

# WavePro HD

Выход на рынок: май 2018 г.

**КОТЕЛЬНИК Олег**

Зам. директора по развитию АО «ПриСТ»

[kotelnik@prist.ru](mailto:kotelnik@prist.ru)



**TELEDYNE LECROY**  
Everywhere you look™

**«ПриСТ»**

+7(495) 777-55-91 Москва

+7(812) 677-75-08 Санкт-Петербург

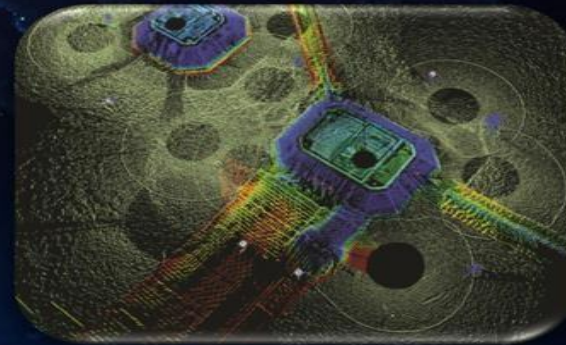
+7(343) 317-39-99 Екатеринбург

[www.prist.ru](http://www.prist.ru)

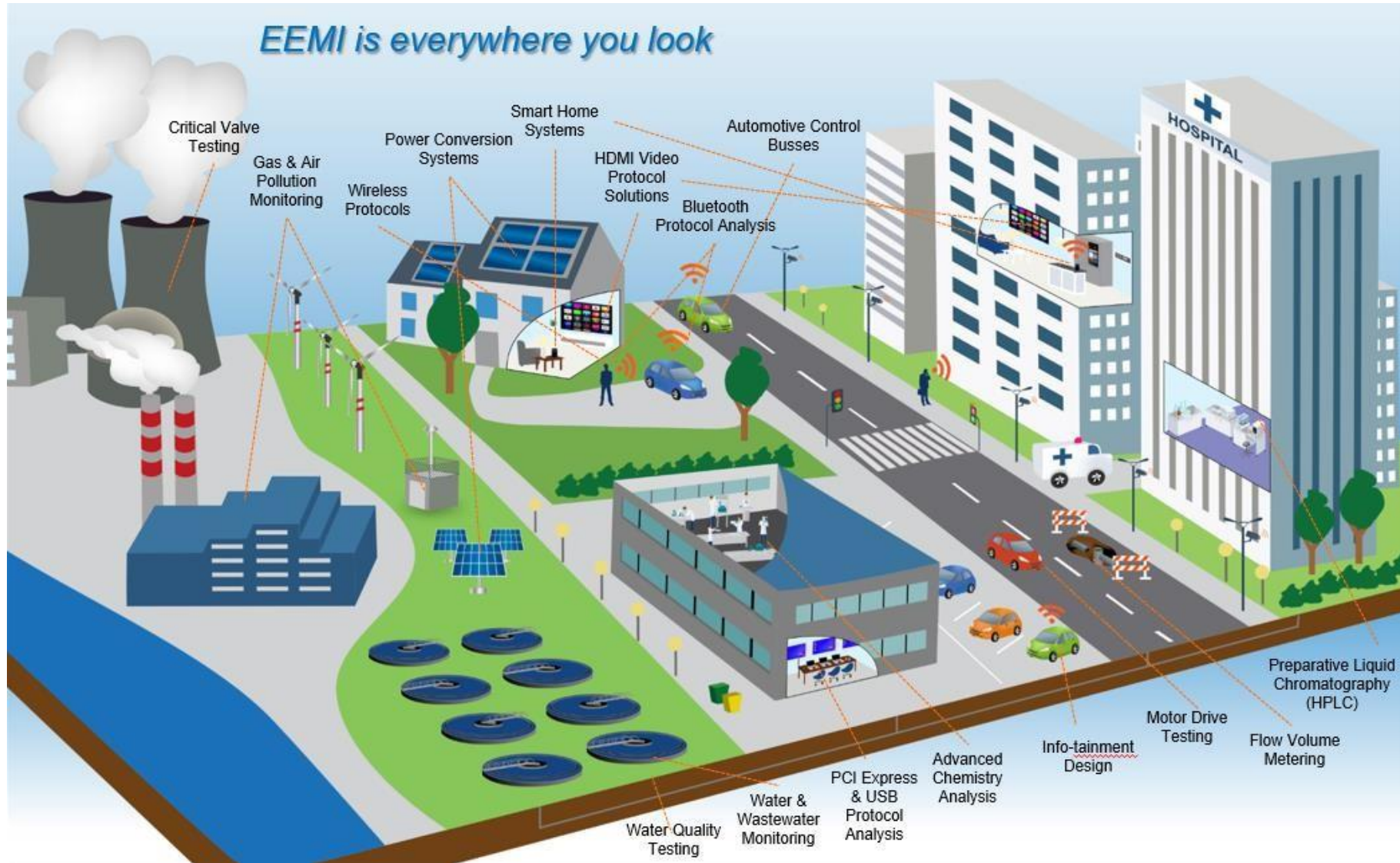


**TELEDYNE  
TECHNOLOGIES**  
Everywhere you look™

Технологии Teledyne:  
*Из глубин океана в глубокий космос*



# Экология и Электронные Измерительные Приборы (ЕЕМІ)



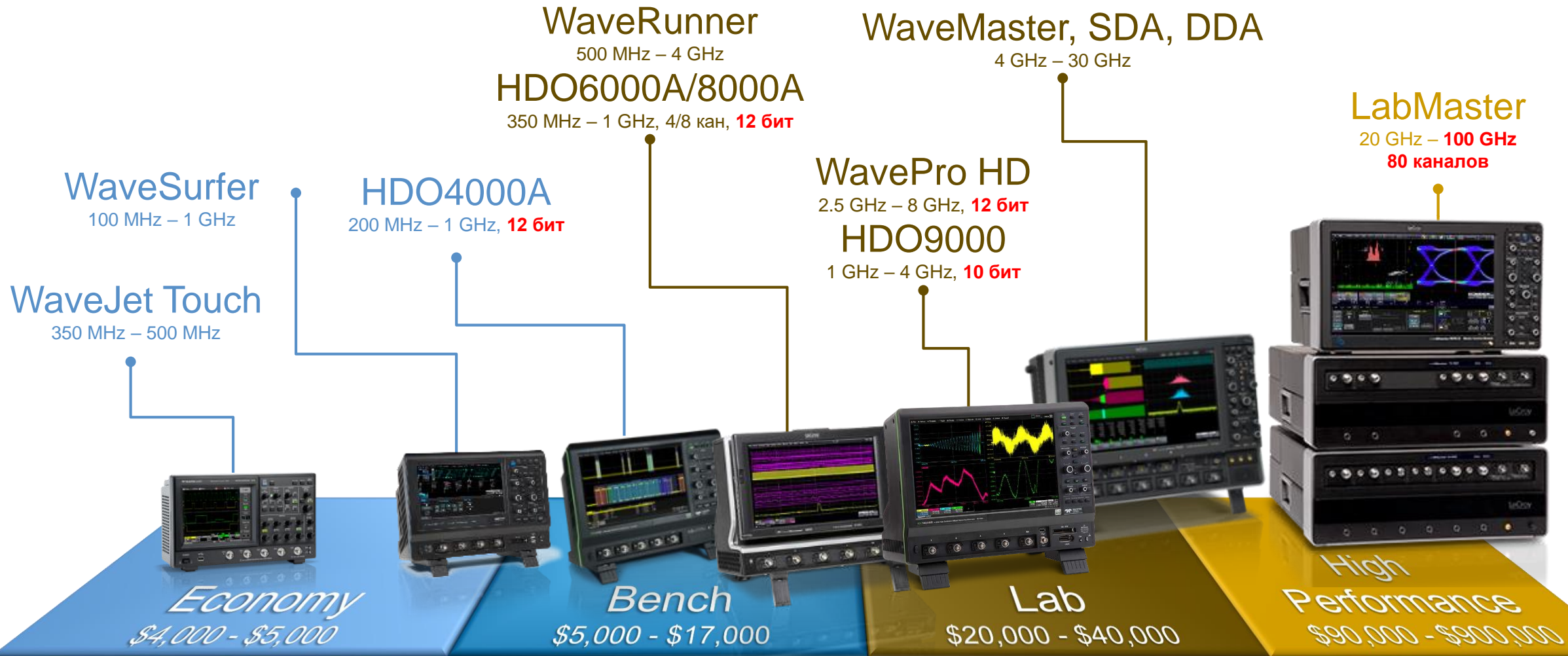
# Продукция Teledyne LeCroy



- Цифровые осциллографы, анализаторы SDA, DDA
  - ПП до **100 ГГц**
  - АЦП **12 бит**
  - до **80 каналов**
- Логические анализаторы LogicStudio
- Генераторы ArbStudio
- Анализаторы протоколов *DDR, PCI Express, Fibre Channel, Serial ATA, SAS, USB и пр.*
- Анализаторы оптических модуляций *все форматы PSK и QAM, до 120 Гбод*
- Пакеты ПО для анализа последовательных данных *маски, джиттер, глазковые диаграммы, S-параметры и др.*



# Модельный ряд: осциллографы, SDA, DDA



# Спецификация: осциллографы, SDA, DDA



	Серия	Полосы пропускания	Макс память (стд-опц)	Макс F дискр.	Разрядность АЦП
	WaveJet Touch R	350 – 500 МГц	5 Мвыб	2 Гвыб/с	8-bit
	WaveSurfer 3000zR WaveSurfer 510R	100 МГц – 1 ГГц 1 ГГц	20 Мвыб 32 Мвыб	4 Гвыб/с 10 Гвыб/с	8-bit
	HDO4000AR(-MS)	200 МГц – 1 ГГц	25 – 50 Мвыб	10 Гвыб/с	<b>12-bit</b>
	WaveRunner8000R(-MS) WaveRunner8000R-R	500 МГц – 4 ГГц 1 – 4 ГГц	128 Мвыб	40 Гвыб/с	8-bit
	HDO6000AR(-MS) HDO8000AR, MDA800AR	350 МГц – 1 ГГц	50–250 Мвыб	10 Гвыб/с	<b>12-bit</b>
	HDO9000R(-MS)	1 – 4 ГГц	128 Мвыб	40 Гвыб/с	<b>10-bit</b>
	WavePro HDR(-MS)	2.5 – 8 ГГц	100 Мвыб – 5 Гвыб	20 Гвыб/с	<b>12-bit</b>
	WaveMaster / SDA / DDA 8 Zi-B-R	4 – 30 ГГц	64–512 Мвыб	80 Гвыб/с	8-bit
	LabMaster 10 Zi-A-R	20 – <b>100 ГГц</b>	96 Мвыб – 1.5 Гвыб	240 Гвыб/с	8-bit

# NEW WavePro HD oscilloscopes



**TELEDYNE LECROY**  
Everywhereyoulook™

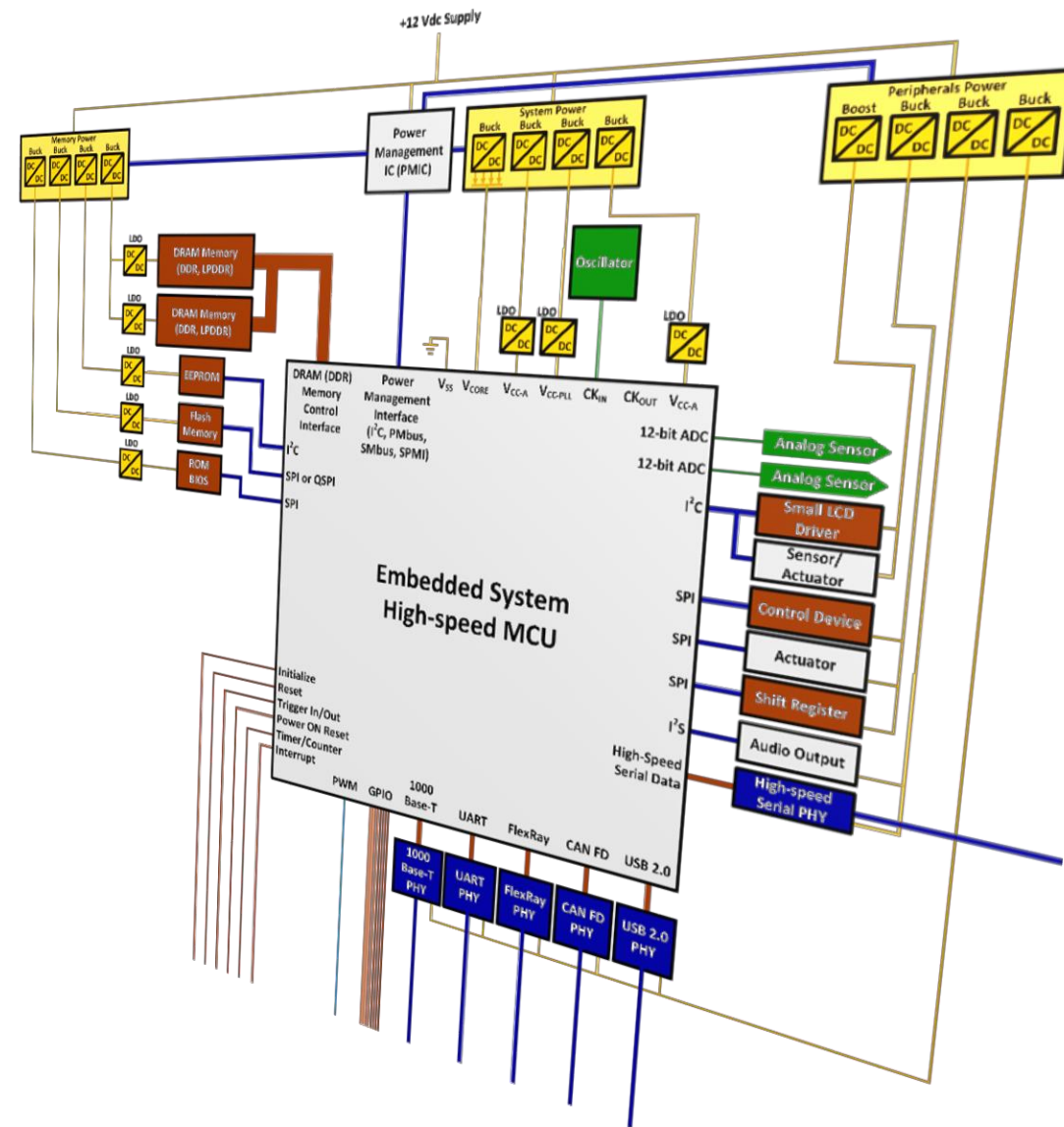
# Тенденции рынка 2018

## ■ Приоритеты электронного рынка сегодня:

- Мобильные и карманные устройства
- Высокоскоростные и высокоинтегрированные вычислительные системы

## ■ Общие характеристики:

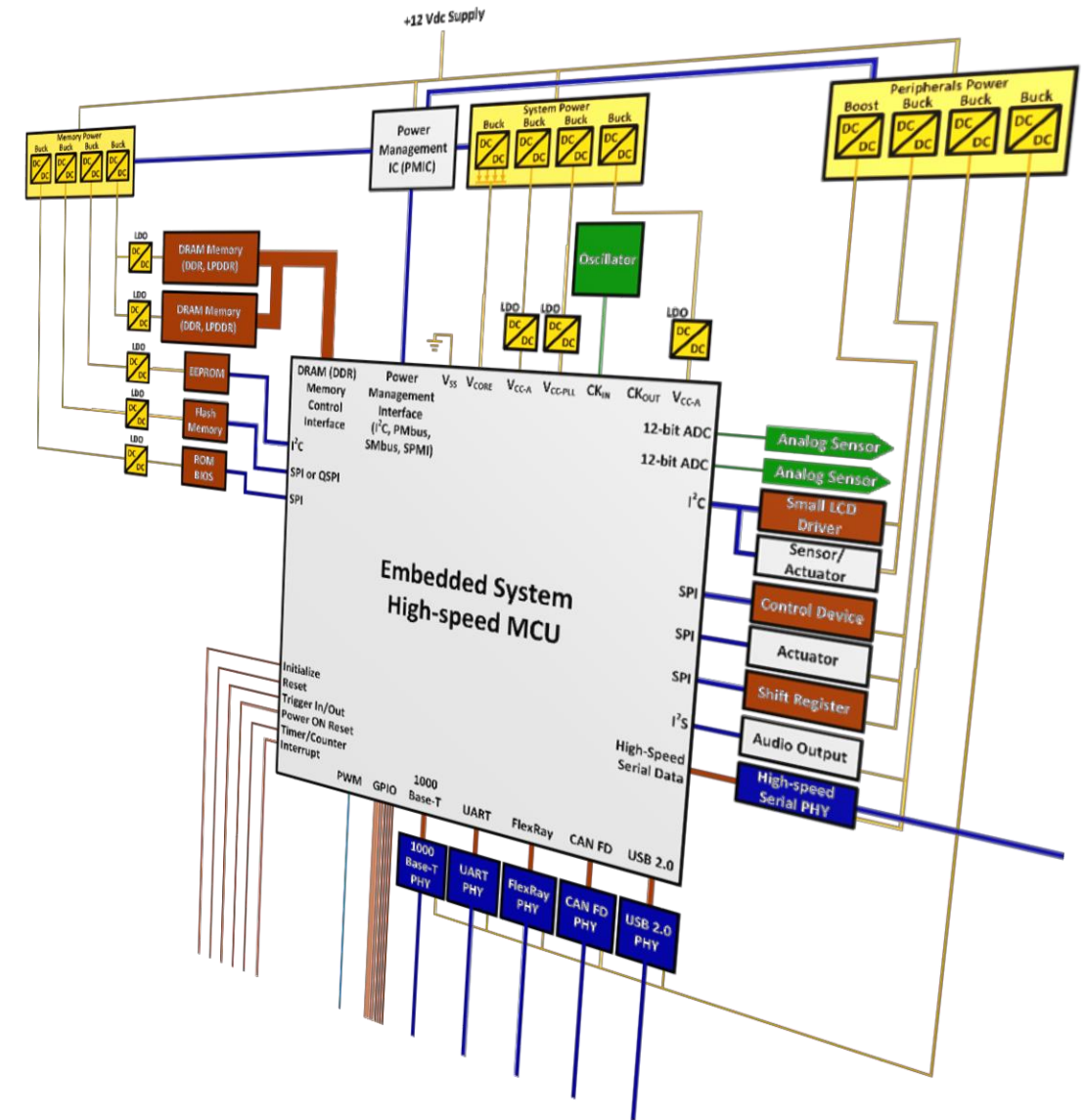
- Датчики с аналоговыми входами
- Чувствительные системы распределения питания
- Высокоскоростные CPU и последовательные интерфейсы





# Требования рынка 2018

- Комплексная отладка таких систем требует наличия осциллографа с:
  - Высоким разрешением и малыми шумами
  - Широкой полосой пропускания аналоговых сигналов
  - Максимально длинным временем захвата
  - Полным пакетом средств программного анализа



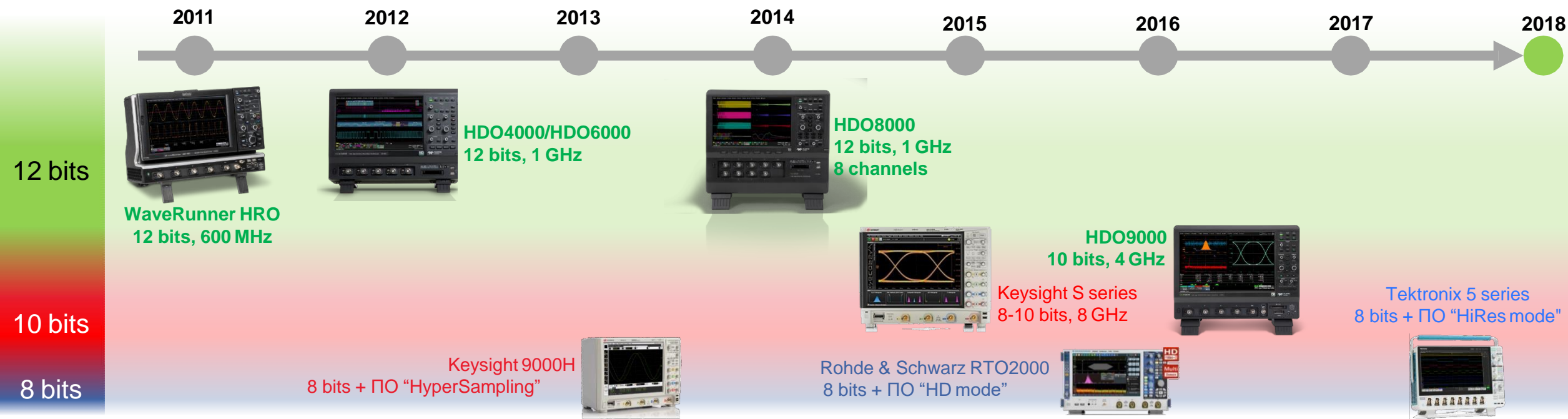
# Teledyne LeCroy – лидер в осциллографии высокой четкости

## Teledyne LeCroy лидирует

- **2011**: первый в отрасли осциллограф с АЦП 12 бит
- **2012**: принципиально новое семейство HDO: 12 бит в полосе до 1 ГГц
- **2014**: 12 бит, 1 ГГц, 8 аналоговых каналов
- **2016**: 10 бит, 4 ГГц

## Конкуренты отстают

- Предлагаются решения с меньшим разрешением
- Программные решения с серьезными компромиссами в производительности



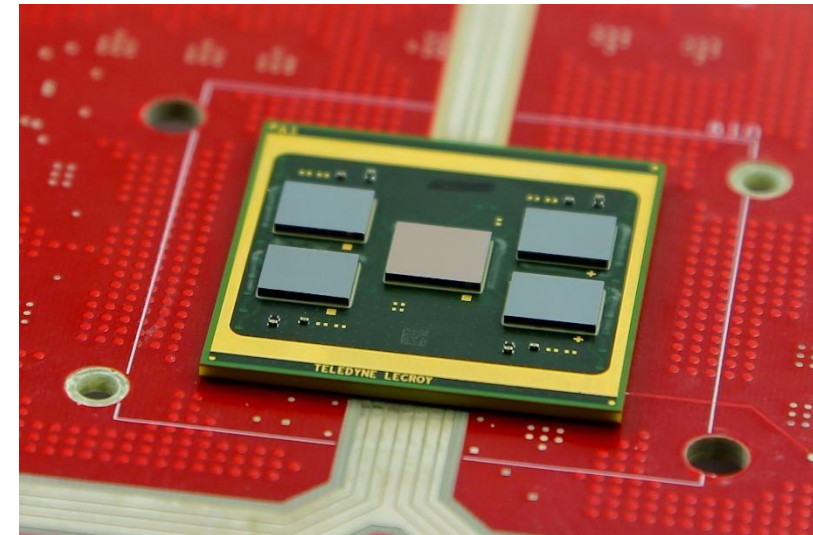
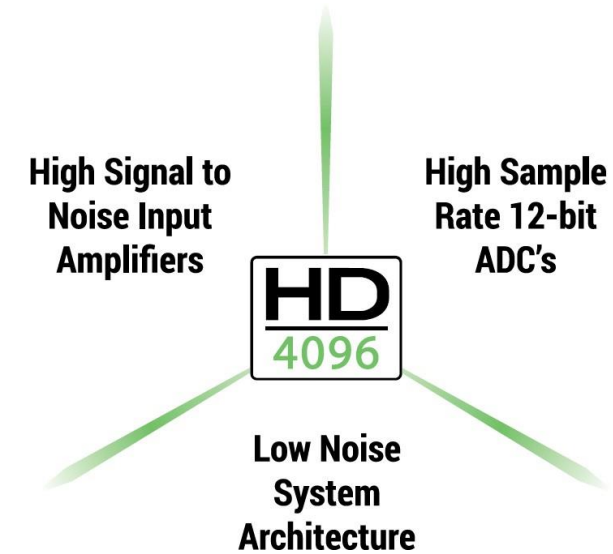
# Обзор семейства HDO



	HDO4000AR	HDO6000AR	HDO8000AR	HDO9000R
<b>HD технология</b>	HD4096 12 бит	HD4096 12 бит	HD4096 12 бит	HD1024 10 бит
<b>Полосы пропускания</b>	200 МГц – 1 ГГц	350 МГц – 1 ГГц	350 МГц – 1 ГГц	1 ГГц – 4 ГГц
<b>Каналы</b>	4	4	8	4
<b>Дискретизация</b>	10 Гвыб/с	10 Гвыб/с	10 Гвыб/с	40 Гвыб/с
<b>Анализ послед. данных</b>	Базовый (TD)	Расширенный (TDME)	Расширенный (TDME)	Углубленный (TDME, SDAII, QPHY)
<b>Интерфейс пользователя</b>	MAUI OneTouch	MAUI OneTouch	MAUI OneTouch	MAUI OneTouch

# Новое поколение технологии HD4096

- Технология HD4096, запатентованная Teledyne LeCroy, обеспечивает высокое качество измерений:
  - 12-битный АЦП с высокой F дискр.
  - Входные усилители с высоким показателем «сигнал/шум»
  - Системная архитектура - малый уровень собственных шумов
- Новая сборка ИМС – расширение полосы частот до 8 ГГц
  - АЦП 12 бит, 20 Гвыб/с
  - Входные усилители – высокое соотношение «сигнал/шум» во всей полосе частот (8 ГГц)

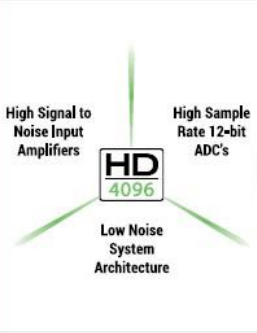


# Знакомьтесь! WavePro HD – новое слово в семействе HDO

**HD4096**  
High Definition Technology

**Long Memory**

**Deep Toolbox**



High Signal to Noise Input Amplifiers

High Sample Rate 12-bit ADC's


Low Noise System Architecture

HD4096 technology enables 12 bits of vertical resolution with 8 GHz bandwidth

- Clean, Crisp Waveforms
- More Signal Details
- Unmatched Measurement Precision

Up to 5 Gpts of acquisition memory means exceptionally long capture times at full sample rate and resolution. Intuitive navigation tools make it easy to find events of interest and simplify analysis of long waveforms.

