стандартную комплектацию осциллографов серии 4000 X входят пассивные пробники (по одному на каждый канал) с полосой пропускания 700 МГц и входным сопротивлением 10 МОм, которые обеспечивают системную полосу пропускания 700 МГц при использовании совместно с моделями, имеющими полосу пропускания 1 ГГц или 1,5 ГГц. Кроме того, для обеспечения высокой точности измерений компания Keysight предлагает недорогие активные дифференциальные пробники InfiniiMode N2750A и активные несимметричные пробники N2795A и N2796A. Высокочувствительные токовые пробники серии N2820A являются лучшим в отрасли решением для точных измерений сверхмалых значений силы тока. Пробник шин питания N7020A обеспечивает высочайшую точность измерений при оценке целостности сигналов питания.

Для получения самой актуальной и полной информации о пробниках и принадлежностях Keysight, посетите наш сайт [www.keysight.com/find/scope\\_probes](http://www.keysight.com/find/scope_probes) или ознакомьтесь с руководством по выбору и техническим описанием пробников и принадлежностей для осциллографов InfiniiVision (публикация Keysight 5968-8153EN).

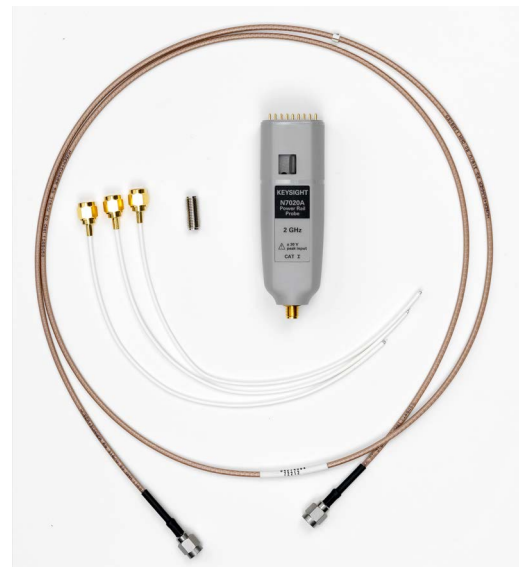


Рис. 35. Пробник шин питания N7020A является единственным в отрасли решением, предназначенным для оценки целостности сигналов питания.

1. Возможны некоторые ограничения. Для получения дополнительной информации обращайтесь в представительство компании Keysight.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Локализация передней панели, графического интерфейса и справочная система

Осциллографы серии 4000 X позволяют использовать при работе с осциллографом наиболее привычный язык. Графический интерфейс пользователя, встроенная система подсказок, сменные наклейки на переднюю панель и руководство пользователя доступны на 11 языках. Доступ к встроенной системе подсказок в процессе работы осуществляется простым нажатием и удержанием любой кнопки.

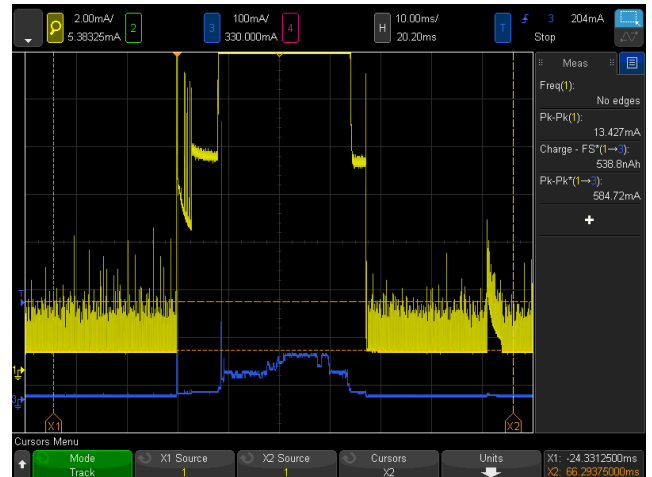


Рис. 36. Осциллограф серии 4000 X с высокочувствительным токовым пробником N2820A позволяет одновременно измерять ток величиной более 500 мА и менее 1 мА.

### Возможности подключения и соответствие стандарту LXI

Встроенные порты высокоскоростной шины USB 2.0 (два хост-порта на передней панели и один на задней и один клиент-порт на задней панели, входят в стандартную комплектацию) обеспечивают простое подключение к компьютеру. Стандартный порт LAN (расширенные функции LXI IPv6) позволяет управлять осциллографом с помощью компьютера, а также сохранять и загружать файлы с сигналами и настройками. Для подключения к осциллографу серии 4000 X проектора или внешнего монитора, например, для обмена информацией или отображения данных, служит выходной разъем VGA. Кроме того, совместно с осциллографами серии 4000 X может использоваться дополнительный внешний адаптер GPIB-LAN N4865A.



Рис. 37. Приложение для управления осциллографом и автоматизации измерений BenchVue BV0004B.

Приложение для управления осциллографом и автоматизации измерений BV0004B входит в состав программы BenchVue и дает возможность управлять одновременно несколькими осциллографами серии 4000 X и отображать результаты всех измерений. Оно позволяет создавать последовательности автоматизированных тестов так же легко, как если бы вы делали это с помощью передней панели. Вы можете из любого места контролировать свой прибор и управлять им с помощью мобильного устройства, а также экономить время благодаря возможности экспорта измерительных данных в Excel, Word и MATLAB за три клика. Упростите процесс тестирования, используя программное обеспечение BenchVue.

Более подробная информация приведена на сайте [www.keysight.com/find/BenchVue](http://www.keysight.com/find/BenchVue).

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Виртуальная передняя панель

Инновационный емкостной сенсорный экран осциллографов серии 4000 X идеально сочетается с новейшими планшетными технологиями. Помимо традиционной виртуальной передней панели для дистанционного управления через веб-браузер компьютера, осциллографы серии 4000 X поддерживают удаленное управление прибором через планшетные устройства или смартфоны, имеющие достаточное разрешение экрана. Виртуальная передняя панель на планшете полностью идентична сенсорному пользовательскому интерфейсу осциллографов серии 4000 X. Она позволяет касаться иконок, рисовать зоны запуска функции InfiniiScan и перемещать подвижные панели абсолютно так же, как и при использовании настоящего осциллографа.



Рис. 38. Виртуальная передняя панель на планшете.

### Документирование результатов и электронная почта

В осциллографах серии 4000 X процедура внесения примечаний значительно упрощена: достаточно вызвать меню, отредактировать примечание с помощью клавиатуры, а затем переместить его в нужное место.

Быстрая электронная почта обеспечивает немедленную доставку нужных данных в почтовый ящик. Функция отправки электронной почты позволяет пересылать снимки экрана, осциллограммы или даже отчет по проверке качества сигнала шины USB. Все это избавляет от необходимости подключения осциллографа к компьютеру.

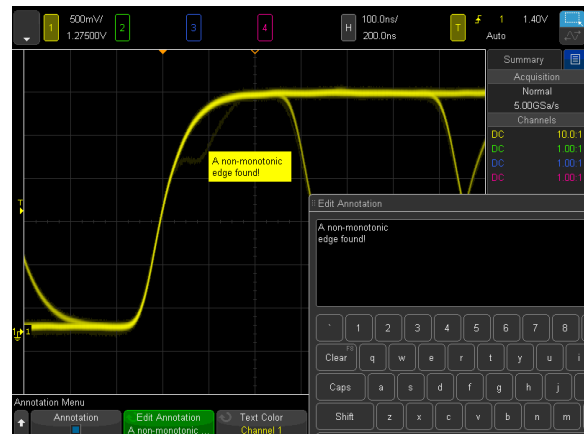


Рис. 39а. Ввод примечаний и клавиатура.

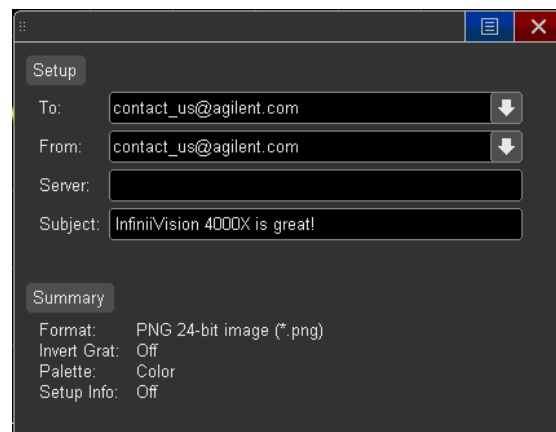


Рис. 39б. Окно конфигурирования электронной почты.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Программное обеспечение Infiniium Offline для анализа сигналов осциллографов

Программное обеспечение Infiniium Offline для анализа сигналов осциллографов в автономном режиме (N8900A) работает на внешнем компьютере и обеспечивает дополнительные возможности по отображению, анализу и документированию сигналов.

Программа позволяет захватывать сигналы с помощью осциллографа, сохранять их в файл, а затем просматривать с использованием Infiniium Offline. Программа поддерживает различные распространенные форматы сигналов от разных производителей осциллографов и включает следующие возможности: навигацию, отображение, измерения, анализ, окна представления, документирование, а также ряд других дополнительных возможностей анализа.

