

Современные средства измерений на базе ПК



Принципы работы

Обзор
Особенности

Преимущества

Цифровые осциллографы



АКИП-4106 ... 4114

Полосы пропускания осциллографов реального времени находятся в диапазоне от 5 МГц до 250 МГц. Стробоскопические осциллографы серии [АКИП-4112](#) имеют полосу пропускания до 12 ГГц. В свою очередь, осциллографы АКИП-4114 обладают уникальной длиной памяти для осциллографов подобного рода – 1 ГБ, а кроме того, имеют встроенные генераторы сигналов произвольной формы (AWG - Arbitrary Waveform Generator) или генераторы прямого синтеза (DDS - Direct Digital Synthesis). Особенность серий [АКИП-4109](#) и [АКИП-4110](#) имеют 12-ти битный АЦП, а модель [АКИП-4110/4](#) имеет 16-ти битный АЦП в реальном масштабе времени.

Основные возможности осциллографов АКИП (кроме стробоскопических)

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КАНАЛ

- ▶ Полоса пропускания: *от 5 МГц до 500 МГц*
- ▶ Время нарастания ПХ: *до 700 нс*
- ▶ Погрешность измерения напряжения: **$\pm 2\%$** (**$\pm 0,25\%$ АЦП 16-Bit**)
- ▶ Разрядность АЦП до **16-Bit**
- ▶ Среноквадратическое значение уровня шумов: **$< 2.5\text{ mV}$**
- ▶ Емкость записи: *до 256 млн точек/канал*

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ КАНАЛ

- ▶ Развертка: *от 1 нс/дел до 1000 с/дел*
- ▶ Погрешность измерения временных интервалов: **0.01%**
- ▶ Джиттер: *от 3 пс*

СИНХРОНИЗАЦИЯ

- ▶ Фронт, пороговый (гистерезис), по длительности, по интервалу, отложенная, окно, логические условия

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- ▶ Питание – по шине USB (200 мА)
- ▶ Масса: *от 100 г. до 1 кг*

ОТОБРАЖЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

- ▶ Экранное послесвечение, пиковый детектор, усреднение
- ▶ Маркерные измерения
- ▶ Автоматические измерения 26 параметров Мат. обработка сигналов, включая БПФ, включающий 8 окон
- ▶ Цифровой самописец, позволяющий производить запись заданного числа осциллограмм и воспроизводить их после останова сбора информации
- ▶ Библиотека пробников, позволяющая на осциллограмме отображать реальные физические величины
- ▶ Расширенные возможности измерений, включая статистическую обработку
- ▶ Генератор стандартных сигналов или СПФ
- ▶ Декодирование CAN BUS
- ▶ Допусковый контроль

СЕРВИСНЫЕ ФУНКЦИИ

- ▶ Автопоиск
- ▶ Автоматическая калибровка
- ▶ Интуитивный графический интерфейс пользователя Win NT/XP/2000 /VISTA/WIN7
- ▶ Встроенный Windows Help

Отличительные особенности моделей

Модель	Кол-во каналов	Полоса пропускания (ПП)	Частота дискретизации (макс.)	Память	АЦП (эквив. увеличение)	Дополнительные возможности
<u>АКИП-4106</u>	1	10 МГц	50 МГц	8 кБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП (4096 точек)
<u>АКИП-4106/1</u>	1	25 МГц	100 МГц	24 кБ		
<u>АКИП-4107</u>	2	5 МГц	40 МГц	8 кБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП (4096/ 8192 точек) генератор сигналов, генератор СФФ* (0,001 Гц ... 100 кГц), вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4107/1</u>		10 МГц	100 МГц	8 кБ		
<u>АКИП-4107/2</u>		25 МГц	200 МГц	16 кБ		
<u>АКИП-4107/3</u>		50 МГц	500 МГц	24 кБ		
<u>АКИП-4107/4</u>		100 МГц	1 ГГц	32 кБ		
<u>АКИП-4107/5</u>		200 МГц		40 кБ		
<u>АКИП-4108</u>	2	50 МГц	500 МГц	8 МБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП (4096/ 8192 точек), генератор сигналов: синус, меандр, треугол., пила (0,001 Гц ... 1 МГц), вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4108/1</u>		100 МГц		32 МБ		
<u>АКИП-4108/2</u>		200 МГц		128 МБ		

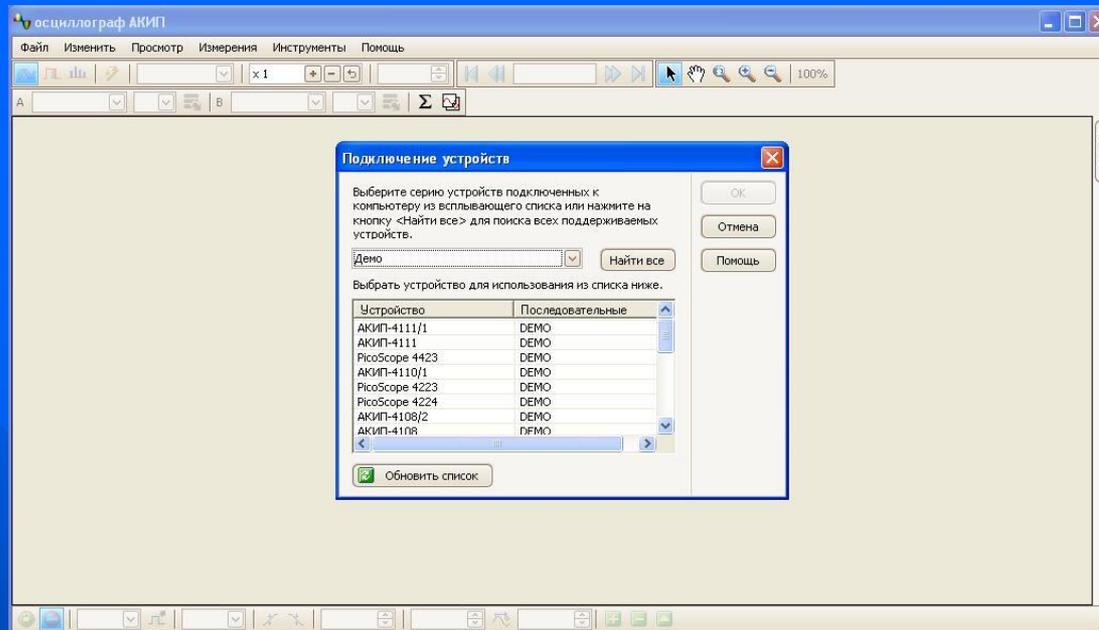
Отличительные особенности моделей

Модель	Кол-во каналов	Полоса пропускания (ПП)	Частота дискретизации (макс.)	Память	АЦП (эквив. увеличение)	Дополнительные возможности
<u>АКИП-4108G</u>	2	50 МГц	500 МГц	8 МБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП (4096/ 8192 точек), генератор сигналов: синус, меандр, треугол., пила (0,001 Гц ...1 МГц), генератор СПФ, вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4108/1G</u>		100 МГц		32 МБ		
<u>АКИП-4108/2G</u>		200 МГц		128 МБ		
<u>АКИП-4109/2</u>	4 (диф.вх.)	5 МГц	20 МГц	512 кБ	12 бит (16 бит)	анализатор спектра в ПП
<u>АКИП-4110</u>	2	20 МГц	80 МГц	32 МБ	12 бит (16 бит)	анализатор спектра в ПП, генератор СПФ, вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4110/1</u>	4					
<u>АКИП-4110/2</u>	2	50 МГц	125 МГц			
<u>АКИП-4110/3</u>		100 МГц	250 МГц			
<u>АКИП-4110/4</u>				5 МГц	10 МГц	16 МБ

Отличительные особенности моделей

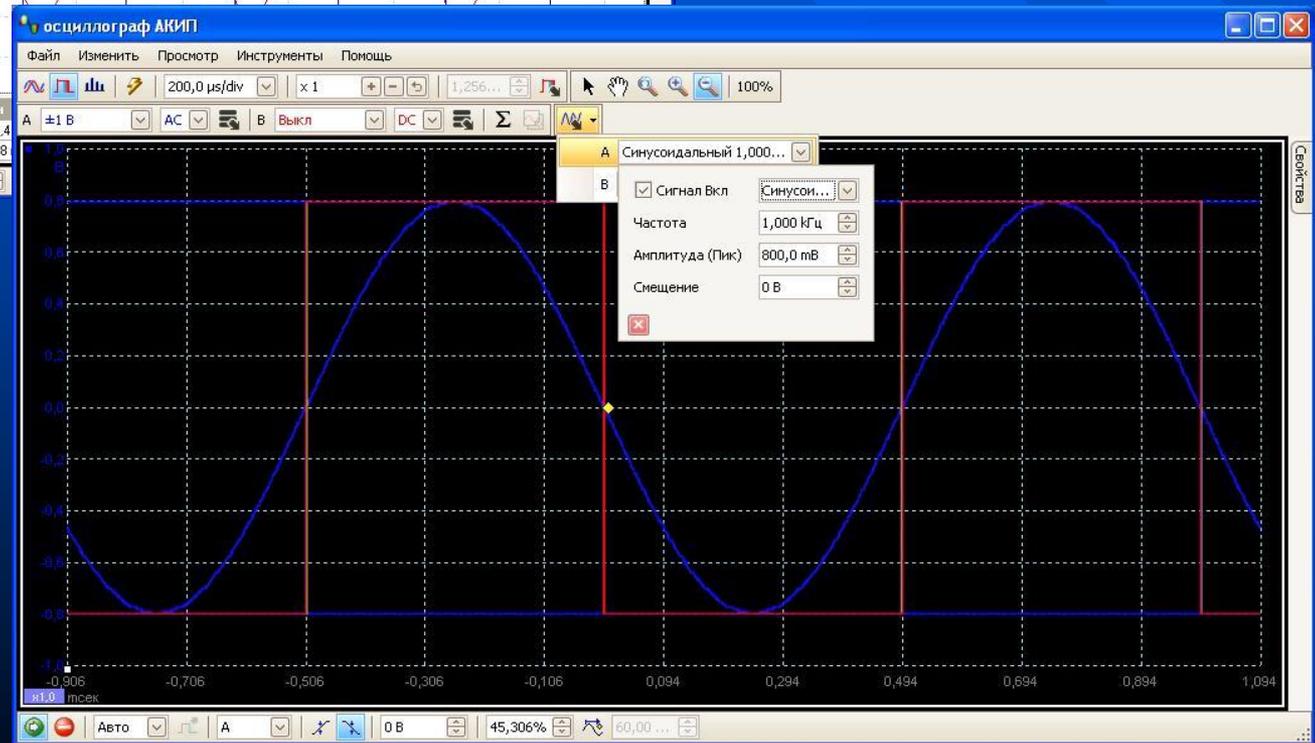
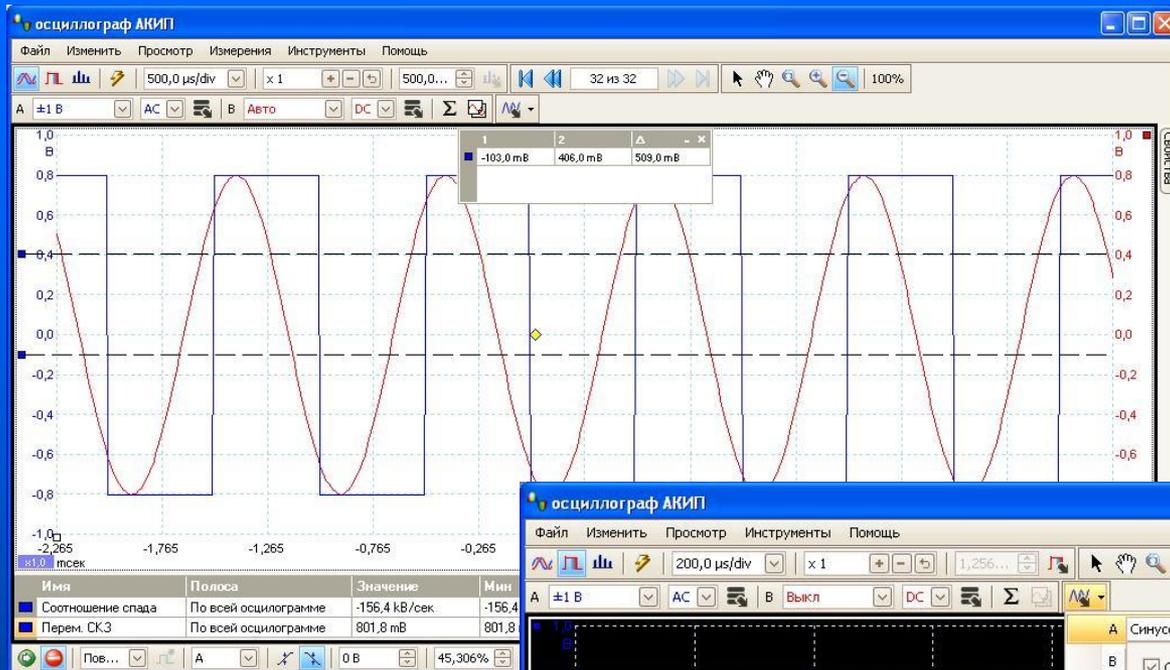
Модель	Кол-во каналов	Полоса пропускания (ПП)	Частота дискретизации (макс.)	Память	АЦП (эквив. увеличение)	Дополнительные возможности
<u>АКИП-4111</u>	2	250 МГц	1 ГГц	32 МБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП, генератор сигналов: синус, меандр, треугол., пила, Sin(x)/x, колокол., шум, пост. напр.(DC), генератор СПФ (0,001 Гц ...50 МГц), вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4111/1</u>				128 МБ		
<u>АКИП-4114</u>	4	350 МГц	5 ГГц	1 ГБ	8 бит (12 бит)	анализатор спектра в ПП, генератор сигналов: синус, меандр, треугол., пила, Sin(x)/x, колокол., шум, пост. напр.(DC), генератор СПФ, вход внешней синхронизации
<u>АКИП-4114/1</u>				32 МБ		
<u>АКИП-4114/2</u>		500 МГц		1 ГБ		