WavePro HD has the greatest breadth and depth of tools to simplify any debug task.



8 GHz, 20 GS/s, 5 Gpts.  
12 bits **all the time.**



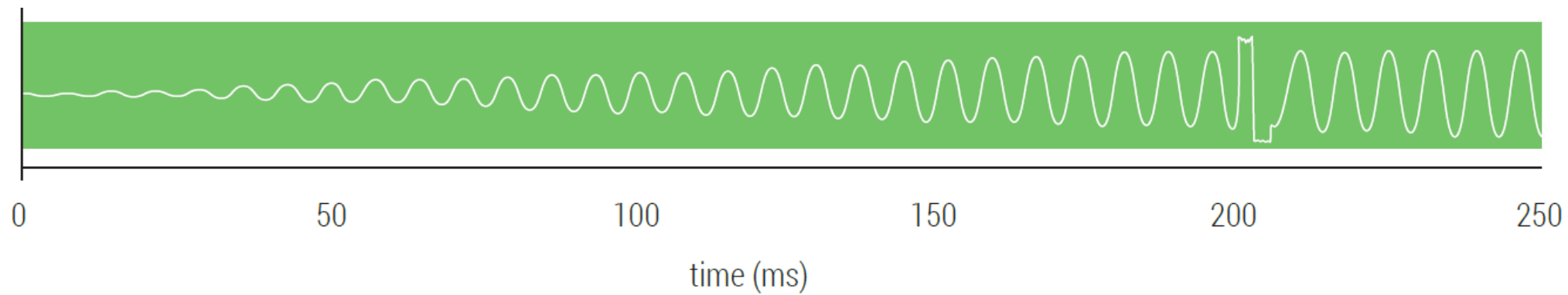
WavePro HD 

**Capture Every Detail.**

# Новое поколение системы управления памятью

- Объем памяти до 5 Гвыборок
- Длительность записи 250 мс при частоте работы АЦП до 20 Гвыб/с включительно
- Выше вероятность захвата редких событий

5 Gpts @ 20 GSs/s  
250 ms acquisition time



# WavePro HD Обнаружить каждый нюанс

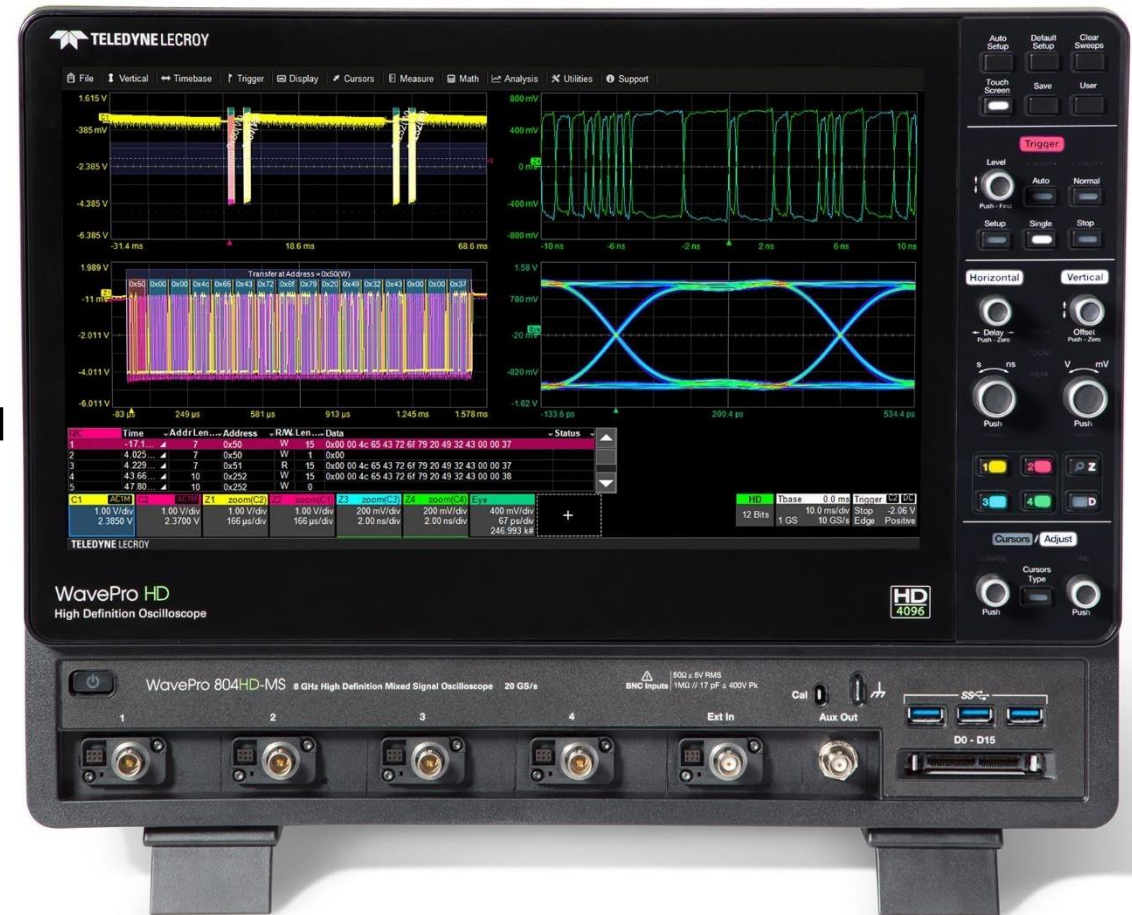


## Впервые в отрасли(!):

- Аппаратное разрешение 12 бит во всем диапазоне полос пропускания (8 ГГц)
  - 12 бит для всех F дискр. (до 20 Гвыб/с)
- Макс объем памяти 5 Гвыборок
  - Предельно высокое быстродействие
  - Интуитивно понятная навигация по осциллограммам
    - Трассировка, используя регуляторы развертки, масштабирования или положения указателя

# WavePro HD Основные возможности

- Модели 8, 6, 4, 2.5 ГГц
- Разрешение 12 бит
- Частота дискретизации 20 Гвыб/с
- Макс память 5 Гвыборок
  
- Дисплей сенсорный, full HD, 39.6 см
- BNC-вход ProBus2, 8 ГГц
- 16 цифровых каналов (-MS модели)
- Windows 10





# WavePro HD Спецификация

	WavePro 254HD WavePro 254HD-MS	WavePro 404HD WavePro 404HD-MS	WavePro 604HD WavePro 604HD-MS	WavePro 804HD WavePro 804HD-MS
Полоса пропускания 2 кан	2.5 GHz	4 GHz	6 GHz	8 GHz
Полоса пропускания 4 кан	2.5 GHz	4 GHz		
Аналоговые каналы	4			
Разрядность АЦП	12-bit			
Интерфейс пользователя	MAUI с функцией OneTouch			
F дискр. (2 кан/ 4 кан)	20 Гвыб/с / 10 Гвыб/с			
Память (2 кан/ 4 кан)	100 Мвыб / 50 Мвыб			
Мах память (2 кан/ 4 кан)	5 Гвыб / 2.5 Гвыб			
Дисплей	39.6 см, Full HD (1920x1080), до 40 осциллограмм одновременно			
Цифровые каналы	16			
Полоса пропускания MSO	250 МГц			
F дискр. MSO	1.25 Гвыб/с			

# Новый интерфейс для пробников ProBus2



- Wave Pro HD оснащен новым интерфейсом ProBus2, поддерживающим полосу пропускания до 8 ГГц на BNC-совместимом разъеме

- Новые пробники ProBus2:
  - **D830-PB2**  
дифференциальный 8 ГГц
  - **D610-A-PB2** и **D620-A-PB2**  
дифференциальные 6 ГГц
- Пробники и входы ProBus2 кросс-совместимы с пробниками и входами предыдущей версии ProBus

# WavePro HD Oscilloscopes

HD4096 12-bit technology

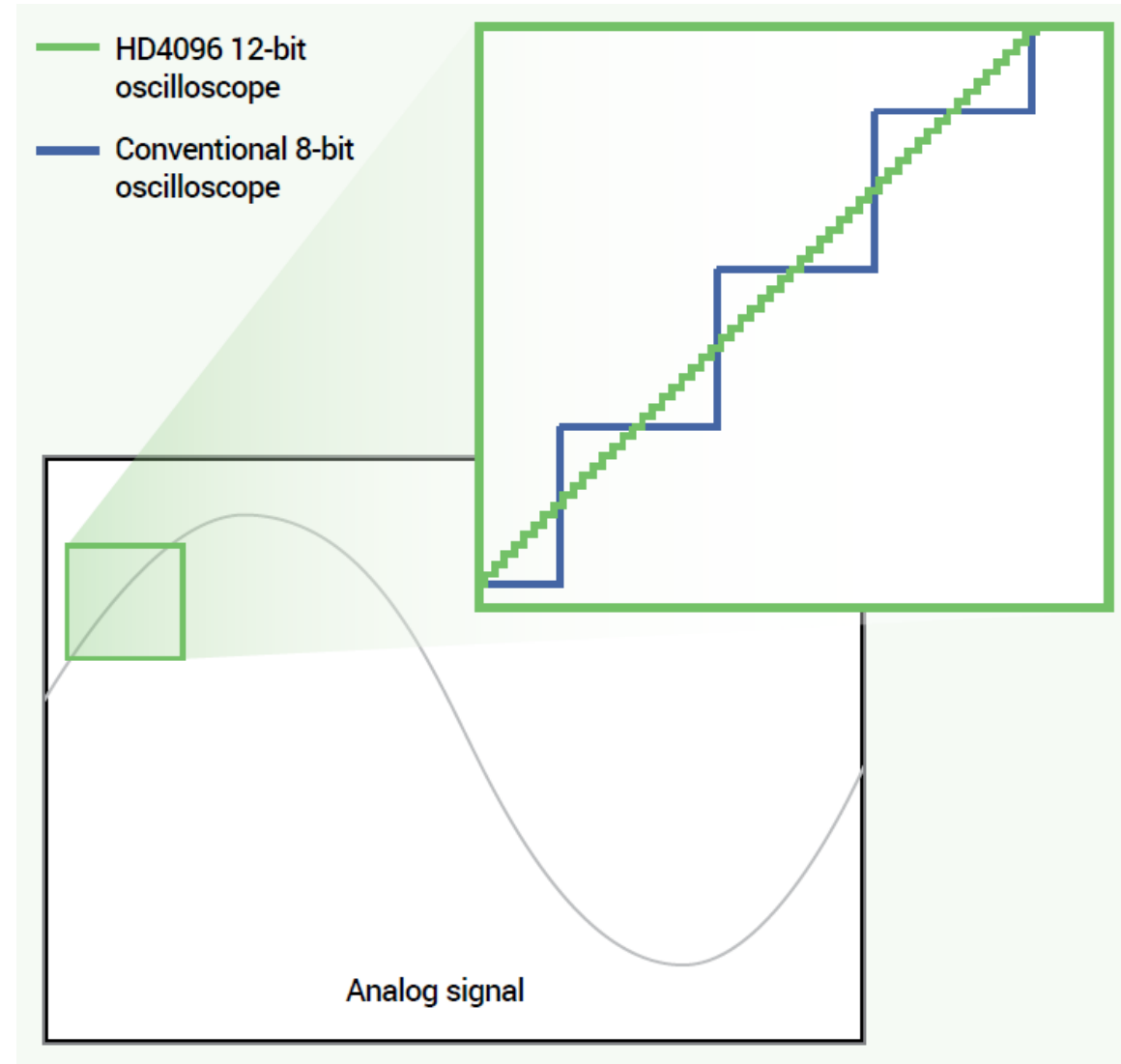


**TELEDYNE LECROY**  
Everywhereyoulook™

# HD4096 Технология высокой четкости

## 16x Ближе к совершенству

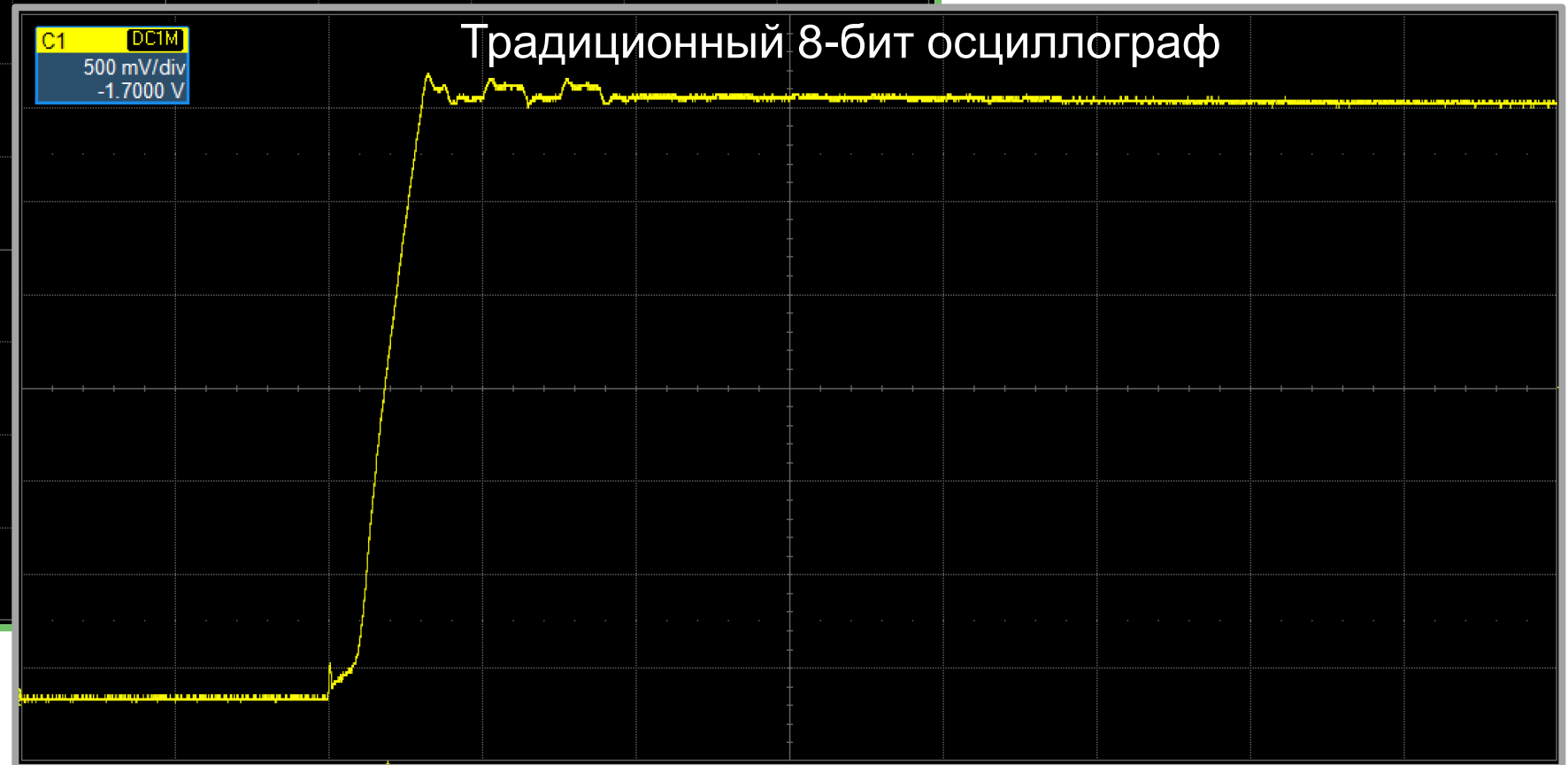
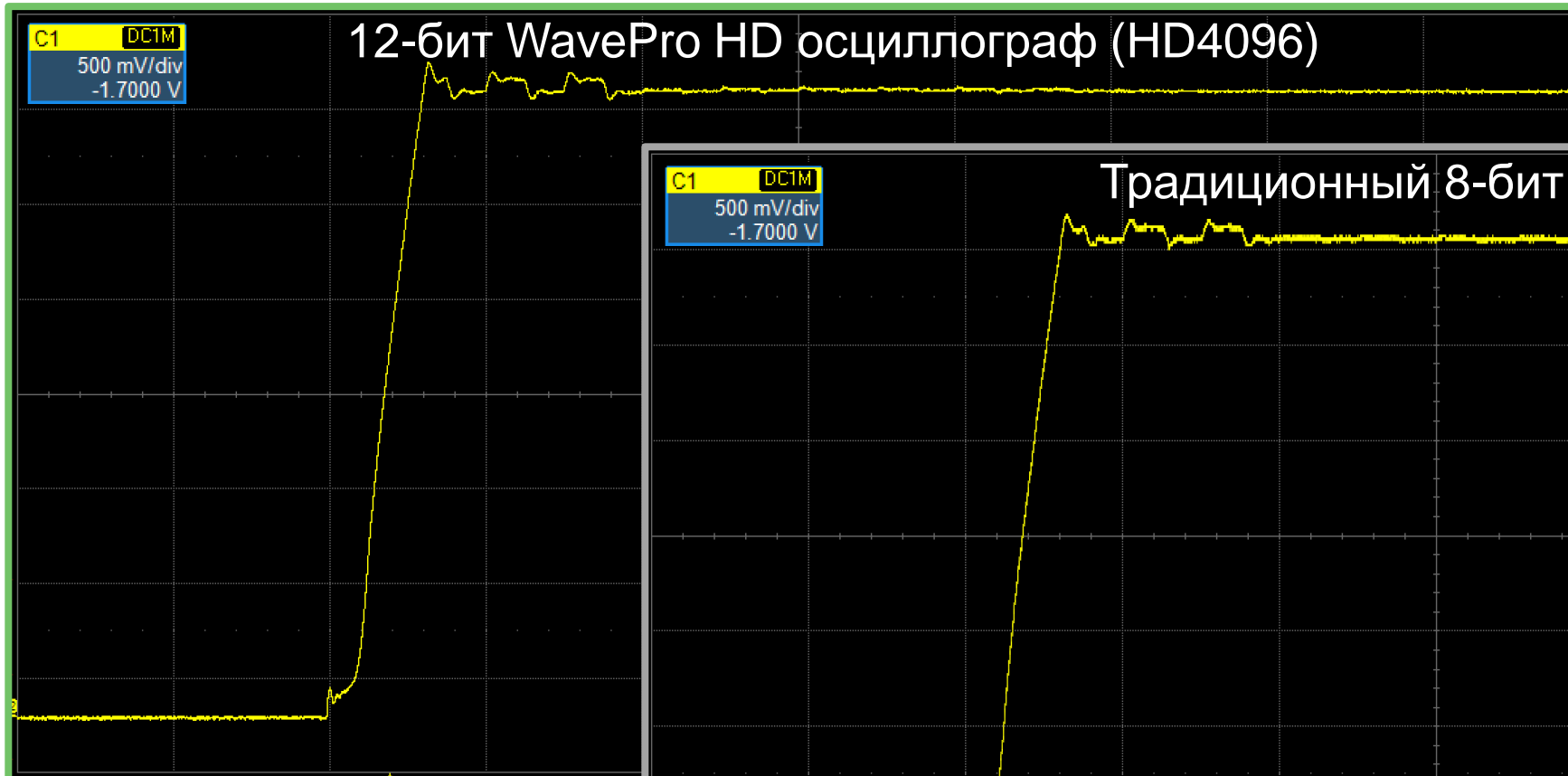
- HD4096 - обеспечивается качество восстановления сигналов в 16 раз лучше, чем 8-бит. осциллографы
- Чистые и четкие формы сигналов
  - Тонкие линии осциллограмм отображают реальную форму сигналов с мин. зашумлением
- Лучшая детализация сигнала
  - Ясно видимы и легко различимы детали, зачастую теряющиеся на фоне шума
- Непревзойденная точность измерений
  - Измерения более точные и менее подвержены влиянию шумов квантования
  - Погрешность 0.5% обеспечивает максимальную точность измерений



# HD4096: 16x Ближе к совершенству

Чистые и четкие формы сигналов

HD4096 - это тонкие линии осциллограмм и видимость мелких деталей:

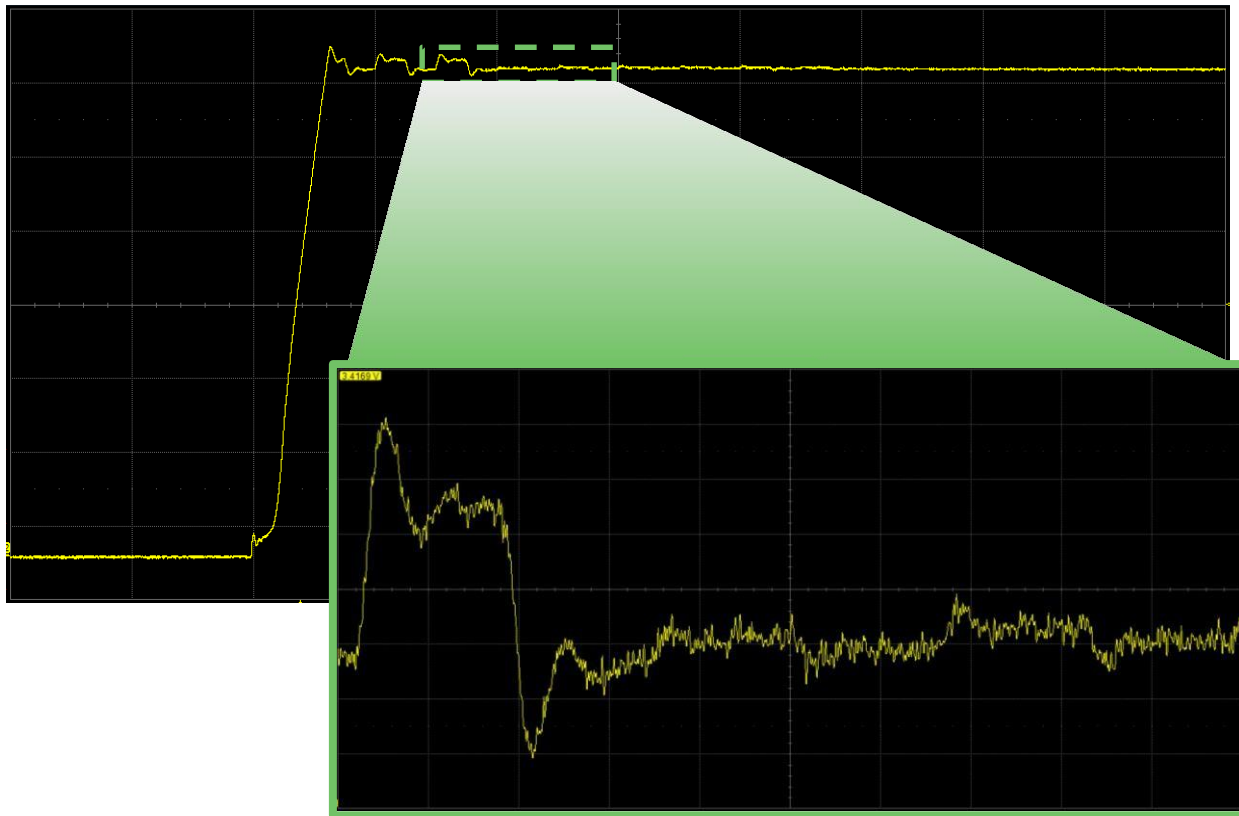


# HD4096: 16x Ближе к совершенству

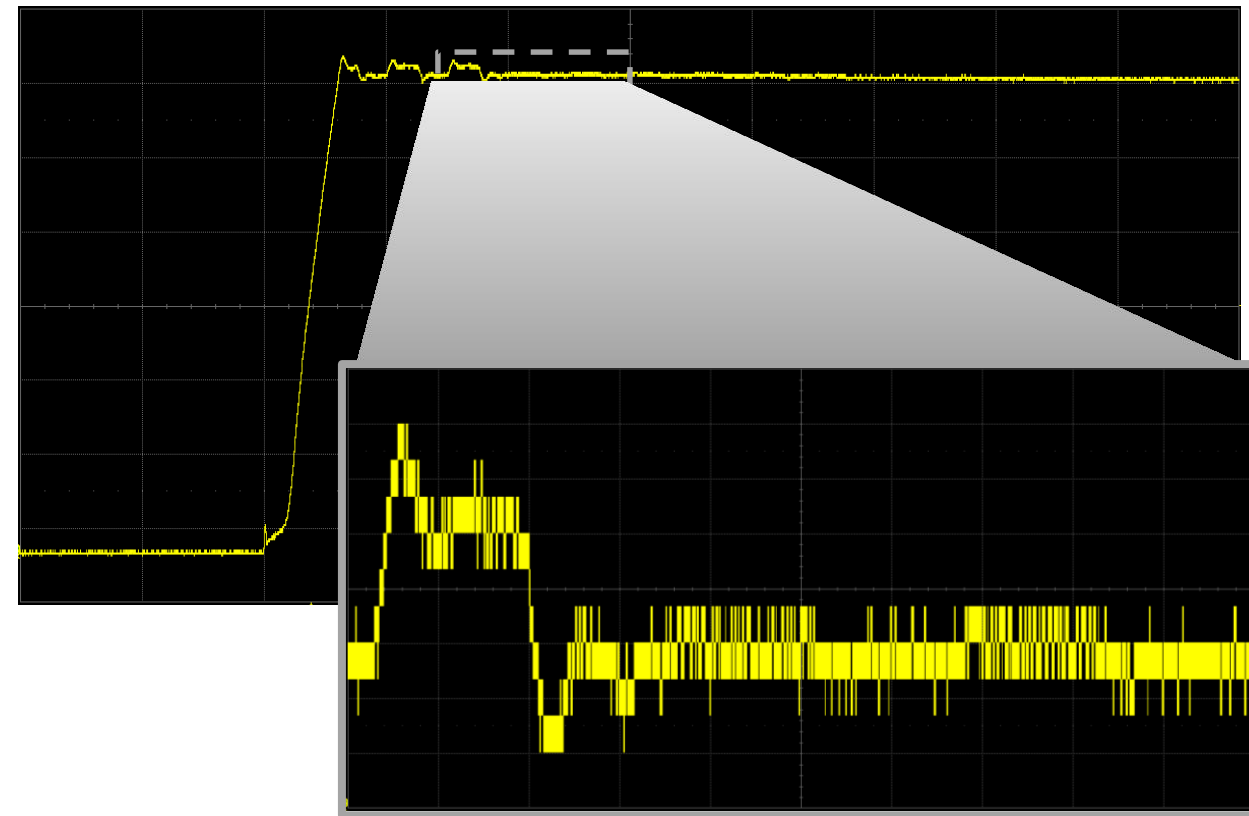
16x меньше шумы квантования – лучше детализация сигнала

12-битное разрешение означает, что уровень шага квантования в 16 раз меньше. Сравнение с 8-битным осциллографом наглядно демонстрирует отличия – ясно видимы и легко различимы детали.

