



Новые линейки цифровых запоминающих осциллографов
высокого разрешения **HDO** (High Definition Oscilloscopes)
со встроенным логическим анализатором **MS** (Mixed Signal)

HDO4000-MS 200/ 350/ 500 МГц, 1 ГГц (2 и 4 канала)

HDO6000-MS 350/ 500 МГц, 1 ГГц (4 канала)



TELEDYNE LECROY
Everywhere you look™

В 16 раз лучше разрешение - в 16 раз ближе к идеалу!
16 логических каналов !

- Число реальных бит АЦП (уровней квантования) определяет разрешение цифрового осциллографа
- Более высокое разрешение ЦЗО означает, что он способен более детально отобразить сигнал и точнее выполнить измерения его параметров
- ***HDO-MS осциллографы высокого разрешения от LeCroy – это прорывные серии нового поколения, обеспечивают в 16 раз лучшее разрешение, чем традиционные 8 битные осциллографы***

Новая легенда от LeCroy **HDO4000-MS, HDO6000-MS**

АЦП по вертикали имеет 12 разрядов
(вместо 8-бит как у всех)



В 16 раз лучше !!!

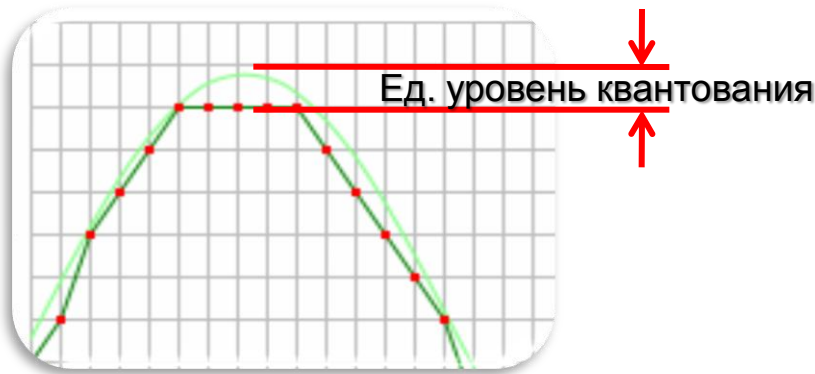
Как работает и что даёт высокое разрешение?



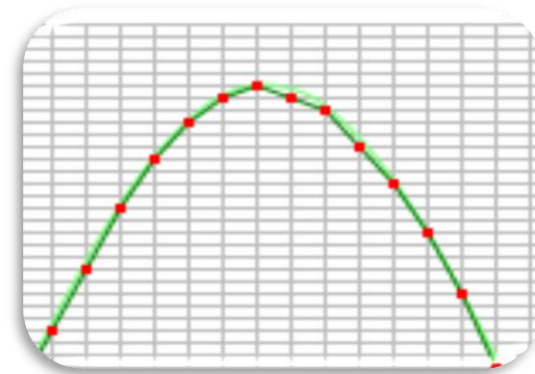
- Доступное число уровней квантования АЦП = 2^N

Число разрядов АЦП (N)	Число уровней квантования	Динамический диапазон
8	256	~48 дБ
12	4096	~72 дБ

- Общее кол-во уровней квантования с 12битн. АЦП - **в 16 раз больше !!!**



с низким 8-битным разрешением



с разрешением 12 бит

Шкала термометра представляет собой показательный пример квантования по различному числу уровней:

- На правой шкале градация через каждые 10° , на левой - шаг градуировки температуры составляет 1°
- Очевидно, что левая шкала имеет в 10 раз больше уровней квантования (разрешение по температуре), и тем самым обеспечивает более точные измерения.

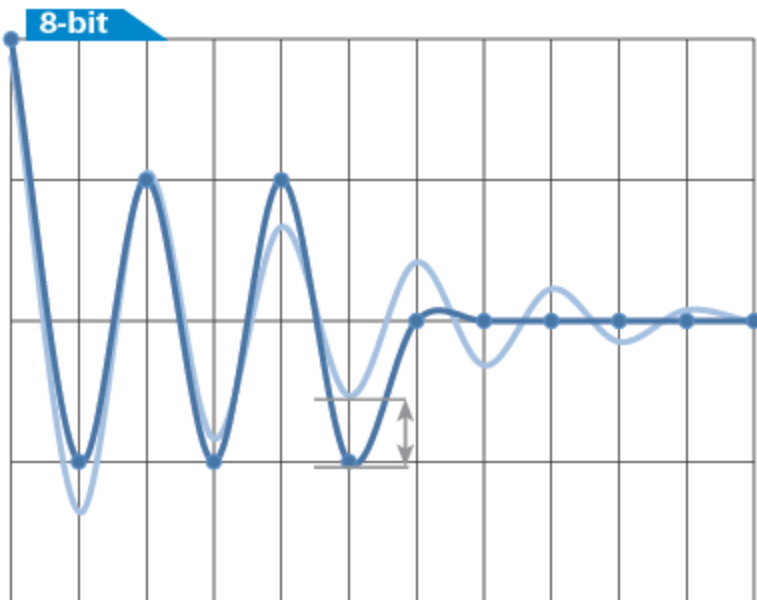


Справа :
значение температуры между -5° и $+5^\circ$, где то $\sim 0^\circ\text{C}$

(в области цифровых измерений с таким квантованием, значения температуры измерялись бы с шагом 5°C)

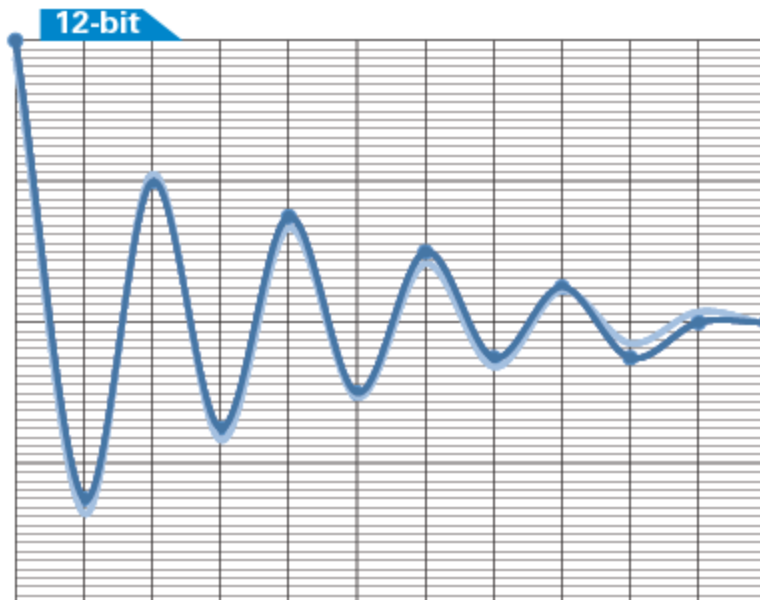
слева:
точные измерения
 $t = +1^\circ\text{C}$

