

WaveRunner HRO 6 Zi

*Идеальное средство для
измерений и отладки*

Высокое разрешение АЦП

Низкий уровень электрических шумов

Самая высокая точность

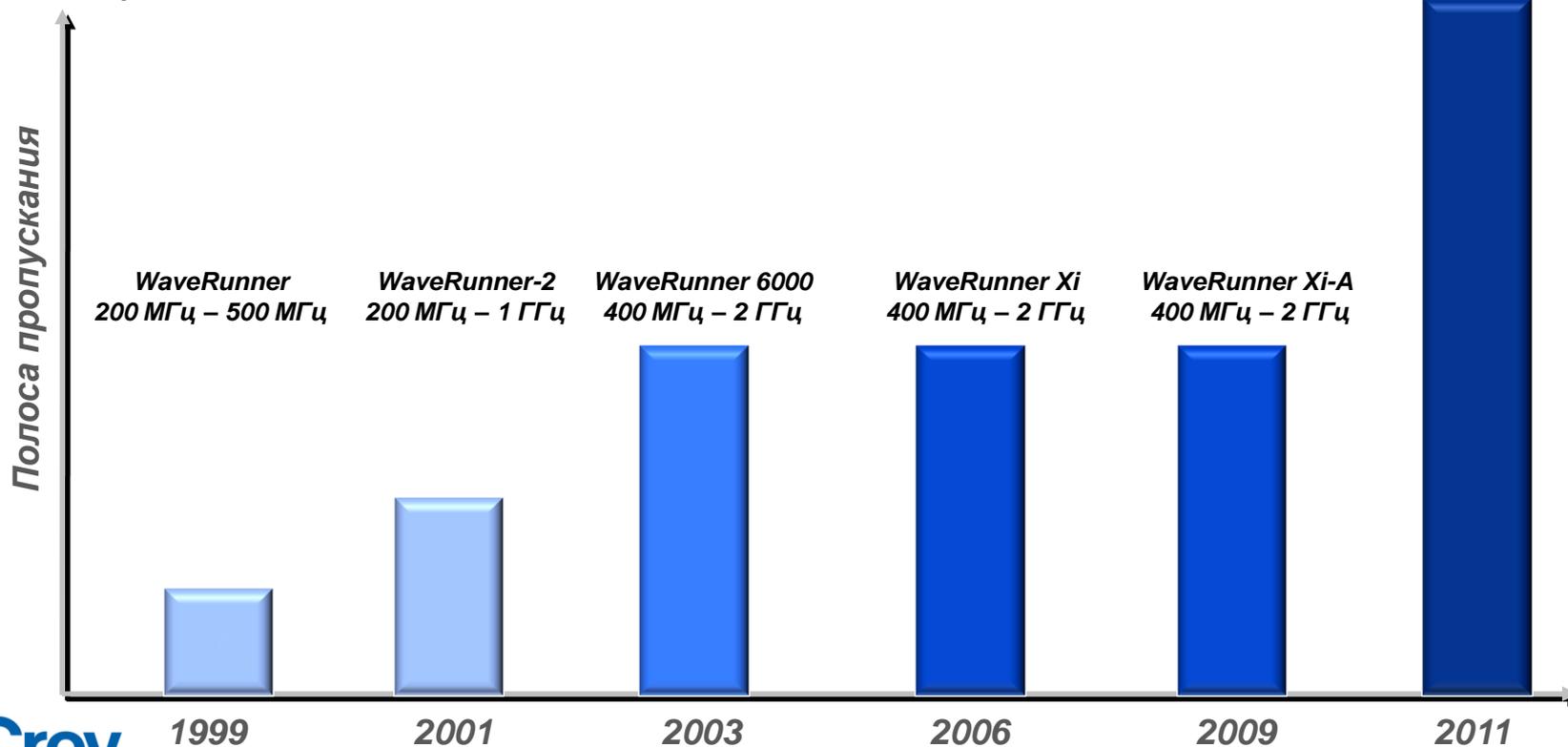
LeCroy

История Успеха Серии WaveRunner

- Осциллографы WaveRunner, выпускаемые с 1999 года это ключевой фактор успеха для компании LeCroy
- С начала запуска серия обеспечена прекрасным соотношением цена/качество, глубокой памятью, высокой частотой дискретизации и является лидером в своем классе по возможностям анализа и синхронизации последовательных данных.



WaveRunner 6Zi & HRO 6Zi
400 МГц – 4 ГГц



Осциллографы WaveRunner HRO 6 Zi

- Разрешение АЦП 12-бит
 - Программное Увеличение Разрешения (ERES) до 15-бит
 - 55 дБ Соотношение Сигнал-Шум
- Высокая Точность
 - $\pm 0.5\%$ Погрешность Измерения Постоянного Напряжения
- Глубокая Память
 - 256 МБ на канал
 - Инструменты Анализа Высокого Класа
 - Математика и Измерения
 - Расширенный БПФ
 - Анализ Джиттера
 - Декодирование и Синхронизация Последовательных Данных
 - Каскадная и Синхронизация По Результатам Измерения



Осциллографы WaveRunner HRO 6 Zi

- Модели с полосой пропускания 400 МГц и 600 МГц
- Частота дискретизации 2 ГГц на канал
- Чувствительность 1 мВ во всей полосе пропускания
- Максимальное смещение до ± 200 В
- 20 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц
фильтры для дополнительной
фильтрации шумов



Осциллографы WaveRunner HRO 6 Zi

Модель	LeCroy	LeCroy
	WaveRunner HRO 64Zi	WaveRunner HRO 66Zi
Полоса	400 МГц	600 МГц
Каналы	4	4
Разрешение	12-бит	12-бит
Частота дискретизации	2 ГГц	2 ГГц
Макс. Частота дискретизации	2 ГГц	2 ГГц
Стандартная память (на канал)	64 МБ на канал	64 МБ на канал
Макс. опция памяти (на канал)	256 МБ на канал	256 МБ на канал

- Опции Памяти HRO 6 Zi
 - 128 МБ / канал
 - 256 МБ / канал
- Все Последовательные Данные, Математика, Измерения и Опции Анализа от 8-бит WaveRunner 6 Zi доступны для всех моделей HRO
- Полная Совместимость Делителей между 8-бит и 12-бит моделями WaveRunner 6 Zi

Явные Преимущества WaveRunner HRO 6 Zi



Автомобильная Мощность

Медицина

Электро-
Механическая

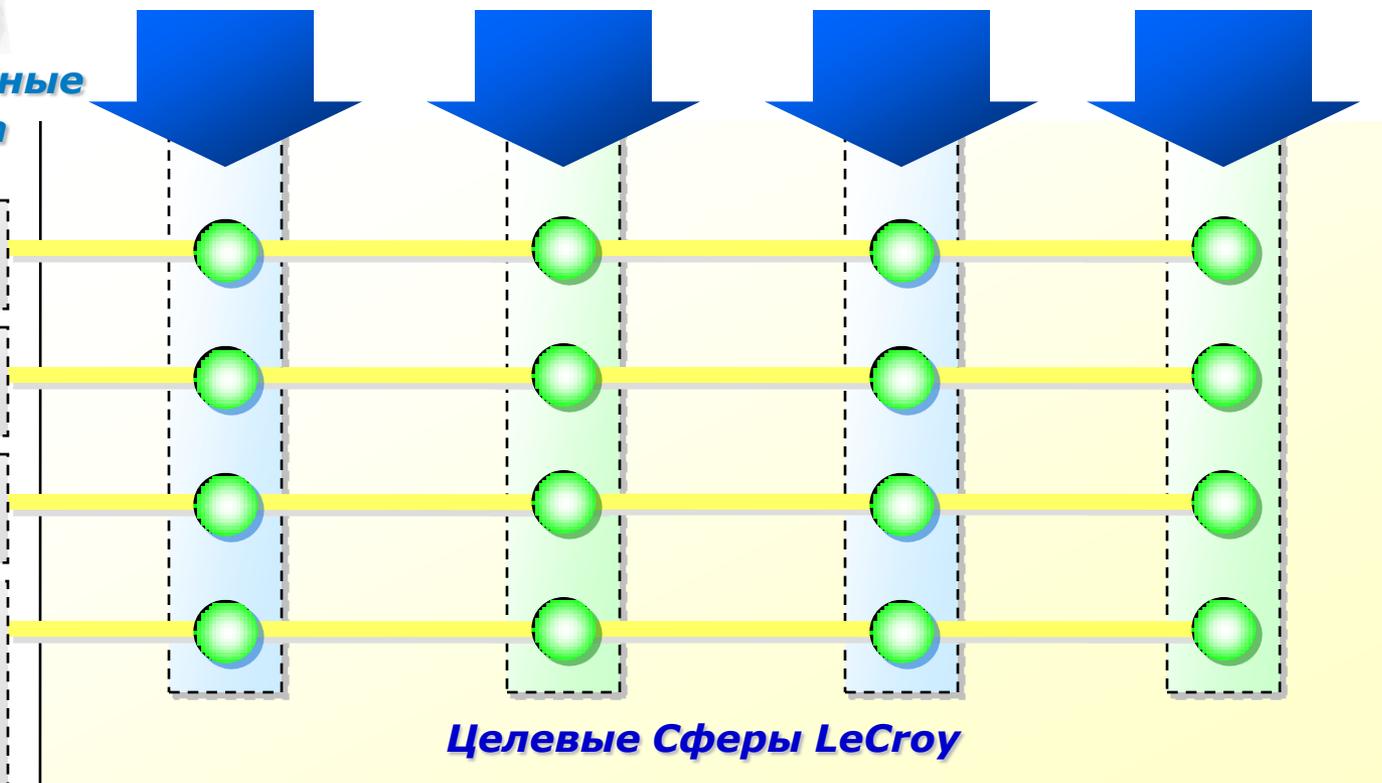
LeCroy Конкурентные Преимущества

АЦП 12 Бит,
55 дБ соотношение
сигнал-шум

Высокая Точность
0.5% погрешность
измерен. пост. напряж.