Программное обеспечение



- ✓ Универсальное ПО на всю серию, кроме стробоскопических
- ✓ Информативный дисплей
- ✓ Высокая скорость обновления дисплея
- ✓ Интуитивно понятный интерфейс
- ✓ Множество настроек
- ✓ Экспорт данных в различные форматы
- ✓ Деморежим (без использования реального осциллографа с возможностью имитации сигнала)
- ✓ Встроенная помощь

Программное обеспечение



АКИП-4112 и 4112/1

Новый миниатюрный 12- ГГц стробоскопический осциллограф



Краткое описание

Введение

Основные технические характеристики осциллографа АКИП-4112

12 GHz Полоса пропускания	16-bit Разрядность АЦП	2% Верикальная и 0.4% Горизонтальная погрешности измерения
10 GHz Диапазон частот синхронизации	200 fs Временное разрешение	<2.5 mV Среднеквадратический уровень шумов
1 mV/div Минимальная чувствительность	20 ps/div Минимальный коэффициент развертки	<2.0 ps Нестабильность синхронизации (RMS)



Стробоскопический осциллограф АКИП-4112

АКИП-4112 – это миниатюрный USB-осциллограф, с полосой пропускания до **12 GHz**, работающий в режиме последовательного стробирования в эквивалентном времени.

Прибор обеспечивает быстрый сбор данных, а также их измерения и обработку:

- ▶ Прямые и статические измерения параметров сигналов
- ▶ Маркерные измерения
- ▶ Гистограммные измерения
- ▶ Математическую обработку сигналов, включая БПФ
- ▶ Импульсную рфлектometriю
- ▶ Градацию цветом
- ▶ Допусковый контроль
- ▶ Масочные шаблоны

АКИП-4112: Основные возможности

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КАНАЛ

- ▶ Полоса пропускания: **12 GHz**
- ▶ Время нарастания ПХ: **29.2 ps**
- ▶ Два канала
- ▶ Погрешность измерения напряжения: **±2 %**
- ▶ Разрядность АЦП **16-Bit**
- ▶ Среноквадратическое значение уровня шумов: **<2.5 mV**
- ▶ Емкость записи: до **4096 точек/канал**

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ КАНАЛ

- ▶ Развертка: от **20 ps/div** до **2 ms/div**
- ▶ Погрешность измерения временных интервалов: **0.4%+15 ps**
- ▶ Интервал стробирования: **200 fs min**

СИНХРОНИЗАЦИЯ

- ▶ Прямой вход: 0 до **1 GHz**
- ▶ ВЧ вход: до **10 GHz**
- ▶ Нестабильность синхронизации (RMS): **<3.5 ps**

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- ▶ Потребляемая мощность: **15 W max**
- ▶ Масса: **1 kg**
- ▶ Габаритные размеры: **170x40x255 mm**

ОТОБРАЖЕНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

- ▶ Экранное накопление, градация серым и градация цветом
- ▶ Маркерные измерения
- ▶ Автоматические измерения 28 параметров со статистикой и допусковым контролем
- ▶ Мат. обработка сигналов, включая БПФ с пятью окнами БПФ
- ▶ Статистический анализ с помощью гистограмм
- ▶ Тест с помощью стандартных или заказных масок
- ▶ Измерения глаз-диаграмм
- ▶ Импульсная рефлектометрия для анализа характеристик линий передачи сигналов

СЕРВИСНЫЕ ФУНКЦИИ

- ▶ Автопоиск
- ▶ Автоматическая калибровка
- ▶ Интуитивный графический интерфейс пользователя Win NT/XP/2000
- ▶ Встроенный Windows Help

АКИП-4112: Области применения

Анализ сигналов

Проверка на соответствие стандартам

Спектральный анализ

Статистический анализ

Анализ диаграмм

Проверка характеристик ППМ

Проверка характеристик корпусов ИМС

Стыковка плат ПК

Измерение волновых сопротивлений

Анализ цепей методом импульсной рефлектометрии

Разработка и проверка узлов цифровых устройств связи

Производство и проверка на соответствие стандартам

Высокочастотная цифровая связь

ВЧ диоды

Семейства быстрых ИМС

Измерение переходных характеристик аналоговых устройств

Испытания полупроводниковых приборов

Измерения на СВЧ

Физика высоких энергий

Разработка цифровых устройств

Информативные системы отображения

Исследования и разработки

Автоматические измерения параметров сигналов

СВЧ переключатели

Проверка на соответствие стандартам

Временной анализ

Допуковый контроль и тест масок

Проверка на соответствие коммуникационным стандартам

Производство

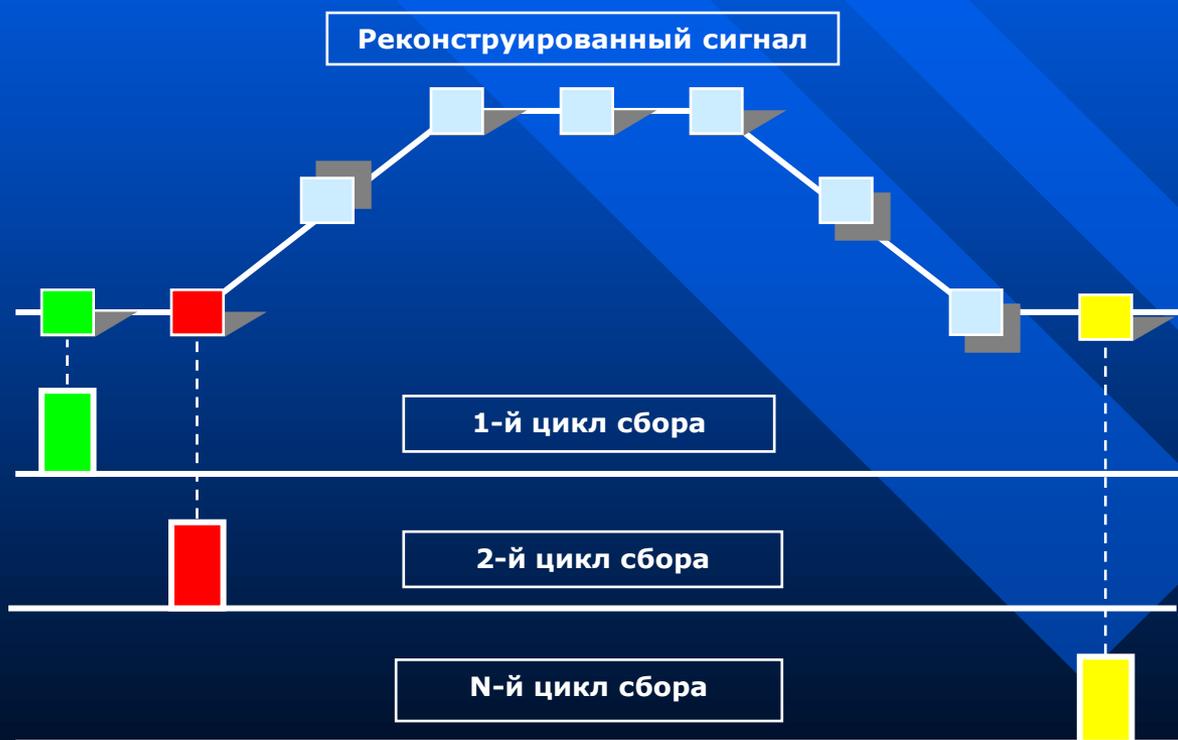
Автокалибровка приборов

Автоматизированные измерительные системы

Последовательное стробирование

Для сбора и отображения широкополосных сигналов осциллограф **АКИП-4112** использует принцип последовательного стробирования во временной области.

📌 **Стробоскопический осциллограф** производит выборку мгновенного значения входного сигнала только в дискретных точках временной оси. Эти значения растягиваются на накопительной емкости смесителя, усиливаются, преобразуются в цифровой код, запоминаются и отображаются на экране ПК.



📌 Последовательное стробирование означает:

- ▶ Широкую полосу пропускания (**> 1GHz**)
- ▶ Измерение **только** повторяющихся сигналов
- ▶ Только **одна выборка** производится на каждый синхроимпульс
- ▶ Отсутствует возможность наблюдения сигнала **до запуска**

Интерфейс пользователя

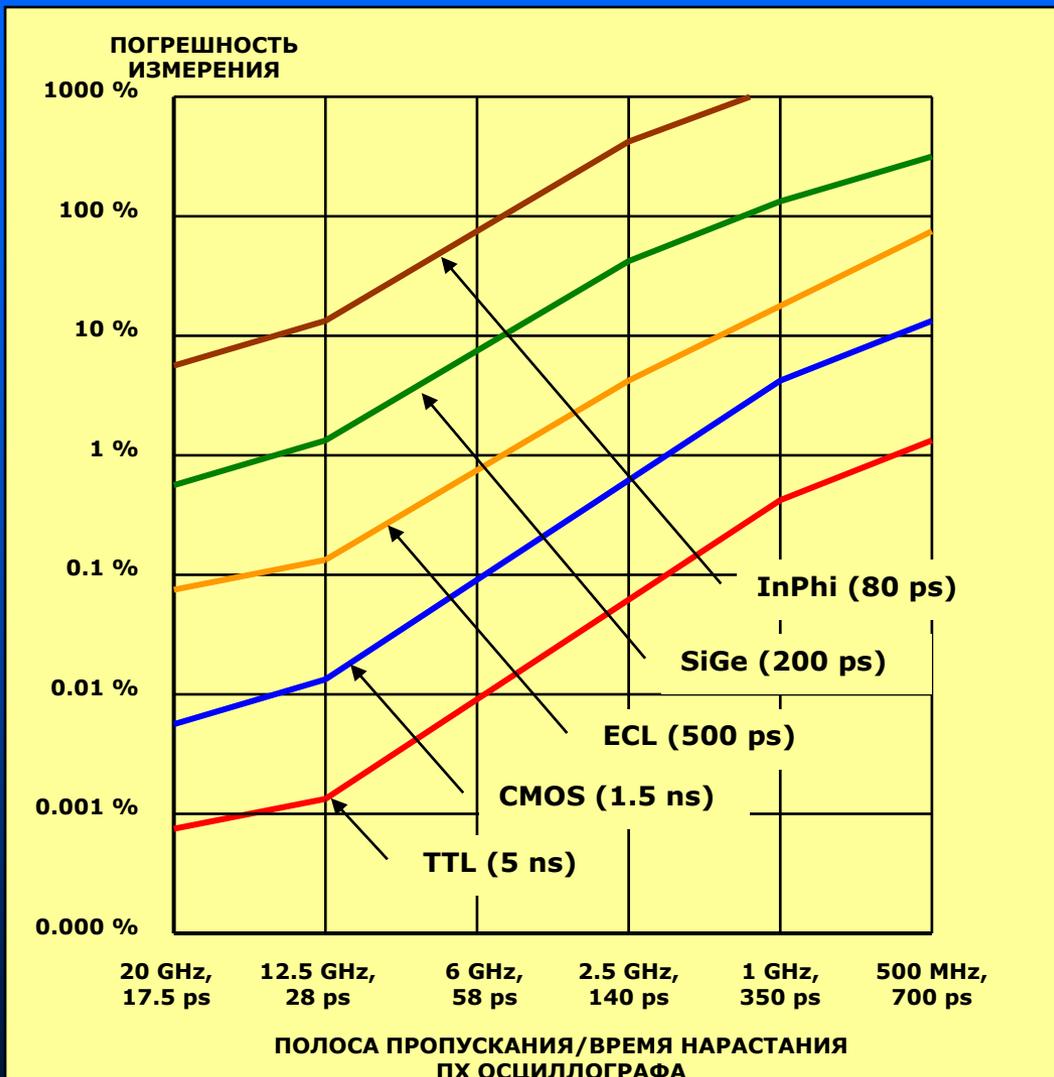
The image shows the PicoScope 9000 software interface with several key areas highlighted by callouts:

- Системное меню** (System menu): Located at the top left, containing buttons like 'Clear Display', 'Run', 'Stop/Single', 'Autoscale...', 'Default Setup...', 'Undo...', 'Copy...', 'Print...', and 'Help'.
- Зона состояния** (Status area): Located at the top center, displaying acquisition parameters such as '20 GHz 50 GSa/s', 'Persist is enable...', and 'External Direct Freerun'.
- Левое меню** (Left menu): Contains channel selection (Ch1, Ch2), display options (On, Off), scale settings (100 mV/div), offset (-200 mV), bandwidth (Full, Narrow), and loop gain (100 %).
- Зона отображения** (Display area): The central oscilloscope screen showing two waveforms: a yellow sine wave (Ch1) and a cyan square wave (Ch2). The square wave has 'L Cross' and 'R Cross' markers.
- Зона измерений** (Measurement area): A table at the bottom of the display area showing various measurement parameters for both channels.
- Правое меню** (Right menu): The 'Measure' panel containing a list of measurement parameters like 'Period', 'Frequency', 'Pos Width', etc., with checkboxes to enable or disable them.
- Постоянно е меню** (Permanent menu): Located at the bottom, containing tabs for 'Channels', 'Time Base', 'Trigger', 'Acquisition', 'Display', 'Save/Recall', 'Marker', 'Measure', 'Limit Test', and 'Mathematics'.

	Current	Total Wfms	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
Frequency (Ch1)	495.9 MHz	4520	493.9 MHz	498.1 MHz	496.1 MHz	498.7 kHz
Amplitude (Ch1)	200 mV	4520	190 mV	202.5 mV	197.9 mV	1.811 mV
Pos Overshoot (Ch2)	7.016 %	4300	868.9 m%	10.14 %	5.209 %	1.299 %
Period (Ch2)	5.050 ns	3286	4.994 ns	5.099 ns	5.041 ns	11.47 ps

Осциллограф **АКИП-4112** использует **интуитивный графический интерфейс пользователя** системы **Windows**, поэтому Вам не придется тратить много времени на его изучение. Привычные и понятные меню обеспечивают простой доступ к большому количеству сервисных и измерительных функций.

Погрешность временных измерений как функция полосы пропускания осциллографа



Если полоса пропускания осциллографа:

Увеличение фронта измеряемого сигнала составит:

Равна полосе частот, рассчитанной по фронту измеряемого сигнала

▶ 41%

В два раза выше полосы частот, рассчитанной по фронту измеряемого сигнала

▶ 12%

В три раза выше полосы частот, рассчитанной по фронту измеряемого сигнала

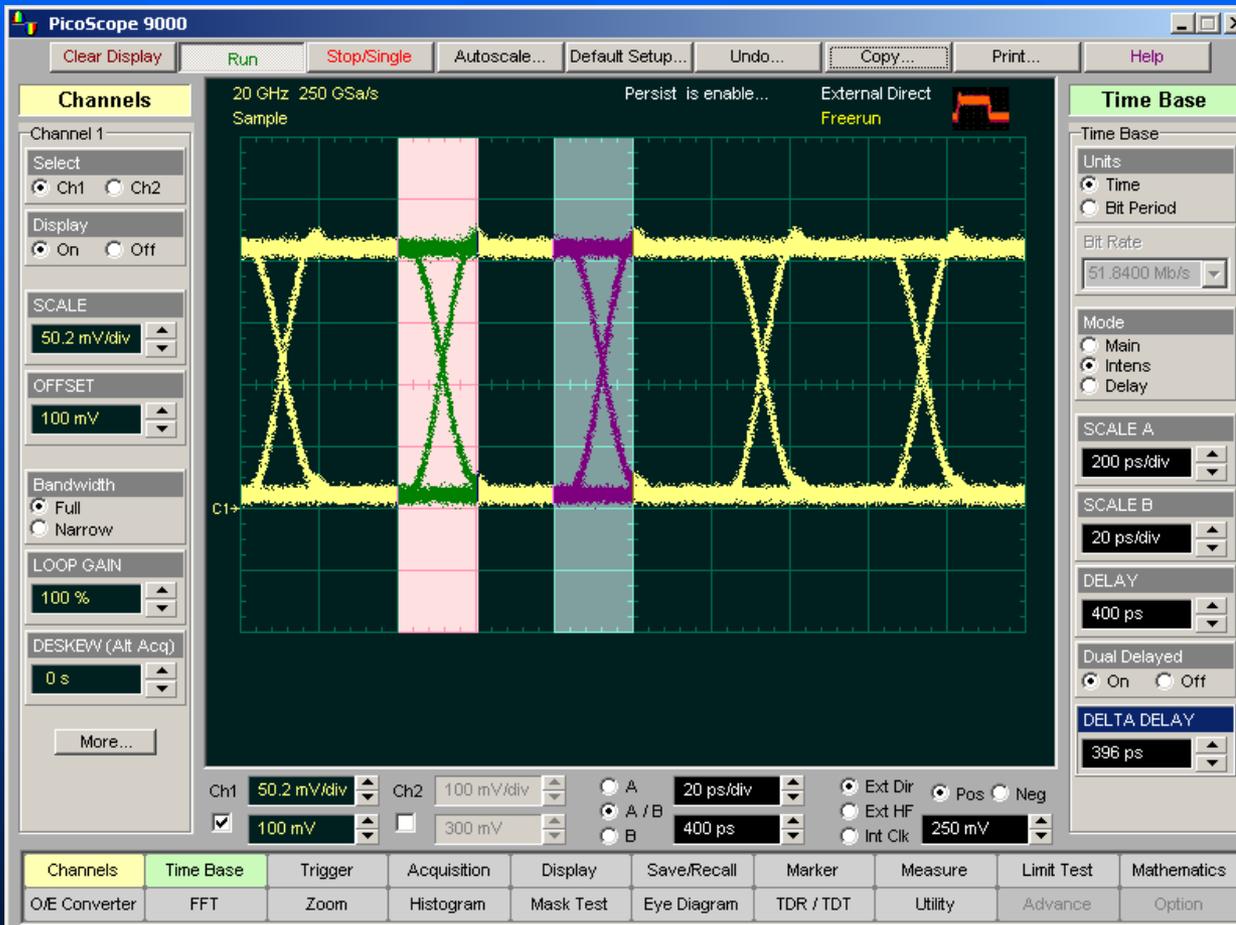
▶ 5%

В пять раз выше полосы частот, рассчитанной по фронту измеряемого сигнала

▶ 2%

Стробоскопическая развертка

Стробоскопическая развертка обеспечивает изменение временного масштаба и положения сигнала посредством основной, подсвеченной, задержанной или двойной задержанной разверток.



Пример глаз-диаграммы **2.5-Gbps** сигнала, отображенная в режиме с двумя зонами подсветки.

Функция единицы горизонтальной шкалы позволяет выбрать:

- ▶ Единицу времени (секунда)
- ▶ Единицу расстояния (метр, фут, дюйм)
- ▶ Единицу периода потока

● Период потока удобен в качестве единицы горизонтальной шкалы при отображении цифровых коммуникационных сигналов, таких, как глаз-диаграмма.

Коэффициенты развертки:

20 ps/div to 2 ms/div

Погрешность измерения временных интервалов:

**$\pm 0.4\%$ от полного номинала экрана ± 15 ps
 ± 100 ppm от установленной величины задержки**

Синхронизация на прямом входе

Возможности стробоскопических осциллографов в значительной степени зависят от наличия широкополосной синхронизации с малым уровнем временной нестабильности. Осциллограф **АКИП-4112** обеспечивает полную синхронизацию в полосе частот от 0 до **1 GHz**.

АКИП-4112



Power Splitter

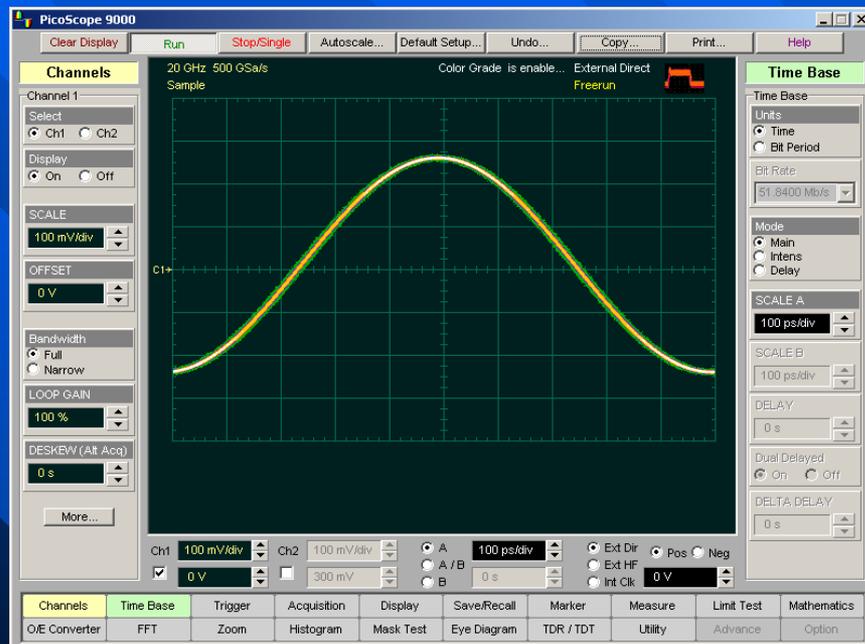
Synthesized CW Generator



Схема соединения приборов для проверки характеристик прямого входа синхронизации

Основными характеристиками прямого входа синхронизации:

- ▶ Диапазон частот от 0 до **1 GHz**
- ▶ Чувствительность: **100 mV p-p** от 0 до **100 MHz**, изменяется линейно до **400 mV p-p** на **1 GHz**
- ▶ Максимальное среднеквадратическое значение нестабильности синхронизации **<3.5 ps**



Типичная осциллограмма **1-GHz** сигнала при использовании прямого входа синхронизации.

Многоканальное отображение

Осциллограф **АКИП-4112** позволяет отображать одновременно до восьми лучей. К таким лучам относятся: сигналы каждого из двух каналов, четыре запомненных сигнала, четыре математические, а также две спектральные функции.



Интерфейс пользователя осциллографа

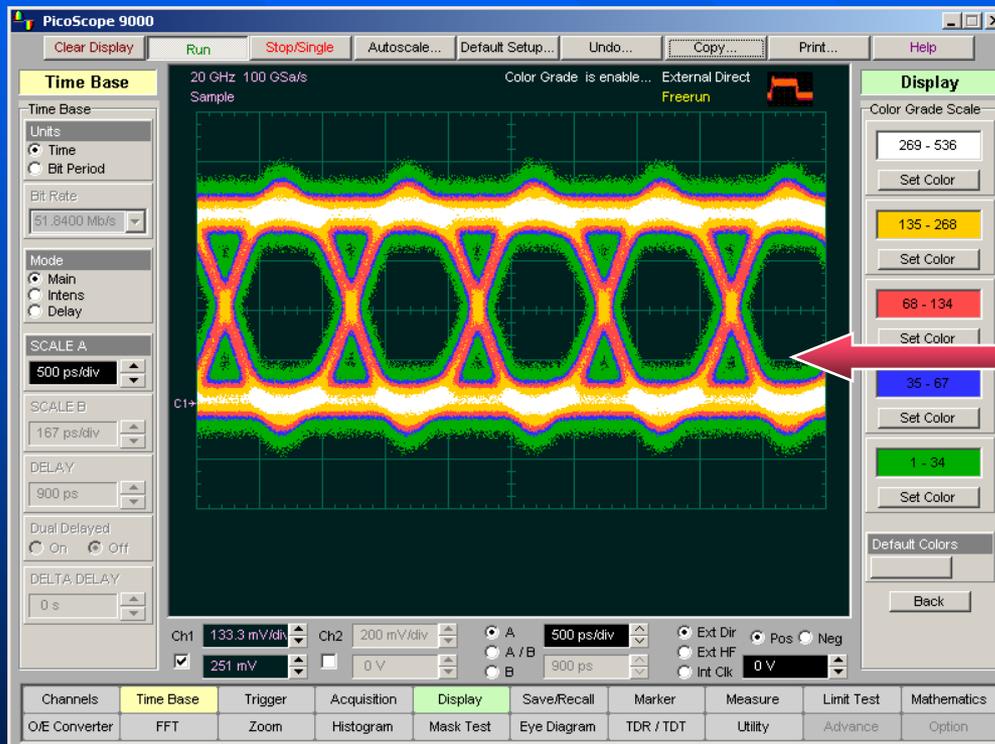
АКИП-4112 позволяет назначить различные цвета для каждого из отображаемых лучей.