АЦП 8 бит



Большая ошибка квантования

АЦП 12 бит



Минимальные искажения формы

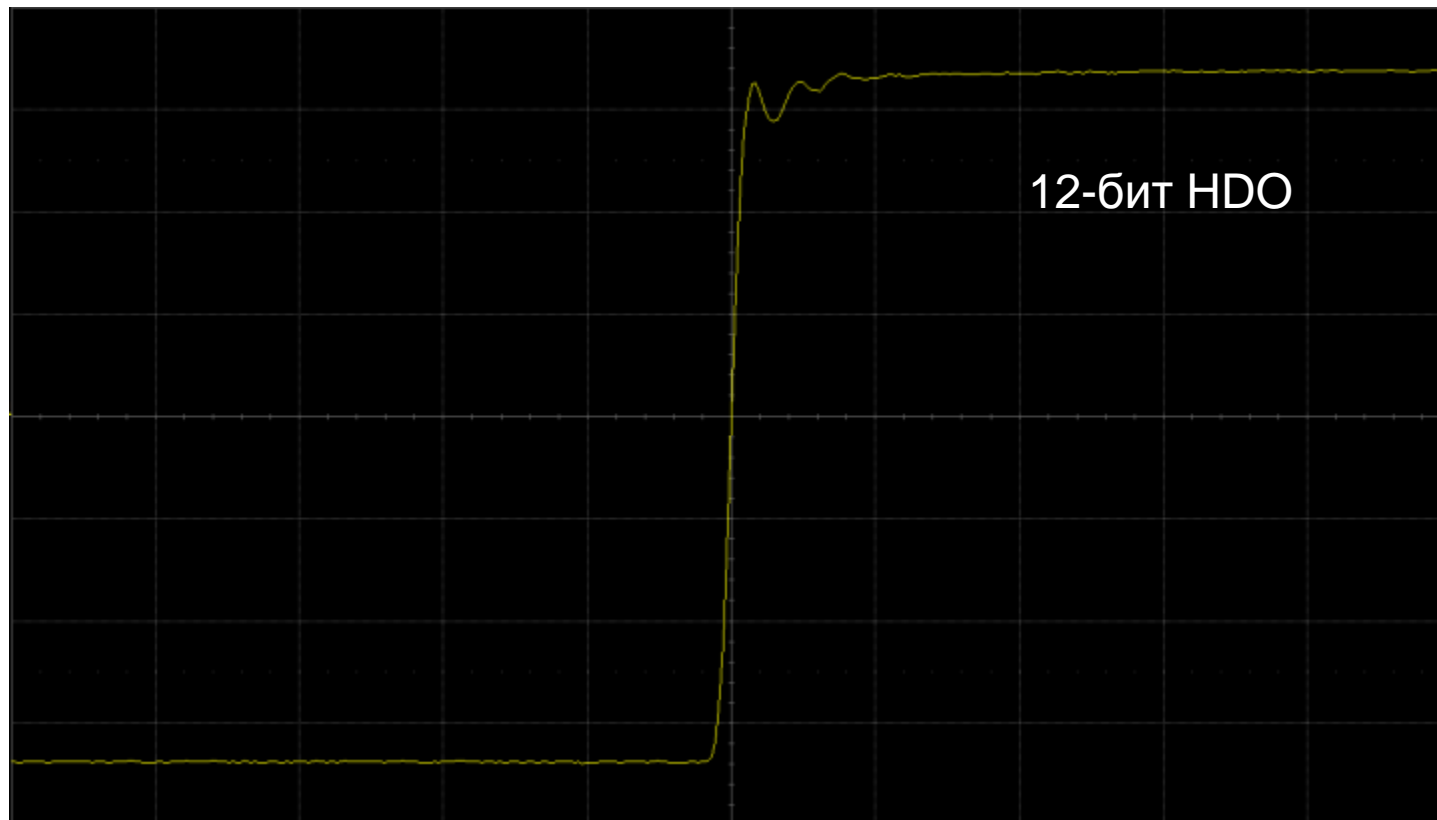
—
Сигнал с выхода
АЦП

—
Сигнал на входе
осциллографа

HDO6000/4000



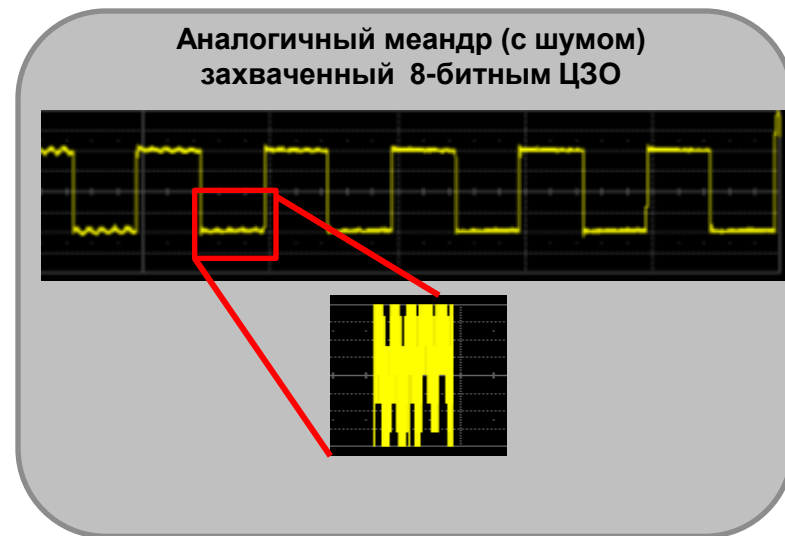
- HD4096 это сочетание
 - 12-битного АЦП с высокой частотой дискретизации
 - лучшее соотношение сигнал-шум на входе усилителя
 - применение системной архитектуры с низким уровнем собственного шума
- Разрешение **в 16 раз** больше, чем у других осциллографов на рынке СИ
- Захват, сбор данных и отображение входных сигналов с частотой **до 1 ГГц**
- Преимущества:
 - Большой дисплей
 - Чистые и точные формы сигналов
 - Больше деталей и нюансов на осциллограмме
 - Прецизионные измерения и анализ



- Благодаря высокому вертикальному разрешению 12 бит видны все особенности формы осциллограмм, детали сигнала не теряются в шумах, что обусловлено минимальной ошибкой квантования