Глубокая Память
до 256 МБ на канал

**Инструменты
Анализа**
Математика,
Измерения, БПФ,
Синхронизация

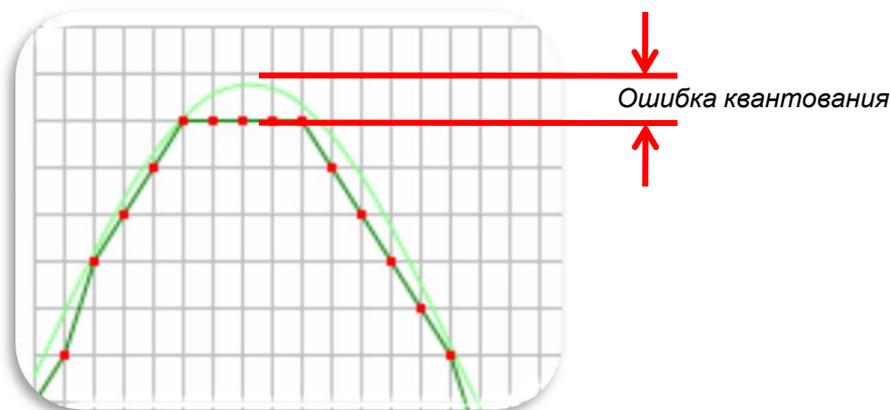


Высокое Разрешение

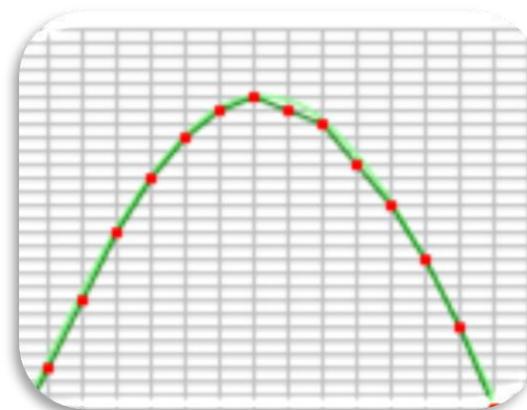
12-бит обеспечивает в 16 раз выше разрешение чем 8-бит

- Разрешение = Число уровней квантования
= 2 бит разрешения

Разрешение АЦП	Число Уровней Квантования	Динамический Диапазон
8	256	48 дБ
12	4096	72 дБ



Осциллограф с низким разрешением



Осциллограф с высоким разрешением

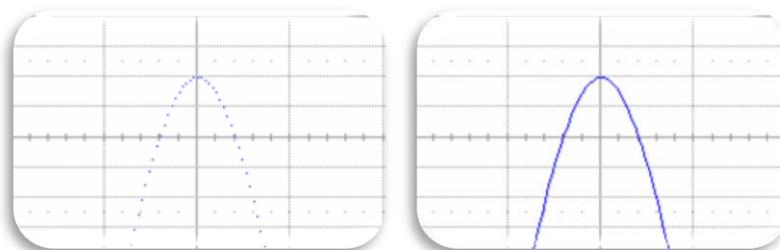
Высокое Разрешение

12-бит позволяют обнаружить больше точек уровня сигнала

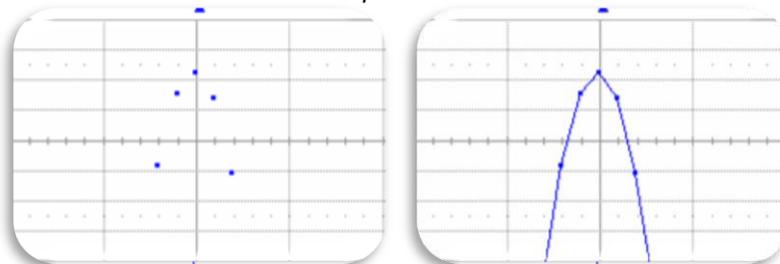
- Чем больше бит, тем ниже напряжение можно измерить

Шкала	Минимальный шаг напряжения	
	8 бит	12 бит
80 В	312.5 мВ	19.5 мВ
40 В	156.2 мВ	9.76 мВ
20 В	78.1 мВ	4.88 мВ
8 В	31.3 мВ	1.95 мВ
4 В	15.6 мВ	976 мкВ
1.6 В	6.3 мВ	390 мкВ
800 мВ	3.1 мВ	195 мкВ
400 мВ	1.56 мВ	97.6 мкВ
160 мВ	625 мкВ	39 мкВ
80 мВ	313 мкВ	19.5 мкВ
40 мВ	156 мкВ	9.76 мкВ
16 мВ	62.5 мкВ	3.9 мкВ
8 мВ	31.2 мкВ	1.95 мкВ

- При измерении сигнала с уровнем 8 В, минимальное детектируемое напряжение составляет 1.95 мВ, против 31.3 мВ при использовании 8-бит АЦП



Разрешение 12-бит

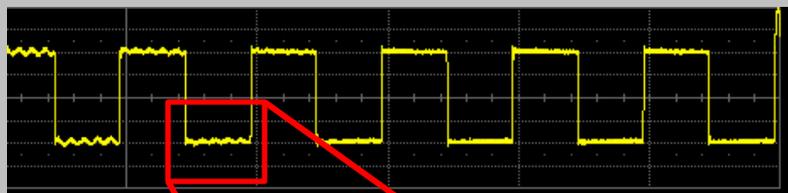


Разрешение 8-бит

Пример Применения Высокого Разрешения 12-бит против 8-бит

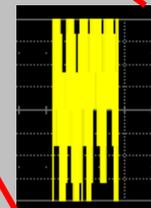
- Использование в осциллографах АЦП с высоким разрешением позволяет обнаружить сигнал низкого уровня на фоне сигнала высокого уровня.

*Меандр с пульсацией захваченный
WaveRunner HRO 6 Zi.*



*Высокое разрешение
позволяет увидеть
пульсацию сигнала
над шумом.*

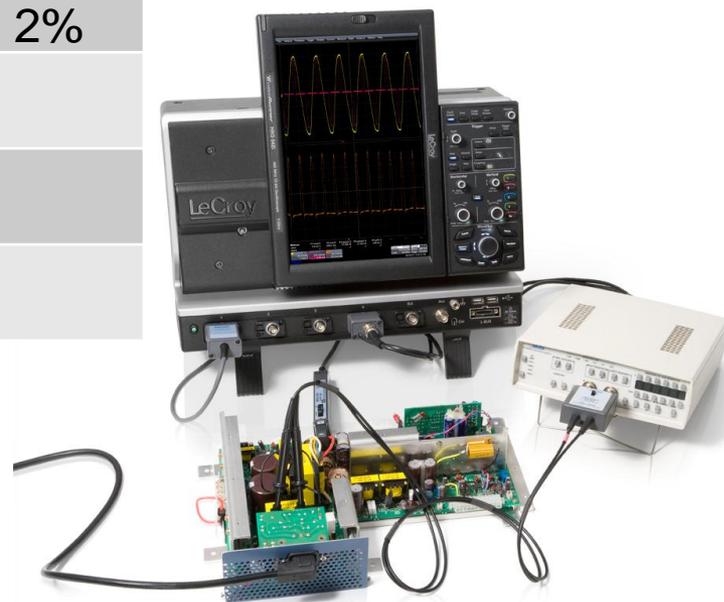
*Меандр с пульсацией захваченный
8-бит Осциллографом.*



Пульсация сигнала невидна за общим шумом.

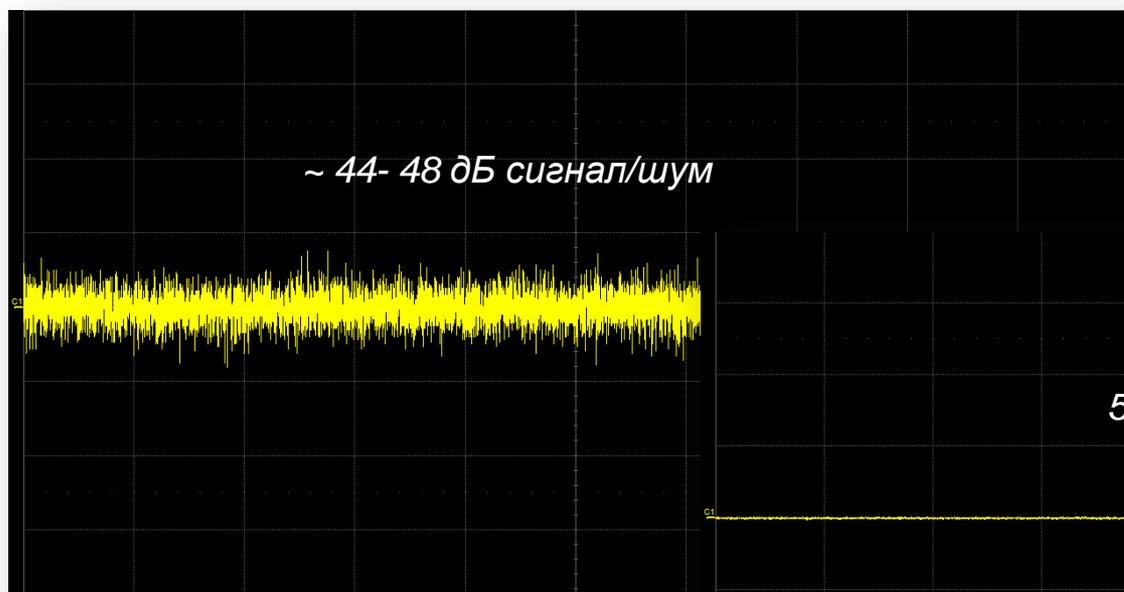
Погрешность Измерения Постоянного Напряжения у осциллографов 12-бит в 3-4 раза лучше чем 8-бит

	Погрешность Измерения Постоянного Напряжения
WaveRunner HRO 6 Zi	$\pm 0.5\%$
WaveRunner 6 Zi	$\pm 1.5\%$
R&S RTO	@ $50 \Omega > 5\text{мВ/дел} = \pm 1.5\%$ @ $50 \Omega \leq 5\text{мВ/дел} = \pm 2\%$
Tek DPO5000	$\pm 1.5\%$
Agilent 7000	$\pm 2\%$
Agilent 9000	$\pm 2\%$

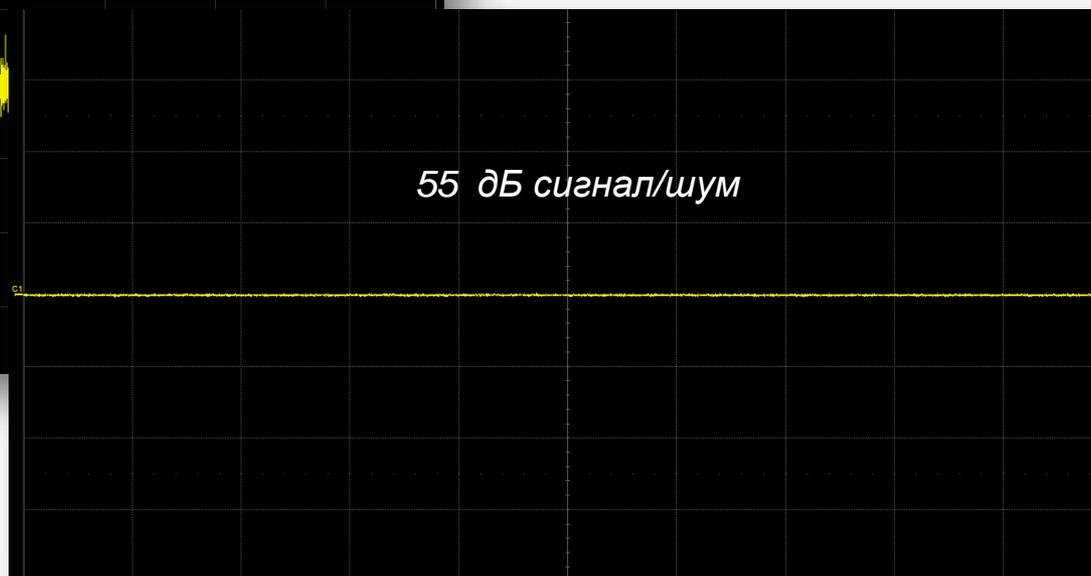


55 дБ Соотношение Сигнал-Шум в 3-4 раза лучше чем у 8-бит осциллографов

- Соотношение Сигнал-Шум (SNR):
 - Отношение, выраженное в дБ, СКЗ амплитуды сигнала к сумме СКЗ всех спектральных компонентов, кроме искажение и ошибки смещения
 - Типовые показатели соотношения сигнал/шум: 35 дБ для осциллографов 8 бит и 55 дБ для осциллографов 12-бит