12-бит WavePro HD осциллограф (HD4096)



Традиционный 8-бит осциллограф

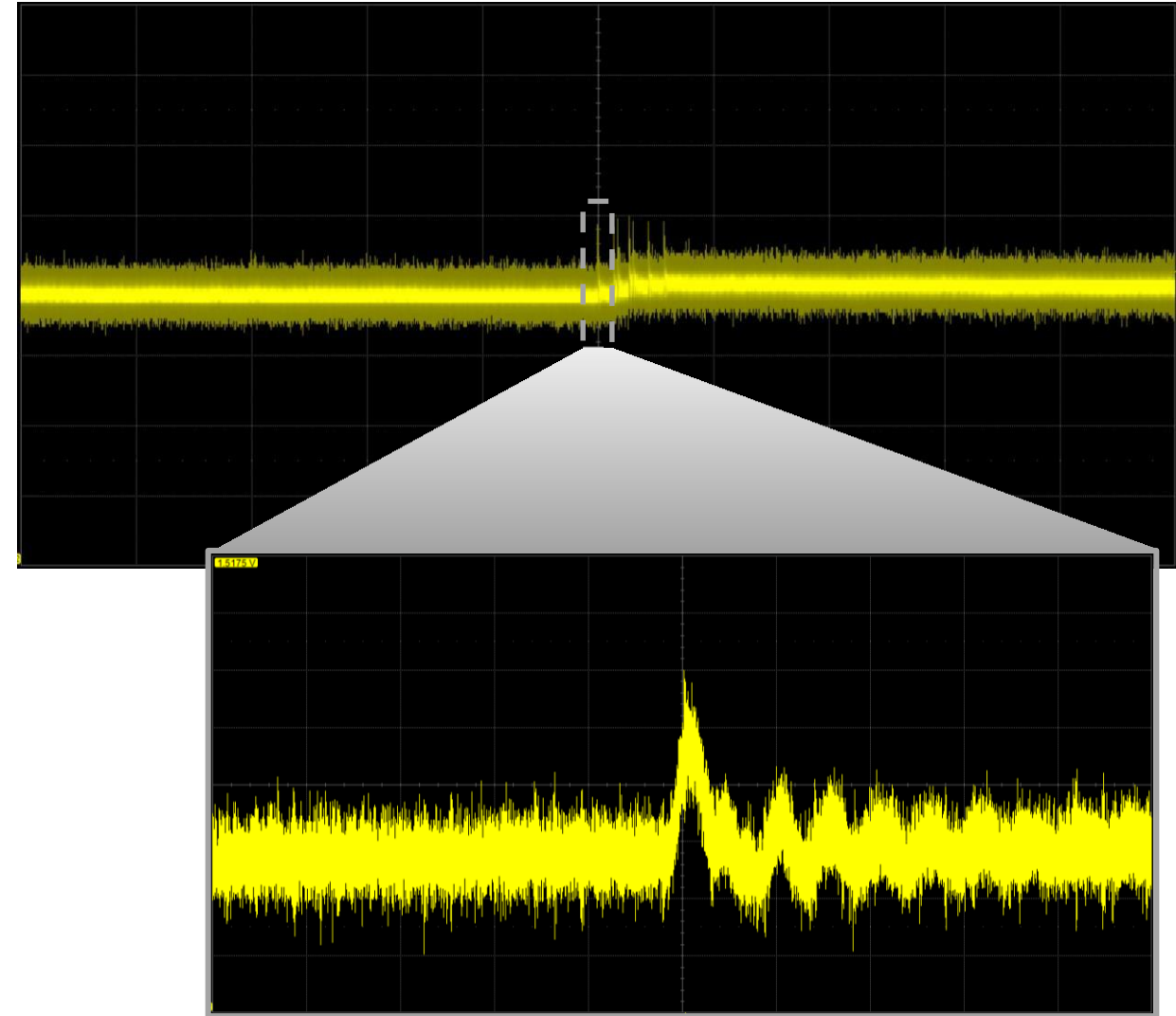
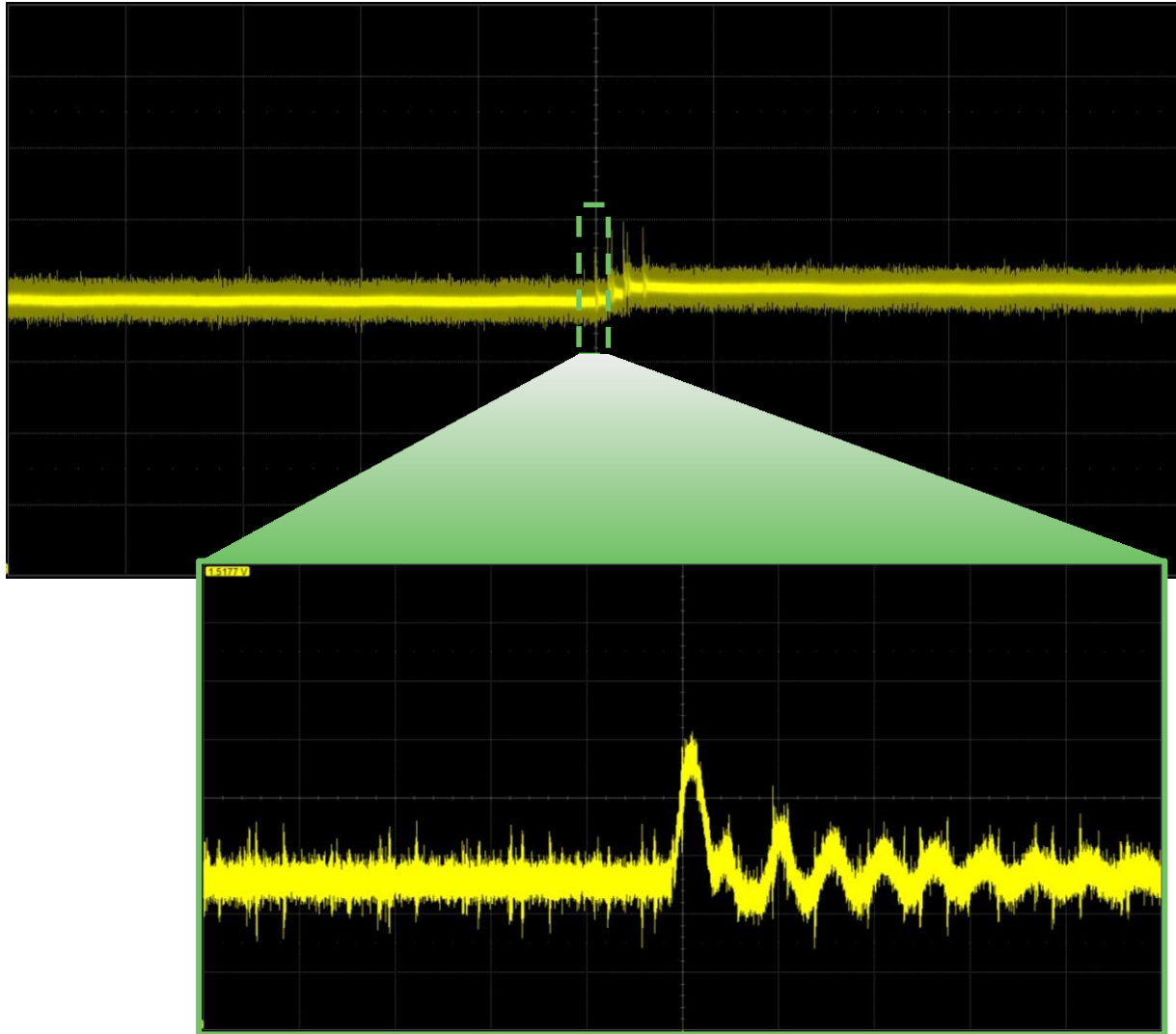


# HD4096: 16x Ближе к совершенству

Сигнал с шины питания 1,5 В DC (активный пробник RP4030 4 ГГц)

12-бит WavePro HD осциллограф (HD4096)

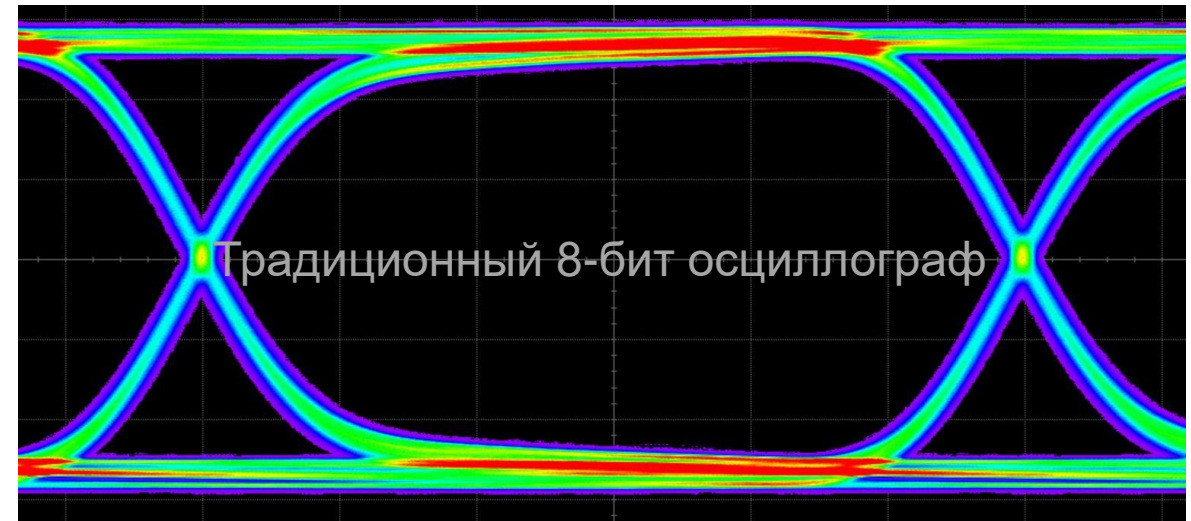
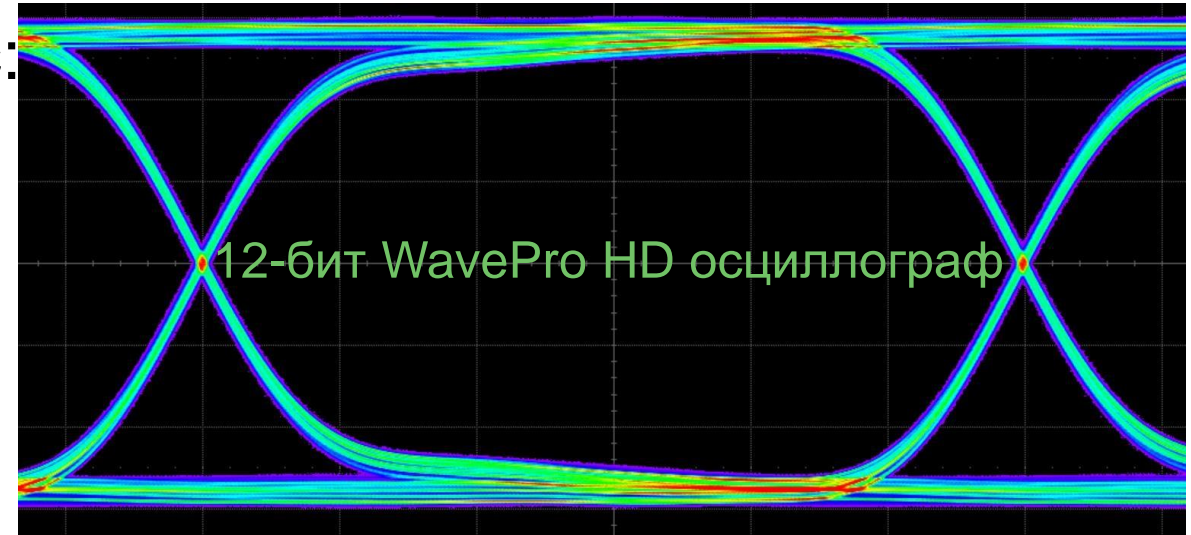
Традиционный 8-бит осциллограф



# HD4096: 16x Ближе к совершенству

## Анализ последовательных данных в полосе 8 ГГц

- Сбор данных из потока 2.5 Гбит/с:
  - 8 ГГц WavePro 804HD
  - 8 ГГц традиционный 8-бит осциллограф (SDA 808Zi-B)
- Дисплей WavePro HD
  - Больше различимых деталей
  - Ниже уровень шумов
  - Меньше джиттер

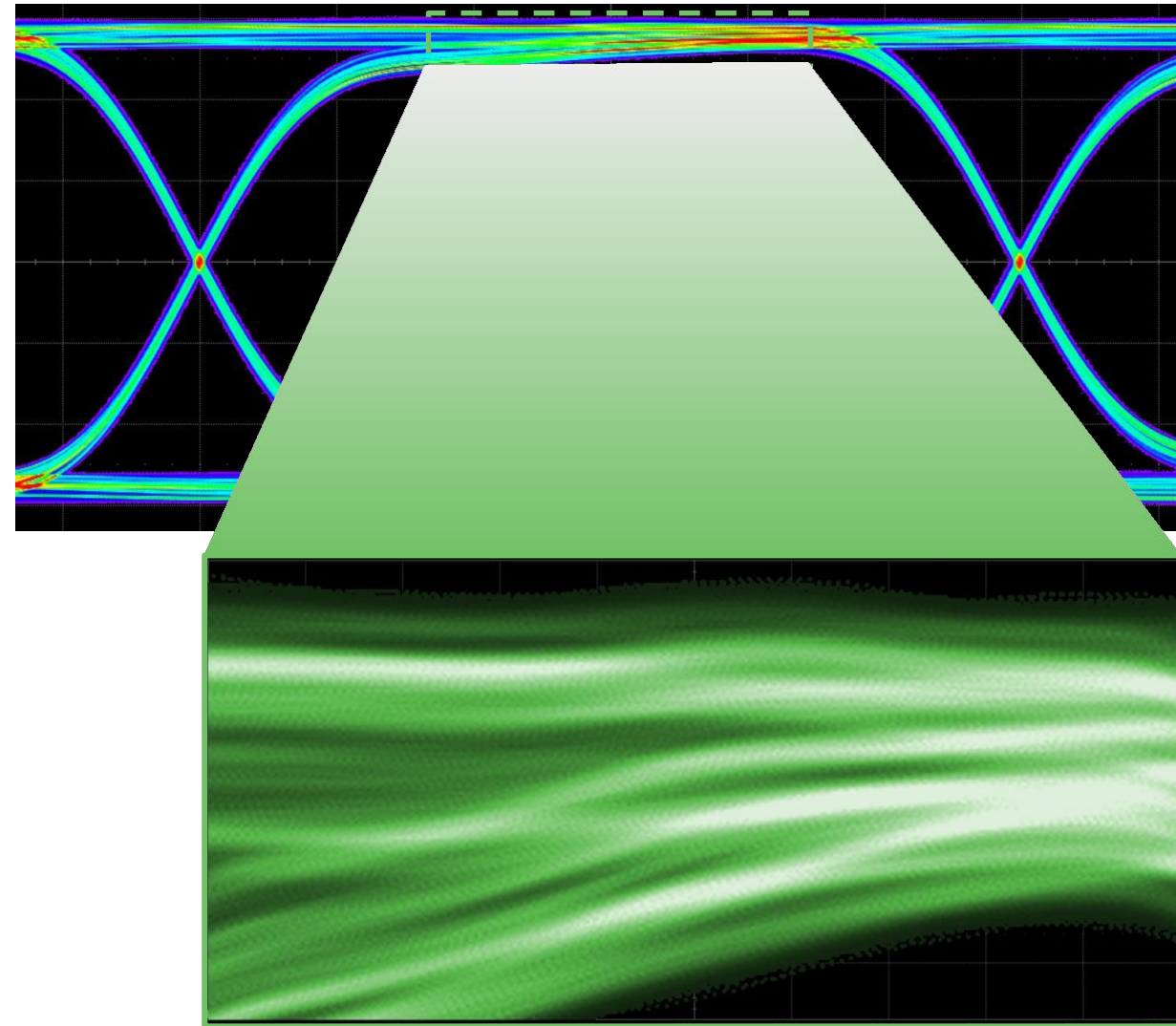




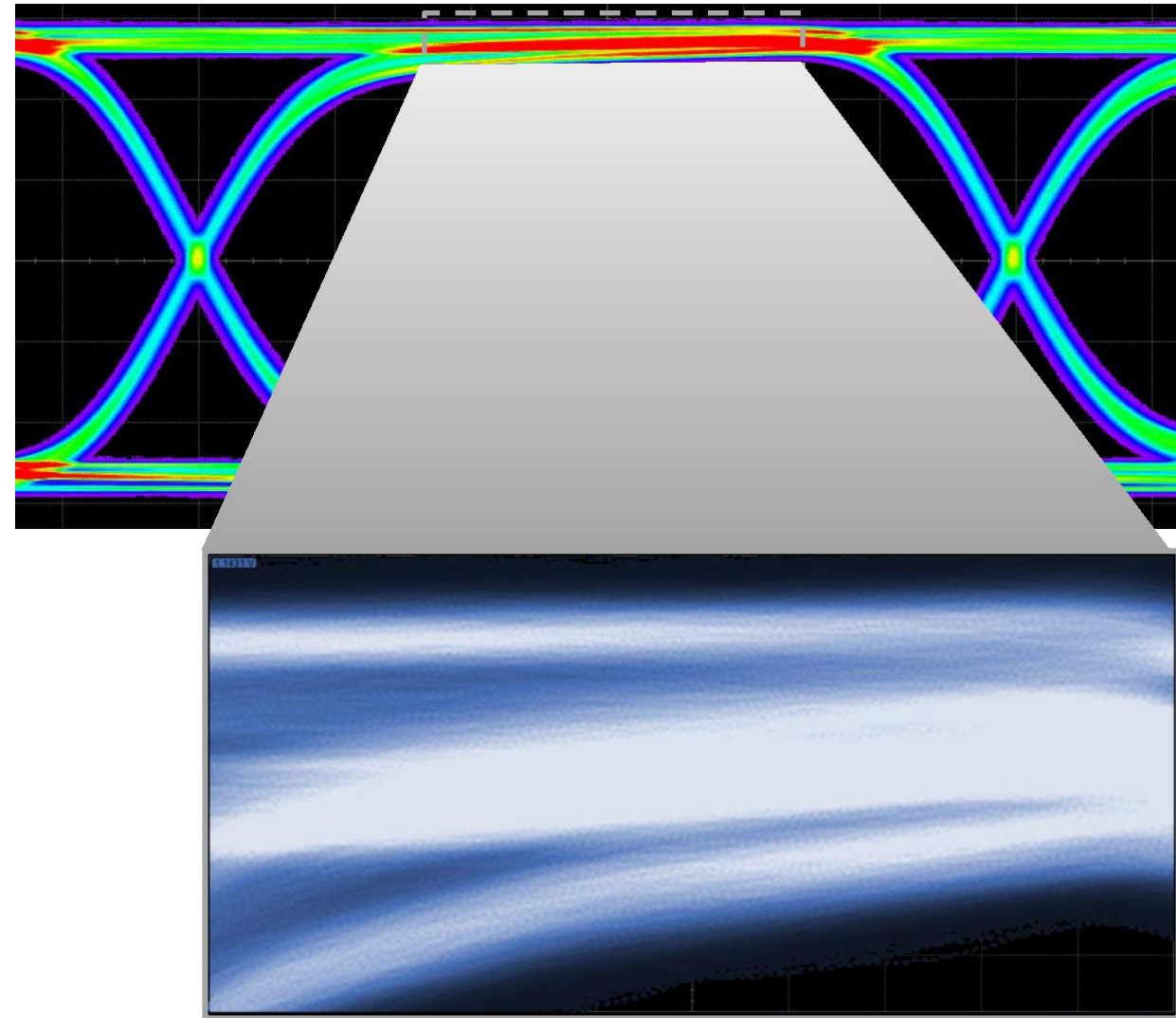
# HD4096: 16x Ближе к совершенству

Меньше шумы для лучшей детализации

12-бит WavePro HD осциллограф (HD4096)