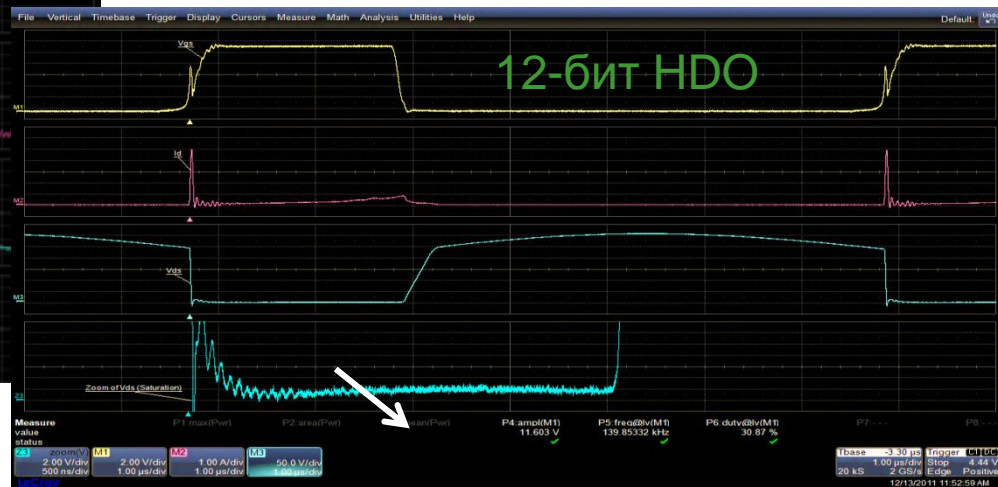
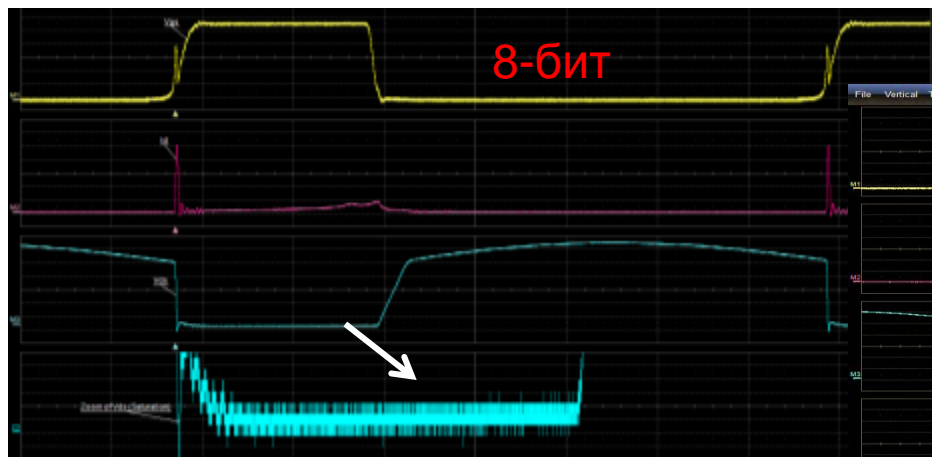


Пulseции ясно видны на фоне шума

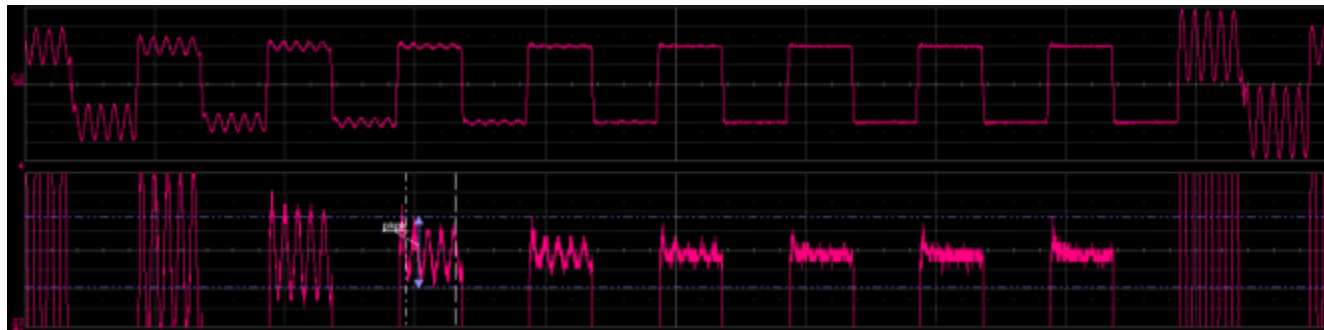


Пulseции скрыты в шуме

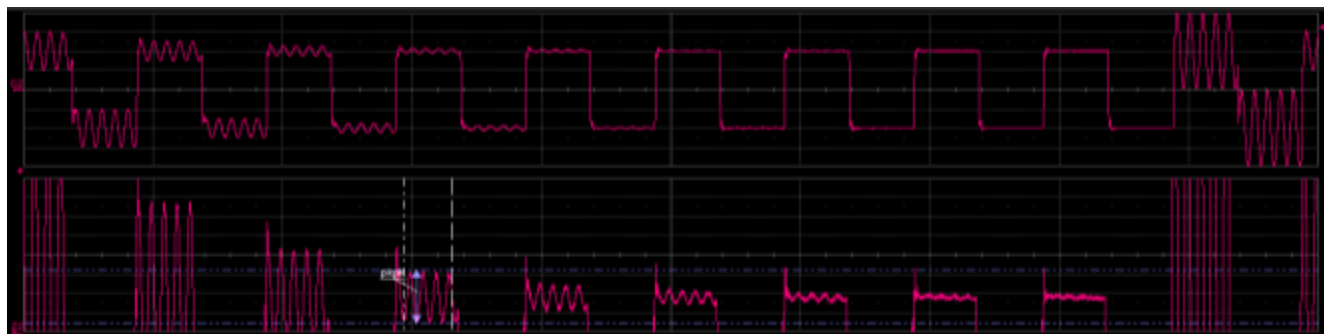
- Тест MOSFET, IGBT драйверов (силовых ИС и автомобильных приложений), сигналы систем управления электропитанием, а также устройств с использованием ШИМ-модуляции
- Задача: пользователю необходимо детально видеть форму напряжения насыщения (V_{DS})
- ЦЗО с АЦП 8-бит нечетко отображает форму напряжения насыщения, без необходимой детализации, шумы скрывают полезный сигнал (**слева**)



- 12-битный **HDO** отображает сигнал V_{DS} чётко, со всеми деталями формы (**справа**)