Установленные для этих лучей масштабы отображения и результаты измерений сигналов также отображаются соответствующим цветом.

Осциллограмма отображения восьми независимых лучей на экране осциллографа **АКИП-4112**

Градация цветом

В режиме **градации цветом** отображение формируется накопленными точками, имеющими различные цвета. Цвет индицирует плотность попадания точек сигнала в данный пиксел осциллограммы. Режим **градации цветом** полезно использовать при работе с гистограммами, глаз-диаграммами, масками, то есть при статистических измерениях. Используйте режим **градации цветом** также при необходимо получить как можно больше визуальной информации о сигнале.



Режим **градации цветом** использует накопленную базу данных о сигналах, составляющую **257 точек** по вертикали и **501 точка** по горизонтали. За каждой точкой находится свой **16-разрядный счетчик**. Любое попадание сигнала в точку экрана увеличивает значение кода, записанного в счетчик. Каждый цвет, используемый в режиме **градации цветом** представляет собой диапазон значений, записываемых в счетчик каждой точки в данный момент. В процессе сбора, когда общее число попаданий растет, растет и значение диапазона, соответствующего каждому цвету. Максимальное значение, записываемое в счетчик равно **65 535**.

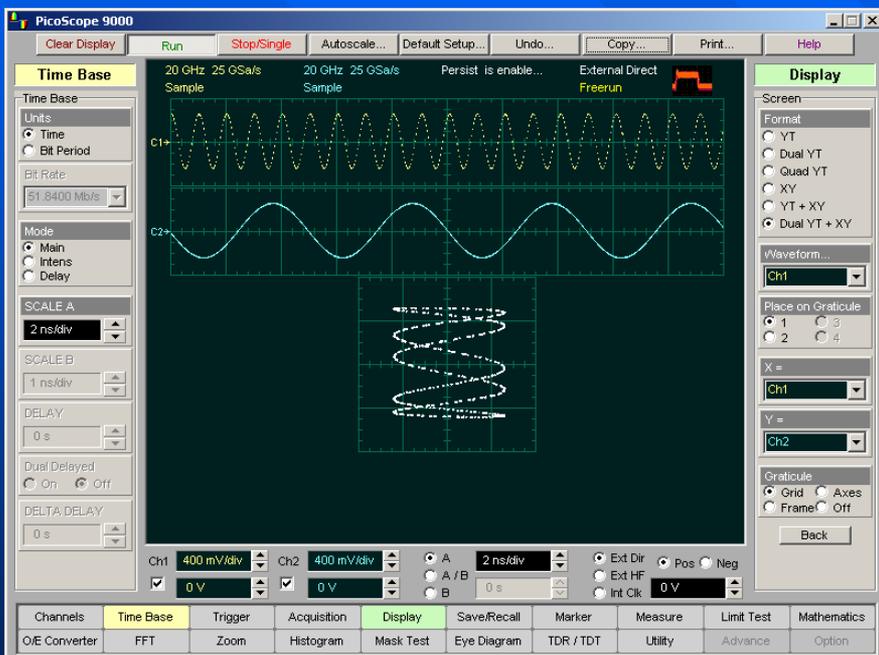
Осциллограф использует пять цветов для формирования режима **градации цветом**. Каждый цвет может быть выбран из стандартного меню Windows.13

Режим **градации цветом** позволяет оператору подробно исследовать все детали осциллограммы **2.5-GHz** глаз-диаграммы

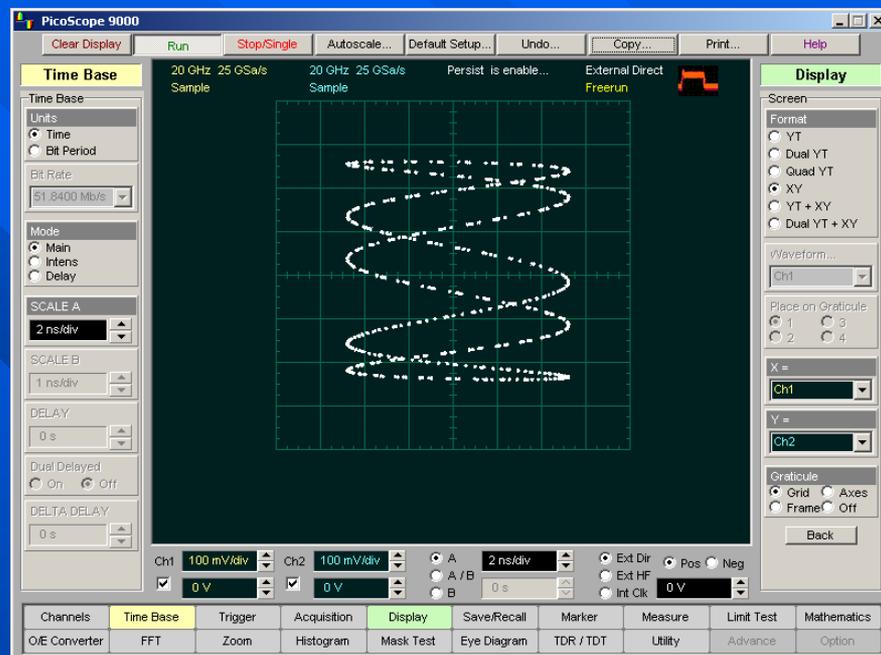
Отображение в формате X-Y

Три **формата** определяют, каким образом осциллограф отображает сигналы:

- В формате **YT** горизонтальная ось является осью времени, в то время как вертикальная - является осью напряжения.
- В формате **XY** горизонтальная ось является осью напряжения одного из источников сигнала, в то время как вертикальная - является осью напряжения другого источника сигнала.
- В формате **XY & YT** отображаются осциллограммы обоих форматов - **YT** и **XY**. При этом формат **YT** расположен в верхней части экрана, а формат **XY** - в нижней части.



Пример осциллограммы в формате **YT & XY**



Пример осциллограммы в формате **XY**

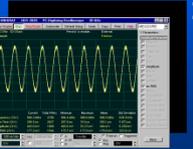
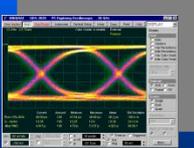
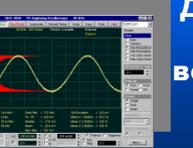


Формат **XY** используется для:

- Сравнения частот и или разности фаз между двумя сигналами.
- Отображения взаимной зависимости двух величин, например, тока от напряжения или напряжения от частоты.

Измерения и испытания

Виды измерений, используемых в осциллографе АКИП-4112

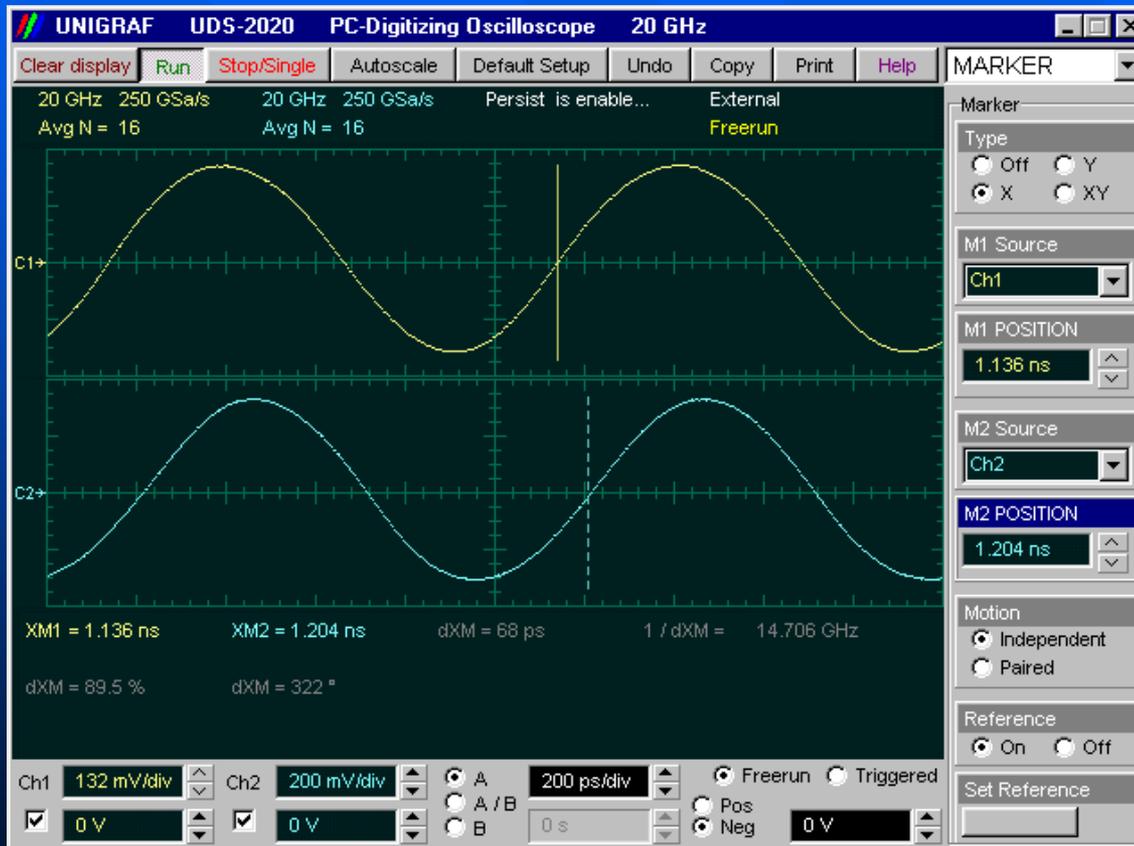
<p>Измерения по шкале</p> <p>Электронная шкала размером 10 x 8 делений и содержащая сетку, оси, рамку</p> 	<p>Маркерные измерения</p> <p>Два X-, Y-, или XY-маркера. Абсолютные, разностные, относительные измерения</p> 	<p>Автоматические измерения</p> <p>19 амплитудных, 15 временных и 5 спектральных измерений</p> 
<p>Измерения NRZ глаз-диаграмм</p> <p>Список из 38 измеряемых параметров NRZ глаз-диаграммы</p> 	<p>Измерения RZ глаз-диаграмм</p> <p>Список из 40 измеряемых параметров RZ глаз-диаграммы</p> 	<p>Гистограммные измерения</p> <p>До 11 статистических измерений вертикальной или горизонтальной гистограммы</p> 

Виды испытаний, используемых в осциллографе АКИП-4112

<p>Допусковый контроль</p> <p>Автоматически сравнивает до 4 измеряемых параметров с заданными допусками</p> 	<p>Тест масок</p> <p>Стандартные или произвольные маски могут использоваться для проведения теста</p> 	<p>Тест расширенных границ маски</p> <p>Расширенные границы масок используют для ужесточения испытаний</p> 
--	--	---

Маркерные измерения

Маркерные измерения – измерения с помощью мерещаемых на экране линий. Эти измерения применяются для более точных измерений по вертикали или горизонтали. На экране отображается в числовом значении положение маркера, а также разность между маркерами



Измерения

- ❖ Абсолютные по вертикали
- ❖ Относительные по вертикали
- ❖ Абсолютные по горизонтали
- ❖ Относительные по горизонтали