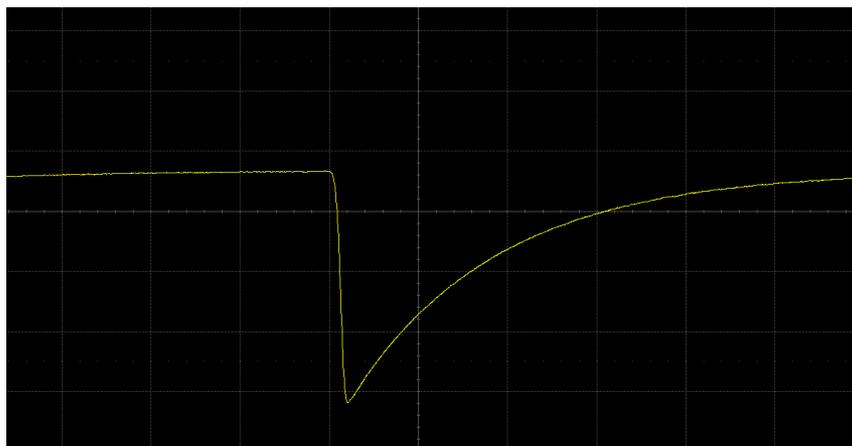
Разрешение 8-бит



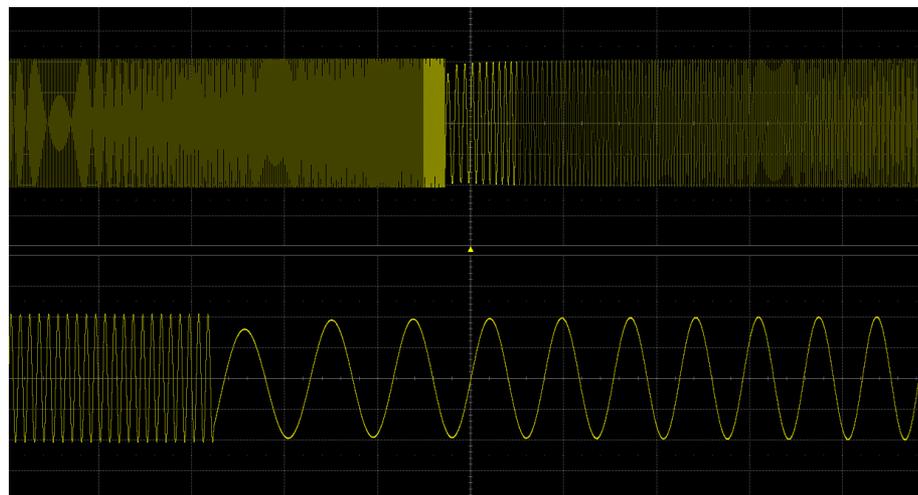
WaveRunner HRO 6 Zi разрешение 12-бит

Глубокая Память и Высокая Частота Дискретизации Упрощают захват быстрых или медленных сигналов

- Глубина памяти до 256 МБ/канал
- Частота дискретизации 2 ГГц на канал



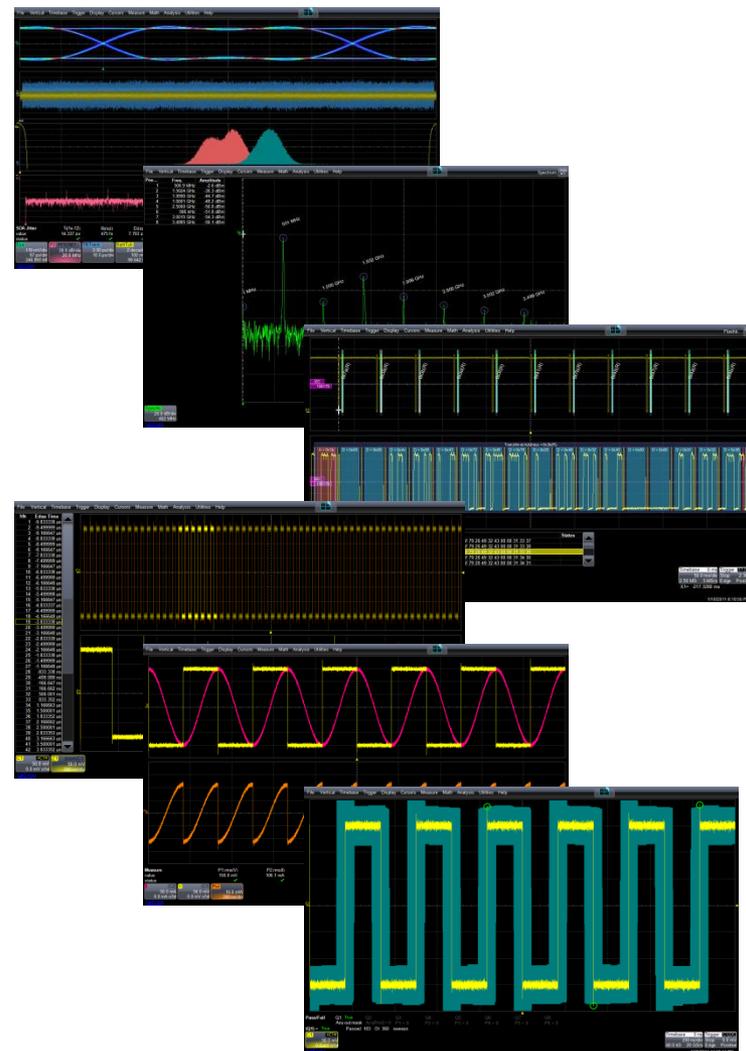
Захват сигнала быстрого переходного процесса с высокой частотой дискретизации для лучшего разрешения.



Захват данных длительностью до 30 секунд с частотой дискретизации 10 МГц для поиска отклонений и постепенных изменений.

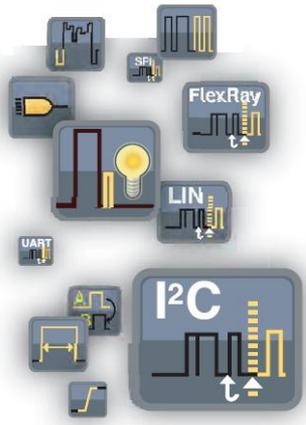
Инструменты Анализа WaveRunner HRO 6 Zi

Анализ	LeCroy WaveRunner HRO 6 Zi
Спектр	Да
Экраны отображения	16
Допусковый контроль	Std
Мощность	Да
Анализ послед. данных	SDA II
Анализ джиттера	JitKit
Режим предыстории	Стандартно
Синхронизация по измерен.	Стандартно
Все виды измерения	Без ограничений
WaveScan	Стандартно
Настройка интерфейса	Совместимость с XDEV
Захват редких аномалий	Triggerscan
Скорость обработки	Лучшая при обработки процессов из глубокой памяти
Отклик	Лучшее быстродействие

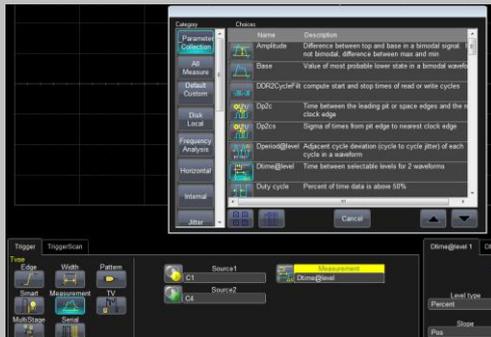


Виды Синхронизации

- Синхронизация по результатам измерений
 - В режиме каскадной синхронизации может быть использована как основная синхронизация

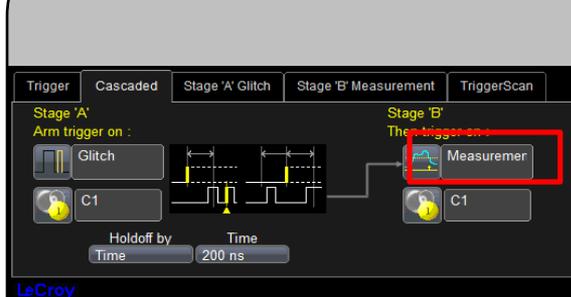


Синхр. по измерениям



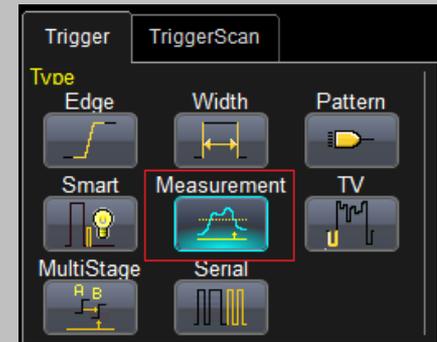
- Использование поиска WaveScan для изоляции событий

Каскадная синхронизация



- Использование синхронизации по измерению как последний этап каскадной синхронизации

Синхр. по измерениям



- Синхронизация по измерениям обеспечивает до 4 каскадов

LeCroy WaveRunner HRO 6 Zi

Перечень инструментов для отладки и тестирования

Сфера	Стандарт	Декод.	Синхр.	ProtoBus MAG (Измер./Граф.)	ProtoSync	QualiPHY соответствие
Общая	I2C	√	√	√		
	SPI	√	√	√		
	I2S	√	√	√		
	UART, RS-232	√	√	√		
Авто	CAN	√	√	√		
	LIN	√	√	√		
	FlexRay	√	√	√		
Mil/ Авиа	MIL-STD-1553	√	√	√		
	ARINC 429	√		√		
MIPI/ Мобил.	DigRF 3G	√		√		
	DigRF v4	√		√		
	MIPI D-PHY	√				√
Вычисл. / Хран.	8b/10b	√				
	USB 2.0	√		√	√	√
	Ethernet					√

Модернизация серии



	LeCroy WaveRunner 6 Zi	LeCroy WaveRunner HRO 6 Zi	LeCroy WaveRunner Xi-A
Полоса пропускания	400 МГц – 4 ГГц	400 МГц , 600 МГц	400 МГц – 2 ГГц
Частота дискретизации	20 GS/s on 4ch (40 GS/s on 2ch)	2 GS/s on 4ch	5 GS/s on 4ch (10 GS/s on 2 ch)
Максимальная память	До 64 МБ на канал	До 256 МБ на канал	До 12.5 МБ на канал
Процессор Частота ОЗУ Интерфейс передачи осциллограм	Intel® Core™ 2 Duo 3.2 ГГц 4 ГБ DDR II PCIE x 4	Intel® Core™ 2 Duo 3.2 ГГц 4 ГБ DDR II PCIE x 4	Intel® Core™ 2 Duo 2.16 ГГц 1 ГБ DDR II PCI
Операционная система	64-бит	64-бит	32-бит
Диапазон вертикального смещения	±10 В; 20 мВ - 1 В/дел	±10 В; 20 мВ - 1 В/дел	±10 В 100 мВ - 1 В/дел