Осциллограф **8-бит**



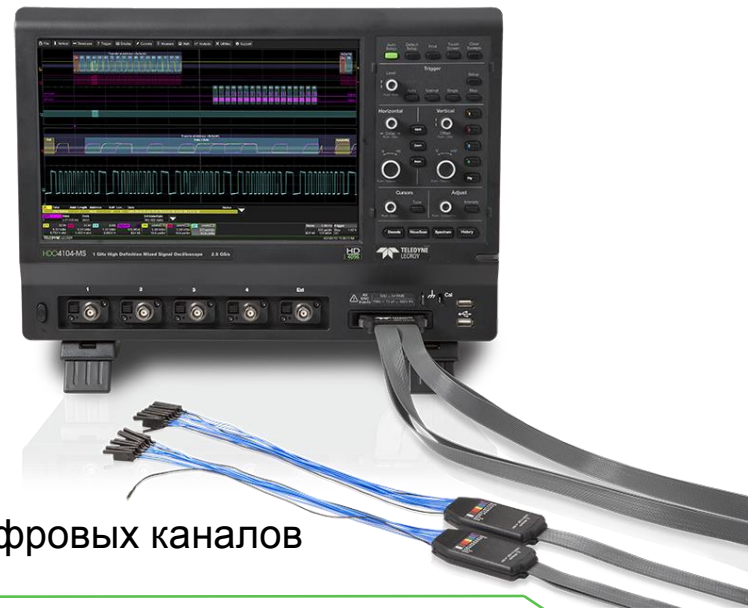
HDO-осциллограф, имеющий АЦП **12-бит**

- 12-битное АЦП обеспечивает более точные результаты измерений
- Измерения в 8-битных осциллографах включают большие шумы квантования
- 12-битный HDO, имеющий **в 16 раз** больше число уровней квантования - детальнее характеризует сигнал
- Результаты измерения напряжения Пик-Пик (за 4-е цикла колебаний) разных АЦП:
 - **8 бит = 165 мВ**
 - **12 бит = 134 мВ**

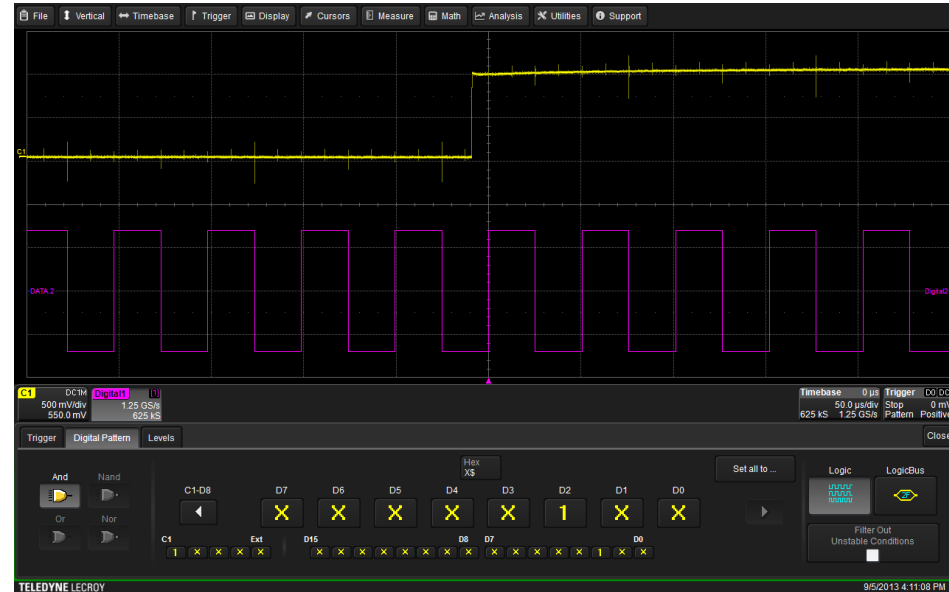


- Реализация технологии высокого разрешения HD4096 (применение 12-битного АЦП) выгодно отличает осциллографы **HDO** от других на рынке современных средств измерения
- На текущий момент свыше нескольких тысяч единиц осциллографов HDO отгружено потребителям
- Пользователи отмечают, что формы наблюдаемых сигналов стали более «чистые» и четкие, на осциллограммах отображается больше деталей и нюансов, значительно возросла точность измерений
- Основное пожелание от пользователей – добавить логический пробник и функцию анализа смешанных сигналов (**Mixed Signal**)

- Новинка предоставляет возможности анализа смешанных сигналов: обработка аналоговых сигналов с высоким разрешением + функции логического анализатора (**16 каналов**)
- Мощные ресурсы цифровой отладки:
 - Синхронизация аналоговых и цифровых сигналов по логическим шаблонам
 - Поиск и декодирование двоичных последовательностей
 - Измерение временных параметров двоичных последовательностей
 - Режим активного отображения
- Частота дискретизации **1,25 Гвыб/с**
- Максимальная частота входного сигнала **250 МГц**
- Длина памяти **50 МБ/канал**
- 2-ух шлейфовый пробник (16 pin-соединителей) для цифровых каналов

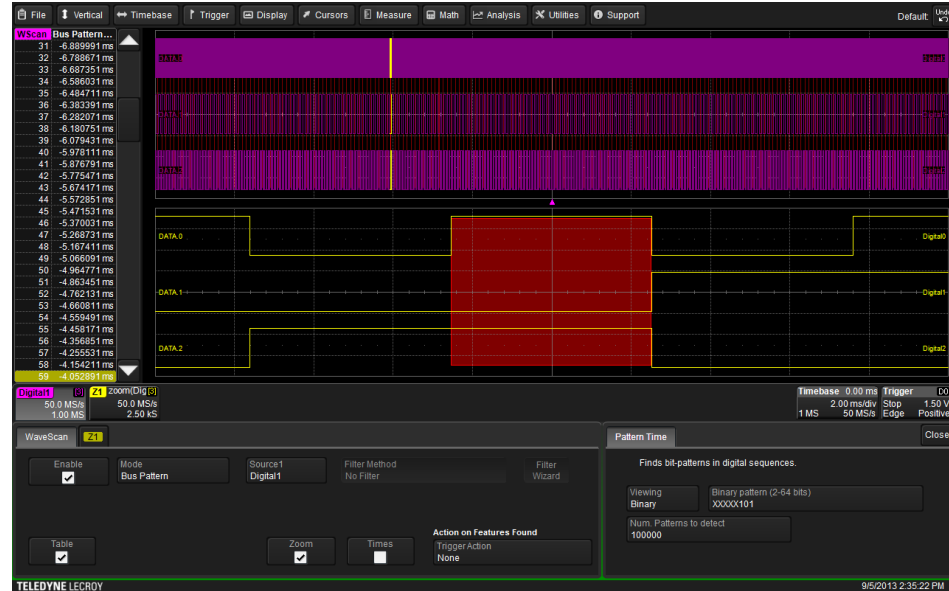


- Комплексный подход для локализации проблем путем синхронизации по заданным условиям (логический шаблон) аналоговых сигналов сигналами логического анализатора и наоборот
- Специальная схема синхронизации для поиска временных сдвигов двоичных последовательностей
- Результирующее отображение комбинации источников синхронизации внизу экрана