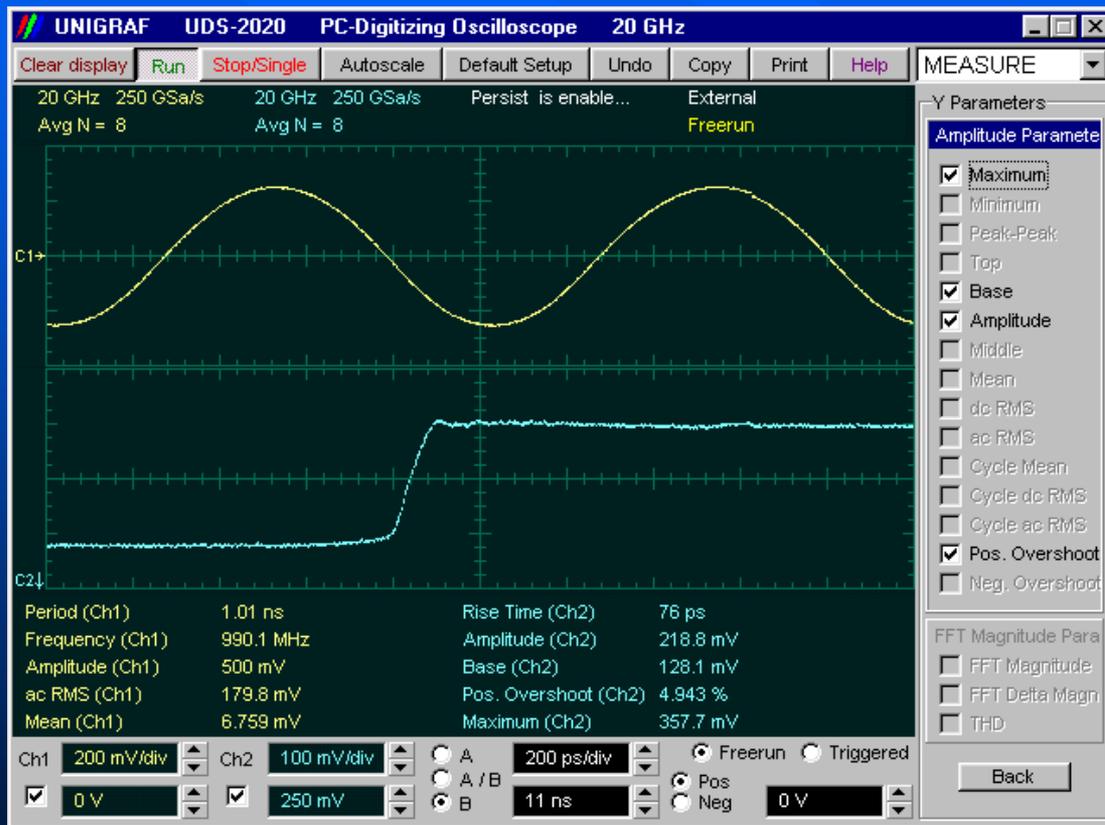
Разрешение от:

- ❖ Напряжение: **31.25 нВ**
- ❖ Временной интервал: **0.2 пс**

Маркерные измерения на синусоидальном сигнале с разрешением 1-пс

Автоматические измерения

АКИП-4112 обеспечивает 39 точных, быстрых автоматических измерений. Эти измерения исключают ошибку оператора, а скорость выполнения этих измерений и простота настройки особенно важна при повторных тестах. Измерения выполняются по стандарту **IEEE**. Виды измерений: **Амплитудные, временные, в спектральной области.**



АКИП-4112 измеряет одновременно 10 параметров с разрешением по времени **0.1 пс** и погрешностью по амплитуде **1.6%**

19 амплитудных измерений:

● Maximum, ● Minimum, ● Peak-Peak, ● Top, ● Base, ● Amplitude, ● Middle, ● Mean, ● dc RMS, ● ac RMS, ● Area, ● Cycle Middle, ● Cycle Mean, ● Cycle dc RMS, ● Cycle ac RMS, ● Cycle Area, ● Pos. Overshoot, ● Neg. Overshoot, ● Gain.

15 временных параметров:

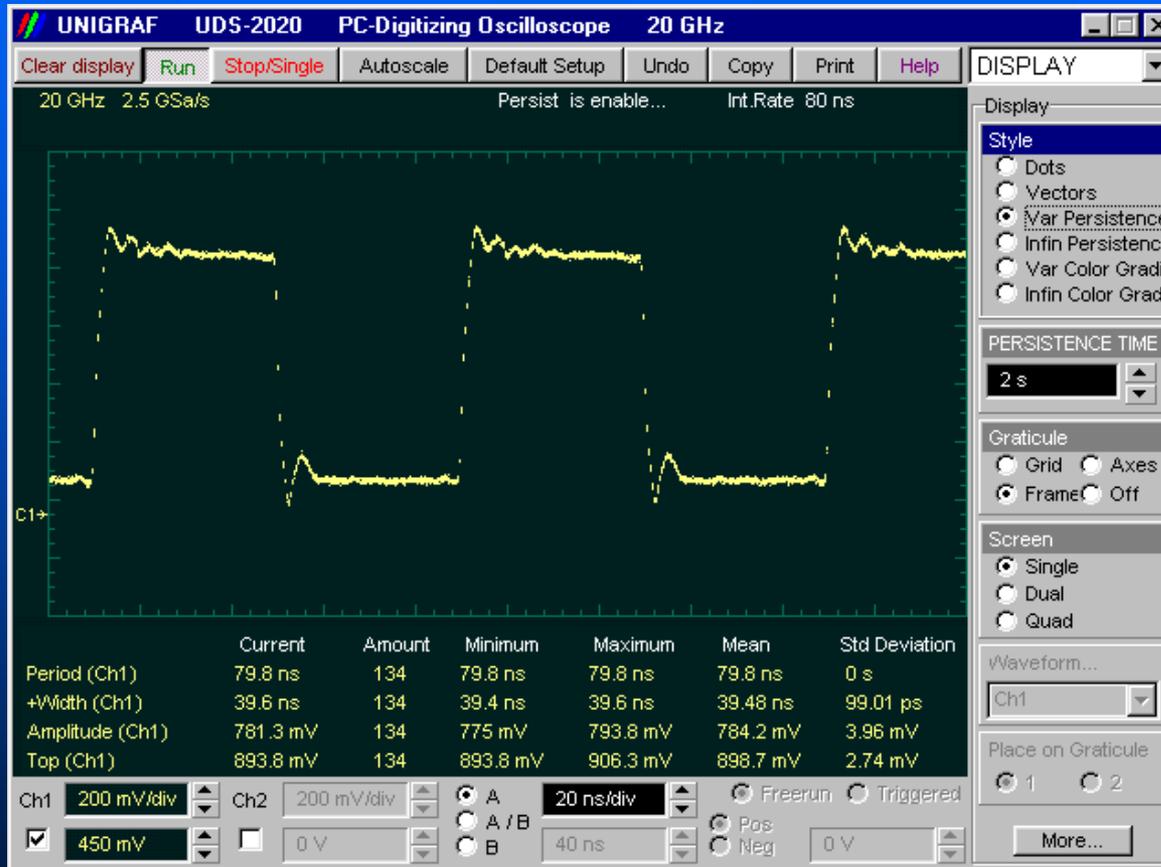
● Period, ● Frequency, ● Pos. Width, ● Neg. Width, ● Rise Time, ● Fall Time, ● Pos. Duty Cycle, ● Neg. Duty Cycle, ● Pos Crossing, ● Neg Crossing, ● Burst Width, ● Cycles, ● Time@Maximum, ● Time@Minimum, ● Delay.

5 спектральных измерений:

● FFT Magnitude, ● FFT Delta Magnitude, ● THD, ● FFT Frequency, ● FFT Delta Frequency.

Статистические измерения

АКИП-4112 позволяет одновременно отображать 4 параметра статистики



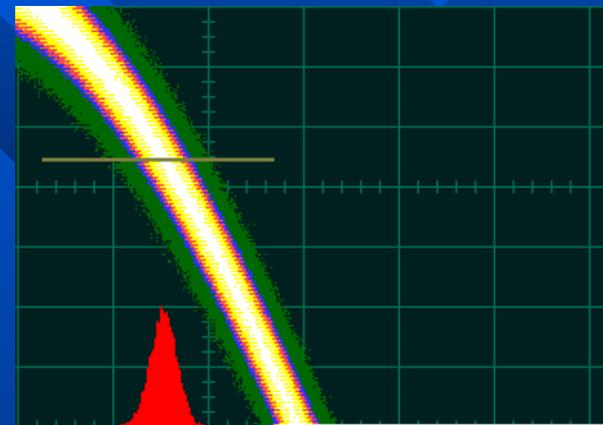
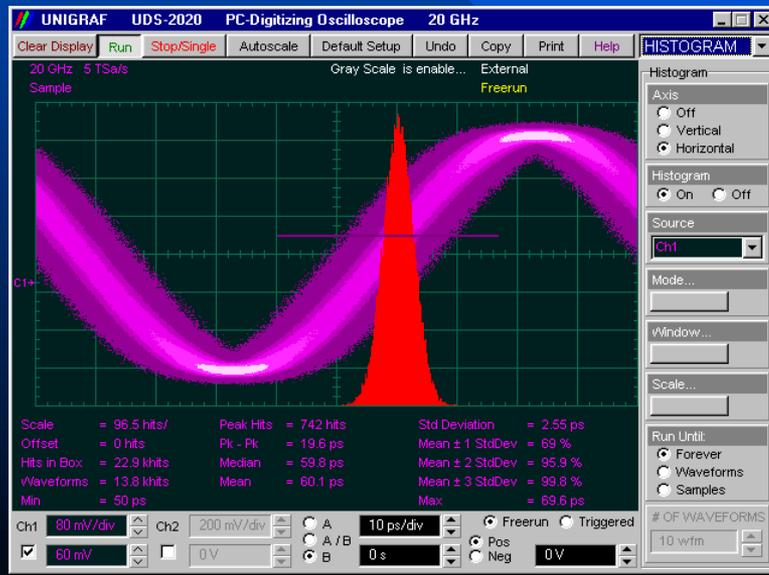
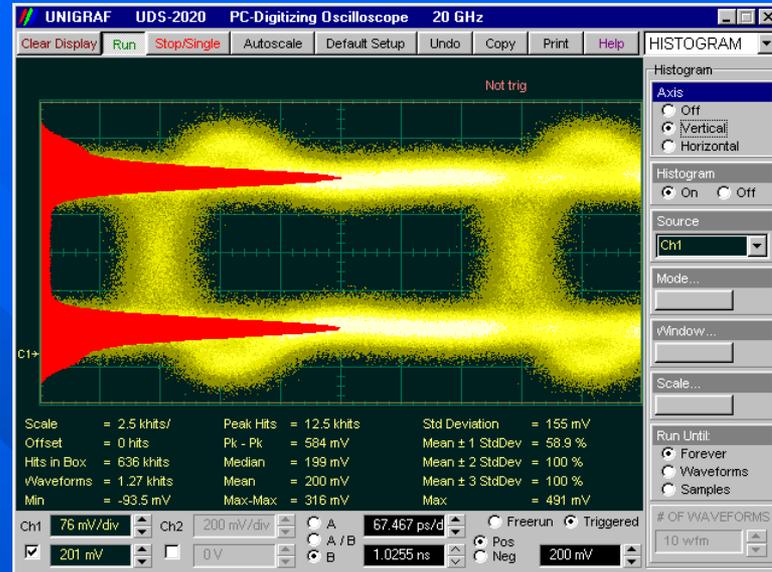
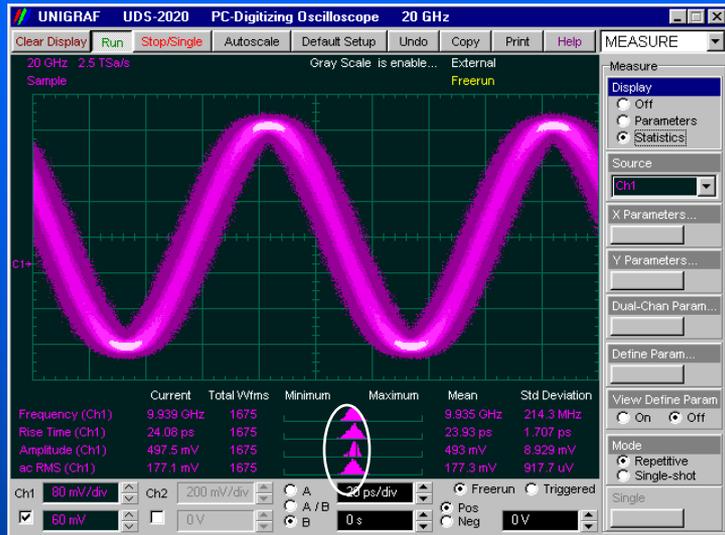
Статистические измерения позволяют измерять следующие параметры

- Минимум
- Максимум
- Среднее
- СКО
- Текущее значение
- Количество измеренных значений

Одновременное измерение статистических параметров **Период, +Длительность, Амплитуда** and **Вершины** импульса **12 МГц**

Гистограммы

Гистограмма – это функция статистического распределения параметра. Гистограммы обеспечивают быстрое, динамическое представление параметров и особенностей формы волны.