WaveRunner HRO 6 Zi
Серия осциллографов 12-бит
Полное решение для пробников

LeCroy

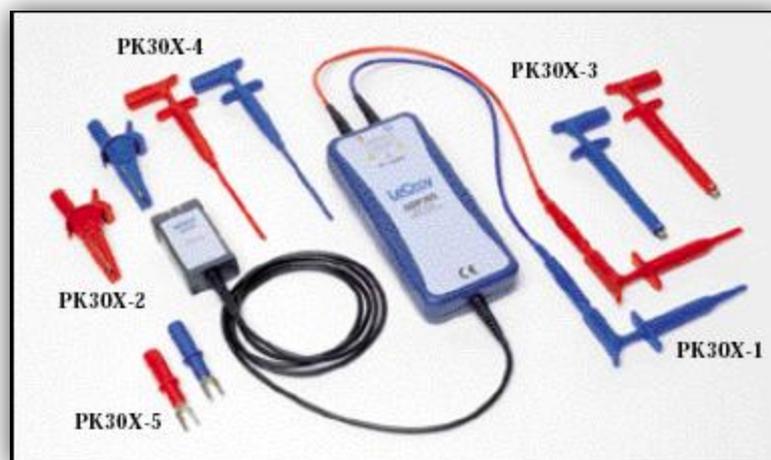
Полное решение для пробников

Дифференциальные пробники от 200 МГц до 1.5 ГГц



**ZD500, ZD1000,
ZD1500**

- 500 МГц, 1 ГГц, 1.5 ГГц
- широкий динамический диапазон
- широкий выбор аксессуаров



ADP300, ADP305

- 20 МГц, 200 МГц
- 1000 В ср. кв. в обычном режиме
- Пиковое дифференциальное напряжение до 1400 В



ZD200

- 200 МГц
- Низкая Цена
- идеален для последовательных протоколов и автомобильных систем

Введение в ZD серию дифференциальных пробников

	ZD200	ZD500	ZD1000	ZD1500
Полоса пропускания	200 MHz	500 MHz	1 GHz	1.5 GHz/ 1,5 GHz
Макс. Увх (диф./DM)	±20 V	±8 V (16Vpp)	±8 V (16Vpp)	±8 V (16Vpp)
Увх (с общ. земл./CM)	± 60V	±10V	±10V	±10V
CMRR	80 dB @ 60 Hz	60 dB 50/60 Hz	60 dB 50/60 Hz	60 dB 50/60 Hz
Коэффициент ослабления	50 dB@10MHz	40 dB 20 MHz 25 dB 500 MHz	40 dB 20 MHz 25 dB @ 1000 MHz	40 dB 20 MHz 25 dB @ 1500 MHz
Вх. сопротивление	250 kW (CM) 1MΩ (DM)	50 kW (CM) 200 kΩ (DM)	50 kW (CM) 200 kΩ (DM)	50 kW (CM) 200 kΩ (DM)
Вх. ёмкость	3.5 pF (Diff.)	1.0 pF (Diff.)	1.0 pF (Diff.)	1.0 pF (Diff.)

- Спецификации ZD200, комплектация и цена делают его наиболее подходящим решением для потребностей автомобильного производства, а также в других сферах, где требуется наблюдение диф. сигналов, таких как CAN или FlexRay
 - не будет больше проблем, связанных с большими габаритами, как ранее в случае высоковольтных пробников ADP305
- ZD пробники с более высокой полосой пропускания идеально подходят для высокоскоростных сигналов последовательных данных, таких как USB 2.0
 - пробники ZD500 и ZD1000 заменяют AP033 и AP034

Дифференциальный пробник ZD200 – для полос 200 МГц

- Большой динамический диапазон ± 20 В (диф. напряжение), а также диапазон входных напряжений с общей землей (common mode) до ± 60 В позволяет применять их во многих измерительных приложениях.
- Полная интеграция с шиной ProBus (питание от осциллографа и автораспознавание пробника) исключает ошибки оператора в отличие от конкурентных моделей пробников других производителей, имеющих внешнее питание.
- Разнообразные принадлежности: зажимы-клипсы, крючки-захваты и наконечники.
- Близко расположенные дифференциальные входы пробника позволяют подключиться непосредственно на Pin-выводы и штыревые контакты плат.
- Y-образный провод из комплекта аксессуаров позволяет подключать к пробнику большие зажимы-клипсы (для разнесенных точек).



Диф. пробники ZD500, ZD1000 и ZD1500

- Большой динамический диапазон и низкая входная емкость (а следовательно - минимальное влияние на сигнал в точке подключения)
- Полная интеграция с шиной ProBus позволяет обеспечить автоматическое изменение усиления параметра и дистанционное управление
- Обновленный комплект принадлежностей к пробникам, а также аксессуаров подключения для широкого круга приложений включая:
 - С регулируемы шагом – интервал разведения наконечников-зондов пробника варьируется от 0.0 "до 0. 30" (до 0,762 мм)
 - Присоединительные проводники (для ИМС) – имеющие с одной стороны изоляцию для исключения короткого замыкания в цепи, а с другой стороны – гасящие резисторы для обеспечения минимальных искажений*.



* для превосходной целостности (**signal integrity**) и максимальной достоверности воспроизведения сигнала (*highest fidelity*), что особенно важно при анализе глазковых диаграмм (*eye Pattern*), исследовании ВЧ сигналов и сигналов высокоскоростных шин, например, PCI Express

WaveRunner HRO 6 Zi
Серия 12-битных осциллографов
Конкурентные возможности

LeCroy

Краткие характеристики



	Дискретизатор	WaveRunner HRO 6 Zi	Общего назначения
Разрешение	10 - 24 бит	12 бит	8 бит
Полоса пропускания	3 МГц – 3 ГГц	400-600 МГц	100 МГц – 45 ГГц
Глубина памяти	До 2 ГБ	До 256 МБ	До 512 МБ
Скорость выборки	кГц – 8 ГГц	2 ГГц	80 ГГц
Погрешность по пост. Уровню	$\pm 0.08 - 0.5\%$ от полн. шк.	$\pm 0.5\%$ от полн. шк.	$\pm 1.5\%$ от полн. шк.
Погрешность пост. Смещения		$\pm 1\%$ от уст. зн. + 0.2% от полн. шк. + 0.02% макс. зн. + 1 мВ	$\pm 1.5\%$ от уст. зн. + 1% от полн. шк. + 1 мВ
Шум	Лучший	Хороший	Средний
Анализ	Ограничен	Полный	Полный

Критерии выбора



	Дискретизатор	Высокое разрешение	8-бит осциллограф
Хотим иметь дисплей, сохраняя при этом высокое разрешение		✓	
Хотим наблюдать мкВ при амплитуде сигнала 5 В	✓		
Хотим видеть изменение сигнала на 1 В при амплитуде сигнала 800 В	✓	✓	
Требуется высокая точность DC при высоком разрешении	✓	✓	
Я должен быстро отслеживать кратковременные аномалии в сигнале		✓	✓
Я готов заплатить дополнительно несколько тысяч долларов, чтобы иметь высокую точность и пропускную способность для приложений основного назначения		✓	
Я должен получить длинную запись с низкой частотой дискретизации, но хочу иметь инструменты, которые помогут обнаружить едва различимые события		✓	✓
Я хочу использовать математическую обработку в текущем и захваченном сигнале		✓	✓
Я нуждаюсь в приборе с дисплеем и хочу чтобы прибор имел минимальный уровень шума.		✓	

WaveRunner HRO 6 Zi
Серия 12-битных осциллографов
Достоверный сигнал

LeCroy

Погрешность измерения уровня DC

	Погрешность измерения уровня DC	Погрешность установки постоянного смещения
WaveRunner HRO 6 Zi	±0.5% от полной шкалы	±1% от уст. Зн. + 0.2% от полн. Шк. + 0.02% макс. зн. + 1 mV
WaveRunner 6 Zi	± 1.5% от полной шкалы	±1.5% от уст. Зн. + 1% от полн. Шк. + 1 mV
R&S RTO	@ 50 Ω >5mV/div = ± 1.5% @ 50 Ω ≤ 5mV/div = ± 2%	± (0.35 % x [Сеть смещения] + 2.5 mV + 0.1 дел x входн. Чувствит.)
Tek DPO5000	±1.5%	± (0.005 x [смещ. – позиция] + DC Баланс)
Tek DPO7k	± 1%	1 mV – 9.95 mV: ±0.2% (смещ. – позиция) ±0.1 дел ±1.5mV 10 mV–99.5 mV: ±0.35% (смещ. – позиция) ±0.1 div ±1.5mV 100 mV–1V: ±0.35% (смещ. – позиция) ±0.1 div ±15 mV 1.01V – 10V: ±0.25% (смещ. – позиция) ±0.1 div ±150 mV
Agilent 7000	± 2% от полной шкалы	≤200 mV/div: ±0.1 div ±2.0 mV ±0.5% offset value >200 mV/div: ±0.1 div ±2.0 mV ±1.5% offset value
Agilent 9000	± 2% от полной шкалы	± (1.25% смещения в канале + 1% полной шкалы + 1 mV)

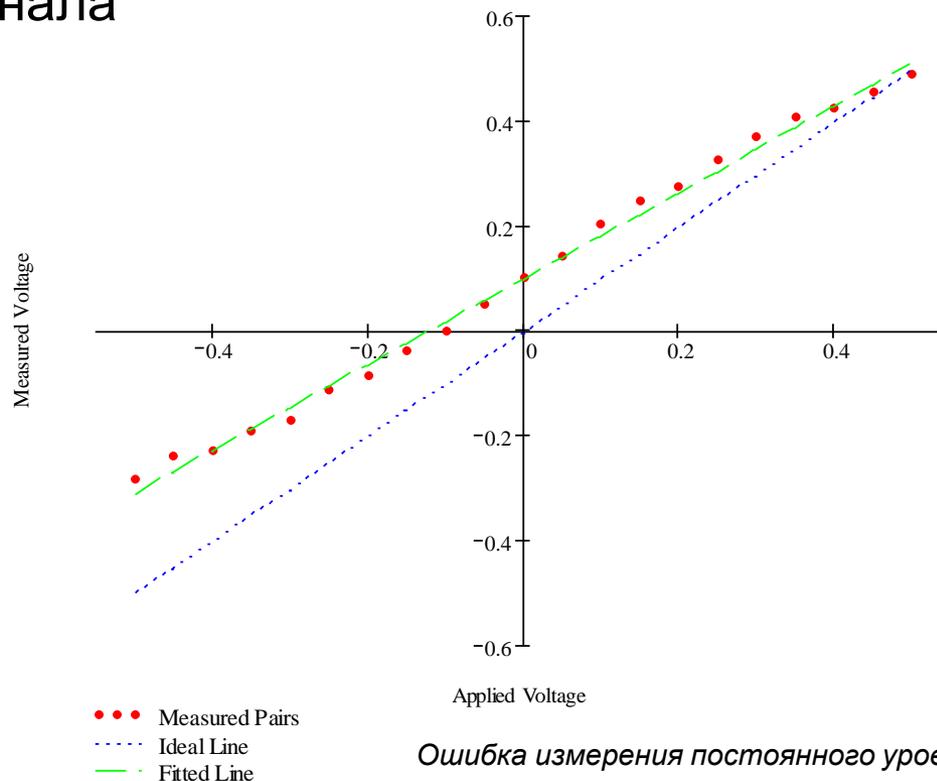
Погрешность изм. Однополярного напр. DC = Погр. Изм. Уровня DC + погр. Уст. Верт. Смещ.
Погрешность дельты DC = 2X Погрешность изм. Однополярного напр.