Более подробная информация приведена на сайте [www.keysight.com/find/N8900A](http://www.keysight.com/find/N8900A).

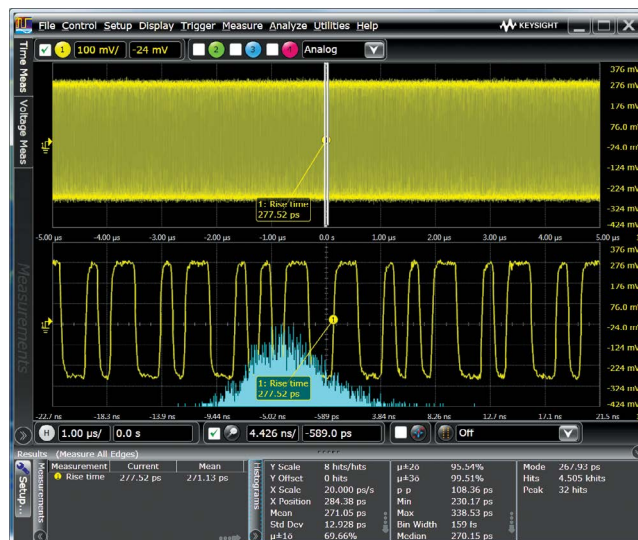


Рис. 40. Программа Infiniium Offline обеспечивает расширенный анализ сигналов с подробным, интуитивно понятным документированием результатов.

### Защитное удаление данных

Режим защитного удаления данных входит в стандартную комплектацию всех моделей осциллографов серии 4000 X. При нажатии на кнопку из внутренней энергонезависимой памяти удаляются все настройки, опорные сигналы и пользовательские настройки, гарантируя высочайший уровень безопасности, соответствующий требованиям главы 8 Руководства по обеспечению информационной безопасности в промышленности (NISPOM).

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: другие средства повышения эффективности измерений (продолжение)

### Режим высокого разрешения для отображения деталей сигнала

Иногда, чтобы быть уверенным в качестве разрабатываемого устройства, нужно видеть больше подробностей сигнала, чем может обеспечить стандартное 8-разрядное разрешение осциллографов серии 4000 X.

Режим высокого разрешения обеспечивает более точное и детальное представление сигнала, даже если он не повторяющийся. В режиме высокого разрешения используется усреднение с узкополосным фильтром в реальном времени, что позволяет снизить уровень случайного шума и повысить эффективное разрешение по вертикали до 12 разрядов. Так, например, при коэффициенте вертикального отклонения 1 мВ/дел. и коэффициенте развертки 100 мкс/дел. удастся обеспечить уровень собственных шумов 113 мкВ среднеквадратичного значения (СКЗ).

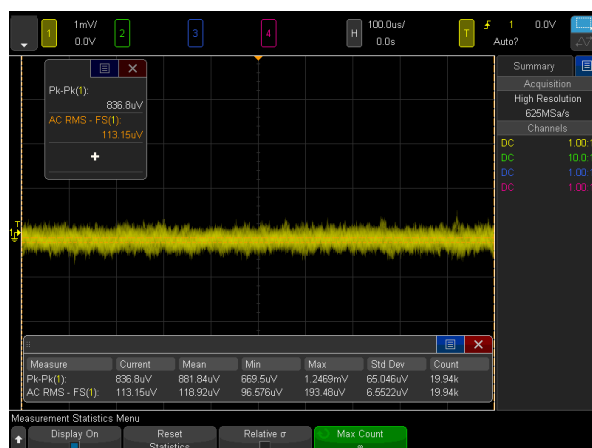


Рис. 41. В режиме высокого разрешения удастся обеспечить уровень собственных шумов 113 мкВ среднеквадратичного значения (СКЗ) при коэффициенте вертикального отклонения 1 мВ/дел.

### Расширенные возможности по параметрическому запуску

В настоящее время инженерам приходится исследовать все более сложные сигналы. Для синхронизации системы захвата осциллографа с определенными событиями часто бывает необходимо обеспечить запуск по сложным сигналам в соответствии с заданными условиями. Осциллографы серии 4000 X позволяют осуществлять запуск по следующим параметрам: фронт, фронт — затем фронт, длительность импульса, кодовая комбинация, время нарастания/спада, N-й фронт пачки импульсов, вырожденный импульс (рант), время установления и удержания, видеосигнал, а также сигналы различных последовательных шин (опция).

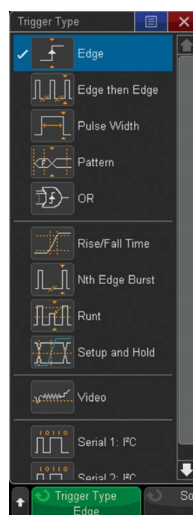


Рис. 42. Широкий выбор режимов параметрического запуска.

### Фиксация информации на дисплее

Иногда возникает необходимость поделиться с коллегами сигналом с редким событием, который удалось захватить с помощью осциллографа. Благодаря функции «замораживания» информации на дисплее имеется возможность сохранить все данные о сигнале на экране при остановке осциллографа или перед сохранением снимка экрана.

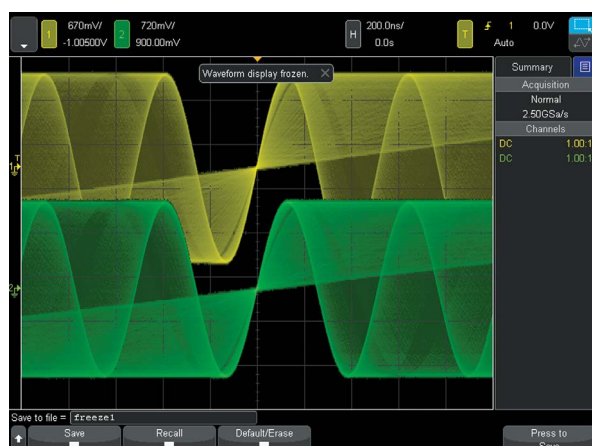


Рис. 43. Функция фиксации информации на дисплее обеспечивает отображение осциллограмм с градацией яркости при остановке сбора данных.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы

Разработан специально для работы с сенсорным дисплеем. Первый и самый большой в отрасли **12,1-дюймовый емкостной сенсорный экран** изменит ваше представление об осциллографах. Интерфейс прибора специально адаптирован для работы с сенсорным дисплеем.

**Инновационная функция «запуска касанием» по выделенной зоне:** если вы видите сигнал, то можете осуществить по нему запуск, просто нарисовав вокруг него прямоугольник (зону).

**Прибор «пять-в-одном»:** осциллограф, логический анализатор, анализатор последовательных протоколов, двухканальный генератор сигналов WaveGen и цифровой вольтметр.

**Возможность полной модернизации,** включая расширение полосы пропускания.

Самая широкая в отрасли поддержка последовательных протоколов, включая **запуск по сигналам и декодирование протокола USB 2.0.**

Первый в отрасли двухканальный **генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen** позволяет формировать дифференциальные сигналы, тактовые сигналы и сигналы данных, сигналы с модуляцией по двум каналам, а также IQ сигналы. Обеспечивается модуляция любых сигналов.

**Возможность расширения полосы пропускания до лучшего в своем классе значения 1,5 ГГц** повышает возможности по решению прикладных задач, включая тестирование целостности сигнала высокоскоростной шины USB 2.0.



Поддержка **USB клавиатуры и мыши** для обеспечения дополнительного удобства использования.

Самая высокая в отрасли **скорость обновления сигналов — 1 млн. осциллограмм в секунду** — позволяет минимизировать «мертвое время» и увеличить вероятность захвата редких событий и аномалий.

**Перемещаемые панели на емкостном сенсорном дисплее** повышают удобство измерений и позволяют просматривать настройки прибора, результаты автоматических измерений, информацию по курсорам, показания цифрового вольтметра и область навигации в любой комбинации и в любом месте экрана.



**Расширенные возможности по математическому анализу и четыре каскадируемые математические функции** позволяют выполнять анализ даже самых сложных сигналов.

Отображение на дисплее результатов до **10 видов измерений** одновременно без ущерба для другой важной информации. 36 видов автоматических измерений; область измерений **может быть ограничена курсорами**.

Не нравится работать с сенсорным дисплеем? При желании **сенсорное управление можно отключить** с помощью кнопки на передней панели.

**Независимые органы управления для каждого канала**. Все регуляторы на передней панели имеют функцию нажатия для обеспечения доступа к стандартным органам управления.

**Режим сегментированной памяти в стандартной комплектации**, основанный на технологии интеллектуальной памяти **MegaZoom IV** обеспечивает захват только сигналов, представляющих интерес.

Единственный в отрасли **встроенный цифровой вольтметр**, не синхронизированный с аналоговыми каналами осциллографа.

**Полоса пропускания 1 ГГц** на всех четырех каналах одновременно.

Поддержка одновременной работы четырех активных или токовых **пробников с интерфейсом AutoProbe** для использования в ответственных приложениях.

# Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: выберите конфигурацию осциллографа InfiniiVision 4000 X

## Шаг 1. Выберите модель с нужной полосой пропускания и количеством каналов

Осциллографы серии InfiniiVision 4000 X									
	4022A	4024A	4032A	4034A	4052A	4054A	4104A	4154A	
Полоса пропускания <sup>1</sup> (по уровню –3 дБ)	200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	1,5 ГГц	
Расчетное время нарастания (10-90%)	≤ 1,75 нс		≤ 1 нс		≤ 700 пс		≤ 450 пс	≤ 300 пс	
Количество входных каналов	DSOX	2	4	2	4	2	4	4	4
	MSOX	2 + 16	4 + 16	2 + 16	4 + 16	2 + 16	4 + 16	4 + 16	4 + 16

1. Если, к примеру, выбран осциллограф с полосой пропускания 1 ГГц, 4 аналоговыми и 16 цифровыми каналами, то это будет модель MSOX4104A.

## Шаг 2. Оснастите осциллограф встроенными возможностями и измерительными приложениями, позволяющими экономить время и средства

Ниже приведен перечень опций, которые могут использоваться для модернизации осциллографа после его приобретения, в скобках указаны коды опций, устанавливаемых на заводе.

Описание	Номер опции
Позволяет установить все перечисленные ниже программные опции	DSOX4APBNDL
<b>Протоколы последовательной передачи данных</b>	
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C, SPI)	DSOX4EMBD(-EMB)
Запуск по сигналам и декодирование данных компьютерных последовательных шин (RS232/UART)	DSOX4COMP(-CMP)
Запуск по сигналам и декодирование данных полноскоростной и низкоскоростной последовательных шин USB 2.0	DSOX4USBFL(-USF)
Запуск по сигналам и декодирование данных высокоскоростной последовательной шины USB 2.0	DSOX4USBH(-U2H) <sup>1</sup>
Запуск по сигналам и декодирование данных автомобильных последовательных шин (CAN/CAN-FD/CAN-dbc/LIN/LIN symbolic)	DSOX4AUTO(-AMS)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательного протокола FlexRay	DSOX4FLEX(-FLX)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательного протокола SENT	DSOX4SENSOR(-SEN)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательного протокола CXPI	DSOX4CXPI(-CXP)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательной шины аудиосистем (I <sup>2</sup> S)	DSOX4AUDIO(-SND)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных шин, используемых в аэрокосмической и оборонной отраслях (MIL-STD 1553, ARINC 429)	DSOX4AERO(-AER)
Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных протоколов с задаваемой пользователем кодировкой Manchester/NRZ	DSOX4NRZ
Запуск по сигналам и декодирование данных высокоскоростной последовательной шины USB PD	DSOX4UPD
<b>Измерительные приложения</b>	
Двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen с диапазоном частот 20 МГц	DSOX4WAVEGEN2(-WAV)
Приложение для измерения и анализа характеристик источников питания	DSOX4PWR(-PWR)
Анализ частотных характеристик (FRA)	DSOX4FRA
Тестирование на соответствие маске	DSOX4MASK(-MSK)
Расширенный пакет приложений для анализа видео и телевизионных сигналов	DSOX4VID(-VID)
Анализ качества сигналов шины USB 2.0	DSOX4USBSQ(-U2Q) <sup>2</sup>
Автоматизированное тестирование устройств с интерфейсом NFC и запуск по протоколу NFC	DSOX4NFC
<b>Вспомогательные программы</b>	
Программа Infiniium Offline для анализа сигналов осциллографов	N8900A
Программа создания пользовательских приложений (UDA) для автоматизации измерений	N5467B/C
Программа векторного анализа сигналов VSA (версия 16 и выше)	89601B
Программное обеспечение BenchVue	BV0004B

1. Опция DSOX4USBH доступна только для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц.

2. Для анализа качества сигналов высокоскоростной шины USB 2.0 необходима модель с полосой пропускания 1,5 ГГц.

Более подробная информация по модернизации и процедуре установки приведена на странице 35.



## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: выберите конфигурацию осциллографа InfiniiVision 4000 X (продолжение)

### Шаг 3. Выберите пробник

Полный перечень совместимых пробников приведен на странице [www.keysight.com/find/scope\\_probes](http://www.keysight.com/find/scope_probes).

Модель	Описание пробника	Серия 4000 X
N2894A	Пассивный пробник, 700 МГц, 10:1, 10 МОм	По одному на каждый аналоговый канал в стандартной комплектации
N6450-60001 или N2756A	16-канальный логический пробник	В стандартной комплектации осциллографов смешанных сигналов MSO и при модернизации с помощью опции DSOXPERFMSO
10076B	Высоковольтный пассивный пробник, 250 МГц, 4 кВ	Опция
N2795A	Активный несимметричный пробник с интерфейсом AutoProbe, 1 ГГц, 1 пФ, 1 МОм	Опция
N2796A	Активный несимметричный пробник с интерфейсом AutoProbe, 2 ГГц, 1 пФ, 1 МОм	Опция
N2750A	Активный дифференциальный пробник InfiniiMode с интерфейсом AutoProbe, 1,5 ГГц, 700 фФ, 200 кОм	Опция
N2797A	Активный пробник с интерфейсом AutoProbe для выполнения измерений при экстремальных температурах, 1,5 ГГц, 1 пФ, 1 МОм	Опция
N2790A	Активный дифференциальный пробник с интерфейсом AutoProbe, 100 МГц, ±1,4 кВ	Опция
N2791A	Активный дифференциальный пробник, 25 МГц, ±700 В	Опция
N2792A	Активный дифференциальный пробник, 200 МГц, ±20 В	Опция
N2793A	Активный дифференциальный пробник, 800 МГц, ±15 В	Опция
1147B	Токовый пробник переменного/постоянного тока с интерфейсом AutoProbe, 50 МГц, 15 А	Опция
N2893A	Токовый пробник переменного/постоянного тока с интерфейсом AutoProbe, 100 МГц, 15 А	Опция
N2820A	Высокочувствительный токовый пробник, 2 канала, 50 мкА - 5 А	Опция
N7020A	Пробник для шин питания, 2 ГГц, 1:1, 50 кОм, диапазон напряжения смещения ±24 В	Опция
N2805A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, ±100 В (пост. + пик. перем.), 50:1, 4 МОм, 4 пФ	Опция
N2804A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 300 МГц, ±300 В (пост. + пик. перем.), 100:1, 4 МОм, 4 пФ	Опция
N7040A	Пробник переменного тока, 23 МГц, 3 кА	Опция
N7041A	Пробник переменного тока, 30 МГц, 600 А	Опция
N7042A	Пробник переменного тока, 30 МГц, 300 А	Опция
N7026A	Высокочувствительный токовый пробник перем./пост. тока с интерфейсом AutoProbe, 150 МГц, 40 А (пик.)	Опция

### Шаг 4. Выбрать принадлежности

Рекомендуемые принадлежности	серия 4000 X
Внешний адаптер GPIB-LAN	N4865A
Набор для монтажа в стойку	N2763A
Мягкая сумка для переноски прибора	N2733B
Печатная копия руководства	N6455A

### Шаг 5. Планы калибровки

Калибровка		
D/MSOX4000-A6J	Калибровка, соответствующая требованиям стандарта ANSI Z540-1-1994	Опция
D/MSOX4000-AMG	Калибровка + погрешности + поля допусков (с аккредитацией)	Опция

# Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов серии InfiniiVision 4000 X

## Цифровые запоминающие осциллографы и осциллографы смешанных сигналов серии 4000 X

### Обзор характеристик осциллографов серии 4000 X

	4022A	4024A	4032A	4034A	4052A	4054A	4104A	4154A
Полоса пропускания <sup>1</sup> (по уровню –3 дБ)	200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	1,5 ГГц <sup>3</sup>
Полоса пропускания в реальном времени при использовании всех каналов	200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания (10-90%)	≤ 1,75 нс		≤ 1 нс		≤ 700 пс		≤ 450 пс	≤ 300 пс
Количество входных каналов	DSOX	2	4	2	4	2	4	4
	MSOX	2 + 16	4 + 16	2 + 16	4 + 16	2 + 16	4 + 16	4 + 16
Максимальная частота дискретизации	5 Гвыб./с (при использовании половины каналов), 2,5 Гвыб./с (при использовании всех каналов)							
Максимальная глубина памяти	4 М выборки, режим сегментированной памяти (в стандартной комплектации)							
Размер и тип дисплея	Емкостной сенсорный дисплей высокой четкости с диагональю 30,7 см (12,1 дюймов)							
Скорость обновления сигналов	Более 1 000 000 осциллограмм в секунду							
Системная полоса пропускания при использовании пробника N2894A	200 МГц	200 МГц	350 МГц	350 МГц	500 МГц	500 МГц	700 МГц	700 МГц

### Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Аппаратное ограничение полосы пропускания (ПП)	Примерно 20 МГц (по выбору пользователя)	
Тип входа	Закрытый (AC) или открытый (DC)	
Входной импеданс	1 МОм ± 1% (16 пФ); 50 Ом ± 1,5% (по выбору пользователя)	
Коэффициент отклонения: – модели с полосой пропускания от 200 МГц до 500 МГц – модели с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц	от 1 мВ/дел. до 5 В/дел. <sup>2</sup> (1 МОм и 50 Ом) от 1 мВ/дел. до 5 В/дел. <sup>2</sup> (1 МОм), от 1 мВ/дел. до 1 В/дел. (50 Ом)	
	8 разрядов (до 12 разрядов с усреднением)	
Разрешение по вертикали	1 МОм	
Максимальное входное напряжение	1 МОм	135 В (СКЗ), 190 В (пик.)
	50 Ом	Не более 5 В (СКЗ)
Погрешность коэффициентов отклонения по постоянному току <sup>1</sup>	±2,0% от полной шкалы <sup>2</sup>	
Погрешность установки напряжения смещения по вертикали по постоянному току	±0,1 дел. ± 2 мВ ± 1% от установленного значения напряжения смещения	
Развязка между каналами: – модели с полосой пропускания от 200 МГц до 1 ГГц – модели с полосой пропускания 1,5 ГГц	≥ 40 дБ от 0 Гц до верхней границы полосы пропускания модели	
	≥ 40 дБ от 0 Гц до 1 ГГц, ≥ 35 дБ от 1 ГГц до 1,5 ГГц	
Диапазон смещения	±5 В (< 10 мВ/дел.), ±20 В (от 10 мВ/дел. до 200 мВ/дел.), ±75 В (> 200 мВ/дел.)	

### Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число входных цифровых каналов	16 цифровых (от D0 до D15; группа 1: D7 ~ D0, группа 2: D15 ~ D8)	
Пороговые уровни	Установка общих пороговых уровней для каждой группы	
Выбор пороговых уровней	ТТЛ (+1,4 В), 5 В КМОП (+2,5 В), ЭСЛ (–1,3 В), задаваемый пользователем (на каждую группу)	
Диапазон задаваемых пороговых уровней	±8,0 В с шагом 10 мВ	
Максимальное входное напряжение	±40 В (пик.) CAT I	
Погрешность установки пороговых уровней <sup>1</sup>	± (100 мВ + 3% от установленного значения порогового уровня)	
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	± 10 В относительно порогового уровня	
Минимальный размах напряжения	500 мВ (пик.)	
Входной импеданс	100 кОм ± 2% на кончике пробника	
Входная емкость	Около 8 пФ	
Разрешение по вертикали	1 разряд	

1. Гарантируемые характеристики, все остальные являются типовыми. Приведенные характеристики действительны после 30-минутного прогрева в пределах ±10°C от температуры калибровки.

2. Диапазоны 1 мВ/дел. и 2 мВ/дел. являются масштабированием настройки 4 мВ/дел. При расчете погрешности по вертикали для настроек коэффициента отклонения 1 мВ/дел. и 2 мВ/дел. используется полная шкала 32 мВ.

3. Полоса пропускания 1,5 ГГц: в режиме реального времени при использовании половины каналов, либо при использовании всех каналов в режиме эквивалентного времени.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

### Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

	4022A	4024A	4032A	4034A	4052A	4054A	4104A	4154A
Диапазон значений коэффициента развертки	2 нс/дел. - 50 с/дел.				1 нс/дел. - 50 с/дел.		500 пс/дел. - 50 с/дел.	
Погрешность коэффициента развертки <sup>1</sup>	± 10·10 <sup>-6</sup> (10 ppm)							
Диапазон значений времени задержки развертки	предзапуск	Ширина одного экрана или 200 мкс (400 мкс в режиме чередования) (большее из значений)						
	послезапуск	От 1 с до 500 с						
Диапазон величины компенсации сдвига фаз между каналами	± 100 нс							
Погрешность измерения временных интервалов (с использованием курсоров)	± [(0,001% от показания) + (0,16% от ширины экрана) + 30 пс]							
Режимы	Основной, масштабирование, прокрутка, XY							
Режим XY	Только на каналах 1 и 2; гашение по оси Z со входа сигнала внешнего запуска; значение порога: 1,4 В							
	Полоса пропускания равна максимальной полосе пропускания; погрешность фазы на частоте 1 МГц менее 0,5°							
	Диапазон значений коэффициента развертки: от 200 нс/дел. до 50 мс/дел.							

### Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Минимальная определяемая длительность импульса	2 нс
Сдвиг фаз между каналами	2 нс (тип.); 3 нс (макс.)

### Система захвата данных

	4022A	4024A	4032A	4034A	4052A	4054A	4104A	4154A
Максимальная частота дискретизации (аналоговые каналы)	5 Гвыб./с (при использовании половины каналов), 2,5 Гвыб./с (при использовании всех каналов)							
Частота дискретизации в режиме эквивалентного времени (аналоговые каналы)	Не применяется						128 Гвыб./с	
Максимальная длина записи (аналоговые каналы)	4 М выборки (при использовании половины каналов в режиме чередования); 2 М выборки (при использовании всех каналов)							
Максимальная частота дискретизации (цифровые каналы)	1,25 Гвыб./с							
Максимальная длина записи (цифровые каналы)	2 М выборки (при использовании только цифровых каналов)							
Режимы	Нормальный	Используется по умолчанию						
	Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 200 пс при любых значениях коэффициента развертки						
	Усреднение	Усреднение по заданному количеству осциллограмм (выбирается из ряда 2, 4, 8, 16, 64, ..., 65 536)						
	Высокое разрешение	Усреднение с узкополосным фильтром в реальном времени позволяет снизить влияние случайных шумов и повысить разрешение по вертикали.						
		– 12 разрядов: при коэффициентах развертки более 50 мкс/дел.						
		– 11 разрядов: при коэффициентах развертки более 20 мкс/дел.						
		– 10 разрядов: при коэффициентах развертки более 10 мкс/дел.						
– 9 разрядов: при коэффициентах развертки более 5 мкс/дел.								
Сегментированная память	Сегментированная память оптимизирует размер доступной памяти для записи потоков данных с длительными паузами между периодами активности. Максимальное количество сегментов: 1000. Время перезапуска: 1 мкс (минимальное время между событиями запуска). Время перезапуска при использовании функции «запуска касанием»: 65 мкс и менее (тип.).							
Режим прокрутки	Последовательная прокрутка осциллограммы по экрану справа налево. Доступно при коэффициентах развертки 50 мс/дел. и медленнее.							
Режим эквивалентного времени	Только для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц. Интерполяторы с высоким разрешением от 7,8 пс позволяют увеличить максимальную эффективную частоту дискретизации до 128 Гвыб./с.							

1. Гарантируемые характеристики, все остальные являются типовыми. Приведенные характеристики действительны после 30-минутного прогрева в пределах ±10°C от температуры калибровки.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

Система запуска		
Источники запуска		Любой аналоговый канал (1~4), любой цифровой канал (D0~D15), сеть питания, вход внешнего сигнала запуска, генератор WaveGen (выходы 1, 2 или модулированный сигнал (ЧМ/ЧМн))
Режимы запуска	Ждущий	Для запуска осциллографа необходимо наступление события запуска
	Авто	Запуск осуществляется автоматически, даже в отсутствие события запуска
	Однократный	При нажатии кнопки [Однократный] ([Single]) на передней панели запуск осуществляется только один раз по заданному условию запуска. Для повторного запуска осциллографа следует снова нажать кнопку [Single] или кнопку [Пуск] ([Run]) для включения непрерывного запуска в режиме Авто или Ждущий.
	Принудительный	Принудительный запуск с помощью кнопки на передней панели
Режимы входа запуска	DC (открытый вход)	Развязка входа запуска по постоянному току
	AC (закрытый вход)	Развязка входа запуска по переменному току, частота среза: менее 10 Гц (внутренний запуск); менее 50 Гц (внешний запуск)
	Подавление ВЧ	Фильтр верхних частот, частота среза ~ 50 кГц
	Подавление НЧ	Фильтр нижних частот, частота среза ~ 50 кГц
	Подавление шумов	Добавляет гистерезис в схему запуска. Возможность выбора режима «Выкл.» или «Вкл.», снижение чувствительности в два раза
Диапазон удержания запуска		От 40 нс до 10,00 с
Чувствительность запуска (внутренний) <sup>1</sup>	От 200 МГц до 1 ГГц	< 10 мВ/дел.: 1 деление или 5 мВ (больше из значений); ≥ 10 мВ/дел.: 0,6 дел.
	1,5 ГГц	От 0 Гц до 1 ГГц: < 10 мВ/дел.: 1 деление или 5 мВ (больше из значений); ≥ 10 мВ/дел.: 0,6 дел.
		От 1 ГГц до 1,5 ГГц: < 10 мВ/дел.: 1,5 деления или 5 мВ (больше из значений); ≥ 10 мВ/дел.: 1,0 дел.
Чувствительность запуска (внешний) <sup>1</sup>	± 1,6 В	От 0 до 100 МГц: 40 мВ (пик.); от 100 до 200 МГц: 70 мВ (пик.)
	± 8 В	От 0 до 100 МГц: 200 мВ (пик.); от 100 до 200 МГц: 350 мВ (пик.)
Диапазон значений уровня запуска	Любой канал	±6 дел. от центра экрана
	Внешний	диапазон 8 В: ±8 В; диапазон 1,6 В: ±1,6 В