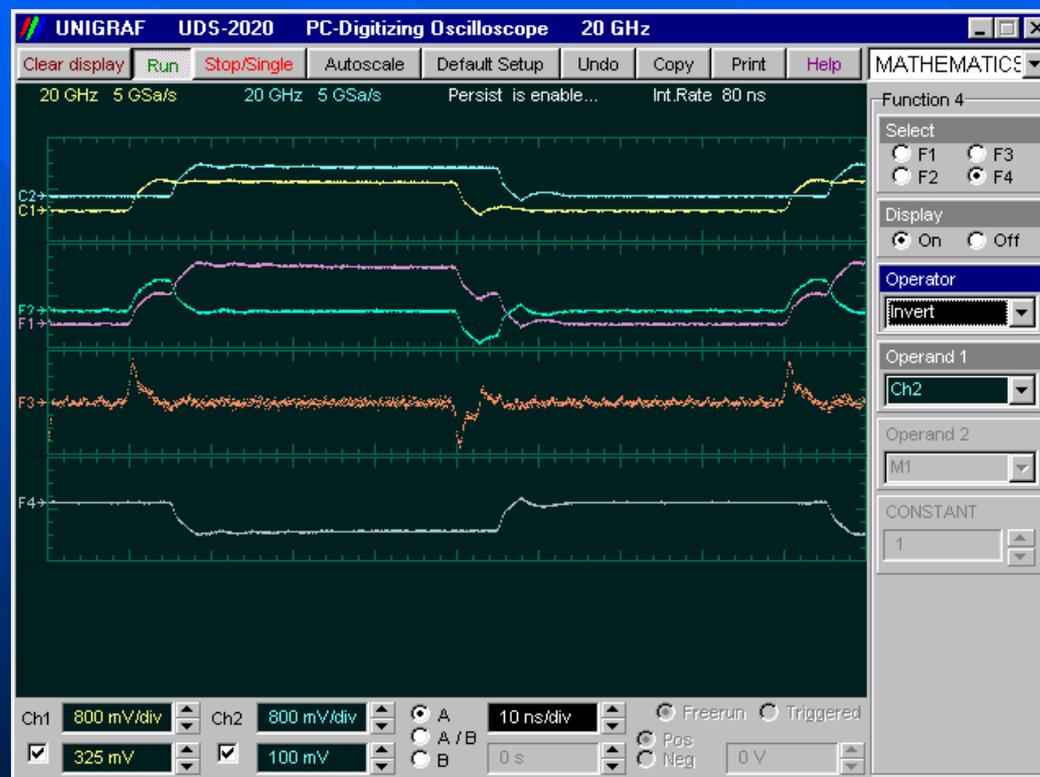
Peak Hits	= 727 hits
Std Deviation	= 6.97 ps
Pk - Pk	= 55 ps
Median	= 223 ps
Mean	= 225 ps
Mean ± 1 StdDev	= 71.6 %
Mean ± 2 StdDev	= 96.3 %
Mean ± 3 StdDev	= 99.8 %
Max	= 250 ps

Математика

ИСТОЧНИК(Ch1)

Мат. функция

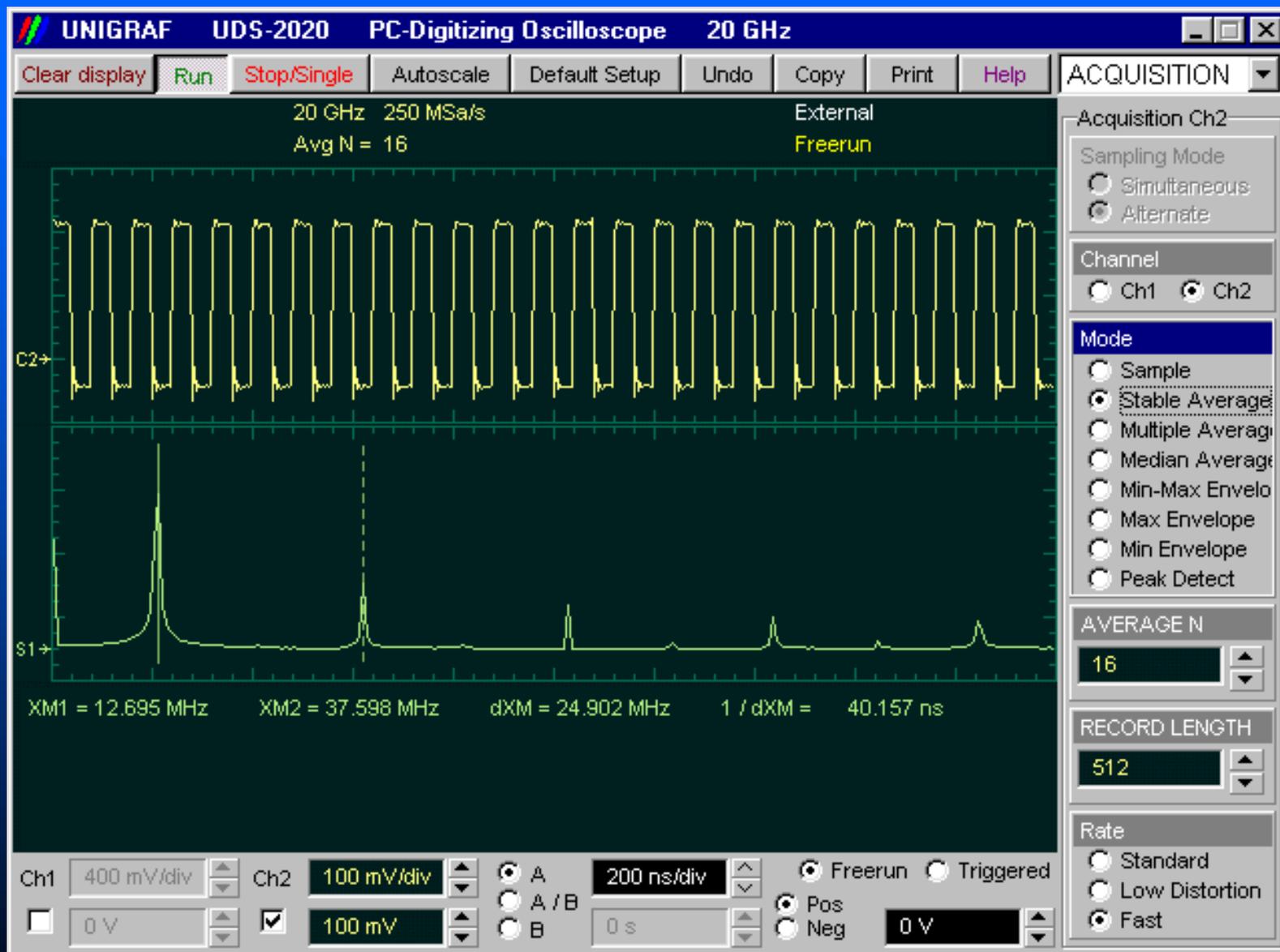
Результат (F1)



Пример математики в АКИП-4112

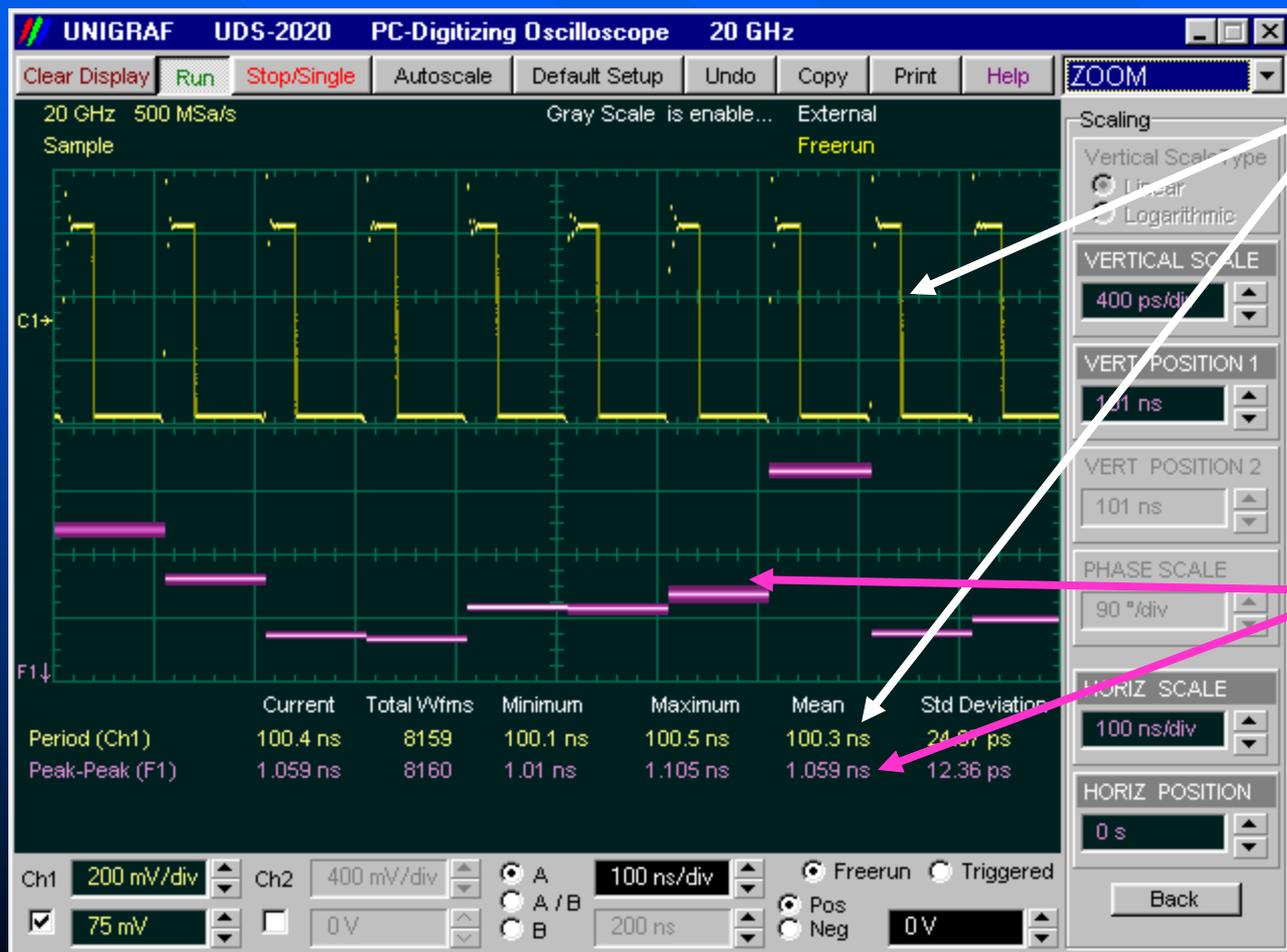
$$\begin{aligned} F1 &= Ch1 + Ch2 & F2 &= Ch1 - Ch2 \\ F3 &= Diff(Ch1) & F4 &= Inv(Ch2) \end{aligned}$$

Быстрое преобразование Фурье



Функция тренда

Тренд – математическая функция, представляющая изменение параметра во времени.



АКИП-4112:
тренд периода

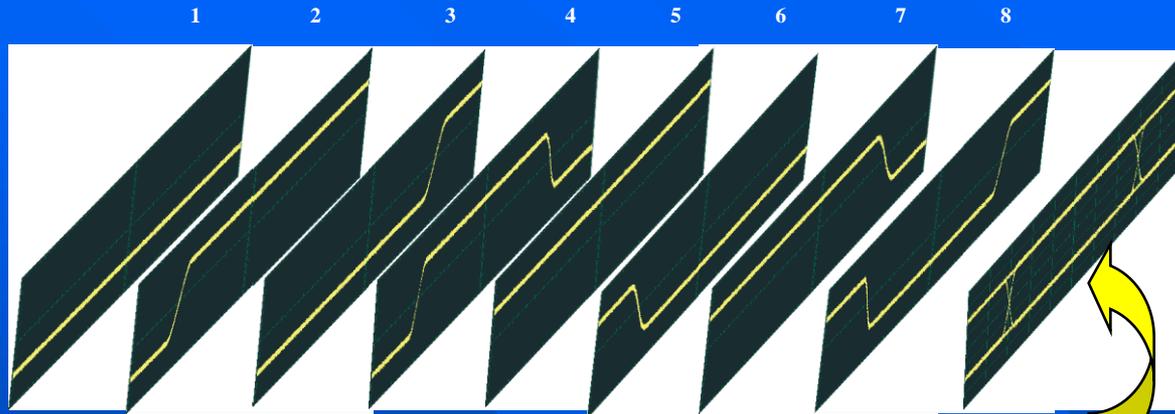
Амплитуда
ступеньки –
значение периода за
промежуток
времени

Промышленные стандарты в области коммуникационных и компьютерных линий связи

Осциллограф **АКИП-4112** поддерживает измерения параметров **целостности** сигналов для следующих промышленных стандартов