Пример рассчитанной погрешности измерения постоянного уровня при смещении 0 В

	Погрешность измерения уровня DC		Погрешность установки постоянного смещения		Суммарная погрешность измерения DC	
	WaveRunner HRO 6Zi	WaveRunner 6Zi	WaveRunner HRO 6Zi	WaveRunner 6Zi	WaveRunner HRO 6Zi	WaveRunner 6Zi
600 mV 100 mV/div	4 mV	8 mV	4.2 mV	9 mV	8.2 mV	17 mV
5V 1 V/div	40 mV	80 mV	33 mV	81 mV	73 mV	161 mV
20 V 5 V/div	200 mV	400 mV	81 mV	401 mV	281 mV	801 mV

Что такое погрешность постоянного уровня

- Нелинейность входного усилителя является одним из потенциальных источников ошибки измерения уровня сигнала.
- Погрешность измерения постоянного уровня не зависит от полосы пропускания и коэффициента развертки осциллографа.
- На погрешность могут влиять чувствительность и уровень входного сигнала

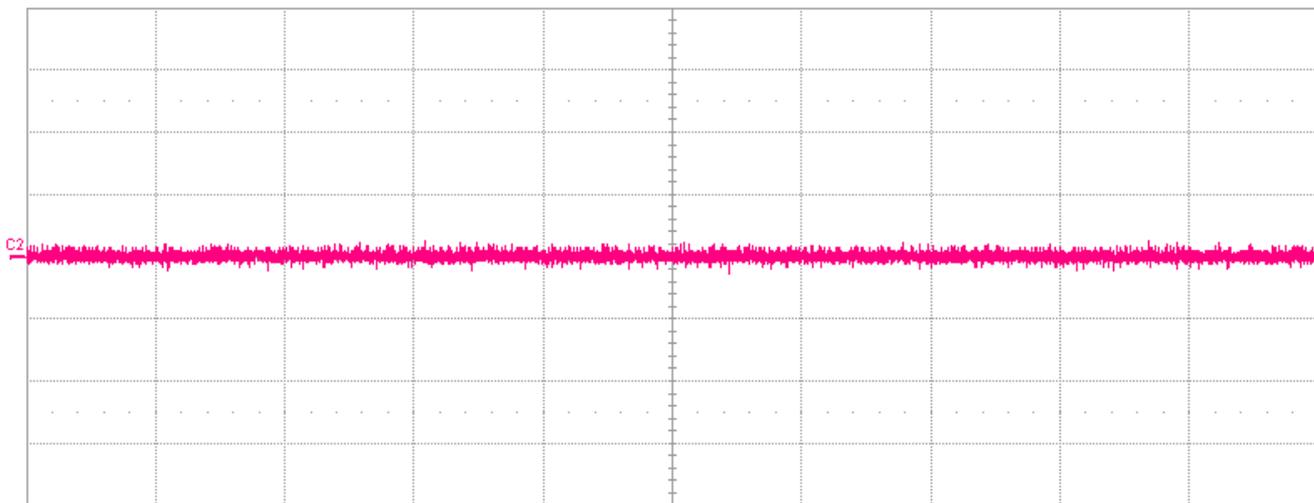
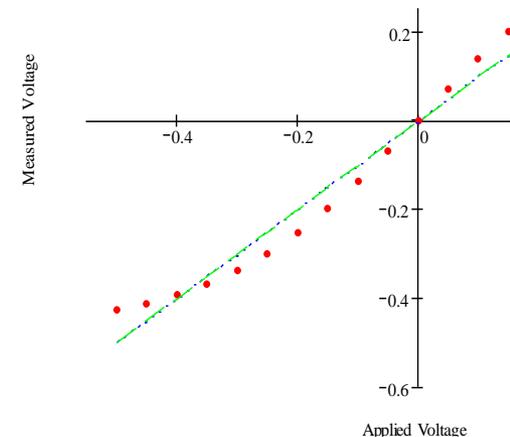


Ошибка измерения постоянного уровня

Нелинейность DC

■ Пример :

- Приложенное напряжение (V_a) = 0 mV
- Измеренное напряжение (V_m) = 85 μ V
- $V_a - V_m = -0.85 \mu$ V



Measure	P1:mean(C2)	P2:freq(C1)	P3:---	P4:---	P5:---	P6:---	P7:---	P8:---
value	418 μ V							
mean	85 μ V							
min	-1.2 mV							
max	1.4 mV							
sdev	421 μ V							
num	644							
status	✓							

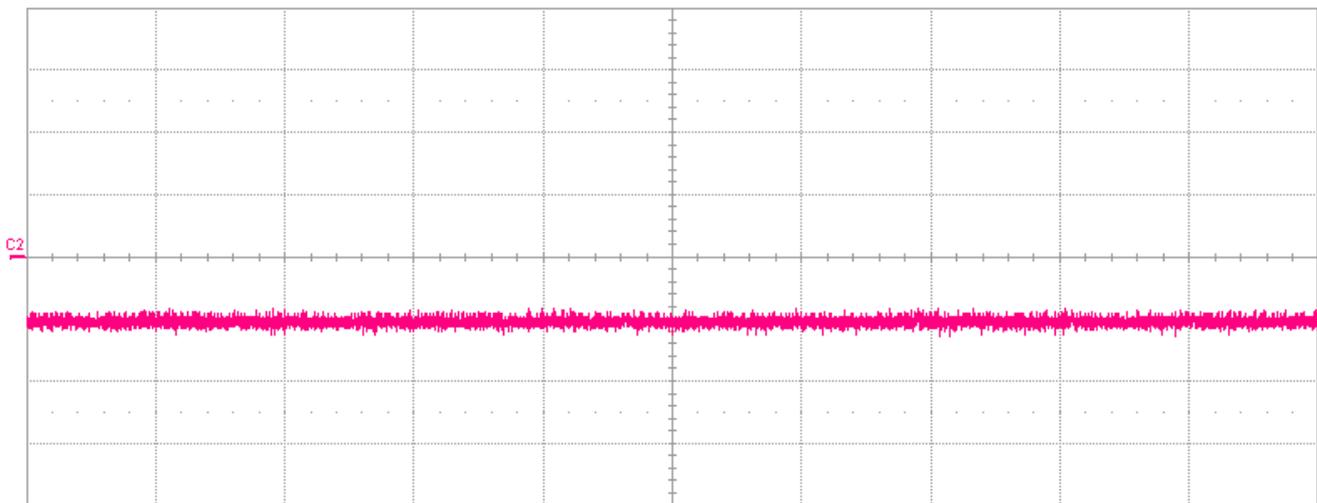
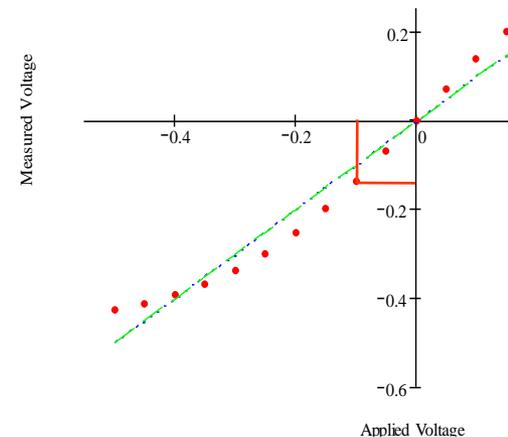
C2 DC50
100 mV/div
0.0 mV ofst

Timebase 0 ns
200 ns/div
10.0 kS 5.0 GS/s
Trigger C2 DC
Auto 0 mV
Edge Positive

Нелинейность DC

■ Пример :

- Приложенное напряжение (V_a) = - 100 mV
- Измеренное напряжение (V_m) = - 104.186 mV
- $V_a - V_m = - 4.19$ mV



Measure	P1:mean(C2)	P2:freq(C1)	P3:---	P4:---	P5:---	P6:---	P7:---	P8:---
value	-104.6 mV							
mean	-104.264 mV							
min	-105.6 mV							
max	-102.8 mV							
sdev	440 μ V							
num	211							
status	✓							

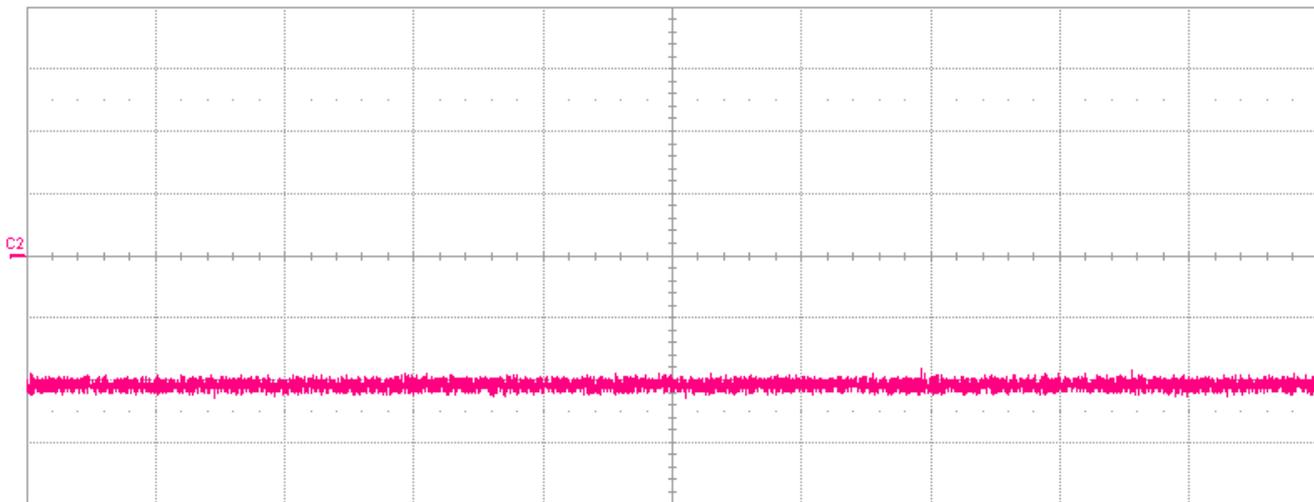
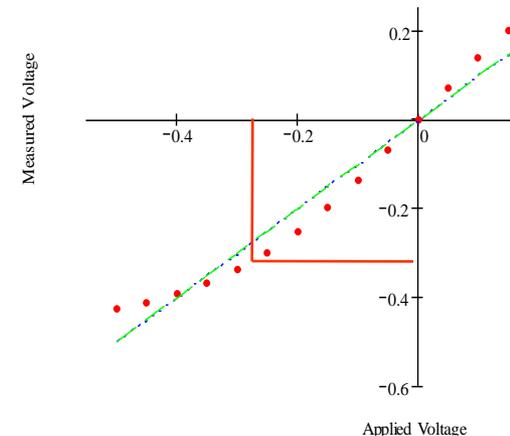
C2 DC50
100 mV/div
0.0 mV ofst