1. Гарантируемые характеристики, все остальные являются типовыми. Приведенные характеристики действительны после 30-минутного прогрева в пределах ±10°C от температуры калибровки.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

Выбор типа запуска	
InfiniiScan Zone (аппаратное определение зон запуска)	Запуск по задаваемым пользователем зонам, нарисованным на дисплее. Одновременно может использоваться только с одним аналоговым каналом. В условии запуска может быть указано, что сигнал «Должен пересекать» зону или «Не должен пересекать» ее. Одновременно можно задать до двух зон. Скорость обновления сигналов в этом режиме составляет более 200 000 осциллограмм в секунду. Поддерживаемые режимы: ждущий, пиковый детектор, высокое разрешение. Может работать совместно с функциями декодирования сигналов последовательных шин и тестирования на соответствие маске.
По перепаду	Запуск по положительному перепаду, по отрицательному перепаду, по переменному перепаду или любому перепаду от любого источника: аналоговый канал, цифровой канал, сигнал внешнего запуска. Запуск по положительному или отрицательному перепаду сигнала сети питания.
По двум последовательным перепадам с задержкой (по событию В)	Активизация по выбранному перепаду, ожидание в течение заданного промежутка времени или заданного числа событий, затем запуск по другому выбранному перепаду. Минимальная длительность ожидания 4 нс.
По длительности импульса	Запуск по импульсам выбранного канала, длительность которых меньше заданного значения, больше заданного значения или попадает в пределы заданного временного интервала. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Минимальная устанавливаемая длительность импульса: 2 нс (мод. 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц)</li> <li>– Максимальная устанавливаемая длительность импульса: 10 с</li> <li>– Минимальная длительность задаваемого временного интервала: 10 нс</li> </ul>
По шаблону	Запуск осуществляется в случае, когда появляется или пропадает заданная комбинация сигналов высокого, низкого и безразлично какого уровней в любых сочетаниях аналоговых, цифровых каналов или каналов запуска. Для устойчивого запуска комбинация должна сохраняться в течении минимум 2 нс. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Минимальная устанавливаемая длительность: 2 нс (модели 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц)</li> <li>– Максимальная устанавливаемая длительность: 10 с</li> </ul>
По условию ИЛИ (OR)	Запуск по любым выбранным перепадам от любых доступных источников (только аналоговые и цифровые каналы, до 500 МГц).
По времени нарастания/спада	Запуск в случае, когда время нарастания или спада импульса больше или меньше заданного порогового значения. При установке данного типа запуска указывается условие («больше» или «меньше») и диапазон значений времени: <ul style="list-style-type: none"> <li>– минимальное: 1 нс (модели 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 2 нс (350 МГц), 3 нс (200 МГц);</li> <li>– максимальное: 10 с.</li> </ul>
По N-му фронту в пакете импульсов	Запуск по N-му (от 1 до 65535) фронту пакета импульсов. Для обеспечения синхронизации требуется указать время ожидания в диапазоне от 10 нс до 10 с.
По вырожденному импульсу (ранту)	Запуск по положительному вырожденному импульсу (ранту), который не пересек верхний порог, либо по отрицательному вырожденному импульсу, который не пересек нижний порог. Запуск осуществляется по вырожденным импульсам любой полярности, при этом задаются два пороговых значения. Вырожденный импульс может быть задан также временными параметрами: условием («больше» или «меньше») с минимальным значением времени от 2 нс до 6 нс и максимальным значением времени 10 с. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Минимальное устанавливаемое значение времени: 2 нс (модели 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц)</li> </ul>
По времени установления и удержания	Запуск по нарушению времени установления/удержания. Время установления может быть задано в пределах от –7 с до 10 с. Время удержания может быть задано в пределах от 0 с до 10 нс. Минимальный интервал времени (время установления + время удержания) должно составлять не менее 3 нс.
По видеосигналу	Запуск по всем или по определенным строкам видеосигнала, по четным, нечетным или всем полукадрам композитного видеосигнала или сигналов телевизионного вещания стандартов NTSC, PAL, SECAM, PAM-M.
По видеосигналу телевидения высокой четкости HDTV (опция)	Запуск по строкам и полям видеосигналов стандартов телевидения высокой четкости (480p/60, 567p/50, 720p/50, 720p/60, 1080p/24, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60, 1080i/50, 1080i/60).
По сигналам шины ARINC 429 (опция)	Запуск по сигналам и декодирование данных шины ARINC 429. Запуск по событиям: начальное/конечное слово (старт/стоп), метка, метка + биты, диапазон меток, состояние ошибки (четность, слово, промежуток, слово или промежуток, все), все биты, все биты логических «0», все биты логических «1».
По сигналам шины CAN (опция)	Запуск по сигналам шины CAN версии 2.0A и 2.0B и CAN-FD. Запуск по событиям: по стартовому биту кадра (SOF), конечному биту кадра (EOF), идентификатору кадра данных, идентификатору кадра данных и данным (не FD), идентификатору кадра данных и данным (FD), идентификатору кадра запроса удаленной передачи, идентификатору кадра запроса удаленной передачи или кадра данных, кадру с ошибками, ошибке квитирования, ошибке формата, ошибке заполнения (stuff error), ошибке циклического избыточного контроля (CRC), специфической ошибке (квитирования, формата, заполнения или CRC), любым ошибкам, биту переключения битовой скорости (BRS) (FD), биту-разграничителю CRC (FD), активному биту-индикатору состояния ошибки (ESI) (FD), пассивному биту ESI (FD), кадру перегрузки, сообщению, сообщению и сигналу (не FD), сообщению и сигналу (FD, только первые 8 байтов).
По сигналам шины FlexRay (опция)	Запуск по идентификатору кадра или заданному условию ошибки в сочетании с фильтрацией по основанию цикла или по повторению цикла. Возможен также запуск по заданным событиям, таким как BSS, TSS, FES и событию активизации.
По сигналам шины I <sup>2</sup> C (опция)	Запуск по условию старт/стоп или по задаваемому пользователем кадру с указанием адреса и/или значений данных. Кроме того, возможен запуск по отсутствию подтверждения, адресу без подтверждения, повторному старту, считыванию данных ЭСППЗУ и записи в 10-битовом режиме адресации.
По сигналам шины I <sup>2</sup> S (опция)	Запуск по двоичным данным в дополнительном коде правого или левого аудиоканалов (=, ≠, <, >, > < (в пределах диапазона заданных значений данных), < > (вне диапазона заданных значений данных), возрастающему или убывающему значению).
По сигналам шины LIN (опция)	Запуск по нарушению синхронизации, идентификатору кадра синхронизации, идентификатору кадра и кадру данных, ошибке четности или ошибке контрольной суммы.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