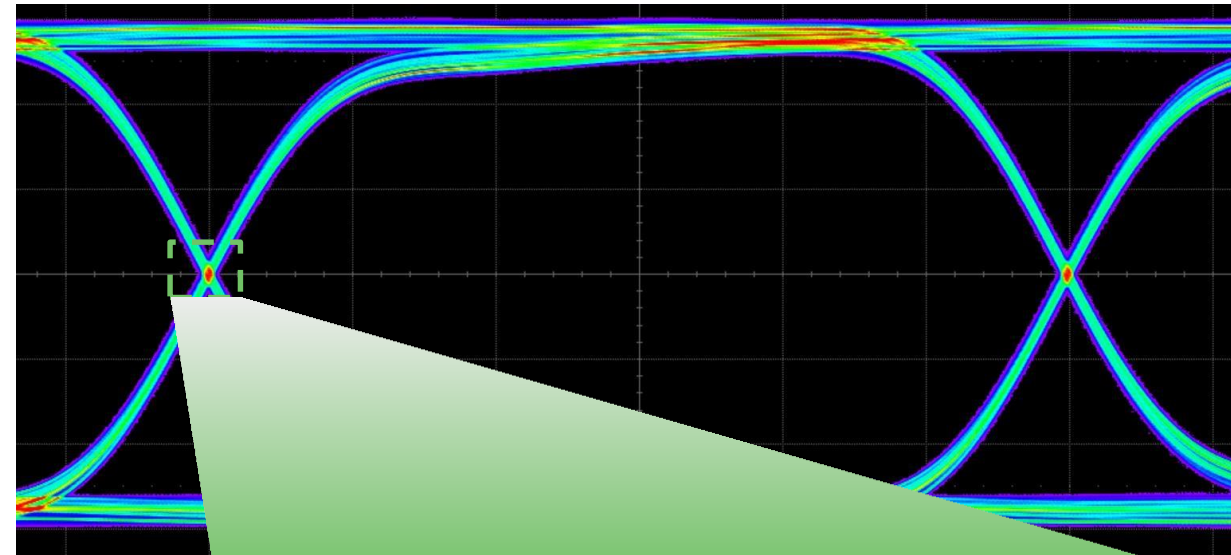
Традиционный 8-бит осциллограф



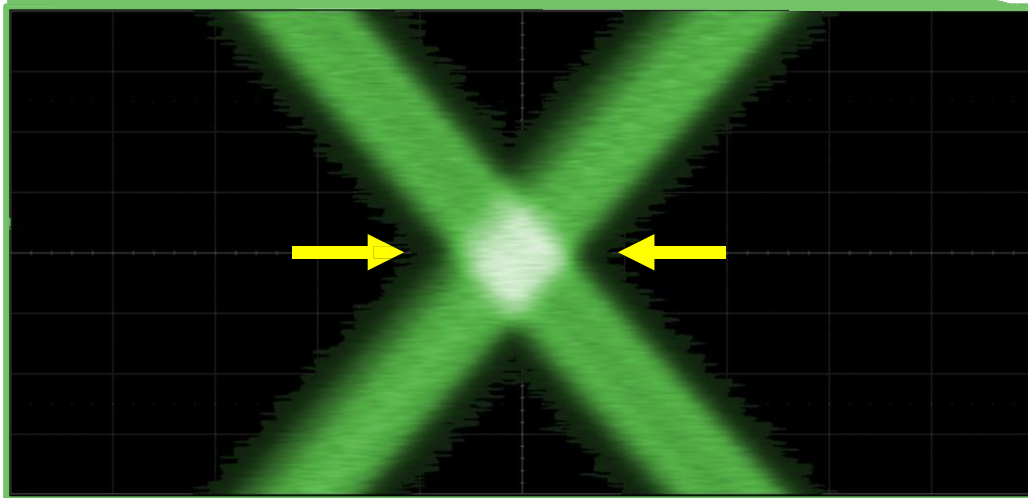
# HD4096: 16x Ближе к совершенству

Непревзойденная точность измерений

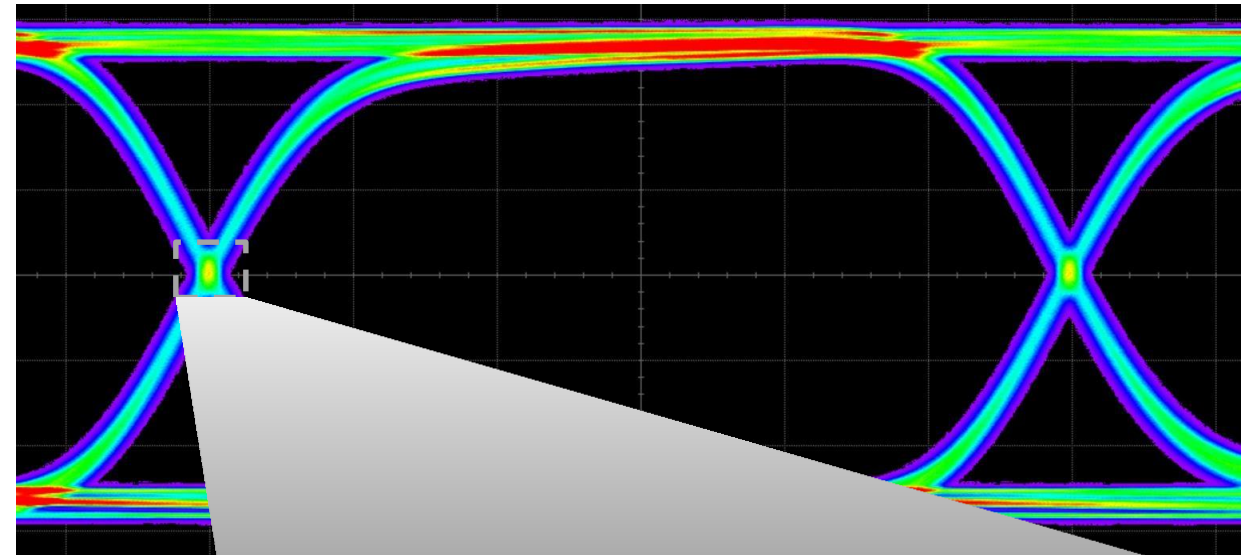
12-бит WavePro HD осциллограф (HD4096)



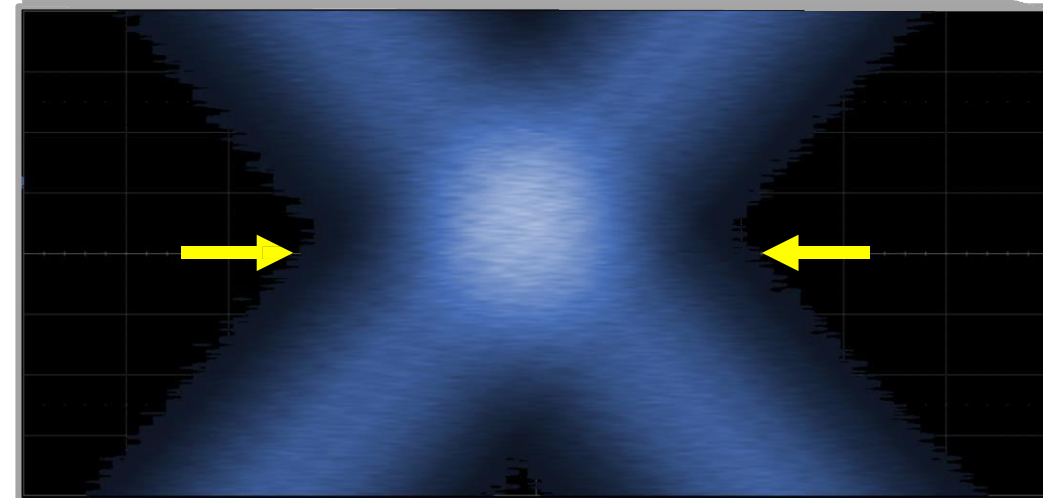
Rj(spD)  
555 fs



Традиционный 8-бит осциллограф



Rj(spD)  
698 fs



# WavePro HD Oscilloscopes

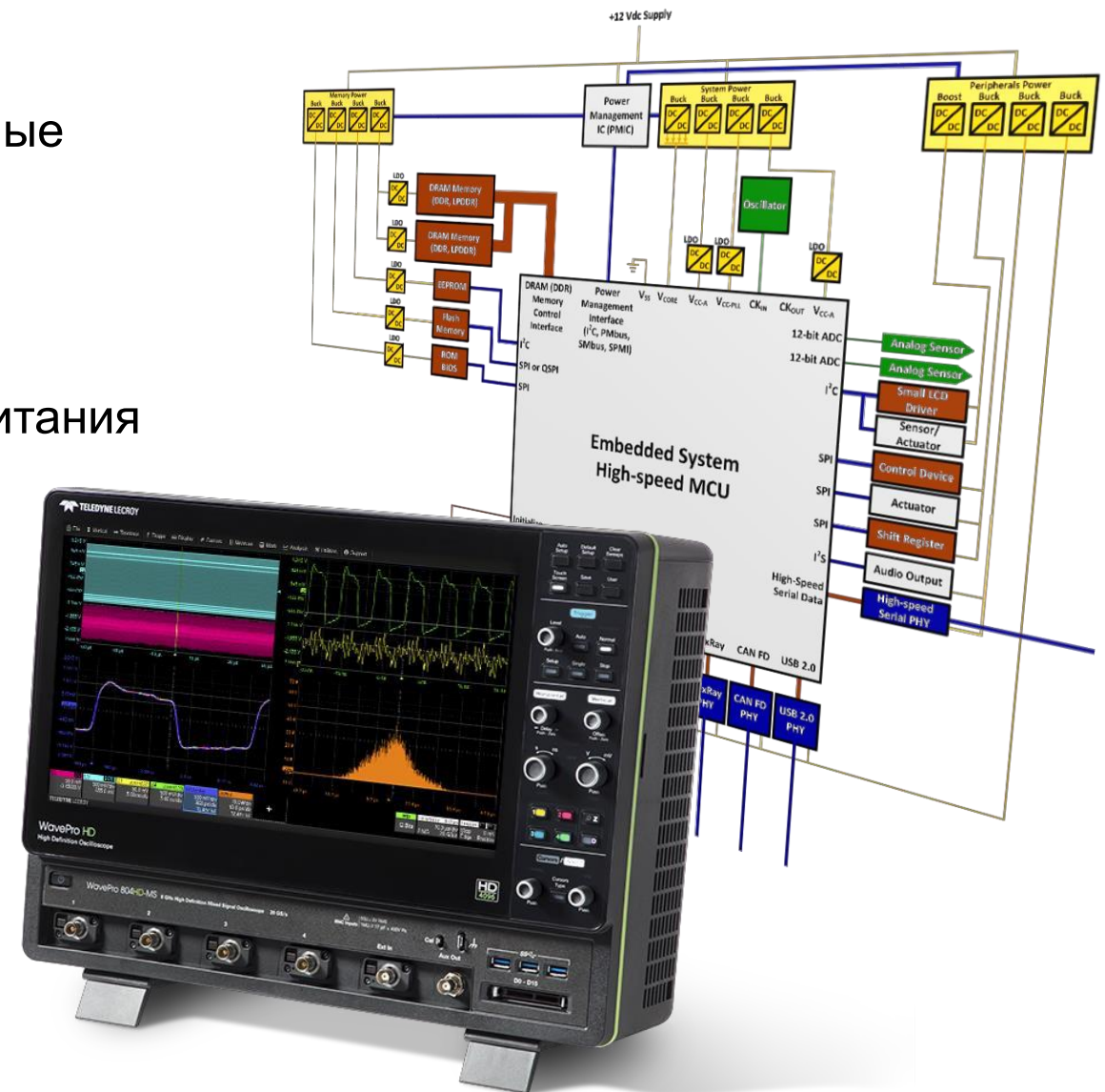
Возможности высокого разрешения для критически важных приложений



**TELEDYNE LECROY**  
Everywhereyoulook™

# Тенденции рынка – Шире полоса Выше разрешение

- Приоритеты электронного рынка сегодня:
  - Мобильные и карманные устройства
  - Высокоскоростные и высоко интегрированные вычислительные системы
- Общие характеристики:
  - Датчики с аналоговыми входами
  - Чувствительные системы распределения питания
  - Высокоскоростные CPU и последовательные интерфейсы
- Комплексная отладка таких систем требует наличия осциллографа с:
  - Высоким разрешением и малыми шумами
  - Широкой полосой пропускания для аналоговых сигналов
  - Максимально длинным временем захвата
  - Полным пакетом средств программного анализа



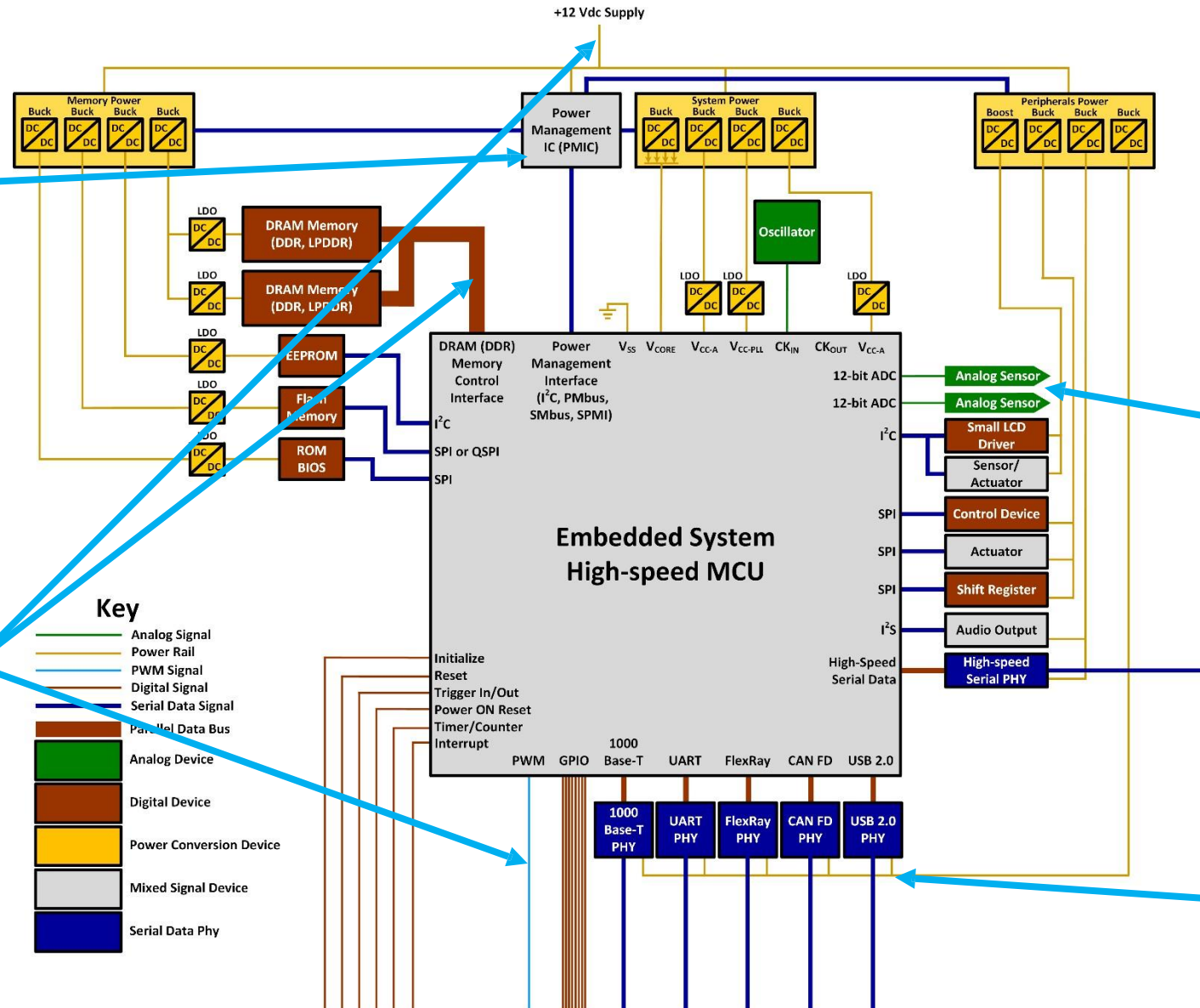
# Тестирование высоко интегрированных вычислительных систем

## Управление питанием

Обеспечивает преимущества длинной памяти и исчерпывающего набора средств декодирования и анализа

## Пробники (опция)

Широкий выбор различных пробников (потенциальные, токовые, высоковольтные, оптические и др.) обеспечивает точность измерений



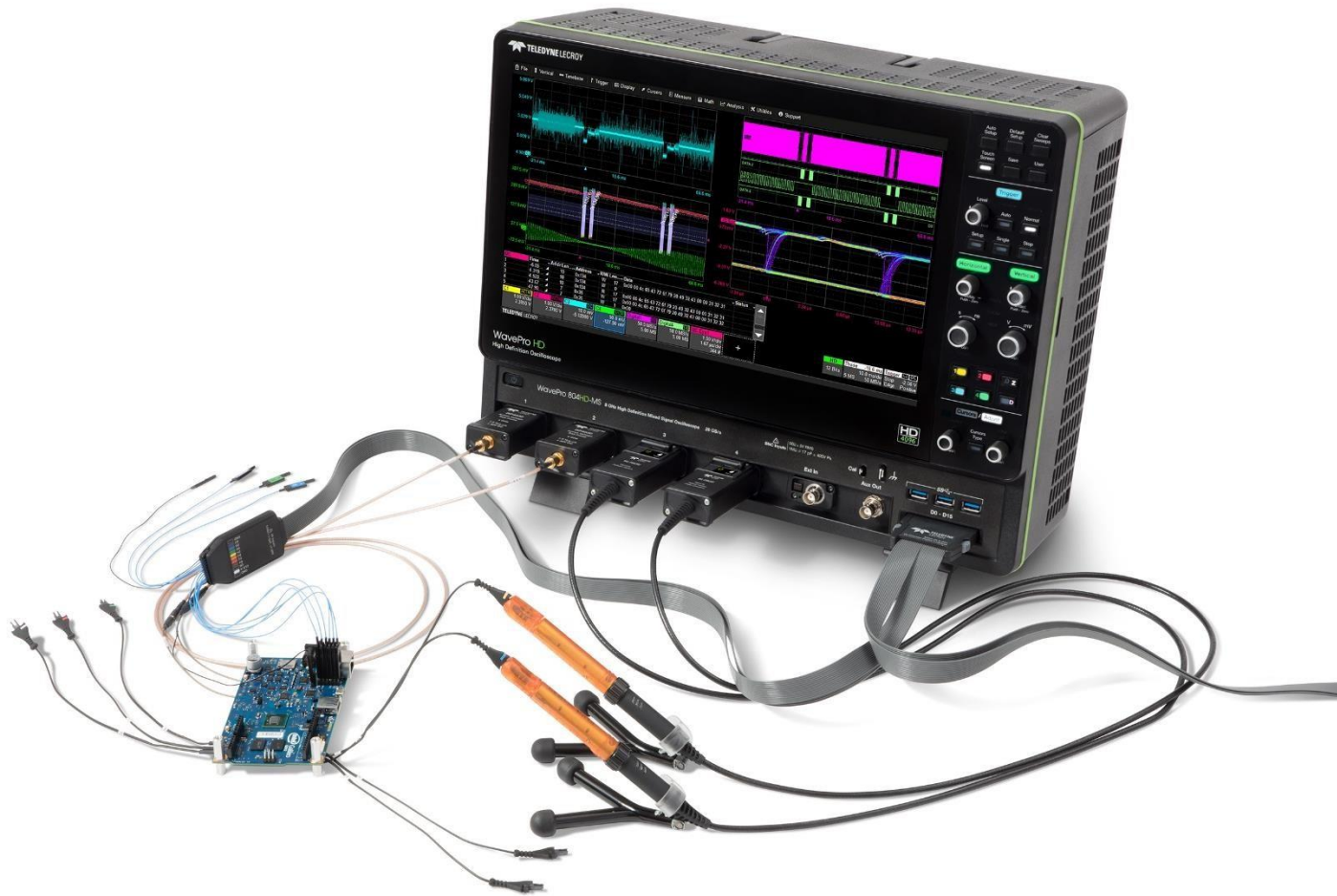
## Датчики

Датчики с высоким разрешением и сигналы АЦП/ЦАП очень чувствительны - для их анализа требуется осциллограф с высокой точностью измерений

## Последовательные данные

Для отладки низкоскоростных протоколов необходимы синхронизация и декодирование, а также инструменты глазковых диаграмм и средства анализа на физическом уровне

# Тестирование высоко интегрированных вычислительных систем



- Возможности WavePro HD:
  - Наибольшая длина записи с наивысшим разрешением
  - Математика, измерение, контроль по шаблону и др. инструменты обеспечивают более быстрое понимание
  - Синхронизация и декодирования практически всех низкоскоростных протоколов послед. данных
  - Графический анализ: графики, тренды, глазковые диаграммы
  - Широкий выбор различных пробников

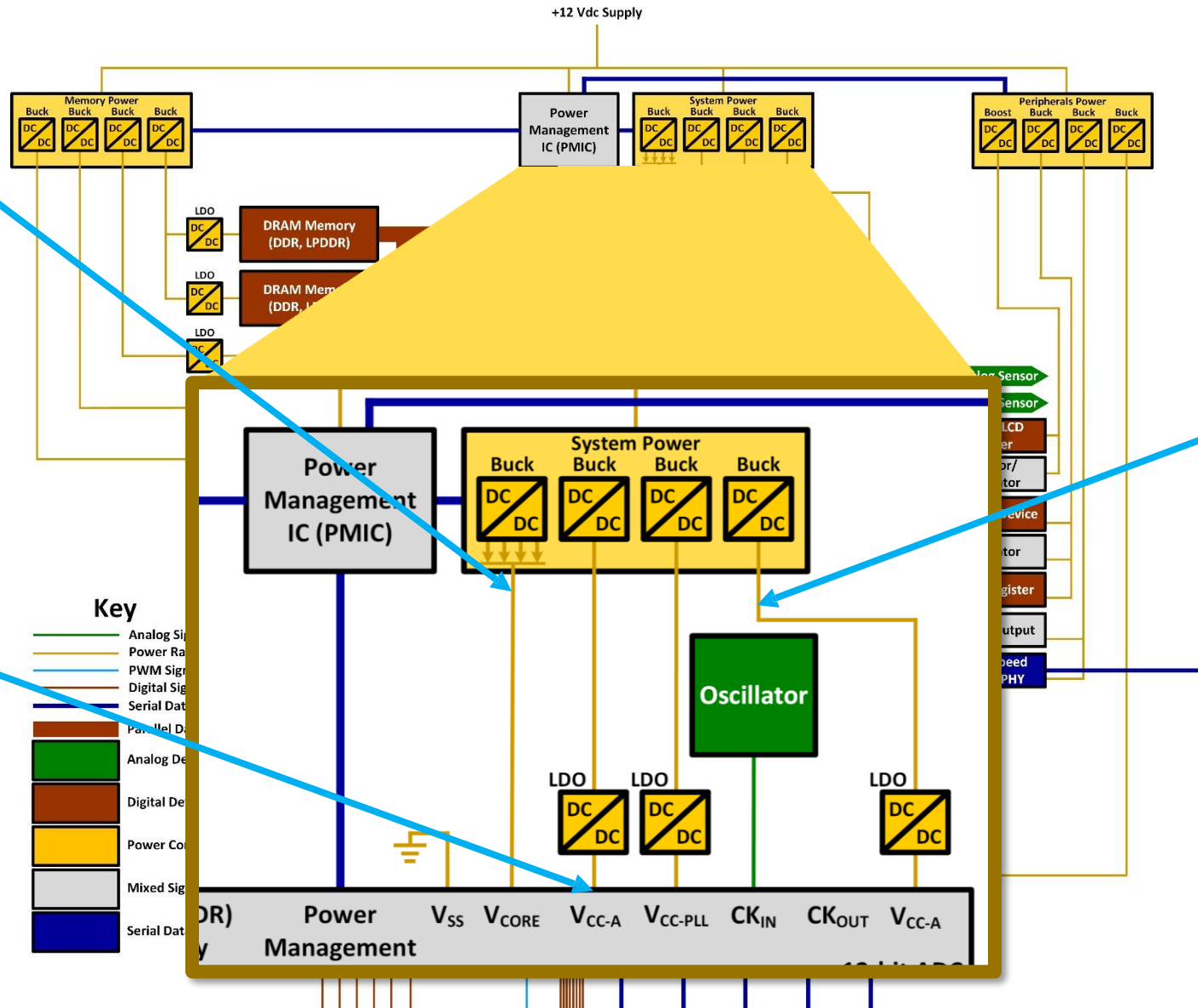
# Тестирование целостности питания

## Точность измерений

Широкий динамический диапазон и точность коэф. усиления необходимы, чтобы оценить конфликты на шине и др. эффекты

## Скачки потенциала земляной шины

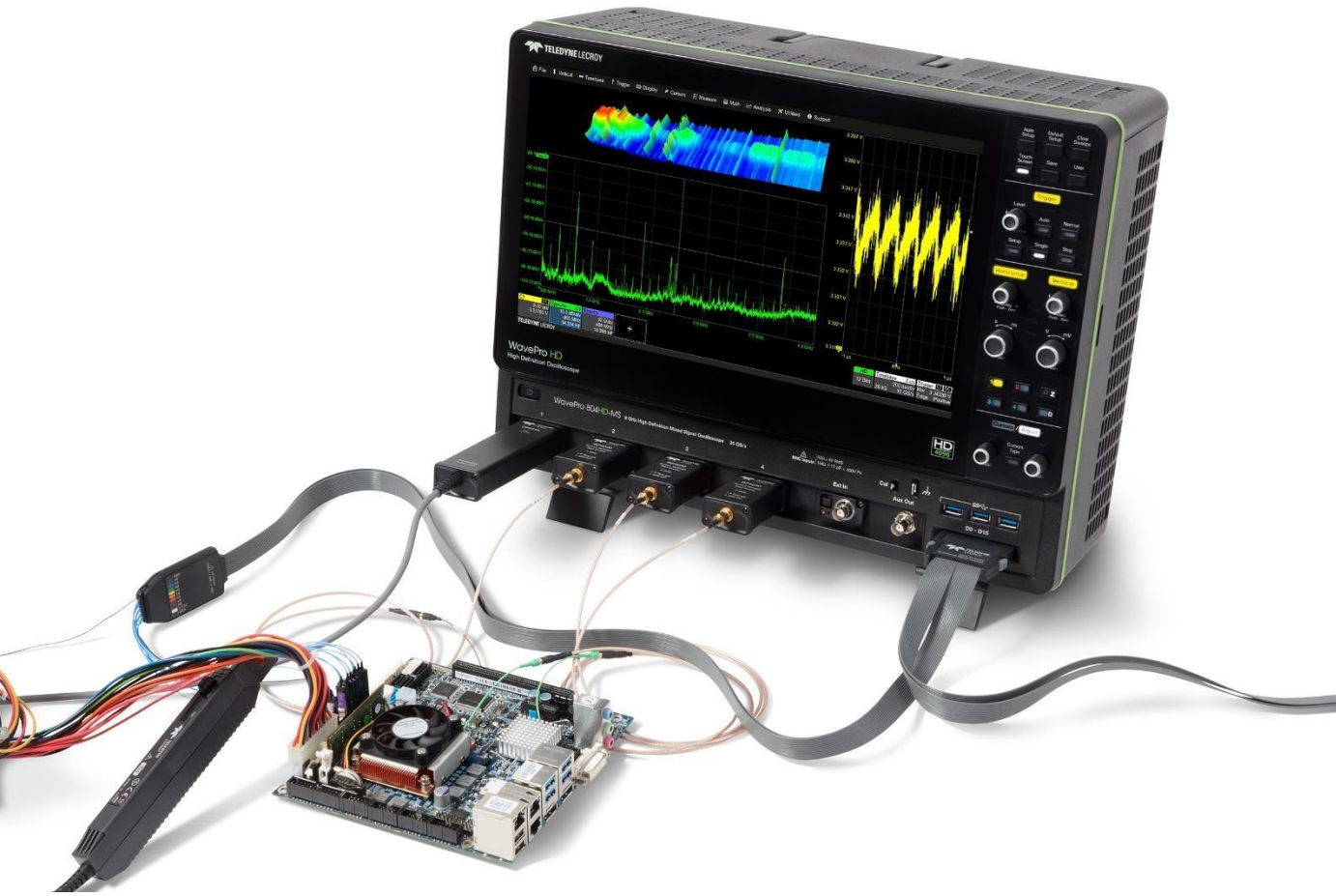
Для детальной оценки эффектов необходимо сочетание широкой ПП, высокого разрешения и различных пробников