TELECOM/OPTICAL		DATACOMM/ ELECTRICAL/OPTICAL		DATACOMM/ ELECTRICAL/OPTICAL	
❖ Bellcore GR-253-CORE and ANSI T1.106 (SONET OC-n signals)		❖ ANSI X3.230 (Fiber Channel)		❖ IEEE 802.3ae (Gigabit Ethernet)	
❖ ITU-T G.957 (SDH STM-n signals)					
STM0/OC1	<i>51.8 Mb/s</i>	FC133	<i>133 Mb/s</i>	GB Ethernet	<i>1250 Mb/s</i>
STM1/OC3	<i>155.5 Mb/s</i>	FC266	<i>266 Mb/s</i>	2XGB Ethernet	<i>2.500 Gb/s</i>
STM4/OC12	<i>621.8 Mb/s</i>	FC531	<i>531 Mb/s</i>	10XGB Ethernet	<i>9.953 Gb/s</i> <i>10.3125 Gb/s</i> <i>12.5 Gb/s</i>
STM16/OC48	<i>2.48832 Gb/s</i>	FC1063	<i>1063 Mb/s</i>	DATACOMM/ ELECTRICAL/OPTICAL	
STM64/OC192	<i>9.953 Gb/s</i> <i>10.664 Gb/s</i> <i>10.709 Gb/s</i> <i>12.24945 Gb/s</i>	FC2125	<i>2125 Mb/s</i>	XAUI	<i>3.125 Gb/s</i>
STM256/OC768	<i>39.812 Gb/s</i> <i>42.65691 Gb/s</i> <i>43.01841 Gb/s</i>	FC3187	<i>3.187 Gb/s</i>	DATACOMM/ ELECTRICAL/OPTICAL	
		10X FC	<i>10.51875 Gb/s</i>	Infiniband	<i>2.500 Gb/s</i>

Построение глаз-диаграммы



Результирующая глаз-диаграмма

Процесс построения глаз-диаграммы состоит из ряда последовательных сборов и запоминания данных о сигнале (построение базы данных)

Измерение параметров **глаз-диаграммы** чрезвычайно информативно, поскольку оно дает всестороннее представление о целостности сигнала, то есть о таких его параметрах, как:

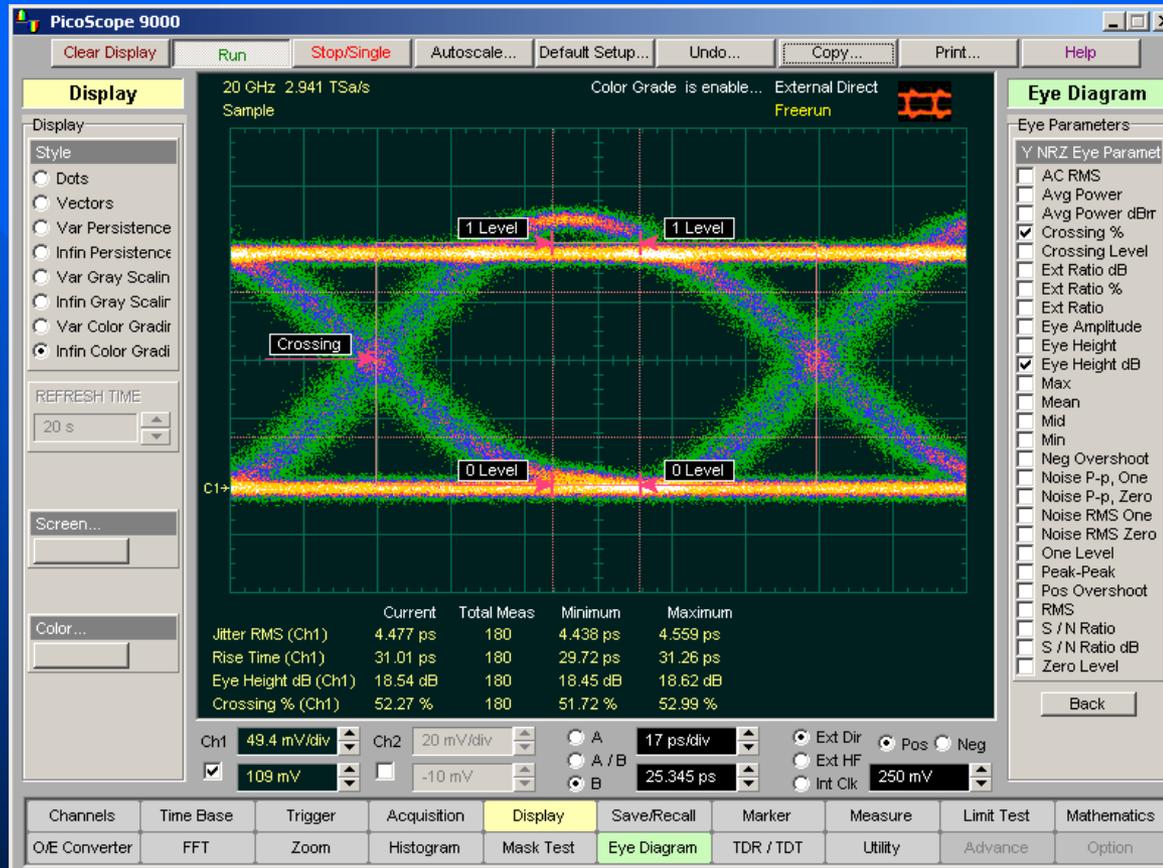
- Шум
- Временная нестабильность
- Отражения
- Выбросы на сигнале
- Взаимное влияние сигнала одного канала на другой
- Паразитные связи через источник питания и землю

Проблемы, возникающие при измерении глаз-диаграммы осциллографами, использующими последовательное стробирование во временной области:

- Невозможно отделить одну от другой последовательности, из которых формируется глаз-диаграмма.
- Невозможно использовать усреднение
- Динамический диапазон входных сигналов ограничен 350 mV
- Шумы и взаимное влияние одной последовательности на другую взаимно маскируют искажения и ошибки.

Анализ NRZ глаз-диаграмм

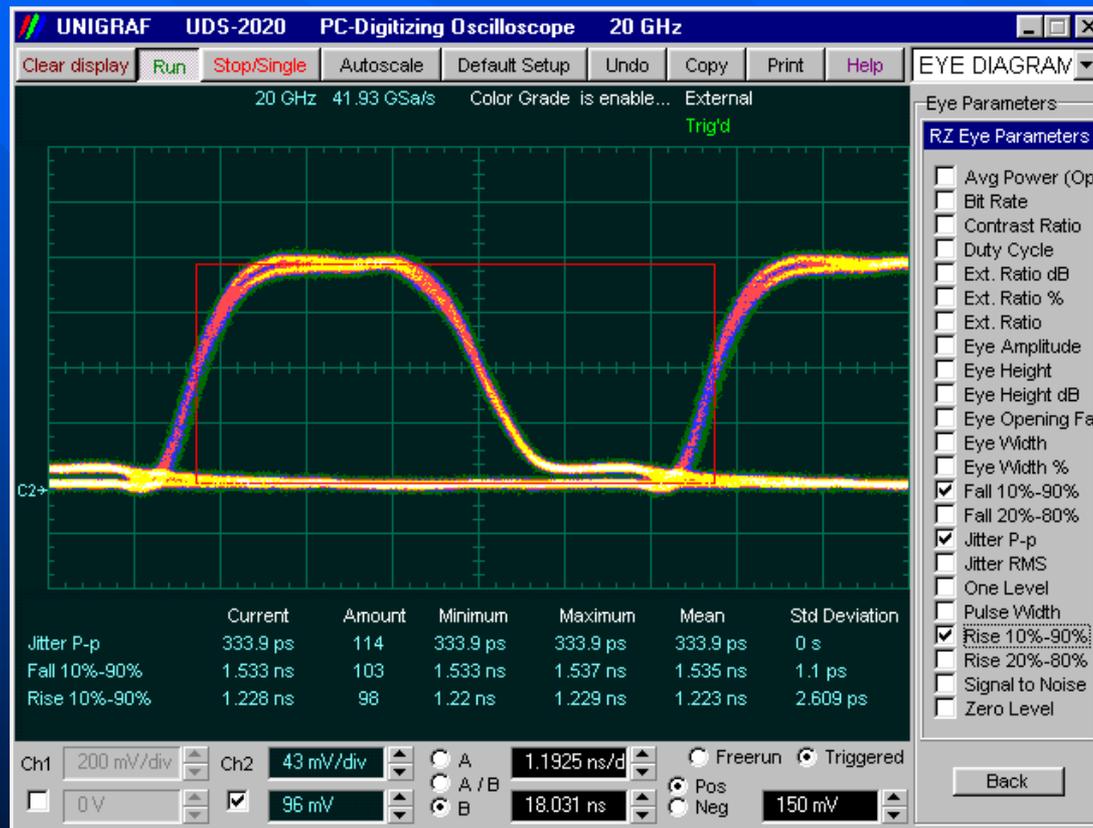
Осциллограф **АКИП-4112** оперативно измеряет 38 фундаментальных параметров, используемых для описания **NRZ-сигналов**. До четырех параметров могут быть измерены одновременно.



Осциллограмма показывает, каким образом осциллограф **АКИП-4112** измеряет параметры **10-Gbit** NRZ глаз-диаграммы.

Анализ RZ глаз-диаграмм

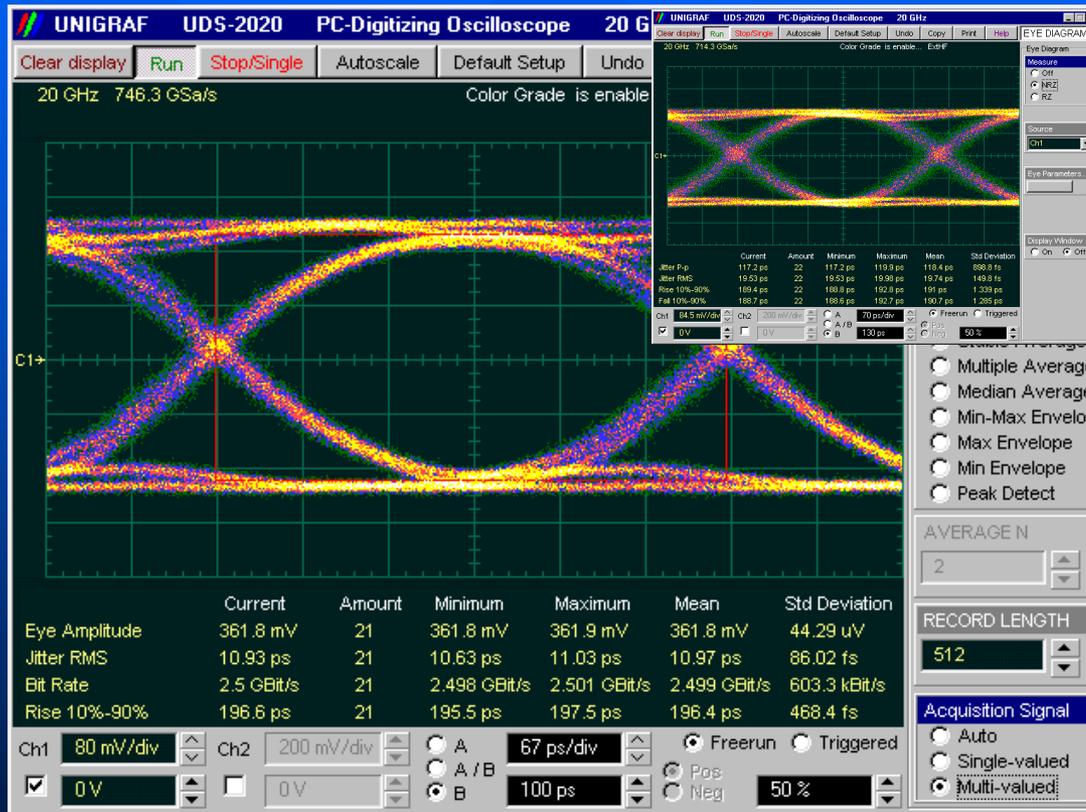
Осциллограф **АКИП-4112** оперативно измеряет 40 фундаментальных параметров, используемых для описания **RZ-сигналов**. До четырех параметров могут быть измерены одновременно.



Осциллограмма показывает, каким образом осциллограф **АКИП-4112** измеряет параметры **139 MBit** поток RZ глаз-диаграммы

Восстановление тактовой частоты

Очень быстродействующие осциллографы не способны синхронизироваться непосредственно на сигнале при тесте. Внешняя синхронизация используется, чтобы синхронизировать осциллограф с испытательным сигналом. В случае, где более точный сигнал не доступен, модули восстановления тактовой частоты используются, чтобы получить сигнал синхронизации непосредственно из измеряемого сигнала.