Выбор типа запуска	
По сигналам шины CXPI (опция)	Запуск по стартовому биту кадра (SOF), конечному биту кадра (EOF), PTYPE, идентификатору кадра, идентификатору кадра данных и идентификатору информационного кадра, идентификатору кадра данных и идентификатору информационного кадра (удлинненный кадр), ошибке в поле CRC, ошибке четности, ошибке межбайтового интервала, ошибке межкадрового интервала, ошибке кадровой синхронизации, ошибке длины данных, ошибке выборки, любым ошибкам, кадру неактивного режима, импульсу активизации.
По сигналам шины MIL-STD1553 (опция)	Запуск по слову данных (старт/стоп), командному слову / слову состояния (старт/стоп), адресу удаленного терминала, адресу удаленного терминала + 11 бит и по ошибке (ошибка четности, ошибка синхронизации, ошибка манчестерского кода).
По сигналам шины SPI (опция)	Запуск по кодовой комбинации данных в течение заданного периода кадровой синхронизации. Поддержка кадровой синхронизации по положительному и отрицательному сигналу выбора микросхемы, а также синхронизации по паузе и задаваемому пользователем количеству бит в кадре. Поддержка запуска по данным сигналов MOSI и MISO.
По сигналам шин UART/RS232/422/485 (опция)	Запуск по стартовому биту, стоповому биту, содержимому данных или ошибке четности в сигналах приема Rx и передачи Tx.
По сигналам шины USB (опция)	Запуск по началу пакета (SOP), концу пакета (EOP), приостановке <sup>3</sup> , возобновлению <sup>3</sup> , сбросу <sup>3</sup> , пакетам (маркера, данных, установки соединения и специальным) и ошибкам (идентификации пакета, контроля CRC5, контроля CRC16, глитчу, вставки битов <sup>3</sup> , состояния SE1 <sup>3</sup> ). Поддержка низкоскоростной, полноскоростной и высокоскоростной шины USB 2.0 (высокоскоростная шина USB поддерживается только моделями с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц).
По сигналам шины SENT (опция)	Запуск по началу сообщения быстрого канала, началу сообщения медленного канала, сигналам SC и данным быстрого канала, идентификатору сообщения медленного канала, идентификатору сообщения и данным медленного канала, ошибке допуска, ошибке CRC быстрого канала, ошибке CRC медленного канала, всем ошибкам CRC, ошибке периода импульсов, ошибке последовательных импульсов синхронизации (1/64).
По сигналам с задаваемой пользователем кодировкой Manchester/NRZ (опция)	Запуск по стартовому биту кадра (SOF), значению шины и ошибкам кода Manchester
По сигналам шины USB PD (опция)	Запуск по преамбуле, полю EDP, упорядоченным наборам данных, ошибкам в поле CRC, содержанию заголовка (управляющим сообщениям, передаваемым блокам данных, расширенным сообщениям, данным в шестнадцатеричном формате)
Измерение параметров сигналов и курсоры	
Погрешность вертикального отклонения по постоянному току/курсоры <sup>2</sup>	Погрешность с одним курсором: $\pm$ [погрешность коэффициентов отклонения по постоянному току + погрешность установки напряжения смещения по постоянному току + 0,21% от полной шкалы] Погрешность с двумя курсорами: $\pm$ [погрешность коэффициентов отклонения по постоянному току + 0,42% от полной шкалы] <sup>1</sup>
Курсоры	2 пары курсоров XY Автоматические измерения положения, $\Delta X$ , $1/\Delta X$ , $\Delta Y$ и $\Delta Y/\Delta X$
Автоматические измерения	Результаты измерений и статистика обновляются непрерывно. Курсоры отслеживают результаты последнего выбранного вида измерений. Возможен выбор одного из четырех видов измерений из представленного ниже списка:
Напряжение	Полный размах, максимальное значение, минимальное значение, амплитуда, вершина, основание, положительный выброс на фронте, отрицательный выброс на фронте, среднее значение по N периодам, среднее значение в пределах всего экрана, среднеквадратичное значение (СКЗ) постоянной составляющей напряжения за N периодов, СКЗ постоянной составляющей напряжения в пределах экрана, СКЗ переменной составляющей напряжения за N периодов, СКЗ переменной составляющей напряжения в пределах экрана (стандартное отклонение), отношение двух среднеквадратичных значений (СКЗ1/СКЗ2)
Время	Период, частота, количество импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, коэффициент заполнения (скважность), скорость передачи данных, скорость нарастания, время спада, задержка, фаза, значение времени, соответствующее максимуму или минимуму сигнала
Подсчет импульсов	Количество положительных импульсов, количество отрицательных импульсов, количество положительных перепадов (нарастающих фронтов), количество отрицательных перепадов (спадающих фронтов)
Смешанные	Площадь под осциллограммой за N периодов, площадь под осциллограммой в пределах всего экрана
Автоматическая регистрация результатов измерений	Доступно при использовании программы BenchVue
Частотомер	Встроенный частотомер
Источник	Любой аналоговый или цифровой канал
Разрешение	5 разрядов; до 8 разрядов при использовании внешнего источника опорного сигнала 10 МГц
Макс. частота	Верхняя граница полосы пропускания осциллографа
Опция тестирования на соответствие маске и по пределам	Стандартная функция тестирования на соответствие маске и по пределам обеспечивает возможность быстро сравнивать сигналы по критерию «Годен/Не годен» на соответствие их встроенным шаблонам масок или автоматически создаваемым шаблонам маски. Редактирование встроенных или автоматически создаваемых масок осуществляется с помощью простого текстового редактора. Скорость тестирования более 270 000 измерений в секунду (скорость обновления сигналов).

1. Гарантируемые характеристики, все остальные являются типовыми. Приведенные характеристики действительны после 30-минутного прогрева в пределах  $\pm 10^\circ\text{C}$  от температуры калибровки.
2. Диапазоны 1 мВ/дел. и 2 мВ/дел. являются масштабированием настройки 4 мВ/дел. При расчете погрешности по вертикали для настроек коэффициента отклонения 1 мВ/дел. и 2 мВ/дел. используется полная шкала 32 мВ.
3. Запуск по состоянию ожидания, возобновлению, сбросу, ошибке вставки битов и SE1 возможен только для низкоскоростной и полноскоростной шины USB 2.0.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

### Функции математической обработки сигналов

Количество математических функций	Четыре (в каждый момент времени отображается только одна)
Математические операции	Сложение, вычитание, умножение, деление, дифференцирование, интегрирование, быстрое преобразование Фурье (БПФ), линейная функция $Ax + B$ , возведение в квадрат, квадратный корень, абсолютная величина, десятичный логарифм, натуральный логарифм, экспонента, показательная функция ( $10^x$ ), фильтр нижних частот (ФНЧ), фильтр верхних частот (ФВЧ), среднее значение, сглаживание, огибающая, увеличение, удержание максимального значения, удержание минимального значения, тренд измерения, диаграмма логической шины (временная или состояний)
Быстрое преобразование Фурье	Разрешение: до 64 тыс. точек Типы оконных функций: Хеннинга, с плоской вершиной, прямоугольное, Блэкмана-Харриса, Бартлетта.

### Характеристики дисплея

Дисплей	Цветной ЖК емкостной сенсорный дисплей с диагональю 30,7 см (12,1 дюймов) с поддержкой управления жестами
Разрешение	Область экрана 800 (гориз.) x 600 (верт.) пикселей
Координатная сетка	8 делений по вертикали и 10 делений по горизонтали с регулировкой яркости
Формат отображения	YТ, XY, режим самописца
Макс. скорость обновления сигналов	Более 1 000 000 осциллограмм в секунду
Послесвечение	Выключено, бесконечное послесвечение, регулируемое время послесвечения (от 100 мс до 60 с)
Градации яркости	64 уровня яркости

### Возможности подключения

Высокоскоростной порт USB 2.0 (хост)	Три высокоскоростных хост-порта USB 2.0, два на передней панели, один на задней. Поддерживают использование внешних запоминающих устройств, принтеров, клавиатуры и мыши.
Высокоскоростной порт USB 2.0 (клиент)	Один высокоскоростной клиент-порт USB 2.0 на задней панели. Соответствует стандарту USBTMC.
Порт LAN	Порт 10/100Base-T на задней панели. Поддерживает расширенную функцию LXI IPv6.
Дистанционное управление через Интернет	Интерфейс виртуальной системы VNC для удаленного управления прибором через основные веб-браузеры.
Выход видеосигнала	Выход SVGA на задней панели. Служит для подключения к осциллографу внешнего монитора или проектора.
Порт GPIB	Переходник GPIB-LAN N4865A (опция)
Вход/выход опорного сигнала 10 МГц	Разъем BNC на задней панели. Поддерживаемые режимы: Выключено, Включен выход опорного сигнала 10 МГц, Включен вход опорного сигнала 10 МГц.
Выход сигнала запуска	Разъем BNC на задней панели. Поддерживаемые режимы: запуск, маска, подача синхроимпульсов с канала 1 генератора сигналов и подача синхроимпульсов с канала 2 генератора сигналов.

### Встроенный двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen (типичные характеристики)

Выходы генератора	Два выхода (разъемы BNC на передней панели) Оба выхода генератора сигналов могут быть связаны либо по частоте, либо амплитуде, либо полностью <sup>1</sup> . Выходные сигналы генератора можно инвертировать для формирования дифференциальных сигналов.
Форма сигнала	Синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, постоянное смещение, шумоподобный, кардинальный синус (типа $\sin(x)/x$ ), положительный и отрицательный экспоненциальный перепад, кардиосигнал, гауссовский импульс и сигналы произвольной формы.
Модуляция	Модуляция доступна только для сигналов канала 1. Модуляция не применяется в режиме связывания каналов. Виды модуляции: амплитудная (АМ), частотная (ЧМ), частотная манипуляция (ЧМн). Сигналы несущей: синусоидальный, пилообразный, кардинальный синус, экспоненциальные перепады (положительный и отрицательный), кардиосигнал. Источник модуляции: внутренний (внешняя модуляция не поддерживается). АМ: Модулирующий сигнал: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный Частота модуляции: от 1 Гц до 20 кГц Глубина модуляции: от 0% до 100% ЧМ: Модулирующий сигнал: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный Частота модуляции: от 1 Гц до 20 кГц Минимальная частота несущей: 10 Гц Девияция: от 1 Гц до частоты несущей или до $(2e^{12}/\text{частота несущей})$ , меньшее из значений ЧМн: Модулирующий сигнал: прямоугольный, с коэффициентом заполнения 50% (скважность = 2) Частота манипуляции: от 1 Гц до 20 кГц Скачок по частоте: от двукратной частоты манипуляции до 10 МГц

1. Если каналы связаны по частоте или полностью, то могут быть использованы только следующие комбинации форм сигналов:

- синусоидальный, пилообразный, кардинальный синус, кардиосигнал и гауссовский импульс;
- прямоугольный и импульсный;
- положительный и отрицательный экспоненциальный перепад;
- сигналы произвольной формы.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