## Шум PDN (Power Delivery Network)

Детальный спектральный анализ шумового фона PDN требует низкого уровня собственных шумов

# Тестирование целостности питания



- Измерение и анализ режимов PDN:
  - Широкая полоса пропускания – для макс точной оценки последствий скачков потенциала на шине заземления
  - Широкий динамический диапазон и высокая точность коэф. усиления (0,5%) – для критически важных измерений на шине питания
  - Исключительно низкие собственные шумы позволяют обнаруживать и анализировать минимальные помехи в PDN



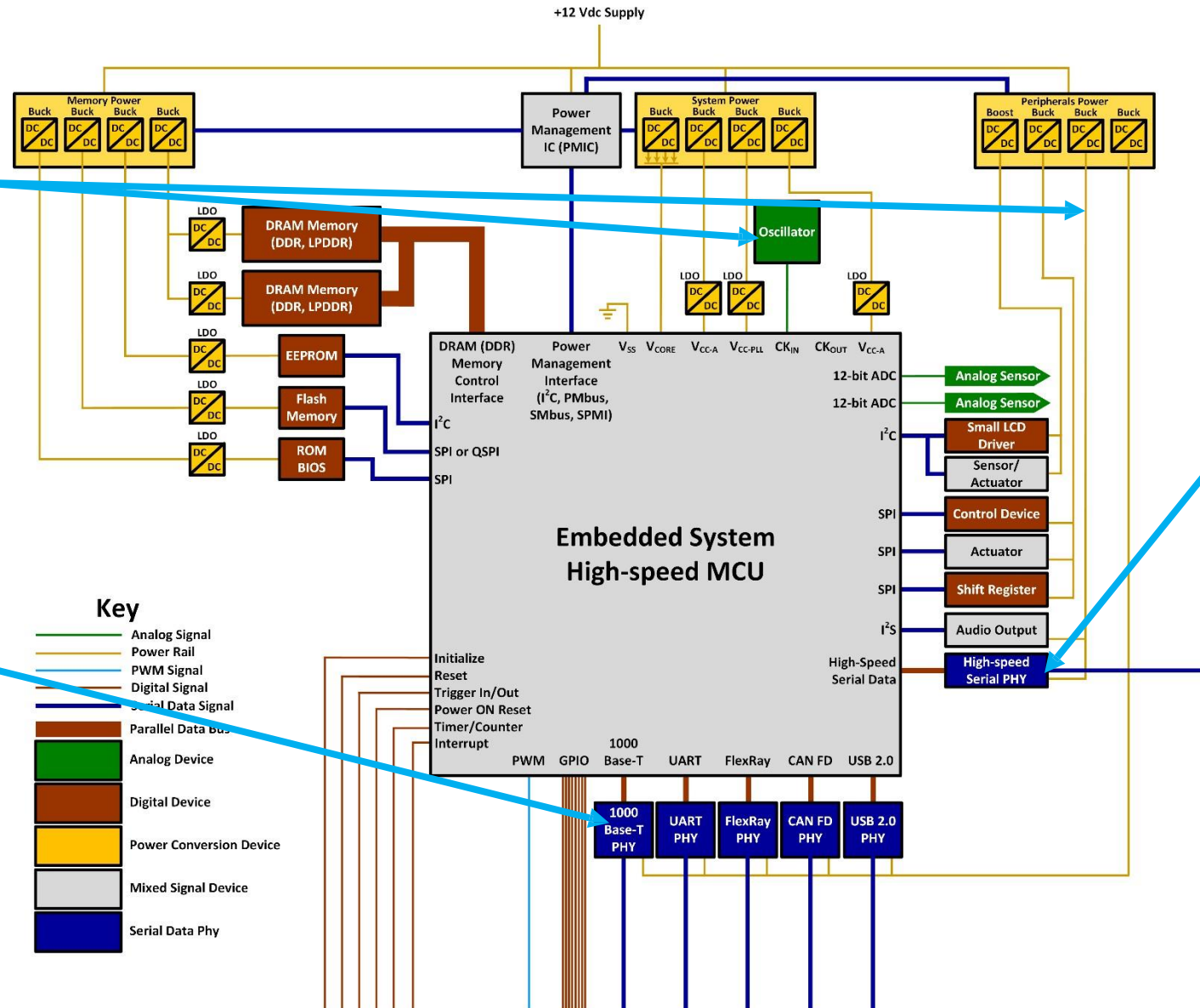
# Анализ джиттера и шума в последовательных потоках

## Соответствие

Причины джиттера и шума – нестабильность питания и синхронизации. Для поиска причин необходим осциллограф с малым уровнем собственных шумов.

## Обоснование

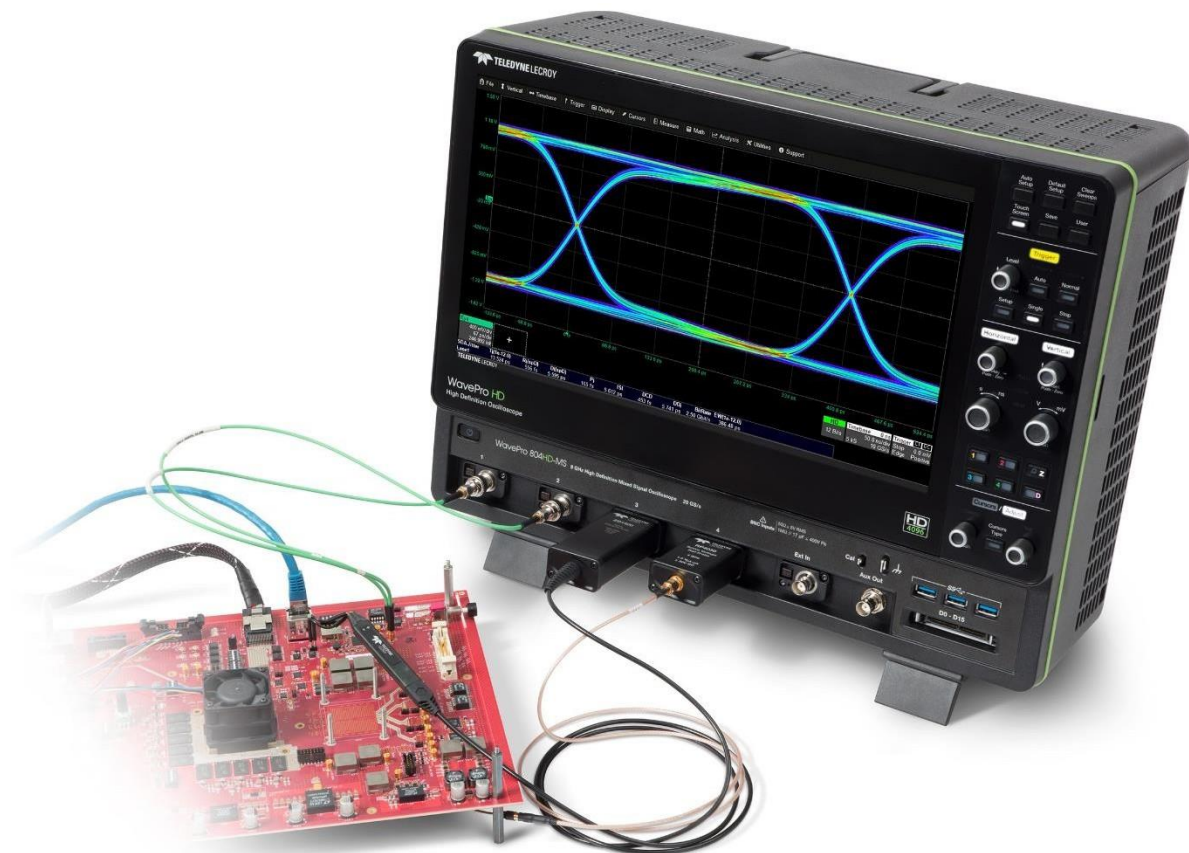
Проверка соответствия стандартам может быть сложной задачей, которая решается легко и быстро при наличии законченного решения путем авто-тестирования.



## Анализ

Комплексный анализ джиттера, шума и глазковых диаграмм возможен только при наличии исчерпывающего набора инструментов измерения и графического отображения.

# Анализ джиттера и шума в последовательных потоках

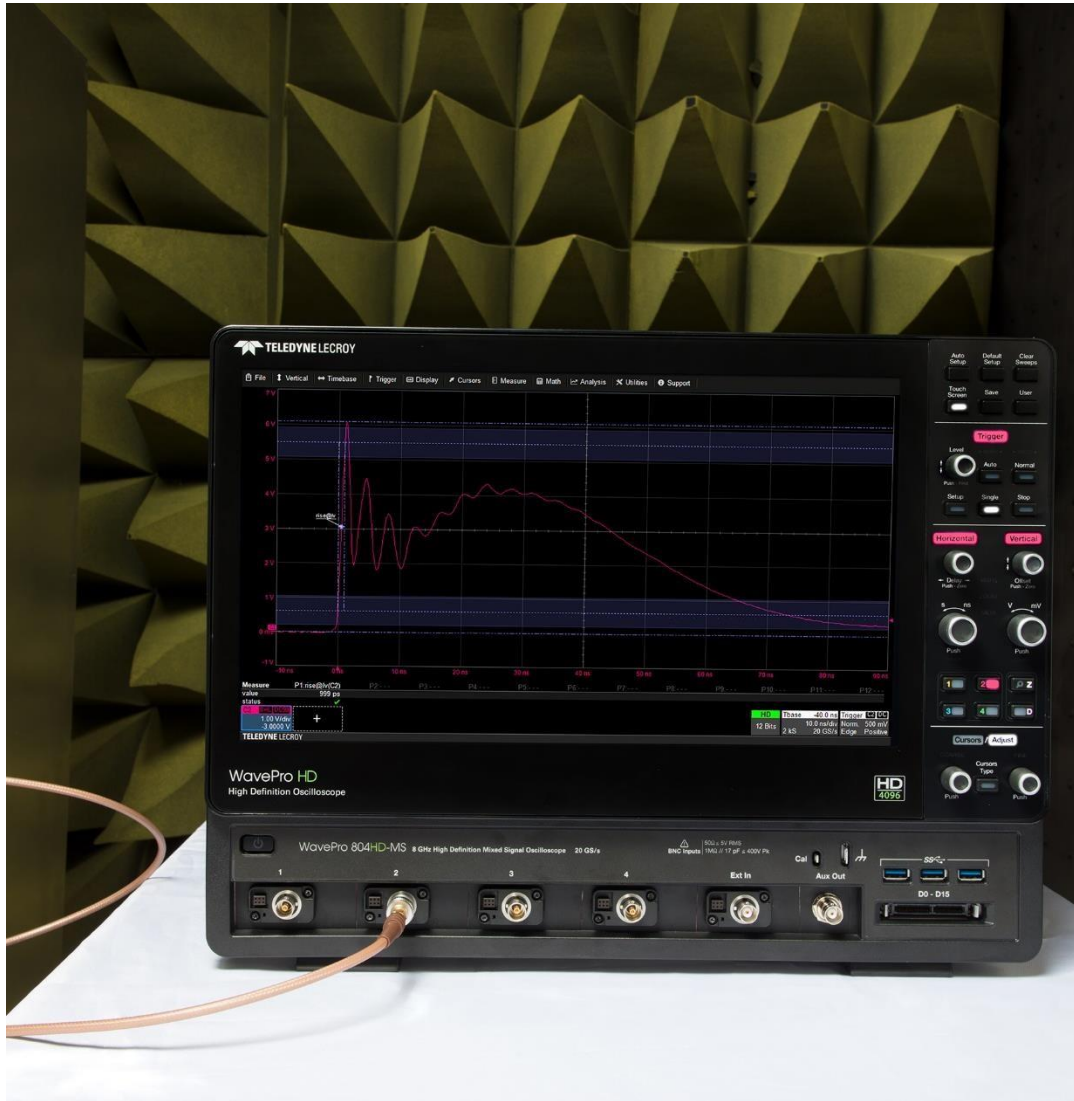


- Исключительно низкий уровень шума и джиттера обеспечивают макс точность измерений:
  - Разрешение 12 бит, малые значения собственных шумов и джиттера ОГ – для самых точных измерений послед. данных
  - Пакет SDAIII CompleteLinQ обеспечивает самый полный в отрасли набор инструментов анализа послед. данных
  - Решения QualiPHY макс упрощают проверку на соответствие стандартам

# Испытания на ЭМС (EMC/EMI)

WavePro HD точно оценивает сигналы, порождающие ЭМ помехи:

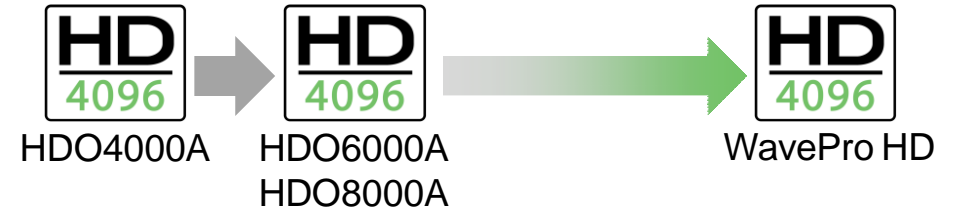
- Частота дискретизации 20 Гвыб/с
- Разрешение по вертикали 12 бит
- Погрешность установки коэф. усиления ( $\pm 0.5\%$ ) – высокая точность измерения импульсных сигналов



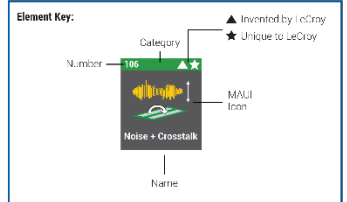
# Мощный и исчерпывающий набор для любых приложений

WavePro HD обеспечен всеми осциллографическими инструментами Teledyne LeCroy:

- Измерения
- Функции математики
- ПО анализа
- Документирование



Capture		View			Measure		Math		Analyze										Document																																																				
Triggering	Acquire	Display Grids	Display Views	Zooming	Parameters	Parameter Analysis	Functions	Advanced Functions	Pass/Fail	Anomaly Detection	Serial Decode	Serial Message Analysis	Clock & Timing Jitter	Serial Data Jitter	Serial Data Analysis	Application Packages	Document																																																						
1	Exclusion	3	Measurement	4	5 MS/s Roll	11	Multistage	12	Sequence Mode	24	Analog/Digital	25	80 ch	26	4 to 80 Channels	27	Multi-Grid	28	Segment	29	Multi-Zoom	30	All Instance	31	Statistics	32	Full Memory FFT	33	Digital Filters	34	Mask Test	35	TriggerScan	36	Symbol	37	K28.5	38	Search & Zoom	39	Jitter Track	40-45	Bathub Curve	46	Rj + Buj Views	47	DDR Analysis	48	WaveStudio																						
41	Serial Data	42	High Definition Technology	43	HD 4096	44	Drag and Drop	45	Waveform Histogram	46	Vertical Zoom	47	Parameter Math	48	Parameter Acceptance	49	Tracks / Trends	50	Processing Web	51	Actions	52	WaveScan	53	Protocol Layer	54	Bus Parameters	55	Jitter Histogram	56	IsOBER	57	DJ Views	58	63-67	68	LSIB	69	100 GHz / DBI	70	Q-Scope	71	3D Persistence	72	Auto-Scroll	73	Custom Measure	74	Histogram/Histogram	75	Demodulation	76	Custom Math	77	Boolean Compare	78	History Mode	79	Application Layer	80	Timing Parameters	81	Jitter Spectrum	82	Sim	83	Noise + Crosstalk	84	85-89	90	LabNotebook
91	R/W Separation	92	Multi-Eye View	93	DDR TJ, Rj, Dj	94	Debug Toolkit	95	Virtual Probe	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	Automation																																									



# WavePro HD

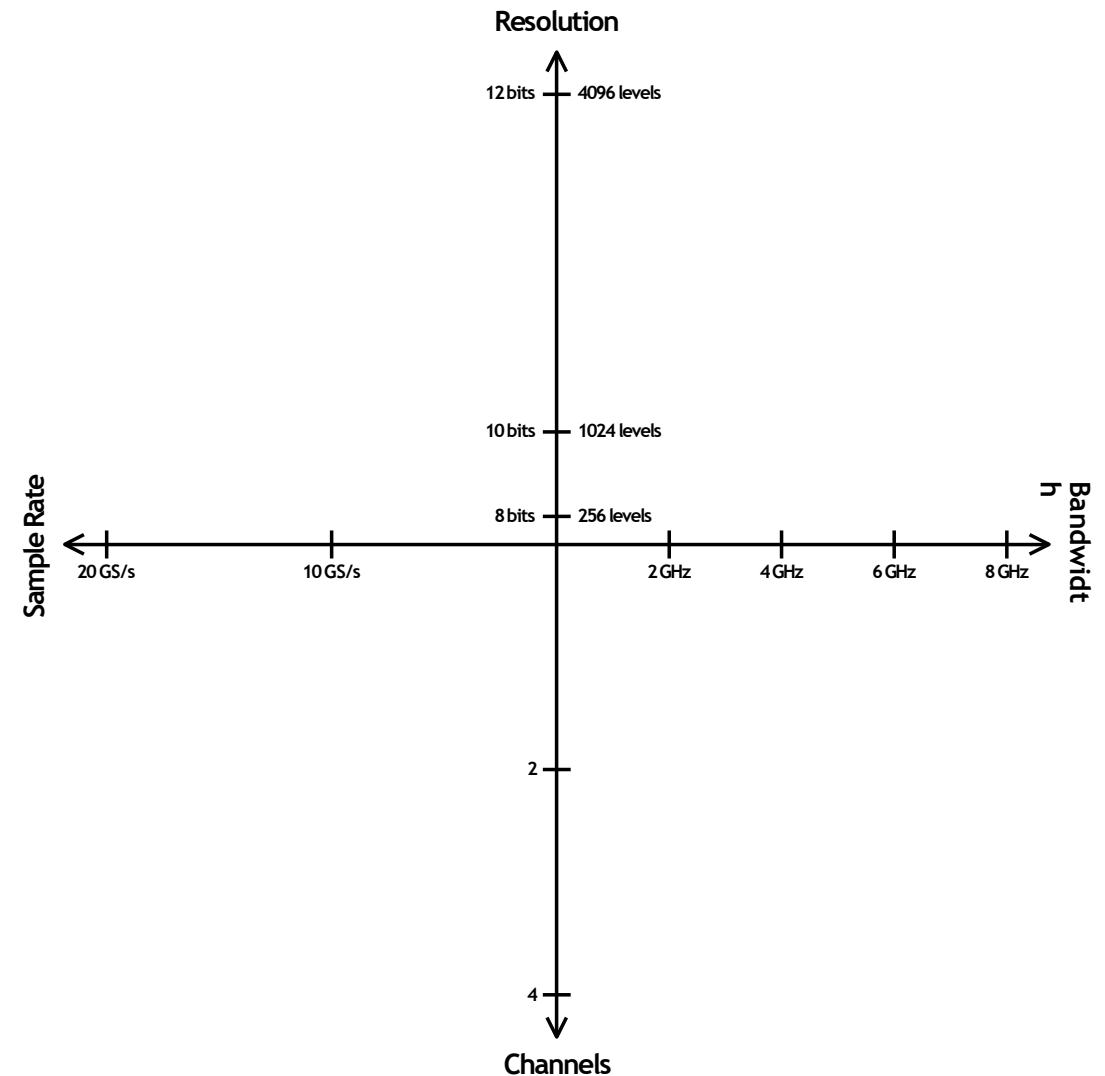
## Competitive Overview



**TELEDYNE LECROY**  
Everywhereyoulook™

# Не все осциллографы высокого разрешения эквивалентны

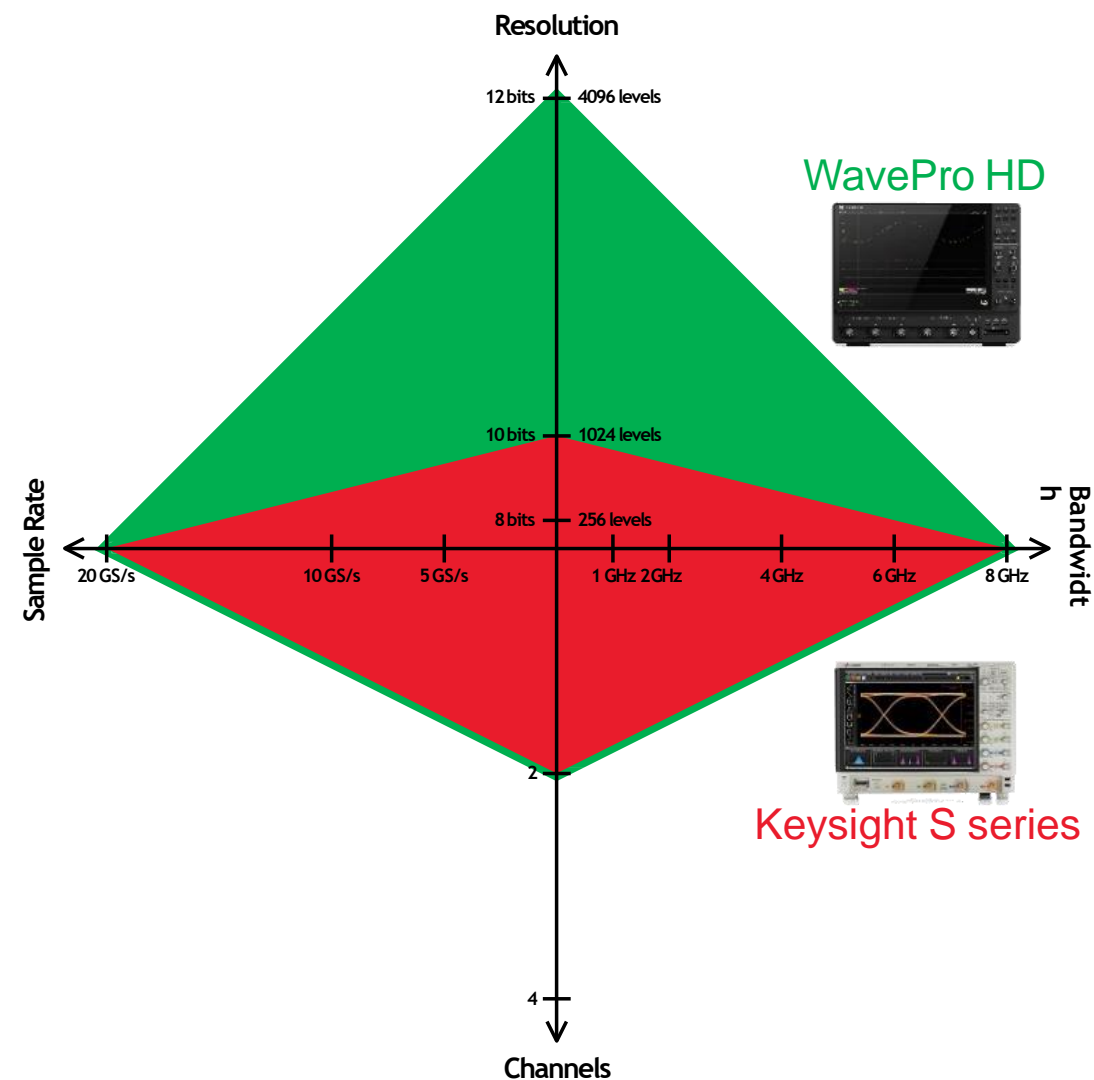
- Уникальная архитектура HD4096 в Wave Pro HD – это разрешение 12 бит и производительность в полной BW и при всех F дискр.
- Конкуренты предлагают осциллографы якобы «высокого разрешения», но при этом у них не получается сопряжение компромиссных показателей:
  - Полоса пропускания (BW)
  - Частота дискретизации (F дискр.)
  - Число активных каналов