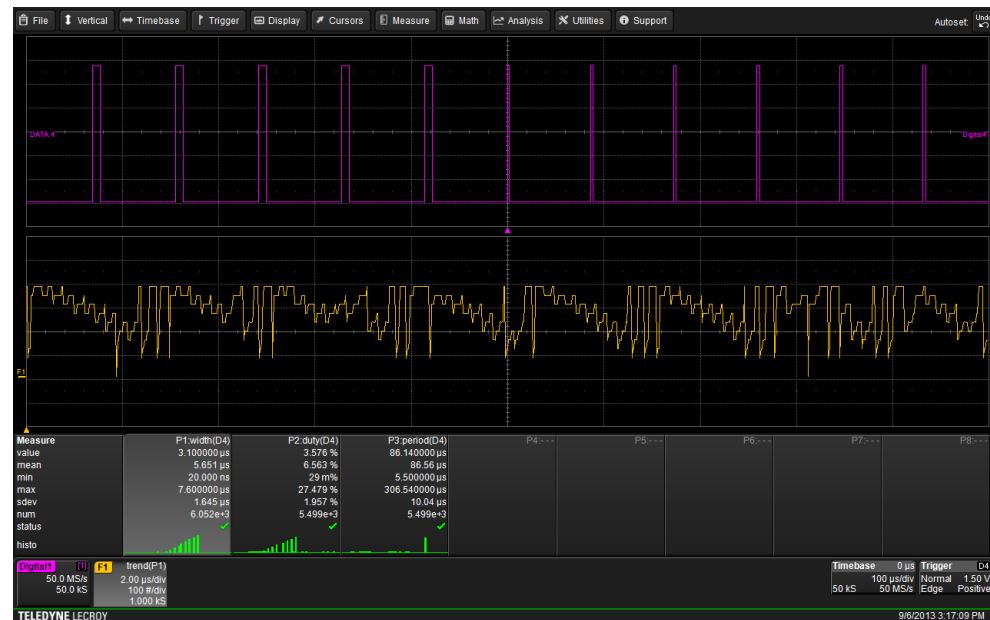
Режим синхронизации Digital Pattern

- Поиск заданной двоичной комбинации в параллельной шине
- Авто масштабирование области отображения обнаруженной двоичной комбинации
- Использование режима **WaveScan** для сканирования текущей последовательности данных и анализа обнаруженных комбинаций
- Функция оптимизирована для обнаружения временных сдвигов в искаженных двоичных комбинациях



Экран HDO-MS в режиме **WaveScan**

- Возможность использования всех функций измерения временных параметров в режиме логического анализатора
- Представление результатов измерения в виде:
 - ✓ статистики/**Statistics**,
 - ✓ обзорных гистограмм/**Histograms**
 - ✓ графиков/**Trends**
- Измерение скважности, задержки, частоты, периода и длительности импульсов



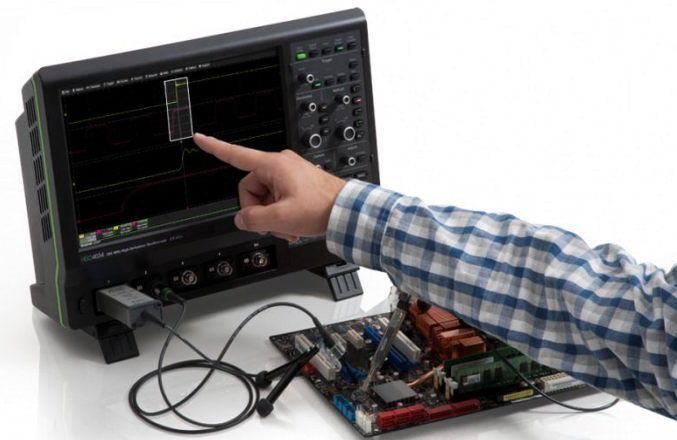
Измерение интервалов времени

- Мгновенное отображение состояния сигнала (1, 0 или переход) по каждому цифровому каналу
- Индикация цепей, подключенных неправильно (относительно источника сигнала либо земли)
- Стабильность изображения сохраняется и в случае отсутствия синхронизации аналоговым сигналом

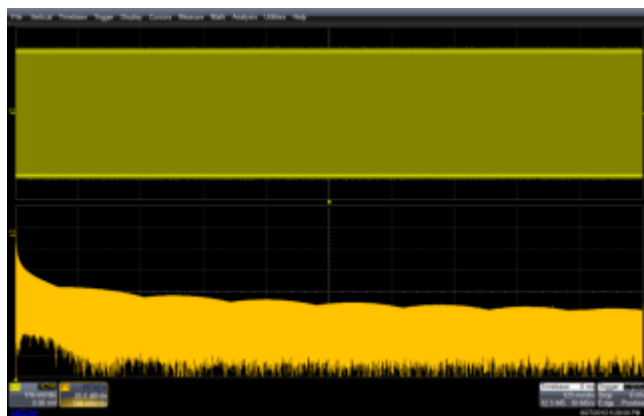
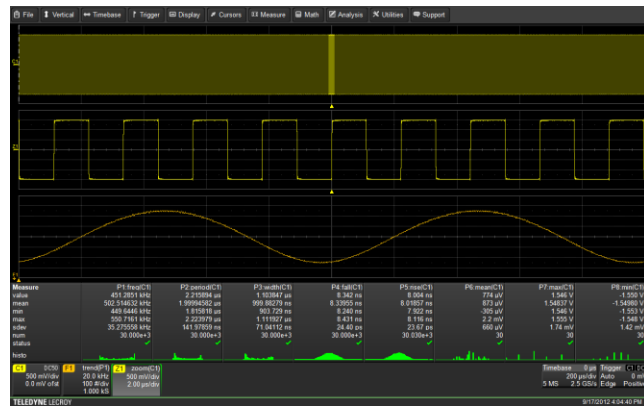


Индикация активных цифровых каналов

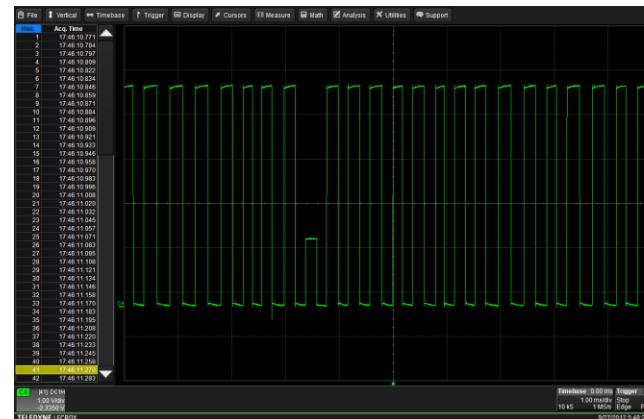
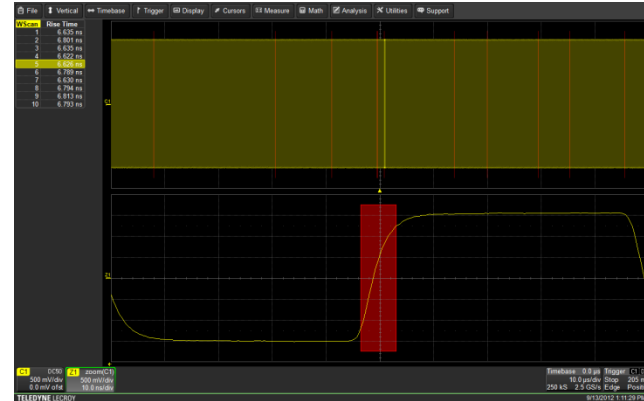
- осциллографы **HDO** и **HDO-MS** являются единственными типами ЦЗО в своем классе, которые оснащены сенсорным широкоформатным экраном
- Интуитивно понятный сенсорный интерфейс облегчает управление:
 - Настройка входных каналов (1/2; 1/2/3/4)
 - Меню синхронизации и запуска
 - Функции математики
 - Измеряемые параметры и пр.
- Высококонтрастный, сенсорный дисплей
 - Диагональ 30 см
 - Растяжка и уменьшение (multi-touch)
 - Панорамирование (листание и перетаскивание)
 - Жесты многозадачности (1, 2, 3 точки касания)
 - Стилус для удобства точных манипуляций
 - Активная TFT-матрица (WXGA, 1280 x 800)