Встроенный двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen (типичные значения)		
Синусоидальный сигнал	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 20 МГц
	Неравномерность АЧХ	±0,5 дБ (относительно 1 кГц)
	Гармонические искажения	-40 дБн
	Негармонические искажения	-40 дБн
	Суммарный коэффициент гармоник	1%
	Отношение сигнал/шум (нагрузка 50 Ом, полоса частот 500 МГц)	40 дБ при уровне сигнала более 0,1 В (пик.) 30 дБ при уровне сигнала менее 0,1 В (пик.)
Прямоугольный / импульсный сигнал	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 20 МГц
	Коэффициент заполнения (скважность)	от 20% до 80% (от 1,25 до 5)
	Разрешение по коэффициенту заполнения	1% или 10 нс (большее из значений)
	Время нарастания/спада	19 нс (по уровню 10-90%)
	Выброс	менее 2%
	Асимметрия импульса (при постоянной составляющей 50%)	±(1%+5 нс)
Треугольный / пилообразный сигнал	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 200 кГц
	Нелинейность	1%
	Диапазон изменения симметрии	от 0 до 100%
	Разрешение по изменению симметрии	1%
Импульсный сигнал	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 10 МГц
	Длительность импульса	20 нс (минимум)
	Разрешение по длительности импульса	10 нс
	Длительность фронта	19 нс, фиксированная (не изменяется)
	Выброс	менее 2%
Шум	Ширина полосы частот	20 МГц
Кардинальный синус (sin(x)/x)	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 1,0 МГц
Сигнал с экспоненциальным фронтом/срезом	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 5,0 МГц
Кардиосигнал	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 200 кГц
Гауссовский импульс	Диапазон частот	от 0,1 Гц до 5,0 МГц
Сигнал произвольной формы	Длина сигнала	от 1 до 8 192 точек
	Разрешение по амплитуде	10 бит (включая бит знака) <sup>1</sup>
	Частота повторения	от 0,1 Гц до 12 МГц
	Частота дискретизации	100 Мвыб./с
	Полоса пропускания фильтра	20 МГц
Частота	Погрешность для синусоидальных и пилообразных сигналов	130·10 <sup>-6</sup> (частота менее 10 кГц) 50·10 <sup>-6</sup> (частота более 10 кГц)
	Погрешность для прямоугольных и импульсных сигналов	[50 + частота/200] · 10 <sup>-6</sup> (частота менее 25 кГц) 50·10 <sup>-6</sup> (частота не менее 25 кГц)
	Разрешение	0,1 Гц или 4 единицы младшего разряда (большее из значений)
Амплитуда	Нижняя граница диапазона	20 мВ (пик.), если величина смещения не более 0,5 В (пик.) на высокоомной нагрузке <sup>2</sup> 10 мВ (пик.), если величина смещения не более 0,5 В (пик.) на нагрузке 50 Ом <sup>2</sup>
	Верхняя граница диапазона	10 В (пик.) <sup>3</sup>
	Разрешение	100 мкВ или 3 единицы младшего разряда (большее из значений)
	Погрешность	1,5% (на частоте 1 кГц)

1. Полное разрешение на выходе не достижимо из-за дискретной работы внутреннего аттенюатора.

2. Для кардинального синуса, кардиосигнала и гауссовского импульса: ±1,25 В на высокоомной нагрузке и ±625 мВ на нагрузке 50 Ом.

3. Для кардинального синуса или кардиосигнала: 9 В (пик.) на высокоомной нагрузке и 5 В (пик.) на нагрузке 50 Ом; для гауссовского импульса: 7,5 В (пик.) на высокоомной нагрузке и 4,5 В (пик.) на нагрузке 50 Ом.



## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

<b>Dual channel WaveGen - built-in function/arbitrary waveform generator</b>			
Постоянное напряжение смещения	Диапазон	на высокоомной нагрузке	$\pm 5$ В, за исключением: $\pm 4$ В для синусоидального сигнала, $\pm 2,5$ В для кардинального синуса, кардиосигнала и гауссовского импульса
		на нагрузке 50 Ом	$\pm 2,5$ В, за исключением: $\pm 2$ В для синусоидального сигнала, $\pm 1,25$ В для кардинального синуса, кардиосигнала и гауссовского импульса
	Разрешение		250 мкВ или 3 единицы младшего разряда (большее из значений)
	Погрешность	в режиме генерации сигналов	$\pm(1,5\%$ от установленного значения смещения + 1% от амплитуды + 1 мВ)
в режиме генерации постоянного напряжения		$\pm(1,5\%$ от установленного значения смещения + 3 мВ)	
Основной выход	Импеданс		50 Ом (тип.)
	Развязка		Отсутствует, разъем BNC основного выхода заземлен
	Защита		При перегрузке выход автоматически отключается
Выход сигнала запуска			Выход сигнала запуска выведен на соответствующий разъем BNC

<b>Встроенный цифровой вольтметр (типичные характеристики)</b>	
Источник	Только аналоговые каналы (1-4)
Функции	Измерение напряжения постоянного/переменного тока (СКЗ), напряжения постоянного тока, частоты
Разрешение	Напряжение постоянного/переменного тока: 3 разряда
	Частота: 5½ разряда
Скорость измерений	100 измерений в секунду
Автоматический выбор диапазона	Автоматическая настройка вертикального усиления для максимального расширения динамического диапазона измерений
Представление результатов	Графическое представление результатов последних измерений и экстремальные значения величин за предыдущие 3 секунды

<b>Общие характеристики и условия эксплуатации</b>	
Потребляемая мощность	Максимум 120 Вт
Напряжение питания	100-120 В, 50/60/400 Гц; 100-240 В, 50/60 Гц
Условия окружающей среды	Температура от 0°C до +50°C, высота над уровнем моря 3 000 м (макс.) Максимальная относительная влажность (без конденсации): 95% при 40°C, линейное снижение до 50% при 50°C В диапазоне температур от 40°C до 50°C максимальное значение относительной влажности следует изотерме точки росы
Электромагнитная совместимость	Соответствует требованиям Директивы по ЭМС (2004/108/ЕС), соответствует или превосходит требования IEC 61326-1:2005/EN 61326-1:2006 Группа 1 Класс А
	CISPR 11/EN 55011
	IEC 61000-4-2/EN 61000-4-2
	IEC 61000-4-3/EN 61000-4-3
	IEC 61000-4-4/EN 61000-4-4
	IEC 61000-4-5/EN 61000-4-5
	IEC 61000-4-6/EN 61000-4-6
	IEC 61000-4-11/EN 61000-4-11
	Канада: ICES-001:2004
	Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS
Безопасность	ANSI/UL Std. No. 61010-1:2012; CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-12
	ANSI/UL Std. No. 61010-2-030:2012; CAN/CSA-C22.2 No. 61010-2-030-12
Устойчивость к вибрации	Соответствует МЭК 60068-2-6 и MIL-PRF-28800; класс 3, произвольный

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: технические характеристики осциллографов InfiniiVision 4000 X (продолжение)

### Общие характеристики и условия эксплуатации

Устойчивость к ударным нагрузкам	Соответствует МЭК 60068-2-27 и MIL-PRF-28800; класс 3, произвольный (при воздействии 30 г, полусинусоидальное воздействие, длительность 11 мс, 3 удара вдоль каждой из главных осей; всего 18 ударов)
Габаритные размеры	454 мм (ширина) x 275 мм (высота) x 156 мм (глубина)
Масса	6,3 кг (нетто); 11,4 кг (брутто)
Замок типа Kensington	Стандартное гнездо для подключения замка Kensington на задней панели

### Энергонезависимая память

Отображение опорных сигналов	Четыре сигнала во внутренней памяти или на внешнем накопителе USB
Форматы сохраняемых данных	Настройки (*.scr), 8- или 24-битные растровые изображения (*.bmp), 24-битные изображения формата PNG (*.png), данные, разделяемые запятой (*.csv), данные ASCII XY (*.csv), двоичные данные (*.bin), табличные данные (*.csv), данные опорного сигнала (*.h5), данные многоканального сигнала (*.h5), маска (*.mask), данные сигналов произвольной формы (*.csv), данные гармоник мощности (*.csv), качество сигналов шины USB (*.html и *.bmp)
Максимальный объем памяти USB-накопителя	Поддержка стандартных промышленных USB-накопителей
Число сохраняемых наборов настроек:	
без USB накопителя	10 (во внутренней памяти)
с USB накопителем	ограничено емкостью USB-накопителя

### Стандартная комплектация осциллографа

Калибровка	Калибровочный сертификат, межкалибровочный интервал 2 года
Пробники	Один пассивный пробник N2894A (700 МГц, 10:1) на каждый аналоговый канал 16-канальный логический пробник N2756A (входит в стандартную комплектацию всех моделей MSO и моделей с опцией DSOXPERFMSO)
Локализованный интерфейс	Локализованная накладка на переднюю панель, графический пользовательский интерфейс и встроенная справочная система на английском, китайском (упрощенном и традиционном), французском, немецком, итальянском, японском, корейском, португальском, русском и испанском языках
Кабель питания	Кабель питания (локализованный для данного региона)
Защита передней панели	Защитная крышка для передней панели
Документация	Компакт-диск с локализованной документацией, включающей руководство по эксплуатации, руководство по обслуживанию и руководство по программированию

Информация о процедурах калибровки MET/CAL от компании Cal Lab Solutions приведена на странице: <http://www.callabsolutions.com/products/Keysight/>.