Timebase 0 ns
200 ns/div
10.0 kS 5.0 GS/s
Trigger C2 DC
Auto 0 mV
Edge Positive

Нелинейность DC

■ Пример :

- Приложенное напряжение (V_a) = - 200 mV
- Измеренное напряжение (V_m) = - 208.169 mV
- $V_a - V_m = - 8.169$ mV



Measure	P1:mean(C2)	P2:freq(C1)	P3:---	P4:---	P5:---	P6:---	P7:---	P8:---
value	-208.6 mV							
mean	-208.244 mV							
min	-209.2 mV							
max	-207.2 mV							
sdev	443 μ V							
num	54							
status	✓							

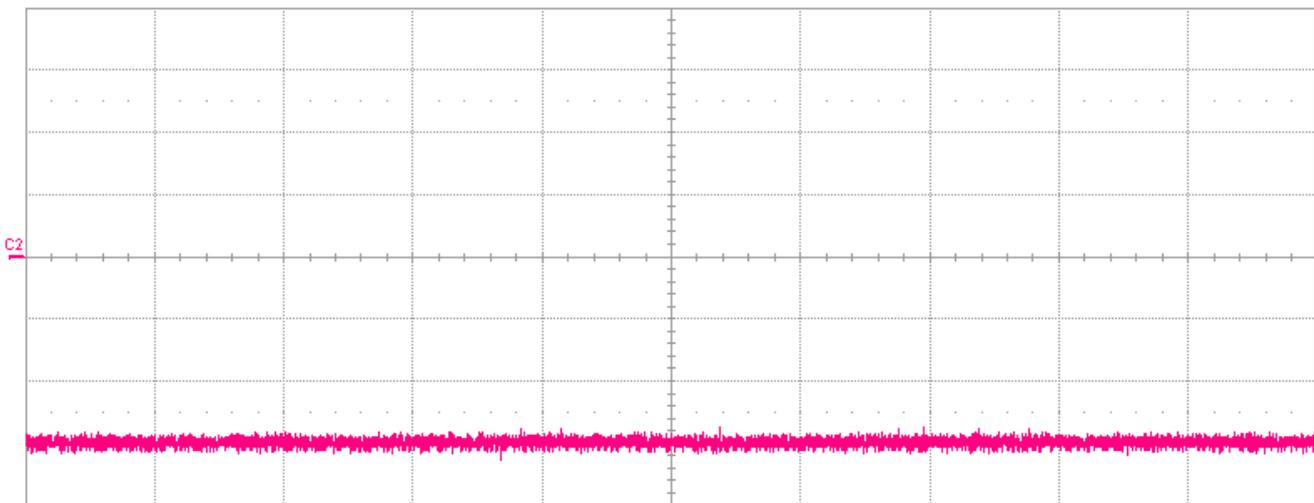
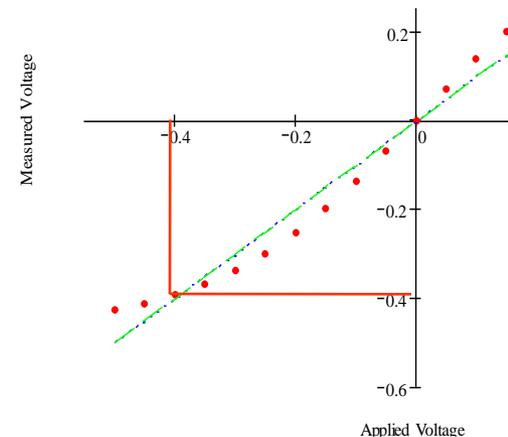
C2 DC50
100 mV/div
0.0 mV ofst

Timebase 0 ns
200 ns/div
10.0 kS 5.0 GS/s
Trigger C2 DC
Auto 0 mV
Edge Positive

Нелинейность DC

■ Пример:

- Приложенное напряжение (V_a) = - 300 mV
- Измеренное напряжение (V_m) = - 300.35 mV
- $V_a - V_m = - 0.35$ mV



Measure	P1:mean(C2)	P2:freq(C1)	P3:---	P4:---	P5:---	P6:---	P7:---	P8:---
value	-299.8 mV							
mean	-300.152 mV							
min	-301.3 mV							
max	-299.1 mV							
sdev	420 μ V							
num	214							
status	✓							

C2 DC50
100 mV/div
0.0 mV ofst

Timebase 0 ns
200 ns/div
10.0 kS 5.0 GS/s
Trigger C2 DC
Auto 0 mV
Edge Positive

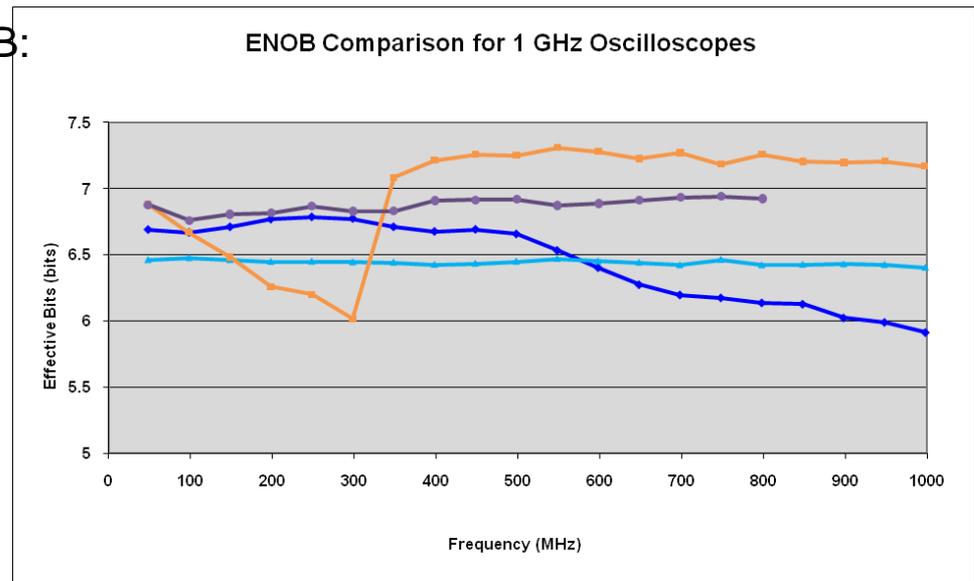
Уровень собственных шумов RMS

Уровень собственных шумов осциллографа может оказывать существенное влияние на результат измерения уровня сигнала малой амплитуды

mV/div	WaveRunner HRO 6 Zi	WaveRunner 6Zi 4 GHz	WaveRunner 6Zi 1 GHz	R&S RTO 101x	Tektronix DPO5000 2.5 GHz	Agilent 9000 4 GHz	Agilent 7000
10 mV	159 μ V	510 μ V	280 μ V	240 μ V	274 μ V	213 μ V	360 μ V or .65% FS
20 mV	225 μ V	836 μ V	404 μ V	440 μ V	461 μ V	470 μ V	360 μ V or .65% FS
50 mV	335 μ V	1710 μ V	878 μ V	1070 μ V	1107 μ V	1150 μ V	360 μ V or .65% FS
100 mV	533 μ V	3189 μ V	1562 μ V	2100 μ V	2637 μ V	2370 μ V	360 μ V or .65% FS
200 mV	2252 μ V	7415 μ V	3821 μ V	4300 μ V	4518 μ V	4650 μ V	360 μ V or .65% FS
500 mV	3353 μ V	15970 μ V	8760 μ V	10800 μ V	10847 μ V	11800 μ V	360 μ V or .65% FS
1000 mV	5327 μ V	30220 μ V	15560 μ V	21500 μ V	19885 μ V	23900 μ V	360 μ V or .65% FS

WaveRunner HRO 6 Zi имеет уровень собственных шумов значительно ниже по сравнению с аналогичными моделями

- Отношение сигнал/шум и коэффициент искажений (SINAD):
 - Отношение уровня сигнала RMS к сумме всех прочих спектральных компонентов, включая гармоники кроме DC.
 - $SINAD = P_{f(dB)} - P_{nad(dB)}$
- Эффективное число (ENOB):
 - **Эффективное число бит** является общепринятой характеристикой дигитайзеров, отражающей уровень шумов и искажений прибора.
 - $$ENOB = \frac{(SINAD - 1.76)}{6.02}$$
 - Уровень искажений может изменяться в зависимости от частоты сигнала.
 - Типичное значение ENOB:
 - 8 bit: 6 - 7.5
 - 12 bit: 8.5 - 9

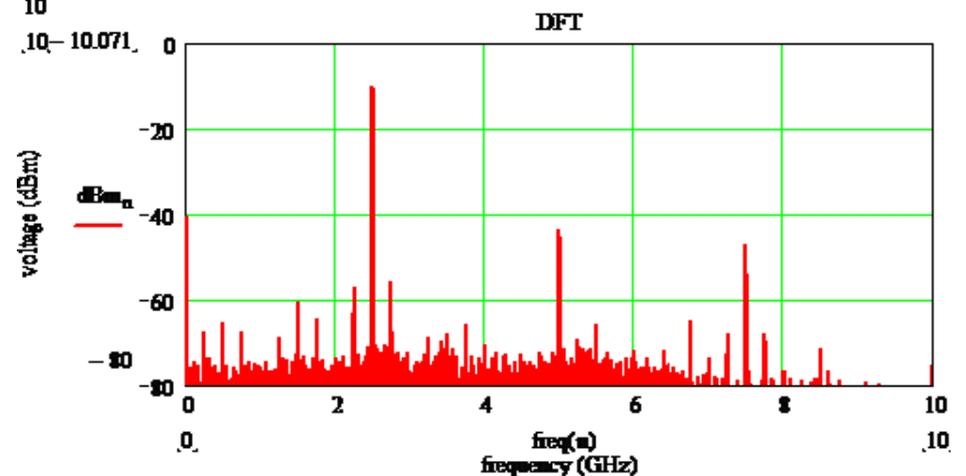
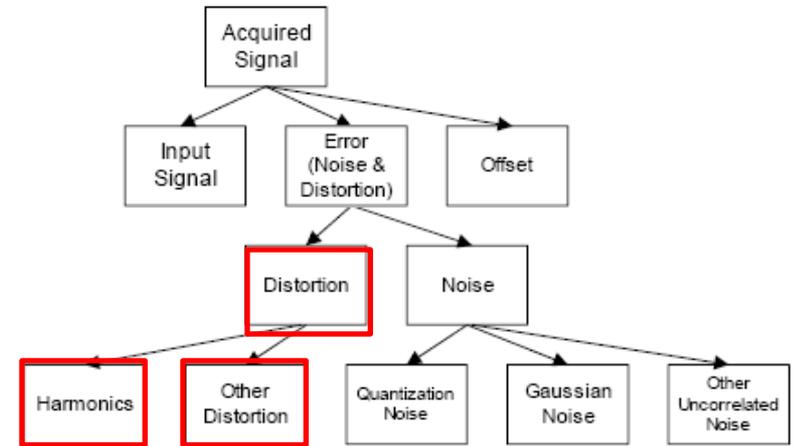
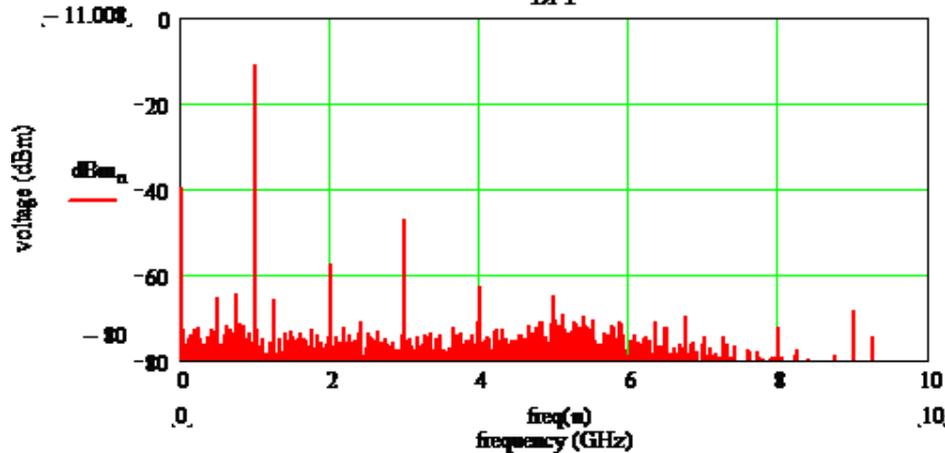