- Технология **HD4096** обеспечивает точность измерений параметров, уменьшает погрешность результата, в т.ч. В режиме применения математических операций
- Различные математические функции обработки сигналов для анализа при отладке и поиске проблем:
 - Одновременное отображение на экране двух осциллограмм результатов математических преобразований
 - Результирующая форма поддерживает применение к сигналу последовательно 2-х операторов математики
- Большой набор измеряемых параметров для количественной оценки сигнала:
 - Одновременное отображение на дисплее результатов измерений **8 параметров**
 - Статистическая обработка данных: среднее значение, стандартное отклонение (СКО), мин, макс и количественная информация
- Оценочные гистограммы (Histicons) обеспечивают текущий контроль статистики по каждому измерению

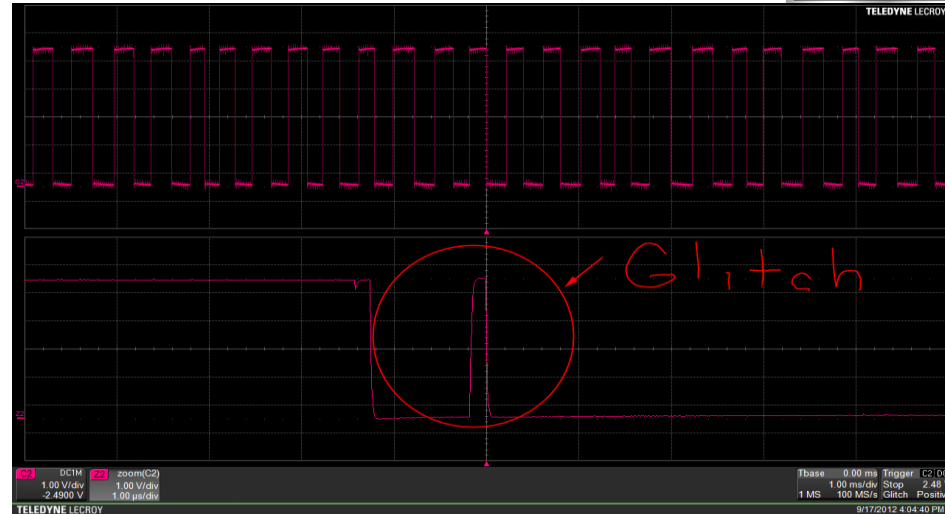


- **WaveScan** - расширенный поиск и обнаружение аномалий
 - автоматически анализирует осциллограммы для локализации рантов, глитчей или других аномалий сигнала
 - ведет поиск среди захваченных осциллограмм или сканирует «живые» входные сигналы на экране
 - осуществляет поиск заданных двоичных комбинаций в цифровых сигналах
- **History** (режим История) – по-кадровое воспроизведение сигнала из буфера
 - режим всегда активен
 - нажатием одной кнопки моментально отображается история всех сигналов из буферной памяти
 - возможна прокрутка назад во времени для локализации аномалий в сигнале



Функция «LabNotebook»

- Позволяет сохранить и задокументировать осциллограммы, значения параметров и изображения экрана – всё сразу!
- Аннотации к экранным изображениям с помощью сенсорного экрана
- Создание пользовательских отчетов и протоколов измерений для документального оформления результатов тестирования
- Функция **Flashback** позволяет мгновенно загрузить автоматически сохраненный профиль и вернуться к тому состоянию настроек, в котором прибор находился в момент сохранения конкретной осциллограммы из отчета (например, для воспроизведения опыта в другом месте)
 - В этом случае можно измерить и проанализировать осциллограмму, воспроизведенную из памяти, таким же способом, как если бы она была только что захвачена на экране

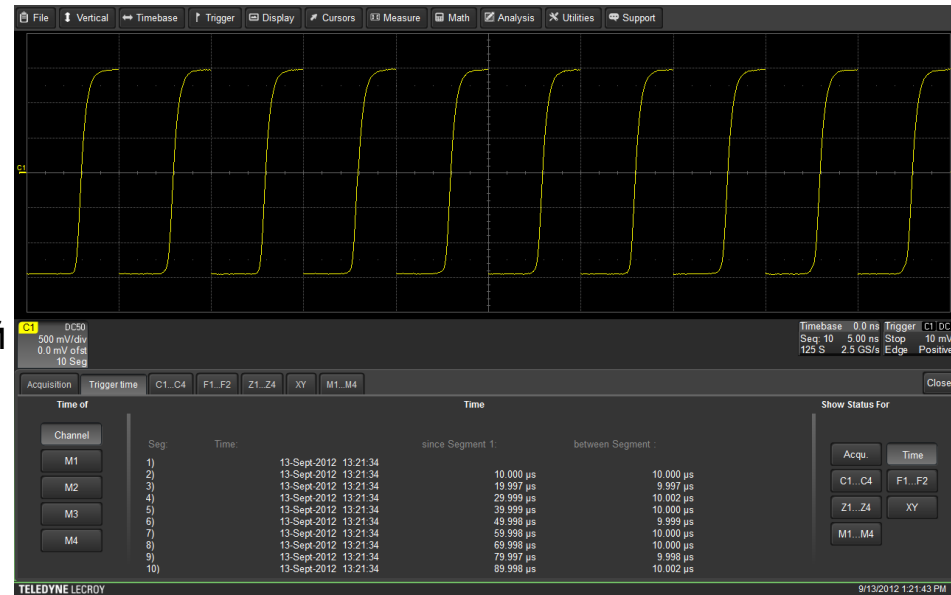


Скриншот экрана HDO-MS:
важные пометки и комментарии
прямо на осциллограмме – быстро и удобно

Режим сегментирования развертки (Sequence)