## Рекомендуемая литература

Название публикации	Номер публикации
<i>Структура памяти осциллографа: Почему глубина памяти не всегда одинакова (Oscilloscope Memory Architectures - Why All Acquisition Memory is not Created Equal)</i> — Рекомендации по применению	5991-1024EN
<i>Запуск по редким аномалиям и сложным сигналам с использованием функции «запуска касанием» по выделенной зоне InfiniiScan (Triggering on Infrequent Anomalies and Complex Signals Using InfiniiScan Zone Trigger)</i> — Рекомендации по применению	5991-1107EN
<i>Измерение параметров импульсных источников питания (Switch Mode Power Supply Measurements)</i> — Рекомендации по применению	5991-1117EN
<i>Определение характеристик высокоскоростной шины USB 2.0 во встроенных системах (Characterizing Hi-Speed USB 2.0 Designs in Embedded Designs)</i> — Рекомендации по применению	5991-1148EN

# Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: Расширение полосы пропускания и добавление измерительных приложений с использованием файла лицензии



## Опции расширения полосы пропускания для моделей серии 4000 X

Модель	Описание	Тип
DSOX4B3T52U	от 350 МГц до 500 МГц, 2 канала	Только лицензия
DSOX4B3T54U	от 350 МГц до 500 МГц, 4 канала	Только лицензия

Модель	Описание
DSOX4EMBD	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных шин встраиваемых систем (I <sup>2</sup> C, SPI)
DSOX4COMP	Запуск по сигналам и декодирование данных компьютерных последовательных шин (RS232/UART)
DSOX4USBFL	Запуск по сигналам и декодирование данных высокоскоростной и низкоскоростной последовательных шин USB 2.0
DSOX4USBH <sup>1</sup>	Запуск по сигналам и декодирование данных высокоскоростной последовательной шины USB 2.0
DSOX4USBSQ	Анализ качества сигналов USB 2.0
DSOX4UPD	Запуск по сигналам и декодирование данных высокоскоростной последовательной шины USB PD
DSOX4AUTO	Запуск по сигналам и декодирование данных автомобильных последовательных шин (CAN/CAN-dbc/LIN)
DSOX4FLEX	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательной шины FlexRay
DSOX4CXPI	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательного протокола CXPI
DSOX4AUDIO	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательной шины аудиосистем (I <sup>2</sup> S)
DSOX4AERO	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных шин, используемых в аэрокосмической и оборонной отраслях (MIL-STD 1553 и ARINC 429)
DSOX4NRZ	Запуск по сигналам и декодирование данных последовательных протоколов с задаваемой пользователем кодировкой Manchester/NRZ
DSOX4WAVEGEN2	Двухканальный генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen с диапазоном частот 20 МГц
DSOX4PWR	Приложение для измерения и анализа параметров мощности источников питания
DSOX4FRA	Анализ частотных характеристик (FRA)
DSOX4MASK	Тестирование на соответствие маске
DSOX4VID	Расширенный пакет приложений для анализа видео и телевизионных сигналов
DSOXPERFMSO	Модернизация осциллографа серии 4000 X до осциллографа смешанных сигналов (логический пробник N2756A поставляется отдельно)
DSOX4NFC	Автоматизированное тестирование устройств с интерфейсом NFC и запуск по сигналам NFC

1. Опция DSOX4USBH доступна только для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц.

## Описание процесса

1	Закажите лицензию на расширение полосы пропускания или добавление измерительного приложения у торгового партнера компании Keysight.
2	Получите Сертификат на право использования лицензии в бумажном виде или в виде файла .pdf для каждого заказанного измерительного приложения. При заказе опции расширения полосы пропускания заказчик получит наклейку, на которой указаны новые характеристики.
3	Сертификат содержит инструкции и номер, который используется для генерации файла лицензии для конкретной модели осциллографа серии 4000 X с конкретным серийным номером.
4	Получите по электронной почте файл с лицензией и инструкциями по ее установке.
5	Скопируйте файл лицензии (с расширением .lic) на USB накопитель и следуйте инструкциям по установке приобретенного измерительного приложения или по расширению полосы пропускания осциллографа.
6	При приобретении лицензии на расширение полосы пропускания прикрепите полученные наклейки на переднюю и заднюю панель осциллографа. При этом номер модели и серийный номер прибора не меняются.

## Пересмотрите свой взгляд на осциллографы: Расширение полосы пропускания в ЦСМ Keysight

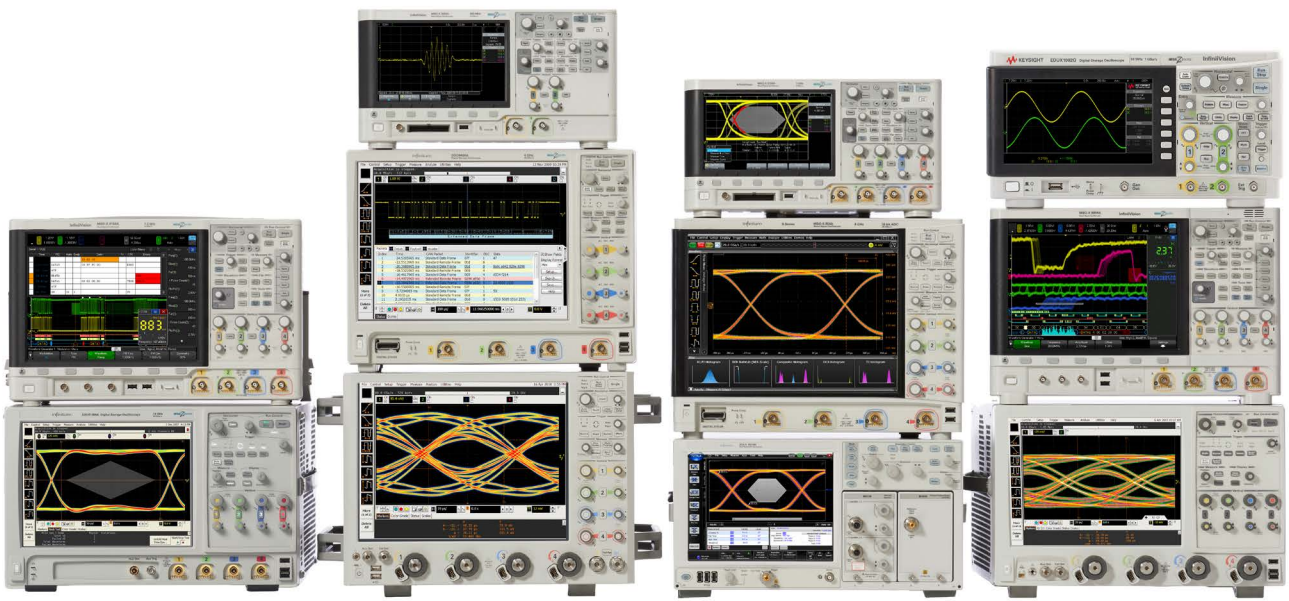


### Опции расширения полосы пропускания для моделей серии 4000 X

Модель	Описание	Тип
DSOX4B2T32U	от 200 МГц до 350 МГц, 2 канала	ЦСМ
DSOX4B2T34U	от 200 МГц до 350 МГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B5T104U	от 500 МГц до 1 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B1T154U	от 1 ГГц до 1,5 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B2T52U	от 200 МГц до 500 МГц, 2 канала	ЦСМ
DSOX4B2T54U	от 200 МГц до 500 МГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B2T104U	от 200 МГц до 1 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B2T154U	от 200 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B3T104U	от 350 МГц до 1 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B3T154U	от 350 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала	ЦСМ
DSOX4B5T154U	от 500 МГц до 1,5 ГГц, 4 канала	ЦСМ

### Описание процесса

- 1 Разместите заказ на расширение полосы пропускания осциллографа с возвратом в ЦСМ Keysight у торгового партнера компании Keysight. Стоимость услуг по установке опции, калибровке в ЦСМ и доставке прибора добавляется к стоимости опции расширения полосы пропускания.
- 2 Представитель Keysight согласовывает с заказчиком подробности процедуры установки опции и сроки ее выполнения в ЦСМ Keysight. Заказчик будет проинформирован о поступлении необходимых деталей в ЦСМ. До этого он может продолжать использовать свой осциллограф.
- 3 Отправьте прибор в ЦСМ в соответствии с полученными инструкциями.
- 4 ЦСМ Keysight возвращает заказчику модернизированный осциллограф с наклейками на передней и задней панели с новыми значениями полосы пропускания. При этом номер модели и серийный номер прибора не меняются.



## Keysight Oscilloscopes

Различное конструктивное исполнение | Верхняя граница полосы пропускания от 20 МГц до 90 ГГц и более  
Лучшие в отрасли характеристики | Высокопроизводительные приложения