Суммарная точность измерения сигнала

- Основные характеристики на которые следует делать акцент при выборе WaveRunner HRO 6Zi – это точность при измерении уровня сигнала и собственные шумы. Два показателя которые нужно обсудить с клиентом:
 - Динамический диапазон (SNR) 55 dB. SNR вычисляется как отношение среднеквадратичных значений основного сигнала и сигнала без пяти первых гармоник и постоянной составляющей
 - Погрешность измерения постоянного уровня сигнала $\pm 0.5\%$
- Число эффективных бит (ENOB) составляет 9. Но говорить об этом с заказчиком не стоит, поскольку это может ввести в заблуждение.
- Если пользователь хочет уточнить, есть ли 9 эффективных бит после всех настроек усиления, то однозначного ответа здесь нет, но мы можем гарантировать 7 бит в самом худшем случае. Никакой 8-битный осциллограф не имеет 7 эффективных бит, включая осциллографы R&S
 - Если пользователь хочет поучить больше информации по шумам, связанных с частотой. В зависимости от входного сигнала эти спецификации могут меняться. Это вызвано искажениями.
 - Для предоставления большей информации можно объяснить, что искажения могут быть разделены на 2 показателя
 1. Гармонические искажения – часто выражается через (THD)
 2. Ошибка дискретизации

Шум

- Суммарный коэффициент гармонических искажений (THD):
 - Измеряется в дБн (dBc). THD вычисляется как отношение СКЗ суммы амплитуд всех паразитных гармоник (первых пяти) входного сигнала к амплитуде основной гармоники.
 - $THD = P_{d(dB)} - P_{f(dB)}$



WaveRunner 6 Zi

Восстановление после перегрузки АЦП

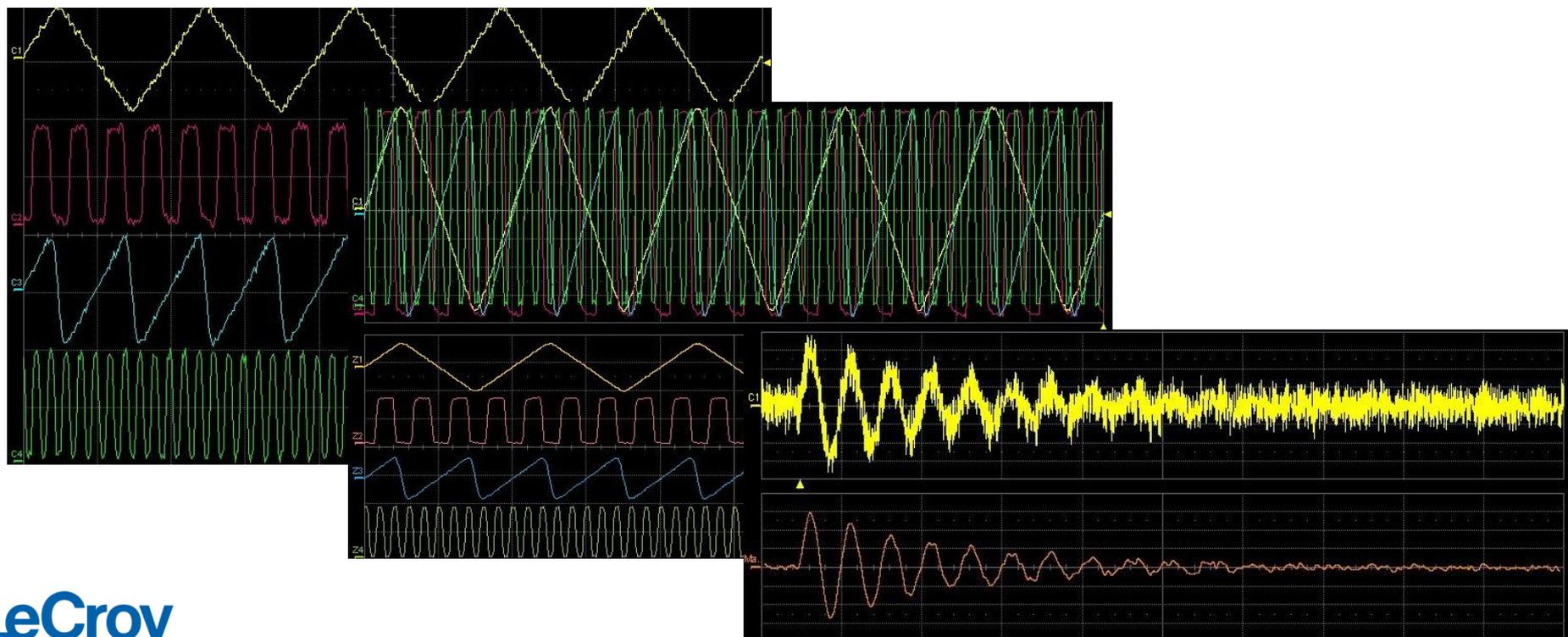
- Перегруженные входные устройства (усилитель и АЦП) могут вызывать искажения реальной формы сигнала
- Способность быстро восстановления позволяет увеличивать чувствительность в несколько раз

	Agilent MSO940 4A 4 GHz	LeCroy WR 640 Zi 4 GHz	LeCroy WR 640 Zi 4 GHz* 1 GHz BW limit	LeCroy WR 610 Zi 1 GHz	LeCroy WR HRO 6 Zi	LeCroy WR 104Xi-A	LeCroy WR 64Xi-A 600 MHz	Tektron ix DPO51 04 1 GHz DSP	R&S RT102 4 800 MHz
2 mV	40 μ s	18 μ s	18 μ s	18 μ s	52 μ s	20 μ s	6 μ s	14 μ s	17 μ s
5 mV	5.2 μ s	34 μ s	3.3 μ s	3.3 μ s	32 μ s	12.7 μ s	3.3 μ s	0.01 μ s	6.4 μ s
10 mV	0.01 μ s	9.2 μ s	3.1 μ s	3.1 μ s	1.6 μ s	8 μ s	2.5 μ s	0.01 μ s	4.2 μ s
20 mV	0.01 μ s	4.8 μ s	1.6 μ s	1.6 μ s	1.0 μ s	3 μ s	1.0 μ s	0.01 μ s	1.4 μ s
50 mV	0.01 μ s	0.1 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s	0.01 μ s

- Для большей производительности при работе с перегрузкой АЦП на WaveRunner Zi рекомендуется ограничить полосу пропускания 1 ГГц

Разрешение и эффект шума

- Что можно сделать чтобы минимизировать компоненты шума при амплитудных измерениях?
 - Максимизировать измеряемый сигнал на полную шкалу
 - Усреднение
 - Применение функций Hi Res или eRes, используя КИХ-фильтр
 - Повышение разрешения АЦП



WaveRunner HRO 6 Zi
Серия 12-битных осциллографов
Демонстрация возможностей

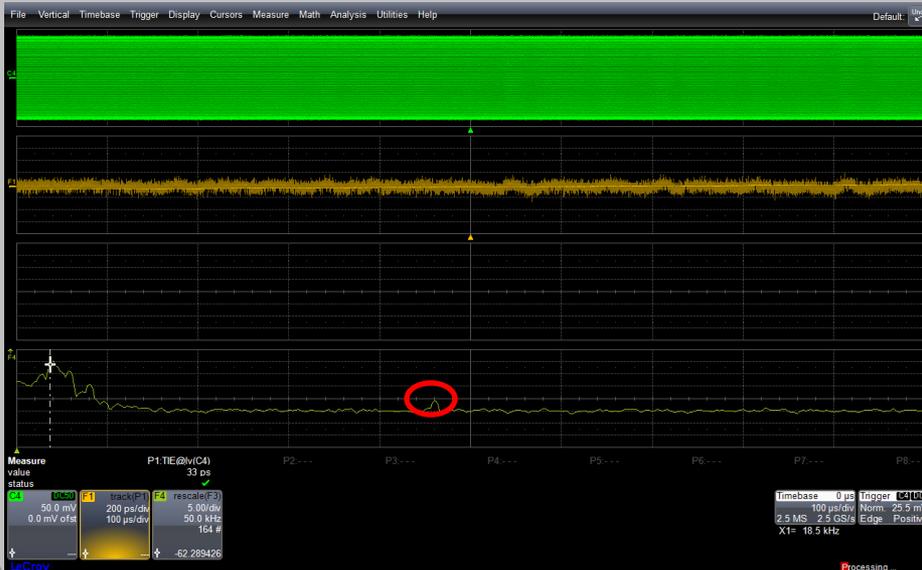
LeCroy

Демонстрация возможностей

Пример 1: Фазовый шум

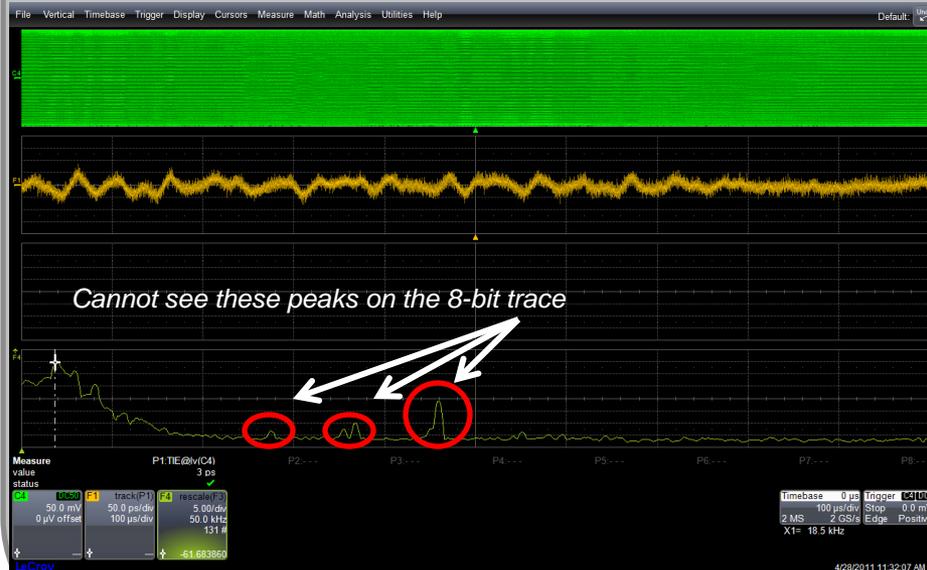
- HRO может похвастаться высоким динамическим диапазоном. Это позволяет более эффективно проводить измерения фазового шума