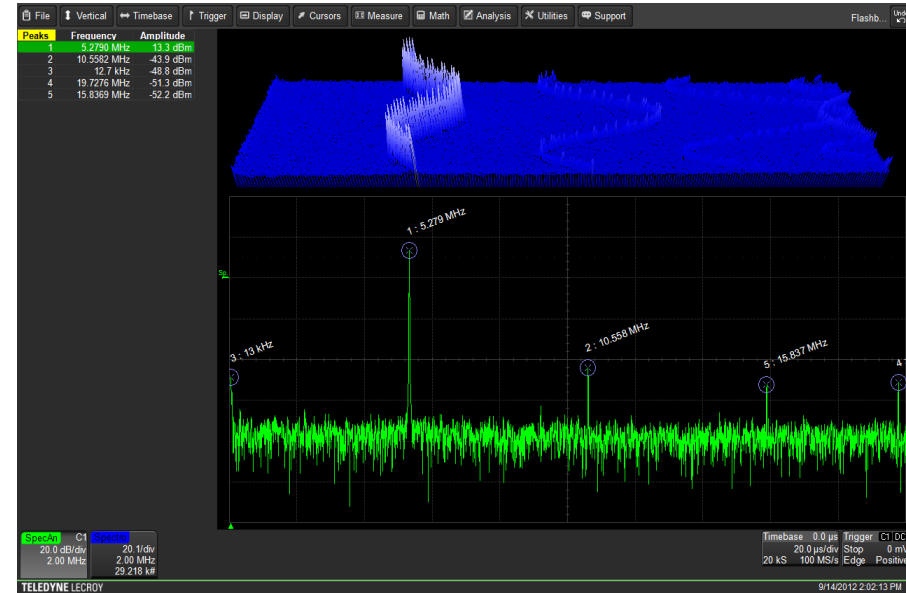


- Сегментированная развертка обеспечивает структурирование внутренней памяти на единичные сегменты - в виде сохраненных осциллограмм сигнала
- При сборе данных каждый сегмент будет захвачен и сохранён в памяти (при наступлении заранее обусловленных условий синхронизации и запуска)
- Это идеальное решение для регистрации множества импульсов в быстротечной последовательности или записи событий, разделенных большим промежутком времени.
- Все события синхронизации имеют привязку ко времени и доступны для визуального контроля пользователем.



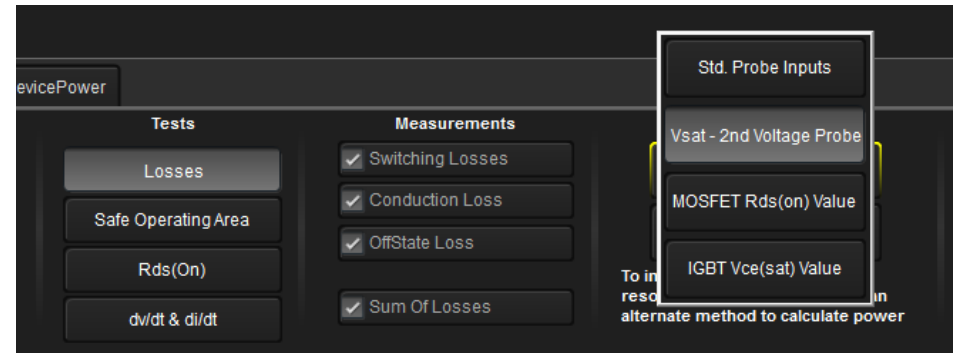
Сегментированный режим:
максимально до 65.000 сегментов
(в зав. от объема памяти, установленной в осциллографе)

- Пакет реализует стиль пользовательского интерфейса спектроанализатора с типичными элементами управления и настройками
 - Быстрый выбор центральной частоты, установка частотного диапазона (старт/ стоп) и полосы обзора (BW).
- Функция «**Автопоиск пиков**» спектральных компонентов с индикацией различных типов маркеров (20 маркеров - 10 пар) для амплитудно-частотных измерений
- Интерактивная сводная таблица для быстрой навигации между различными пиками и выводом результатов маркерных измерений
- режим «**Спектрограмма**» для отображения истории частотного домена во времени в формате 2D/ 3D.



В верхней части экрана:
визуализация истории частотного домена
в формате **3D** (реж. «Спектрограмма»)

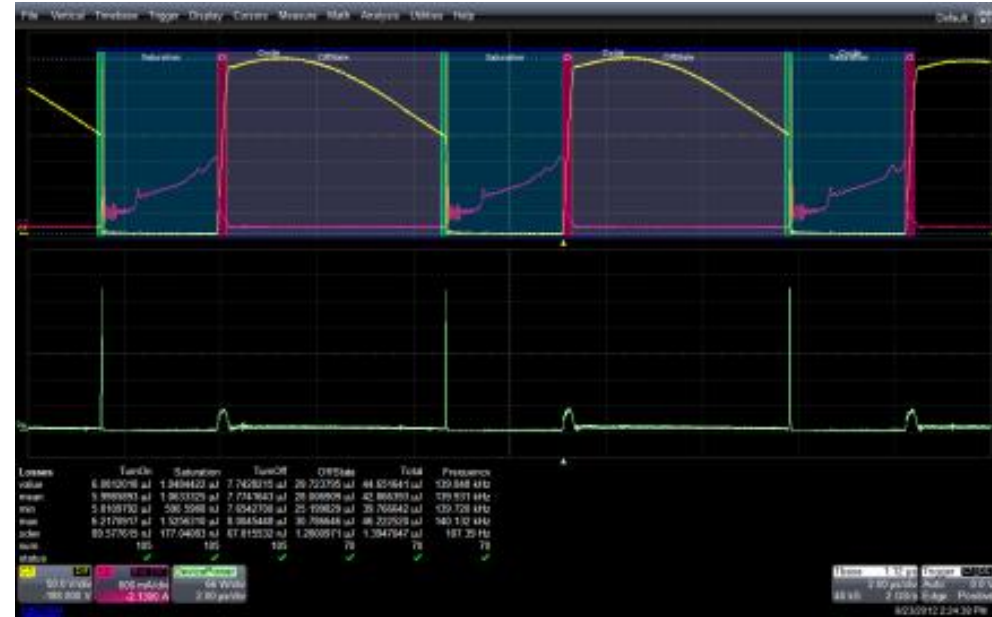
- Измерение и анализ эксплуатационных характеристик устройств преобразования напряжения и цепей с переключением электропитания
- Оптимизированный пользовательский интерфейс для управления настройками меню на различных этапах анализа
- Режимы оперативного контроля и управления:
 - Измерение устройств с переключением напряжения, с ШИМ и другими типами модуляции
 - Контроль цепей обратной связи и анализ сигналов во временной области
 - Анализ гармоник напряжения сетевого питания (тест на соответствие)



Программный пакет анализа мощности (Power Analysis)