# WavePro HD и Keysight S серия: 8 ГГц, 20 Гвыб/с

## WavePro HD 4-кратное преимущество по разрешению

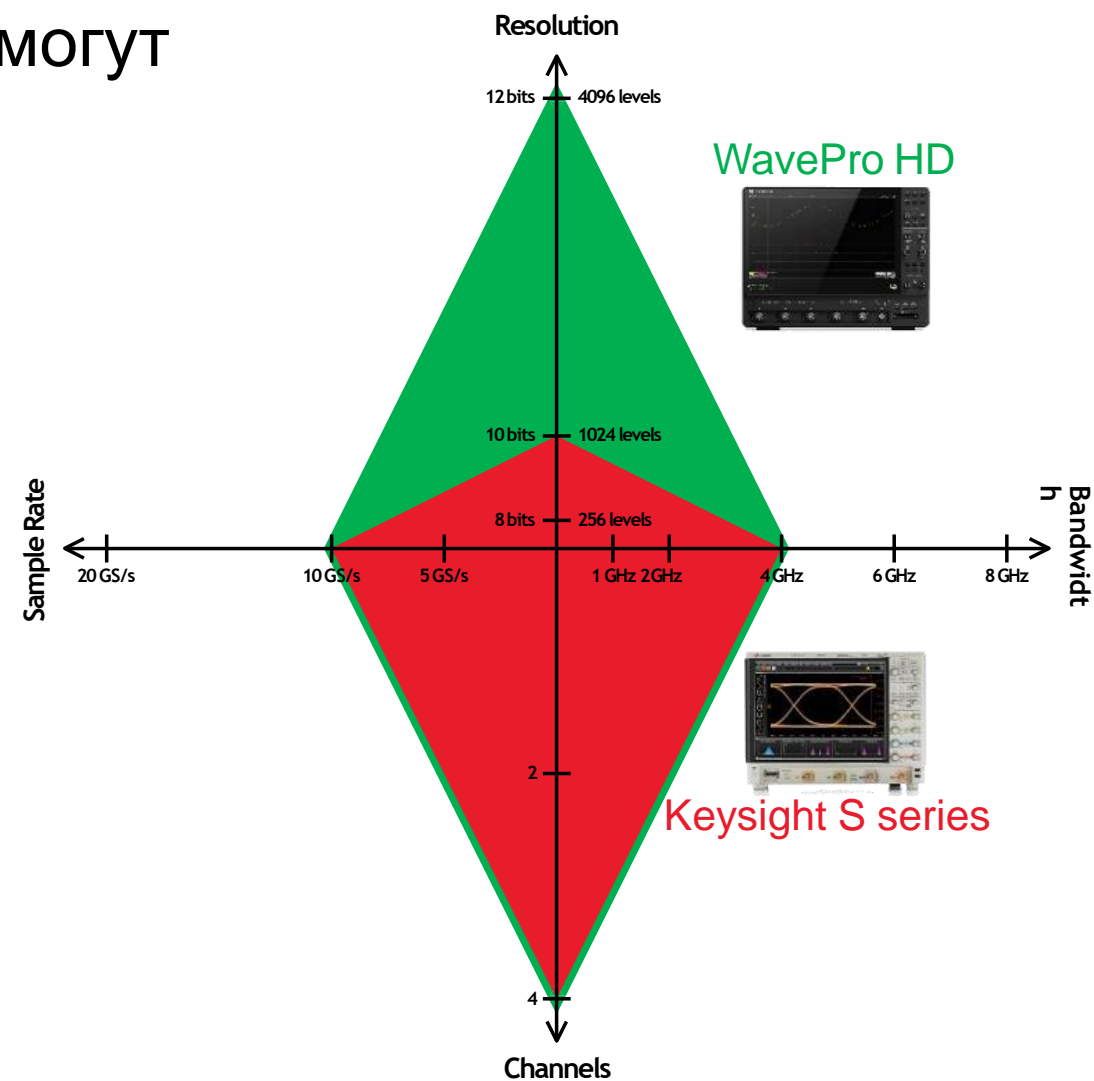
- В полосе 8 ГГц оба осциллографа обеспечивают 20 Гвыб/с, 2 аналоговых канала
- При этом Keysight S серия обеспечивает заявленное разрешение в 10 бит
- WavePro HD, традиционно для семейства HDO, обеспечивает 12 бит во всей полосе BW, что дает **4-кратное преимущество** перед S серией



# WavePro HD и Keysight S серия: 4 ГГц, 10 Гвыб/с

## WavePro HD 4-кратное преимущество по разрешению

- В полосе 4 ГГц, оба осциллографа могут работать в одном из двух режимов:
  - 20 Гвыб/с, 2 канала
  - 10 Гвыб/с, 4 канала (показано на рис.)
- Keysight S серия и в этом режиме обеспечивает всего лишь 10 бит
- А WavePro HD, сохраняя лидерство, обеспечивает 12 бит. В этом случае сохраняется **4-кратное преимущество** перед S серией

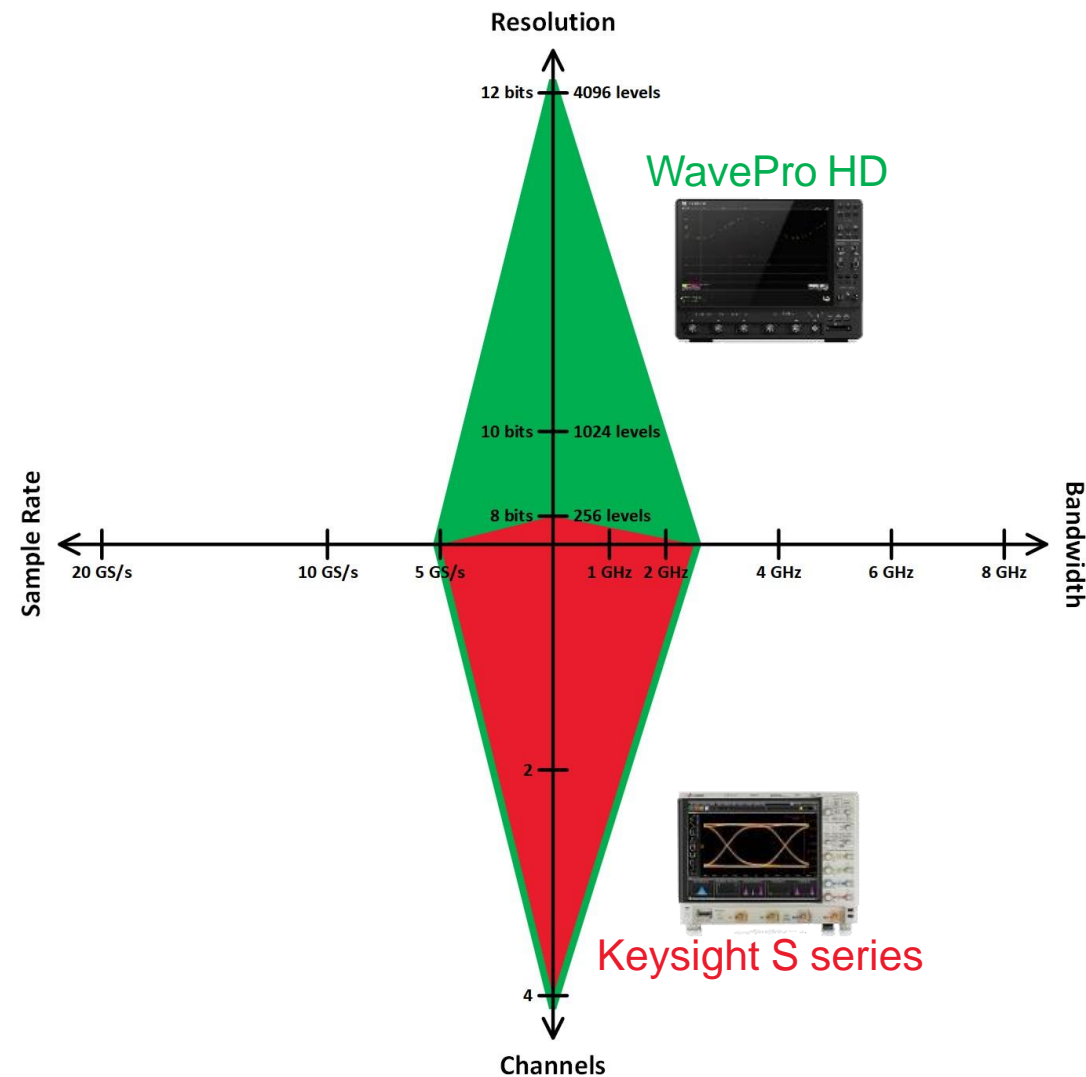




# WavePro HD и Keysight S серия: 5 Гвыб/с

## WavePro HD 16-кратное преимущество по разрешению

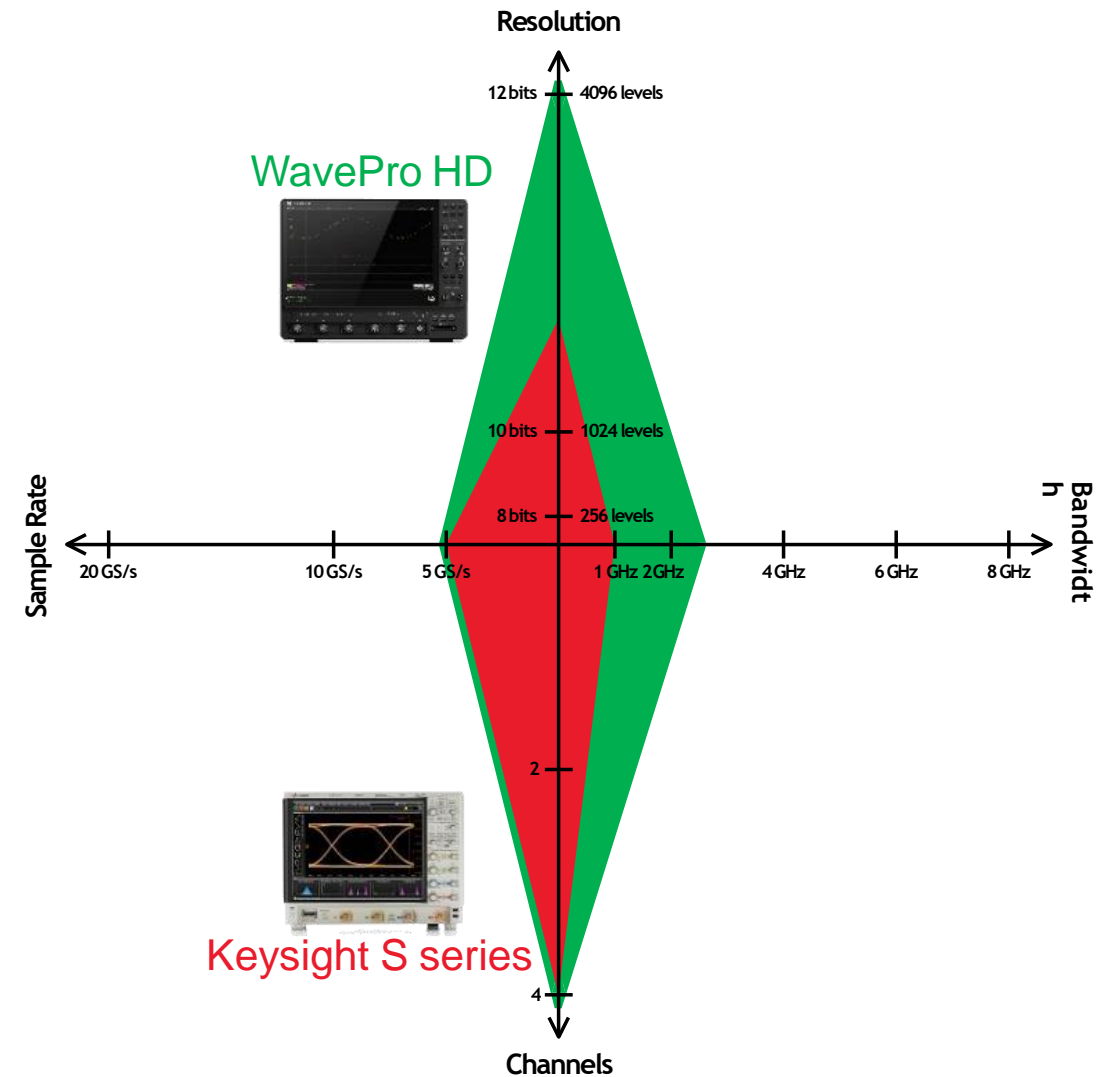
- При дискретизации 5 Гвыб/с (режим по умолчанию), оба осциллографа обеспечивают 4 канала в полосе 2.5 ГГц
- Однако в этом режиме Keysight S серия работает уже с разрешением **8 бит**
- Разрешение WavePro HD не меняется и остается 12 бит. И это уже **16-кратное преимущество** перед S серией



# WavePro HD и Keysight S серия: Режим «High resolution»

## WavePro HD x2 преимущество по разрешению и x2,5 по полосе пропускания

- В серии S предлагается режим "высокого разрешения", обещающая 11 бит и 5 Гвыб/с
- В этом режиме Keysight S действительно работает с 11-битным разрешением, но с **уменьшенной полосой пропускания 1 ГГц**
- WavePro HD – те же 12 бит, при этом **2-кратное преимущество по разрешению** перед S серией и **без каких-либо компромиссов по полосе пропускания**

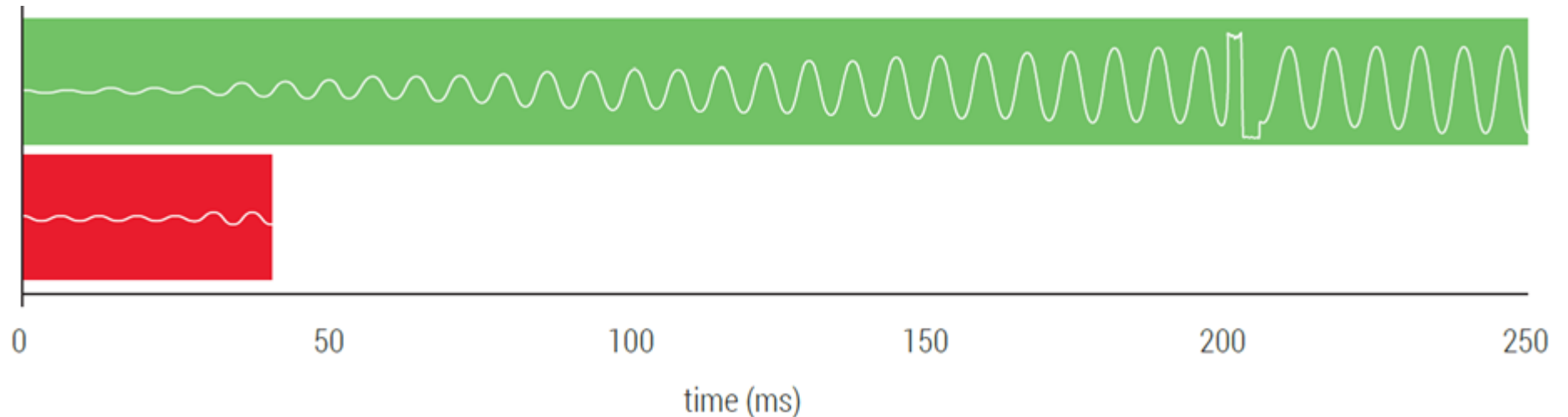


# WavePro HD и Keysight S серия

WavePro HD время захвата более чем в 6 раз больше при всех F дискр.

WavePro HD – 12 бит  
5 Гвыб @ 20 Гвыб/с  
Время захвата 250 мс

S серия – 10 бит  
800 Мвыб @ 20 Гвыб/с  
Время захвата 40 мс



- WavePro HD обеспечивает время записи данных 250 мс при дискретизации со скоростью 20 Гвыб/с
  - WavePro HD во всех режимах работает с разрешением 12 бит
- В Keysight S для записи > 40 мс необходимо уменьшить F дискр.
  - На частоте 5 Гвыб/с и менее S серия работает с разрешением 8 бит

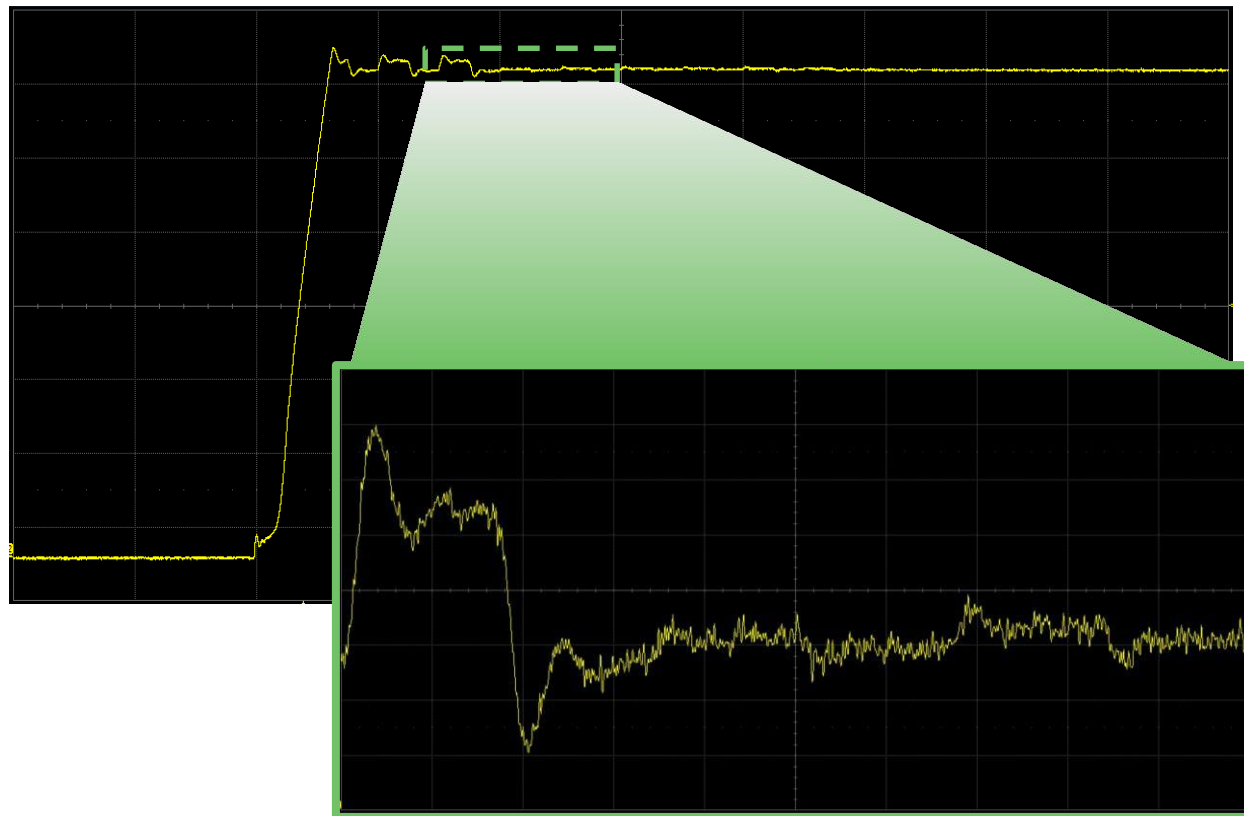
# WavePro HD и Keysight S серия

## Практический пример преимущества разрешения 12 бит

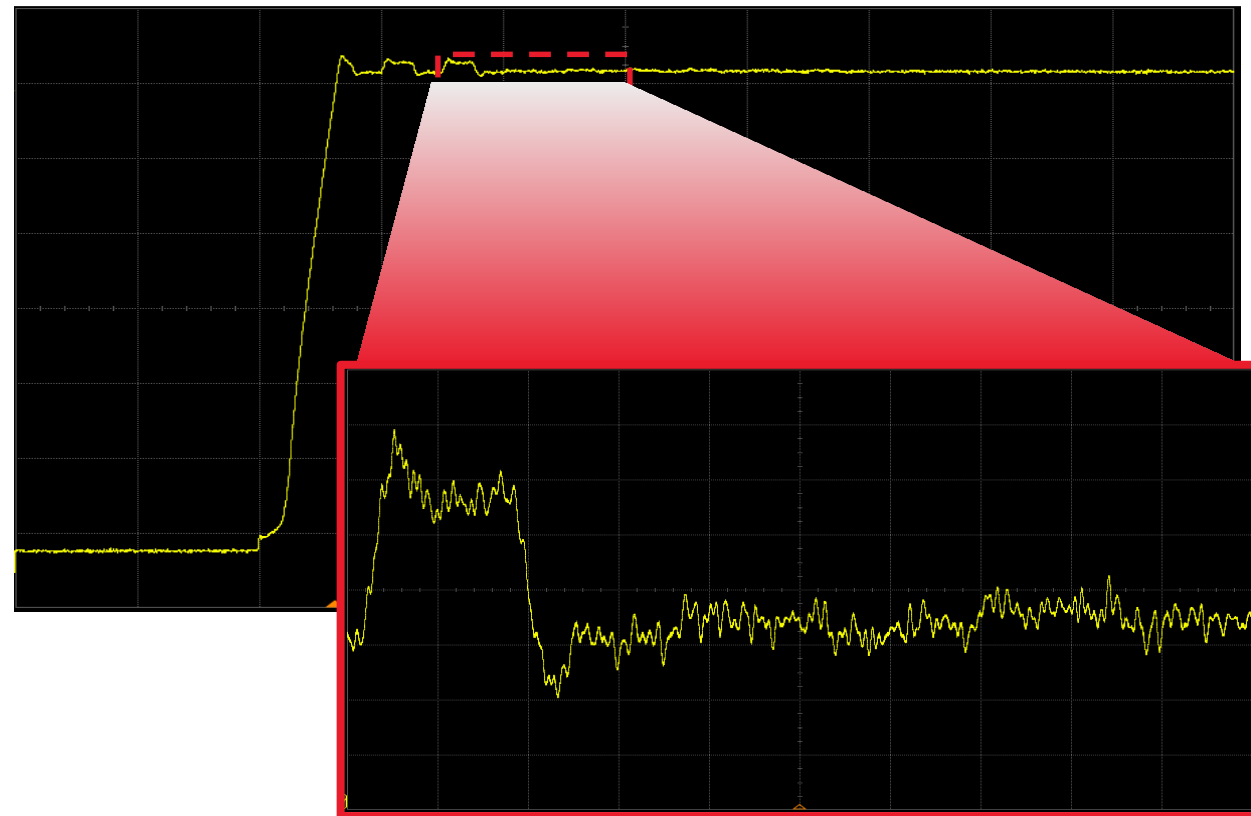
Разрешение 12 бит WavePro HD – шаг квантования в 4 раза меньше, чем в 10-битном Keysight S.

Преимущества HD4096 очевидны, когда анализируют сигналы малого уровня.