8-bit



Baseline noise of -82 dBc

12-bit



Baseline noise of -94 dBc

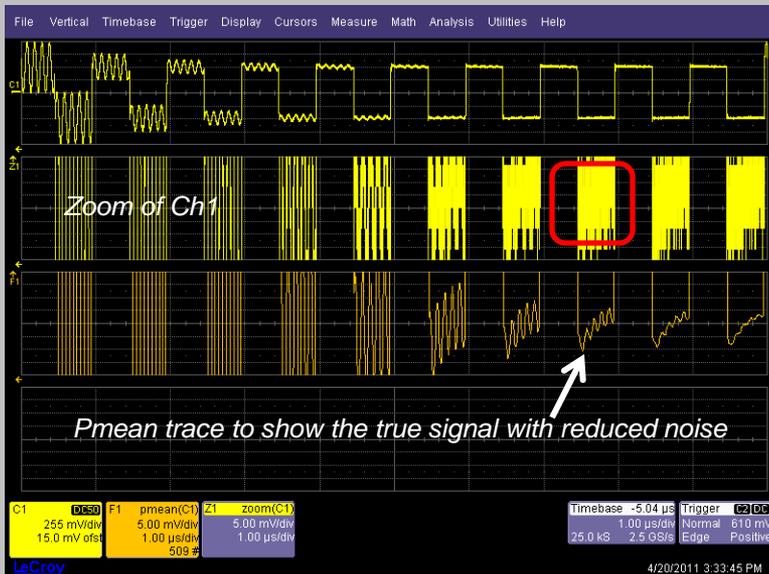
- Показывает, что 8-битные осциллографы не пригодны для некоторых измерений. Заметьте, какие низкие собственные шумы имеет 12-битный осциллограф (-94 дБн)

Демонстрация возможностей

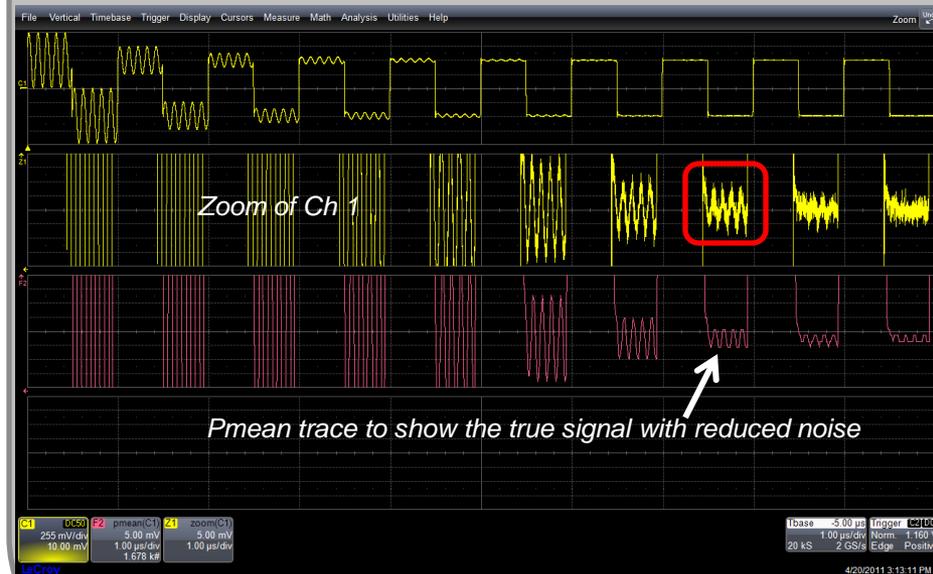
Пример 2: Обнаружение малых напряжений в большом сигнале

- Очень часто, например в источниках питания или мед.технике, возникает измерить небольшие флуктуации на высокоуровневом сигнале.

8-bit



12-bit



- В импульсном сигнале на вершине всегда присутствуют пульсации. На скриншоте, снятого с 12-битного осциллографа видно, что большее увеличение масштаба позволяет различить малейшие пульсации, также при увеличении чувствительности не происходит искажение истинного сигнала

Демонстрация возможностей

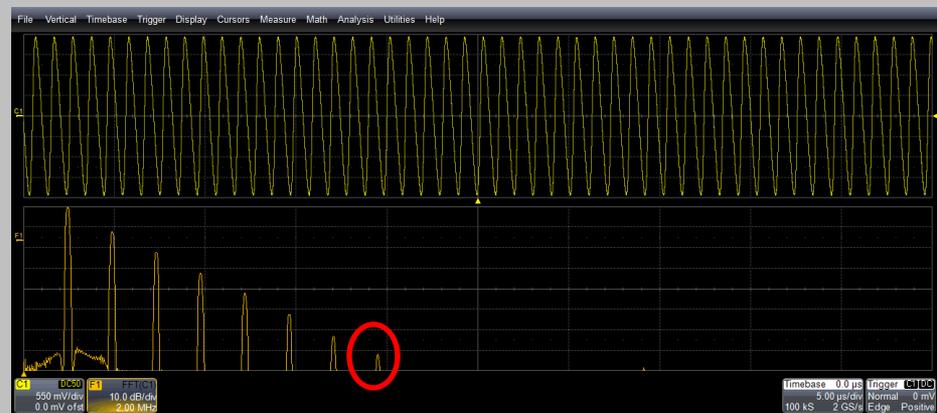
Пример 3: Мульти-тоновые сигналы

- БПФ преобразование однотонового сигнала показывает, сколько может еще обнаружить осциллограф в своем динамическом диапазоне

8-bit



12-bit



- HRO может легко вывести на экран 8-митоновый сигнал, в то время как 8-битный осциллограф этого не позволяет.

Демонстрация возможностей Сценарий

- Сценарий был создан чтобы демонстрировать возможности 12 битного осциллографа, без дополнительного оборудования, например Arb Studio.
- Демонстрация включает измерение пульсаций и мультитонового сигнала
- Также включает сравнение 12-разрядных и 8-разрядных эквивалентных снимков экрана



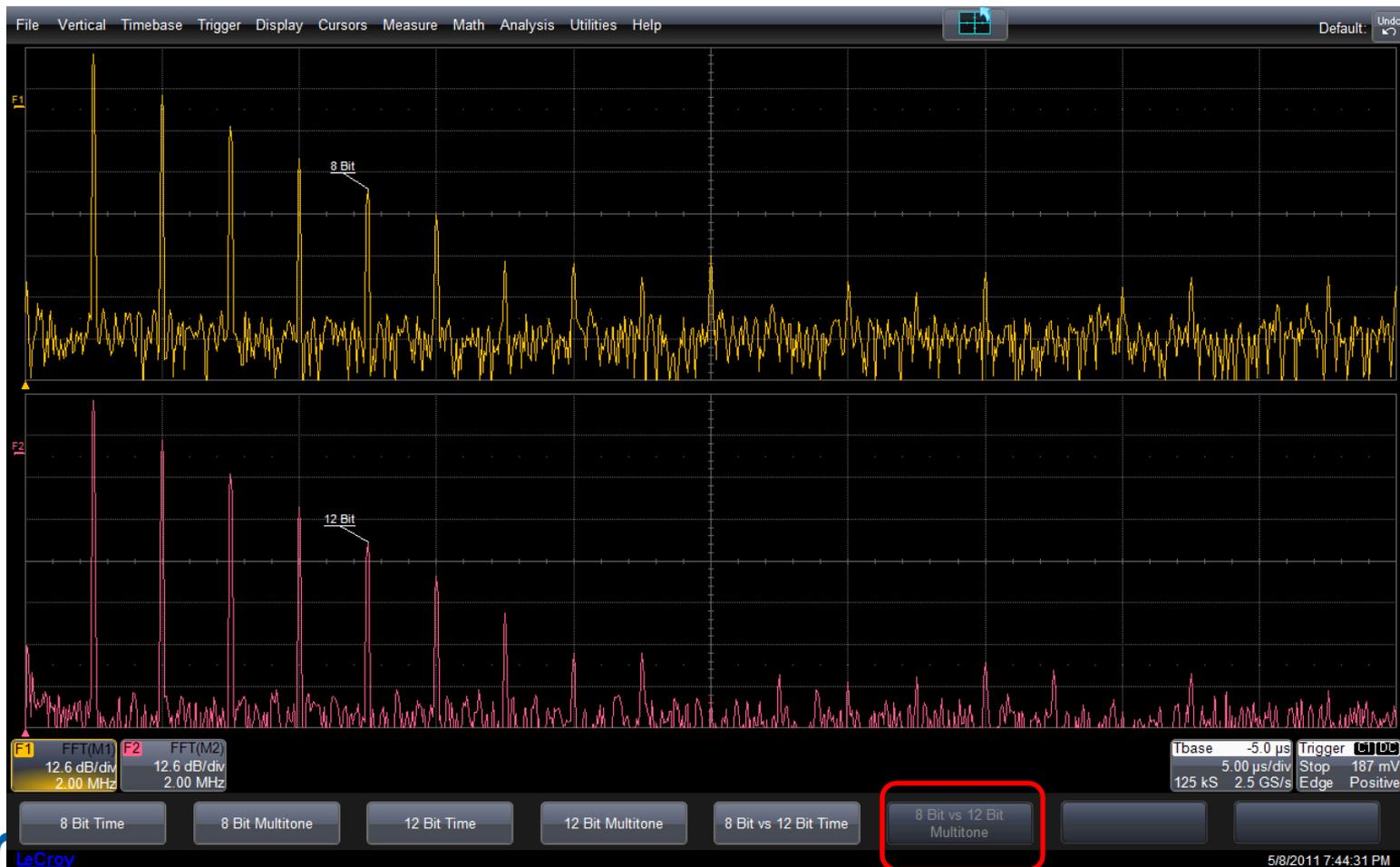
Демо-сценарий 8 Бит против 12 Бит

- Наглядная демонстрация преимуществ 12-ти битного АЦП при измерении пульсаций



Демо-сценарий 8 Бит против 12 Бит

- Большой динамический диапазон 12-битного осциллографа



WaveRunner HRO 6 Zi
Серия 12-битных осциллографов

LeCroy