- Автоматическое обнаружение и измерение времени включения, выключения и расчет потерь мощности (рассеяние на проводимость R_{ds})
- Идентификации потерь мощности на форме огибающей мощности с цветоразностным выделением сигналов наложения



	HDO4022-MS	HDO4024-MS	HDO4032-MS	HDO4034-MS	HDO4054-MS	HDO4104-MS
Полоса пропускания	200 МГц	200 МГц	350 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Число вх. каналов (аналоговые)	2	4	2	4	4	4
Частота дискр-и (по всем кан.)	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с
Частота дискр-и (макс.)	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с
Память (на канал)	12.5 МБ/канал	12.5 МБ/канал	12.5 МБ/канал	12.5 МБ/канал	12.5 МБ/канал	12.5 МБ/канал
Память (макс.) с опц. L – при объедин.	50 МБ	50 МБ	50 МБ	50 МБ	50 МБ	50 МБ
Дисплей (сенсорный)	30 см	30 см	30 см	30 см	30 см	30 см
Число вх. каналов (цифровые)	16	16	16	16	16	16
Частота дискр-и в циф. кан.	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с
Длительность вх. импульса (мин.)	2 нс	2 нс	2 нс	2 нс	2 нс	2 нс
Частота вх. сигнала (макс.)	250 МГц	250 МГц	250 МГц	250 МГц	250 МГц	250 МГц

	HDO6034-MS	HDO6054-MS	HDO6104-MS
Полоса пропускания	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Число вх. каналов (аналоговые)	4	4	4
Частота дискретизации (по всем каналам)	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с	2.5 Гвыб/с
Память (на канал)	50 МБ /кан	50 МБ /кан	50 МБ /кан
Максимальная память (опционально)	250 МБ /кан	250 МБ /кан	250 МБ /кан
Дисплей (сенсорный)	30 см	30 см	30 см
Число цифровых каналов	16	16	16
Частота дискретизации в циф. каналах	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с	1.25 Гвыб/с
Минимальная длительность импульса	2 нс	2 нс	2 нс
Максимальная частота вх. сигнала по шине	250 МГц	250 МГц	250 МГц

■ Серия HDO4000-MS:

- Полоса пропускания 200 МГц – 1 ГГц
- Разрешение АЦП 12 бит
- Дискретизация 2.5 Гвыб/с, память 12.5 МБ/кан с расширением до 50 МБ
- Сенсорный дисплей, диагональ 30 см
- Анализатор спектра (опция)
- Логический анализатор
 - 16 каналов
 - Дискретизация 1.25 Гвыб/с
 - Макс. память **50 МБ/кан**
 - Поиск заданных двоичных комбинаций в параллельной шине
 - Перекрестная синхронизация между аналоговыми и цифровыми входами
 - Режим активного отображения
 - Измерение временных параметров двоичных последовательностей
- Процессор 1.6 ГГц Celeron, ОЗУ 4 ГБ

■ Серия HDO6000-MS :

- Полоса пропускания 350 МГц – 1 ГГц
- Разрешение АЦП 12 бит
- Дискретизация 2.5 Гвыб/с, **память 50 МБ/кан с расширением до 250 МБ**
- Сенсорный дисплей, диагональ 30 см
- Анализатор спектра (**стандарт**)
- Логический анализатор
 - 16 каналов
 - Дискретизация 1.25 Гвыб/с
 - Макс. память **125 МБ/кан**
 - Поиск заданных двоичных комбинаций в параллельной шине
 - Перекрестная синхронизация между аналоговыми и цифровыми входами
 - Режим активного отображения
 - Измерение временных параметров двоичных последовательностей
 - **Эмуляция логического затвора**
- Процессор 2.5 ГГц i5, ОЗУ 8 ГБ (в случае расширения памяти ОЗУ 16 ГБ)

Сравнение функций HDO4000-MS и HDO6000-MS



	HDO4000-MS	HDO6000-MS
Отображение осциллограмм математики	2	8
Число отображаемых параметров	8 (одновременно) в виде статистики, графиков, оценочных гистограмм (histicons)	8 (одновременно) в виде статистики, графиков, оценочных гистограмм (histicons), трэков, гистограмм
Стандартные инструменты	Регистрация и анализ аномалий (WaveScan), документирование и отчеты (LabNotebook), сегментирование развертки (Sequence), история (History)	WaveScan, LabNotebook, Sequence, History, анализ спектра (Spectrum), регистрация редких событий (TriggerScan)
Логический анализатор	Синхронизация по логическим шаблонам, измерение временных параметров двоичных последовательностей, поиск двоичных комбинаций в параллельной шине, режим активного отображения	Синхронизация по логическим шаблонам, измерение временных параметров двоичных последовательностей, поиск двоичных комбинаций в параллельной шине, режим активного отображения, эмуляция логического затвора
Опциональные пакеты и режимы	Анализ спектра (Spectrum), анализ мощности (Power), декодирование последовательных данных (Serial Trigger and Decode)	Power, Serial Trigger and Decode, анализ джиттера (JitKit), анализ глазковых диаграмм (Serial Data Mask), продвинутый пользователь (Advanced Customization), анализ сигналов ЭМС (EMC), цифровые фильтры (Digital Filtering)

- АЦП с вертикальным разрешением **12 бит**, с увеличением до 15 бит в режиме эквивалентной дискретизации
- Полосы пропускания **200, 350, 500 МГц, 1 ГГц**
- Длинная память: опционально до **50 МБ/кан / 250 МБ/кан**
- Большой сенсорный дисплей 30 см (Touch-Screen)
- Режим **WaveScan** – мощный инструмент поиска и локализации проблем при отладке
- Функция **LabNotebook** – документирования и формирования отчетов измерений
- Режим **History** – воспроизведение сохраненных осциллограмм из памяти (просмотр истории сигнала)
- Режим анализатора спектра/**Spectrum Analyzer**
- Пакет ПО для анализа мощности/**Power Analysis**
- Синхронизация и декодирование сигналов последовательной шины/**Serial Data** (широкий перечень опциональных протоколов)



- Синхронизация и декодирование сигналов последовательной шины/**Serial Data** (широкий перечень опциональных протоколов)
- 16-канальный логический анализатор с частотой дискр. 1.25 Гвыб/с
 - Длина записи 50 МБ/кан
 - Синхронизация по логическим шаблонам
 - Поиск и декодирование двоичных комбинаций в шине
 - Измерение временных параметров двоичных последовательностей
 - Режим активного отображения



HDO4000-MS 200/ 350/ 500 МГц, 1 ГГц (2 и 4 канала)

HDO6000-MS 350/ 500 МГц, 1 ГГц (4 канала)



Новая серия осциллографов смешанных сигналов MS (Mixed Signal) высокого разрешения HDO (High Definition Oscilloscopes)

В 16 раз лучше разрешение! В 16 раз ближе к идеалу!



TELEDYNE LECROY
Everywhereyoulook™