HD4096 12-bit WavePro HD oscilloscope



Keysight S series



# WavePro HD и Keysight S серия: Анализ высокоскоростных потоков

## WavePro HD – линии глазковой диаграммы четче, джиттер меньше

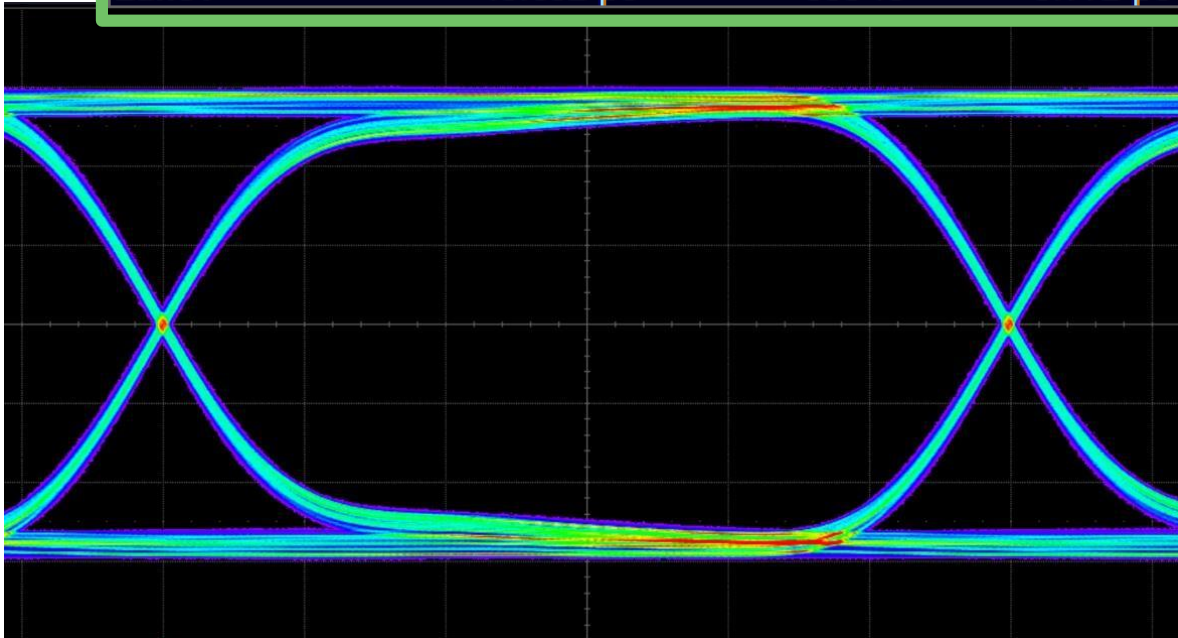
### WavePro 804HD

**Скорость потока** 2.5 Гбит/с  
**Случайный джиттер (Rj)** 555 фс  
**Суммарный джиттер (Tj)** 13,692 пс

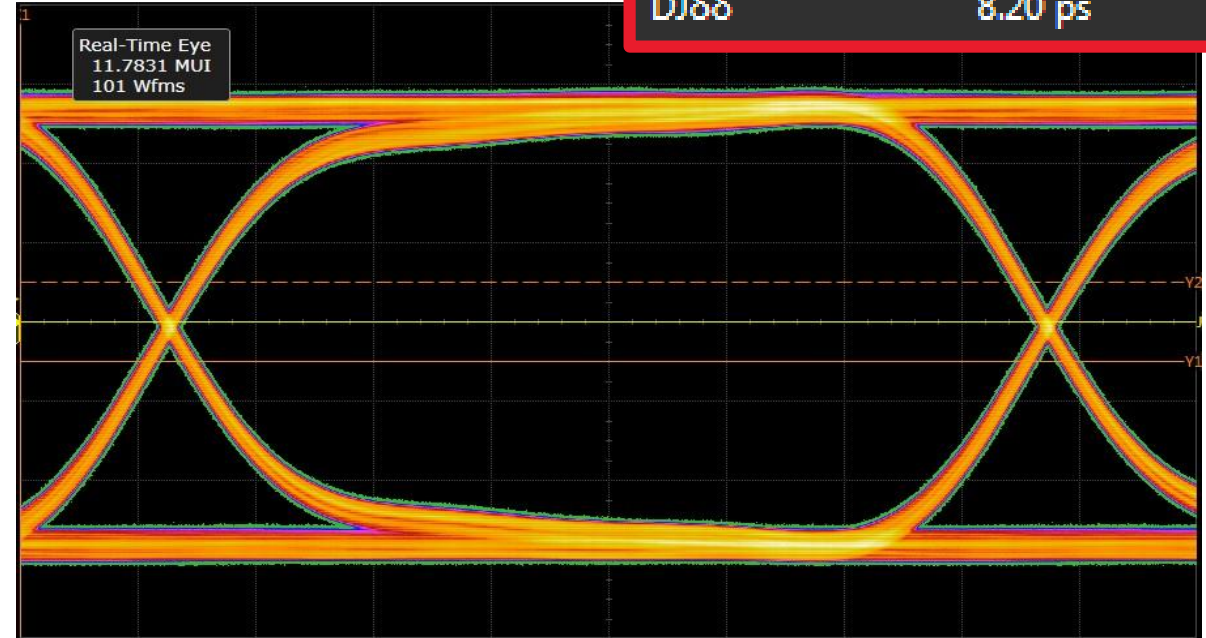
### Keysight DSOS804A

2.5 Гбит/с  
730 фс  
18,51 пс

SDA Jitter	Tj(1e-12.0)	Rj(spD)	Dj(spD)
Lane1	13.692 ps	555 fs	5.772 ps

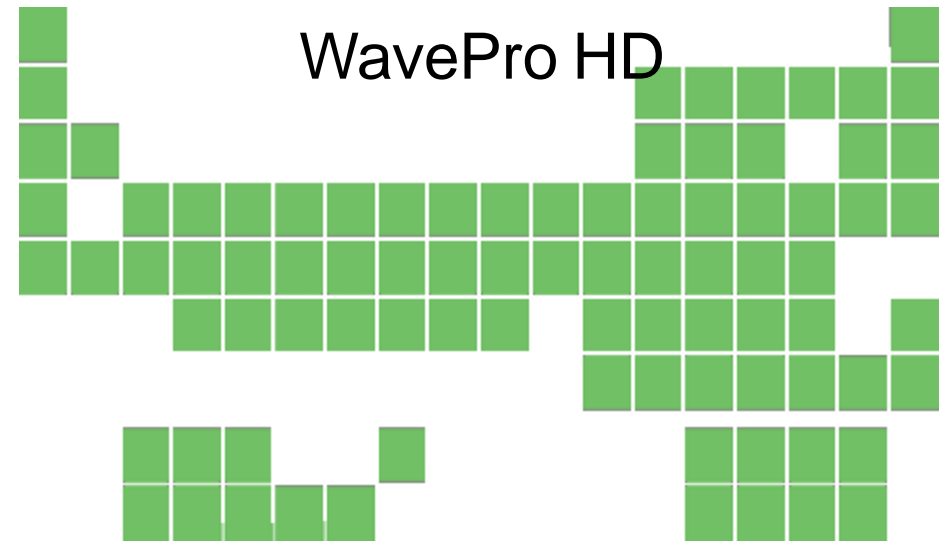
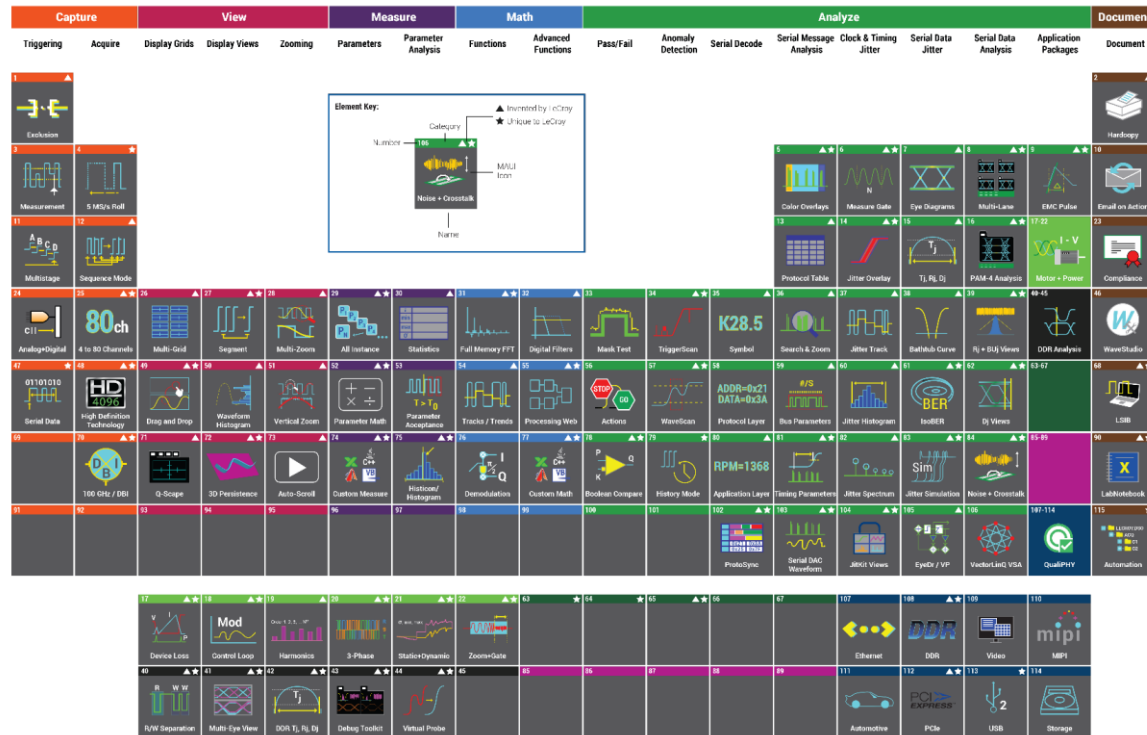


TJ(1E-12)	18.51 ps
RJrms	730 fs
DJ88	8.20 ps



# WavePro HD и Keysight S серия: Инструменты для анализа

## WavePro HD – набор инструментов шире, анализ более детальный



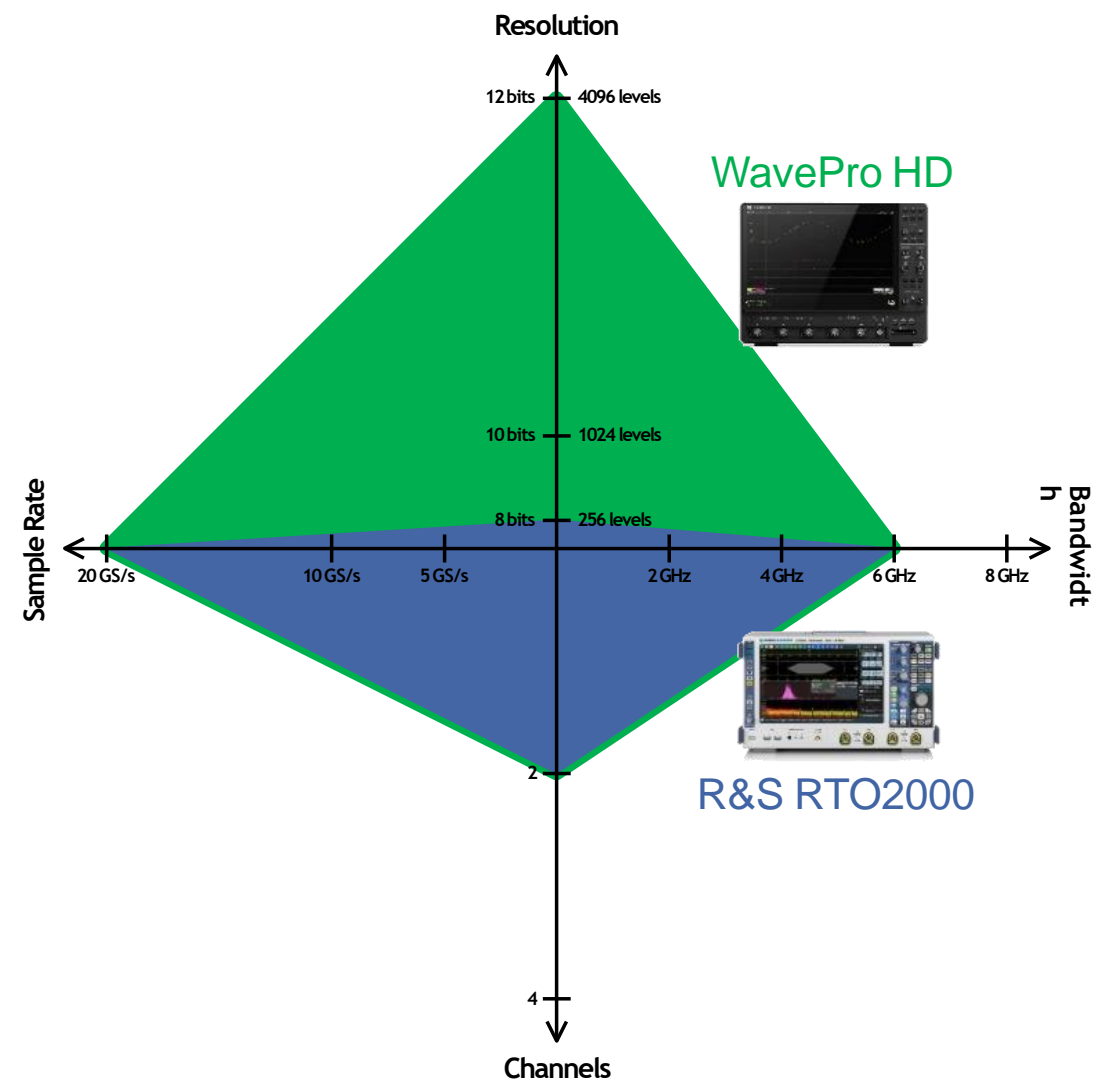
WavePro HD предлагает максимально широкий в своем классе набор средств, обеспечивающих высочайшую детализацию исследуемого сигнала. Наглядное сравнение – на диаграмме справа.

Более подробно здесь <http://lecroy-rus.ru/upload/periodic/#largeModal>

# WavePro HD и R&S RTO2000: 6 ГГц, 20 Гвыб/с

## WavePro HD 16-кратное преимущество по разрешению

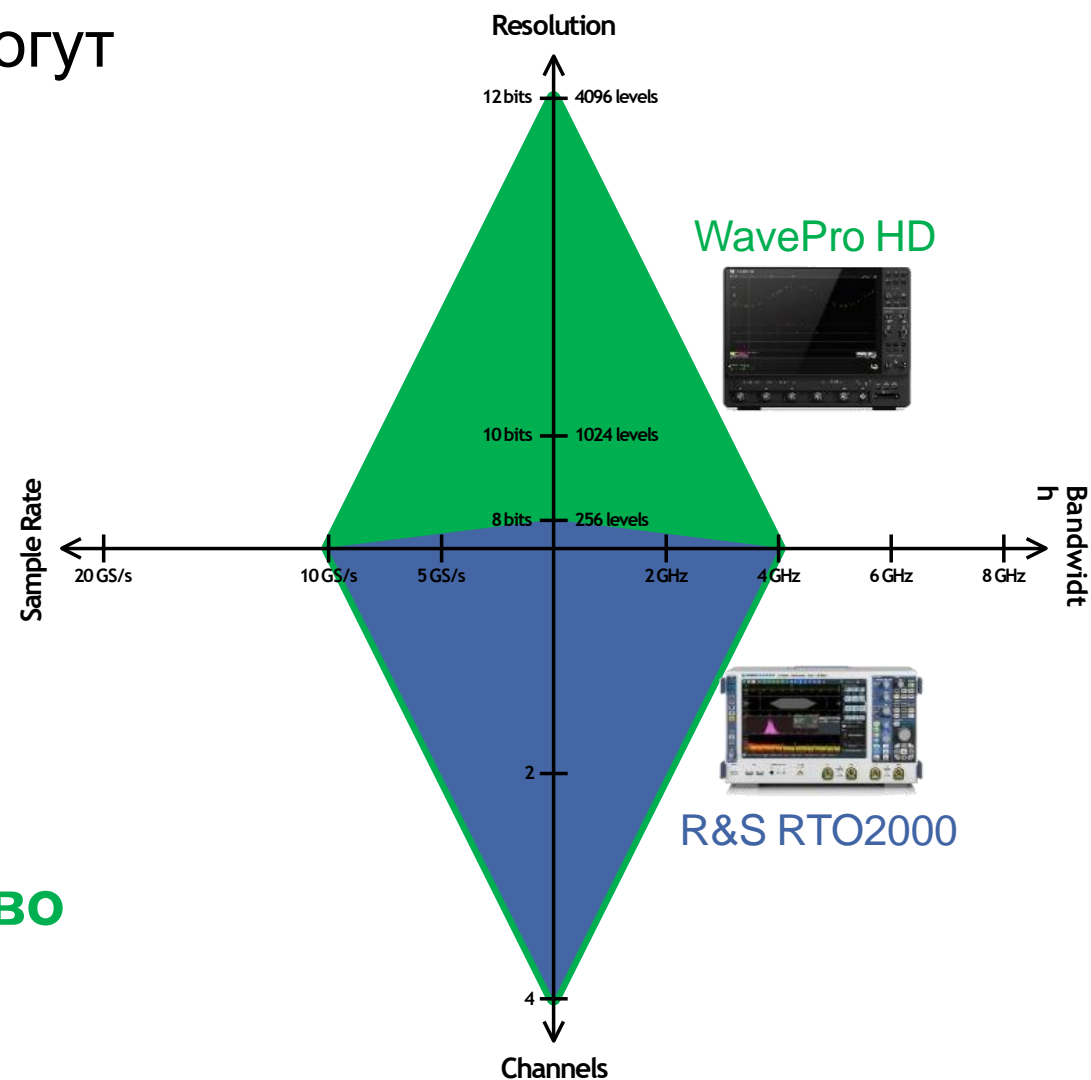
- В полосе 6 ГГц оба осциллографа обеспечивают 20 Гвыб/с, 2 аналоговых канала
- При этом R&S RTO2000 обеспечивает заявленное разрешение в 8 бит
- WavePro HD, традиционно для семейства HDO, обеспечивает 12 бит во всей полосе BW, что дает **16-кратное преимущество** перед RTO2000



# WavePro HD и R&S RTO2000: 4 ГГц, 10 Гвыб/с

## WavePro HD 16-кратное преимущество по разрешению

- В полосе 4 ГГц, оба осциллографа могут работать в одном из двух режимов:
  - 20 Гвыб/с, 2 канала
  - 10 Гвыб/с, 4 канала (показано на рис.)
- R&S RTO2000 и в этом режиме обеспечивает традиционные 8 бит
- А WavePro HD, сохраняя лидерство, обеспечивает 12 бит. В этом случае сохраняется **16-кратное преимущество** перед RTO2000

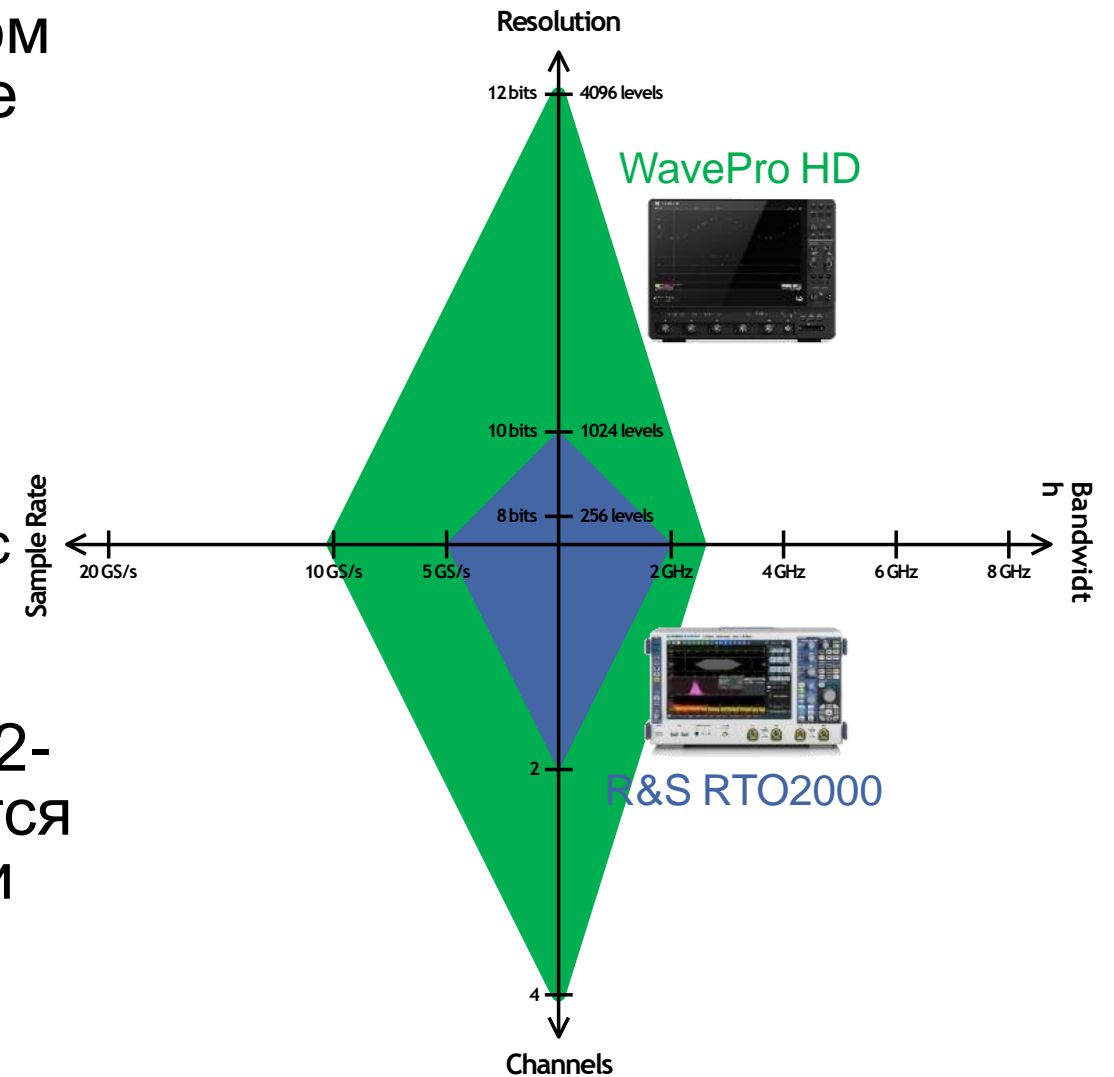




# WavePro HD и R&S RTO2000: Режим «HD»

## WavePro HD x4 преимущество по разрешению, полоса пропускания шире

- RTO2000 имеет режим “HD”, в котором производитель рекламирует большее разрешение
- В примере на рисунке, RTO2000 работает с разрешением 10 бит, но с ограничениями:
  - Дискретизация не превышает 5 Гвыб/с
  - Ограничена BW – 2 ГГц
- WavePro HD неизменно работает с 12-битным разрешением. Обеспечивается **4-кратное преимущество** даже если RTO2000 в режиме «HD»



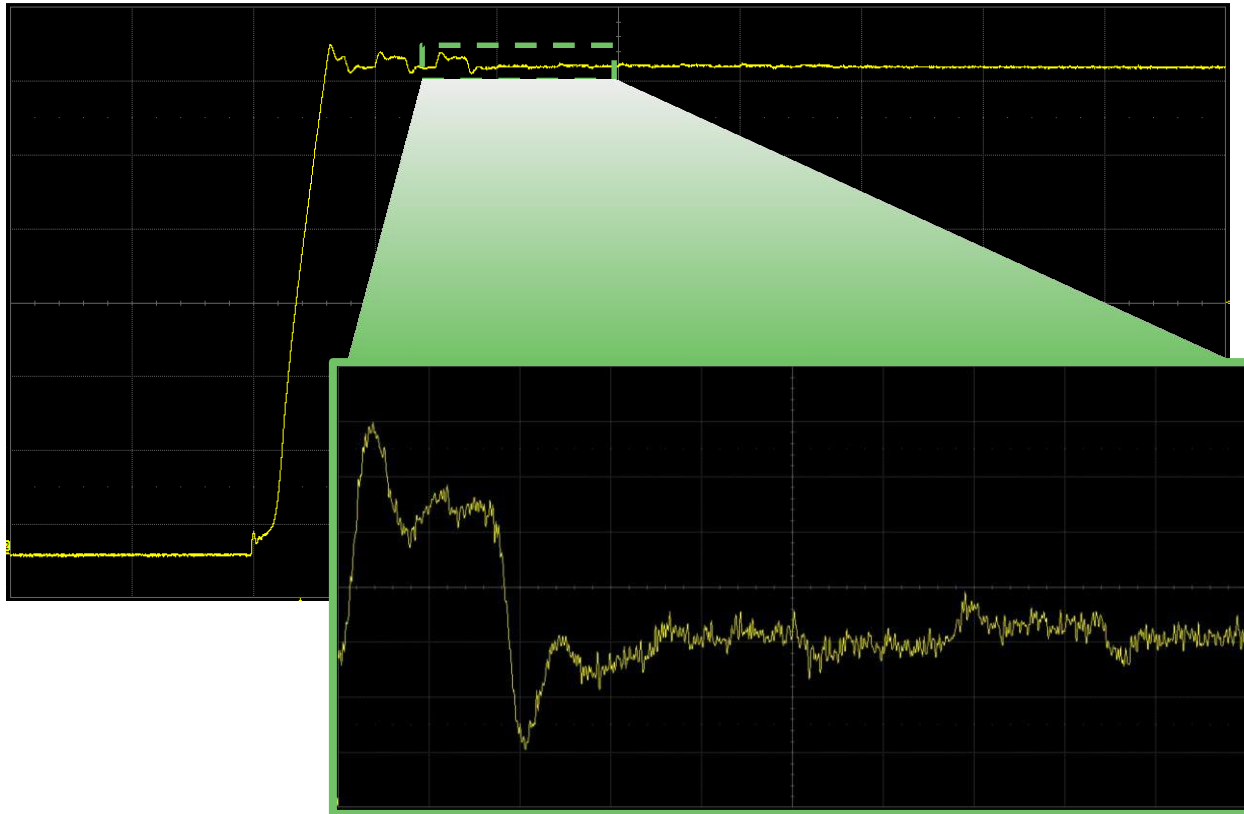
# WavePro HD и R&S RTO2000

## Практический пример преимущества разрешения 12 бит

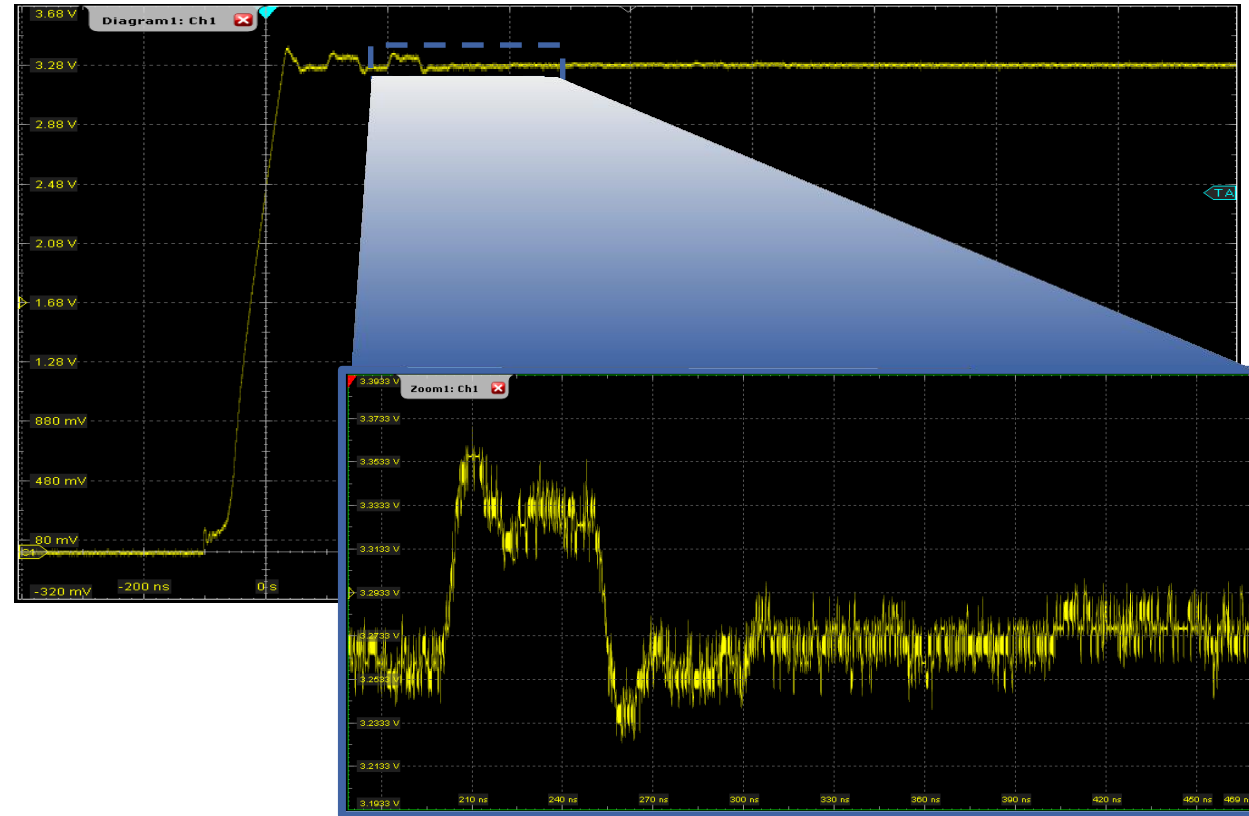
Разрешение 12 бит WavePro HD – шаг квантования в 16 раз меньше, чем в 8-битном R&S RTO2000.

Преимущества HD4096 очевидны, когда анализируют сигналы малого уровня.

HD4096 12-bit WavePro HD oscilloscope



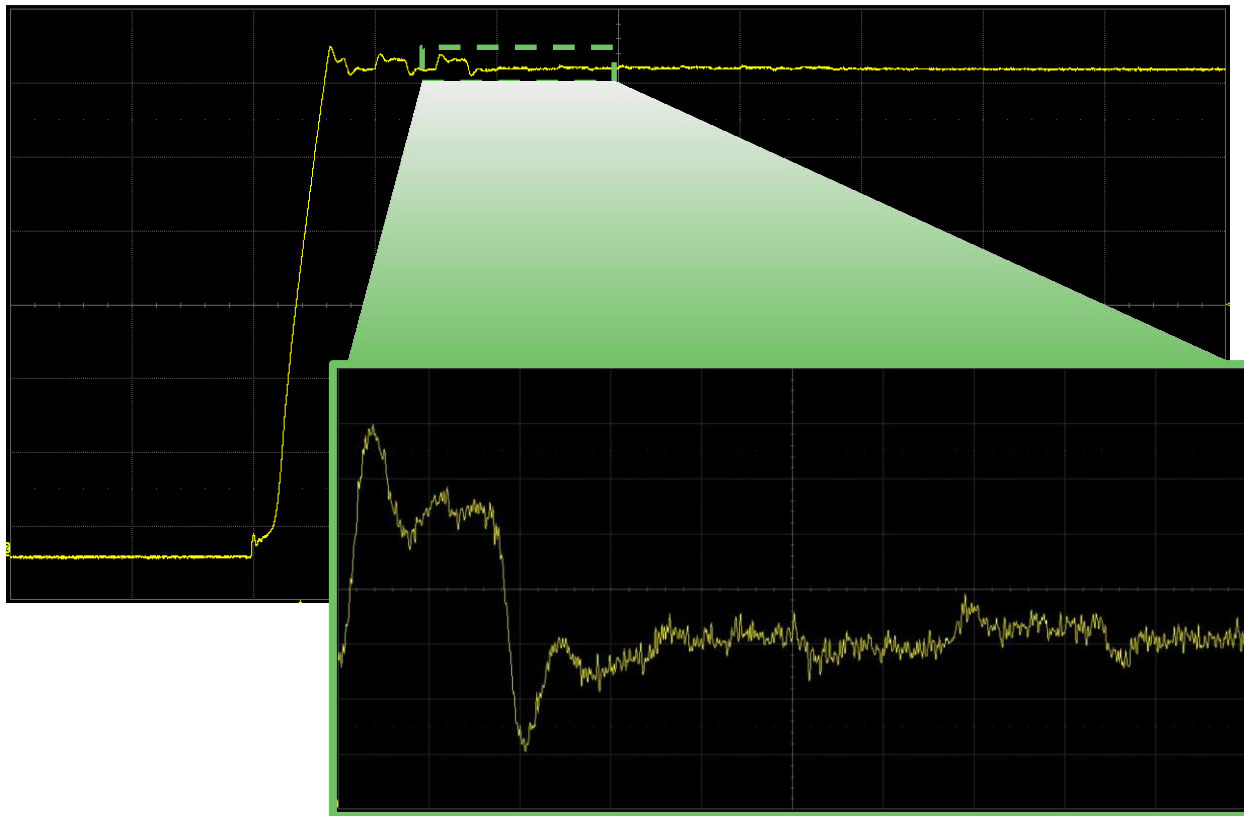
Rohde & Schwarz RTO2000



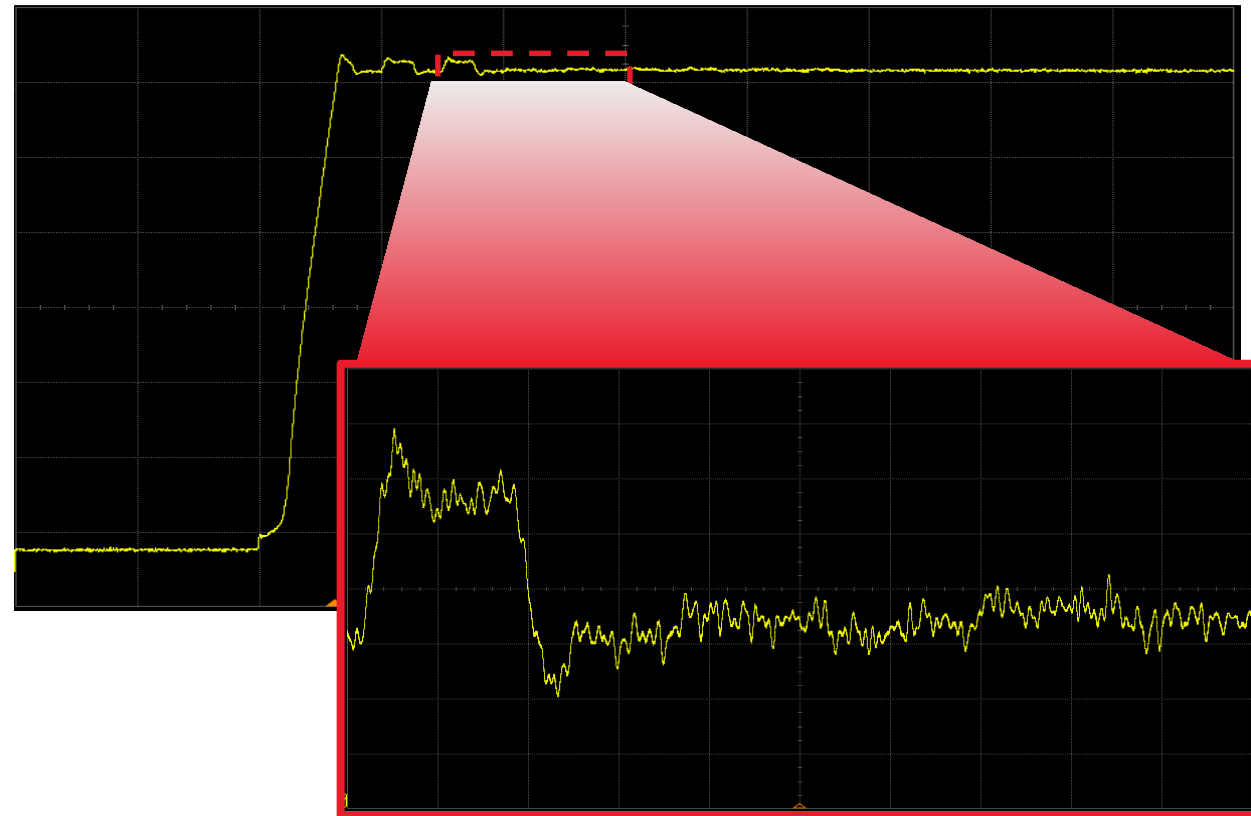
# WavePro HD и Keysight S серия

Практический пример преимущества разрешения 12 бит

HD4096 12-bit WavePro HD oscilloscope



Keysight S series

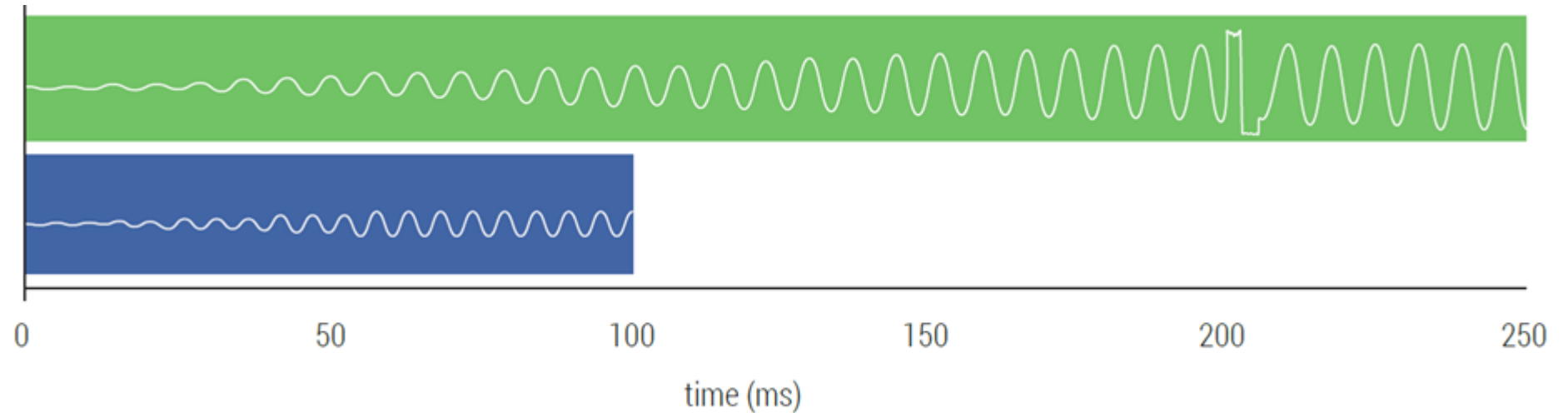


# WavePro HD и R&S RTO2000

WavePro HD время захвата в 2,5 раз больше при всех F дискр.

WavePro HD – 12 бит  
5 Гвыб @ 20 Гвыб/с  
Время захвата 250 мс

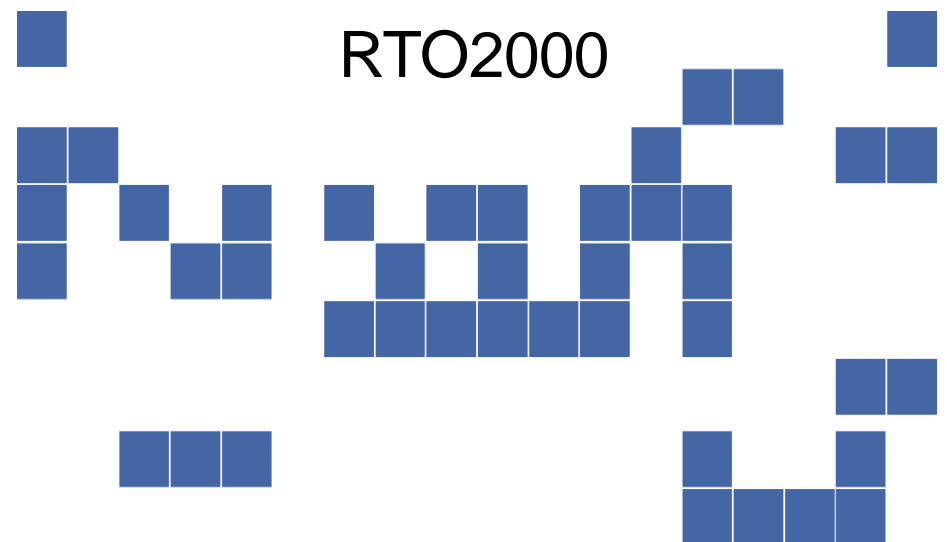
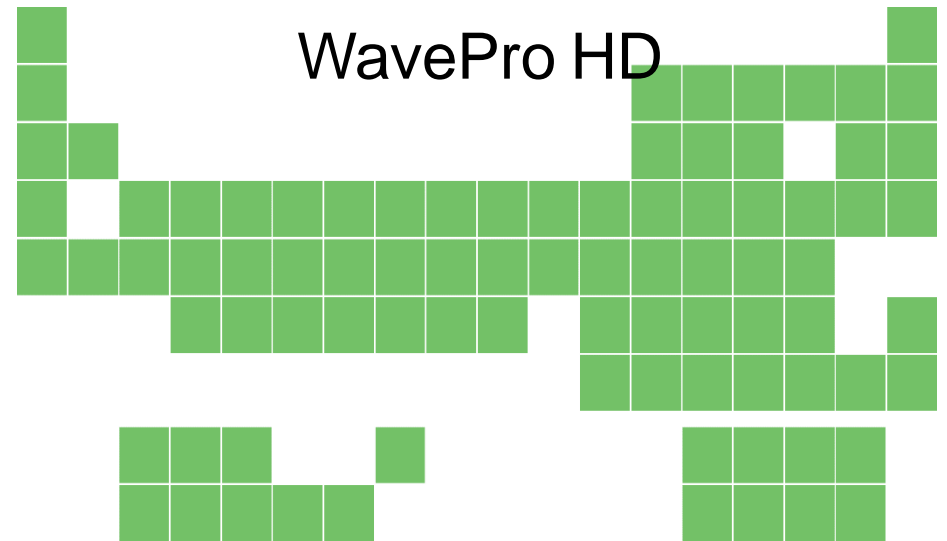
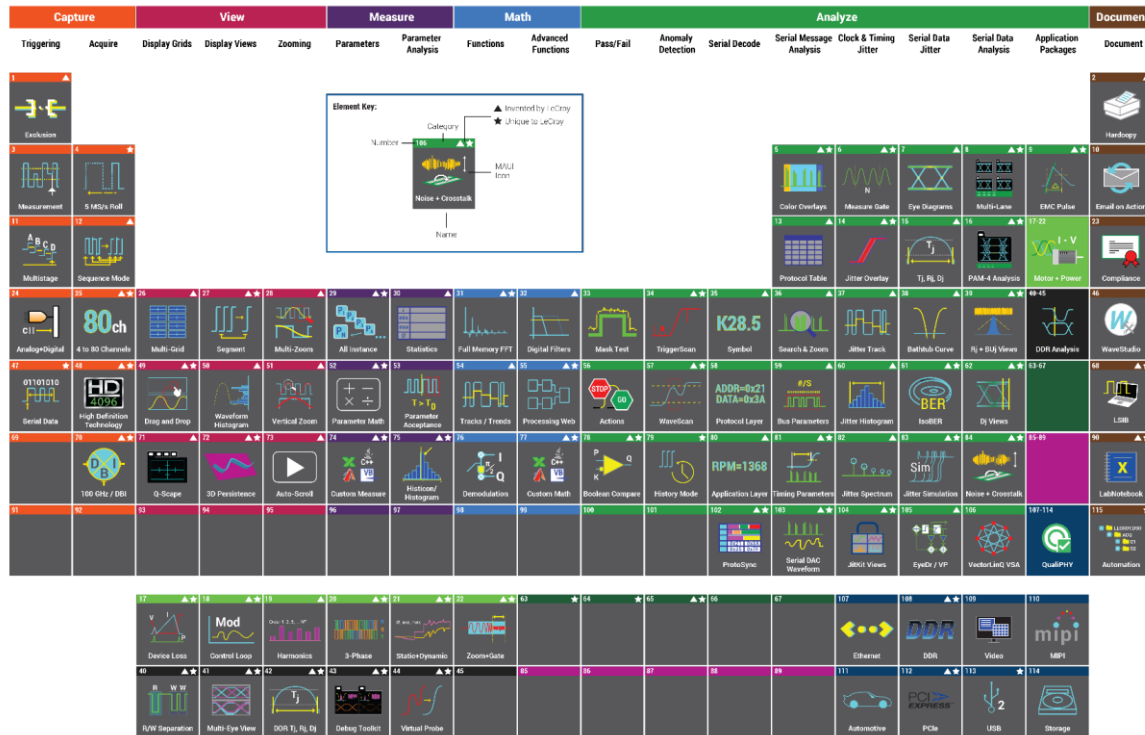
RTO2000 – 8 бит  
1 Гвыб @ 20 Гвыб/с  
Время захвата 100 мс



- WavePro HD обеспечивает время записи данных 250 мс при дискретизации со скоростью 20 Гвыб/с
  - WavePro HD во всех режимах работает с разрешением 12 бит
- В RTO2000 для записи > 100 мс необходимо уменьшить F дискр.
  - В режиме «HD» в RTO2000 неизбежен компромиссный выбор между величиной BW и F дискр.

# WavePro HD и R&S RTO2000

WavePro HD – набор инструментов шире, анализ более детальный

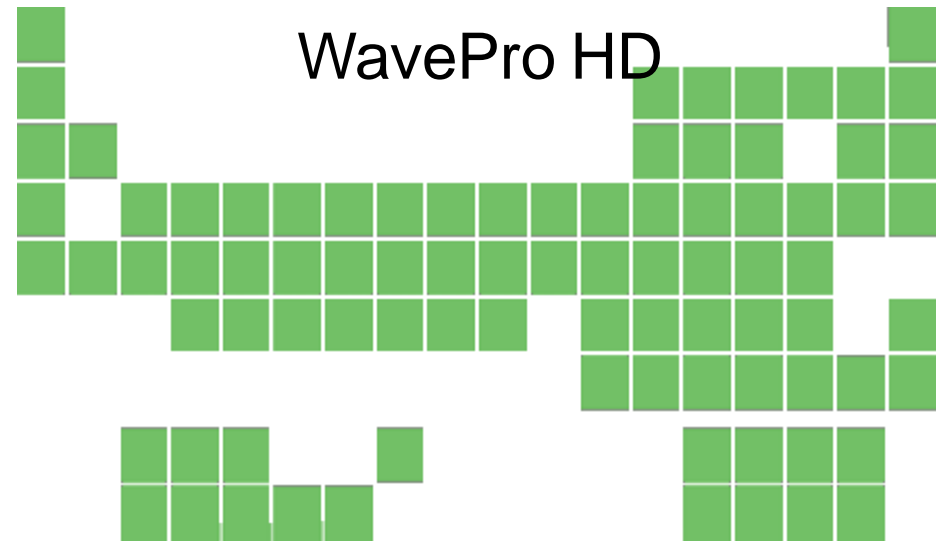
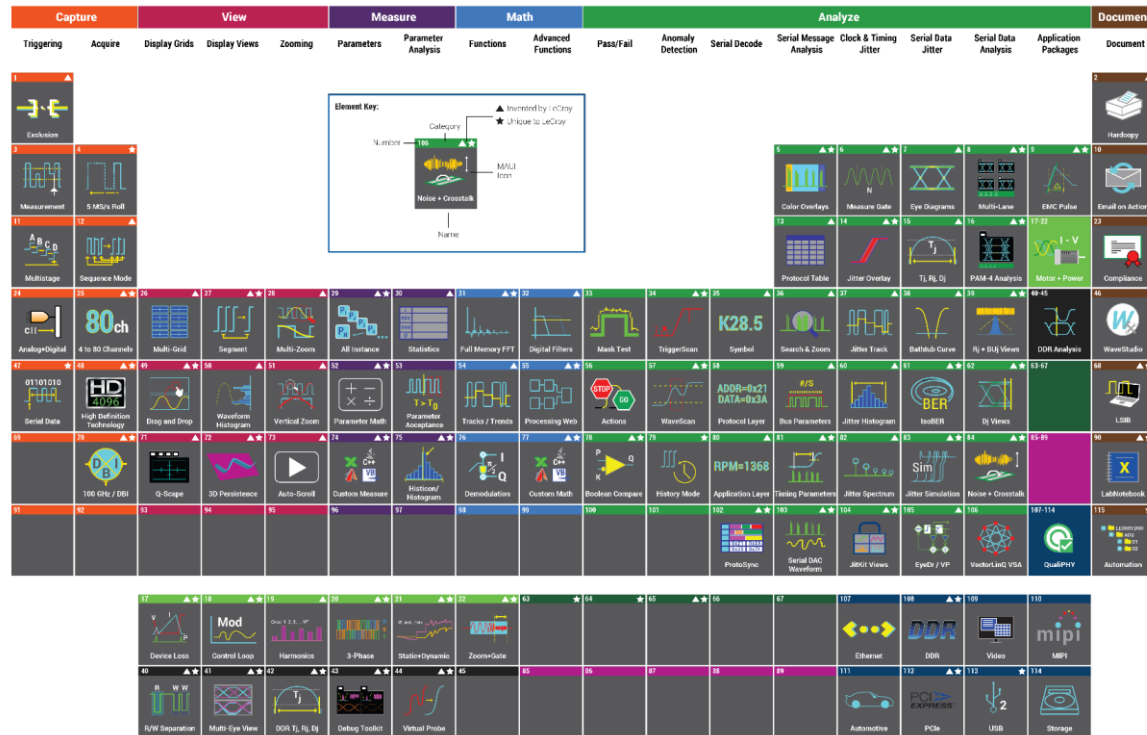


WavePro HD предлагает максимально широкий в своем классе набор средств, обеспечивающих высочайшую детализацию исследуемого сигнала. Наглядное сравнение – на диаграмме справа.

Более подробно здесь <http://lecroy-rus.ru/upload/periodic/#largeModal>

# WavePro HD и Keysight S серия

WavePro HD – набор инструментов шире, анализ более детальный



WavePro HD предлагает максимально широкий в своем классе набор средств, обеспечивающих высочайшую детализацию исследуемого сигнала. Наглядное сравнение – на диаграмме справа.

Более подробно здесь <http://lecroy-rus.ru/upload/periodic/#largeModal>

# WavePro HD – новое слово в классе HDO

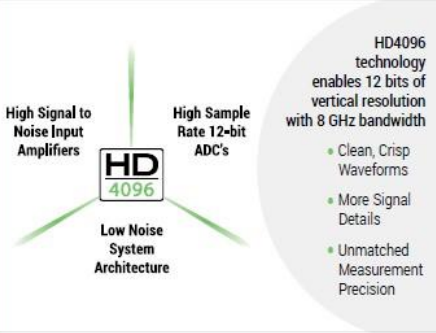
**HD4096**  
High Definition Technology

**+**

**Long Memory**

**+**

**Deep Toolbox**




HD4096 technology enables 12 bits of vertical resolution with 8 GHz bandwidth

- Clean, Crisp Waveforms
- More Signal Details
- Unmatched Measurement Precision

Up to 5 Gpts of acquisition memory means exceptionally long capture times at full sample rate and resolution. Intuitive navigation tools make it easy to find events of interest and simplify analysis of long waveforms.

WavePro HD has the greatest breadth and depth of tools to simplify any debug task.



8 GHz, 20 GS/s, 5 Gpts.  
12 bits **all the time.**



WavePro HD 

**Capture Every Detail.**

Questions?



**TELEDYNE LECROY**  
Everywhereyoulook™