На примере, **2.5 Gb/s (OC-48/STM-16)** телекоммуникационный сигнал восстановленный **UDX-P01** с джиттером **20 ps RMS**, и тот же сигнал более точно восстановленный **UDX-R02** с джиттером **11 ps RMS** (главный скриншот).

Блок восстановления тактовой частоты представляет:

- ▶ не требуется внешнего сигнала синхронизации
- ▶ Низкий джиттер позволяет обнаружить аномалии или разрывы в сигнале, которое детектирование пропустило бы



Серия **UDX-R0X** модулей поддерживает все самые распространенные на сегодня типы линий

Блок **UDX-R01** охватывает **622 Mbps** с битрейтом **OC12/STM4**

Блок **UDX-R02** охватывает **2.488 Gbps** с битрейтом **OC48/STM16**

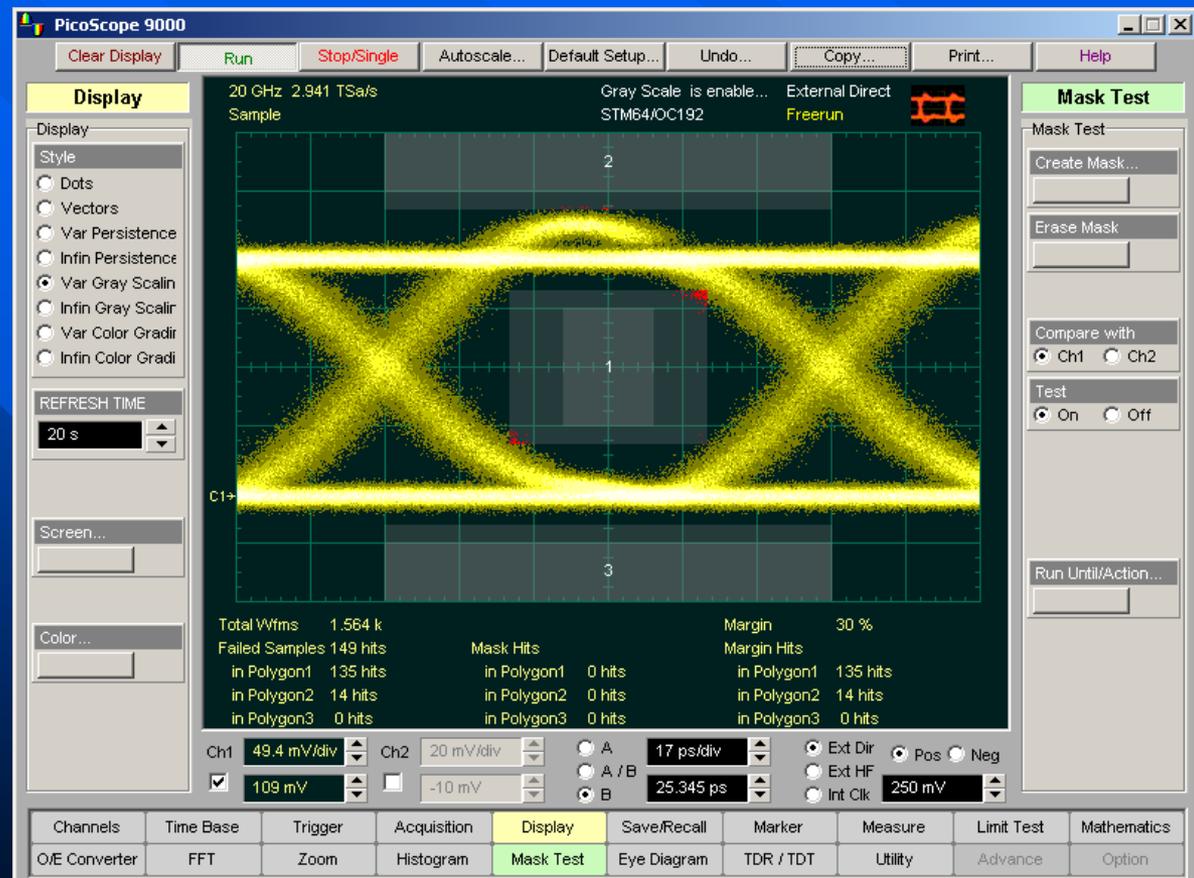
Тест с помощью масочных шаблонов

Осциллограф **АКИП-4112** позволяет отображать **маски глаз-диаграмм**, относящихся к таким стандартам, как **SONET/SDH**, **Ethernet** или **Fiber Channel**. В дальнейшем тест маски проводится путем сравнения сигнала **глаз-диаграммы** со стандартной маской. Для наглядного анализа шумов и временной нестабильности отображение устанавливают в режим градации серым или градации цветом.

Тест масок оперативно характеризует:

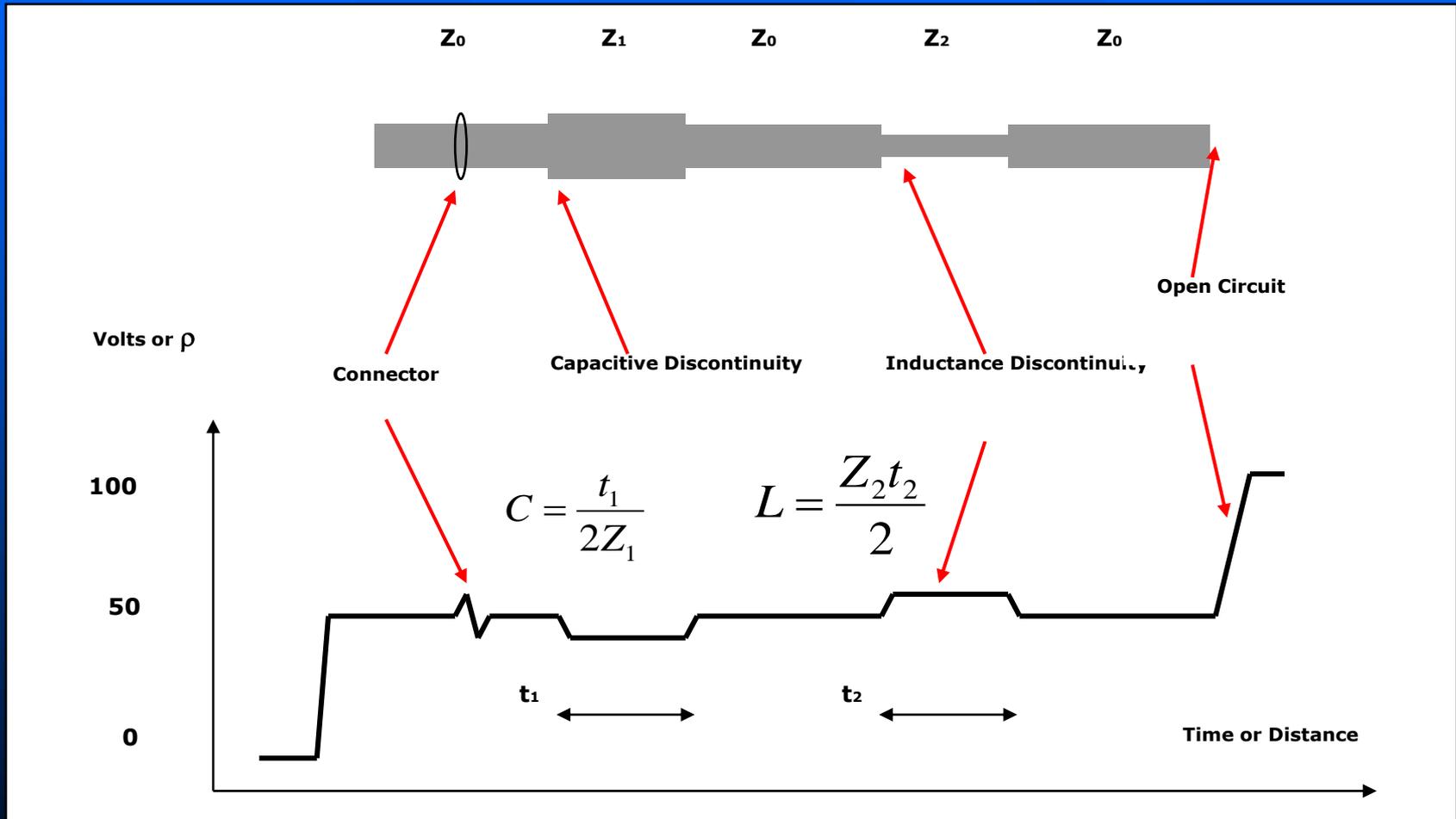
- Шум
- Временную нестабильность
- Искажения формы сигнала
- Длительность фронта
- Длительность среза

Осциллограмма демонстрирует тест стандартной маски для сигнала **SONET/SDH (OC48/STM16)** частотой **2.488 Gbps**,



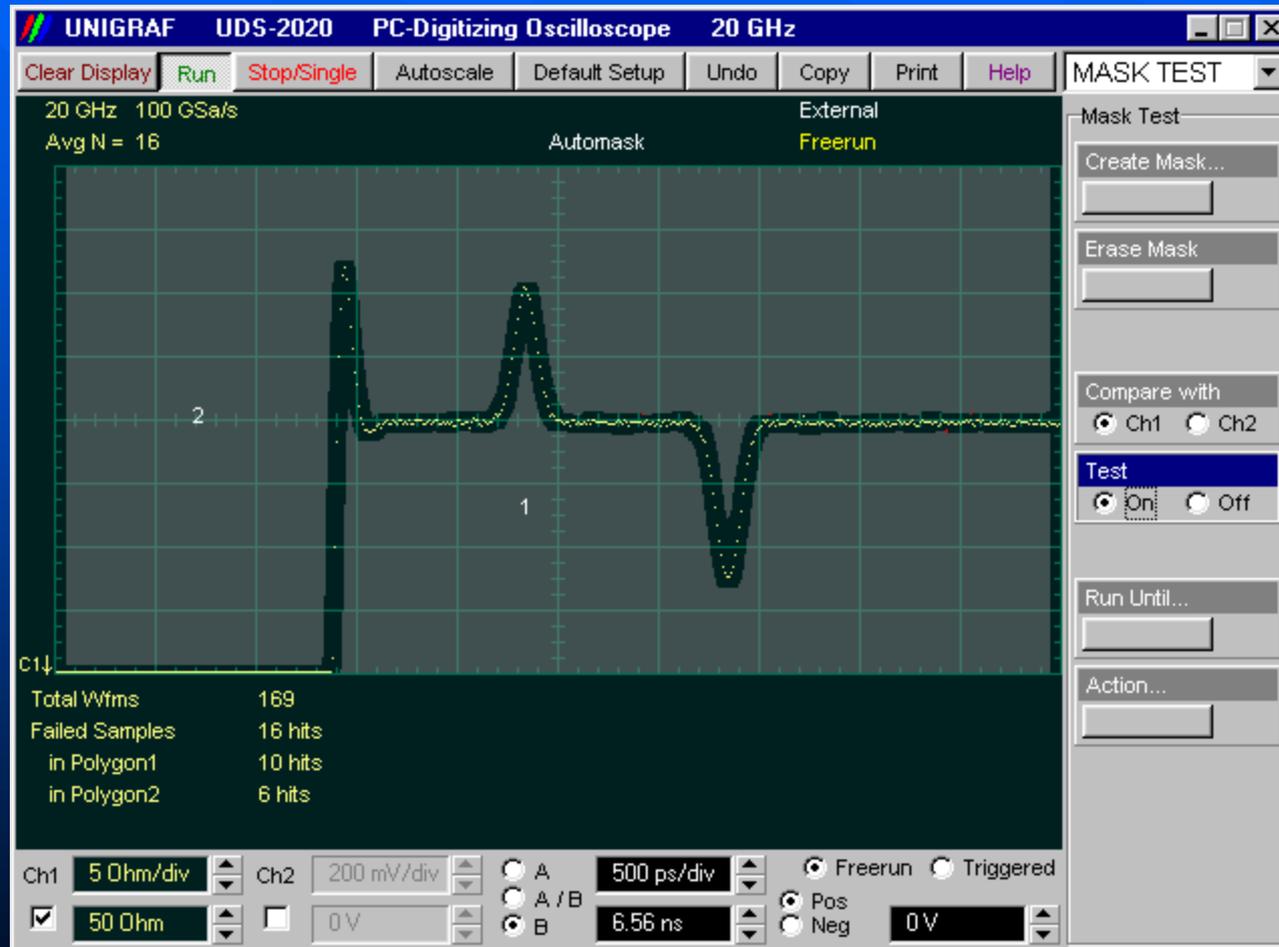
Распределенные неоднородности

Измерение TDR используется, чтобы характеризовать свойства передачи сигнала



Маски для проверки импеданса

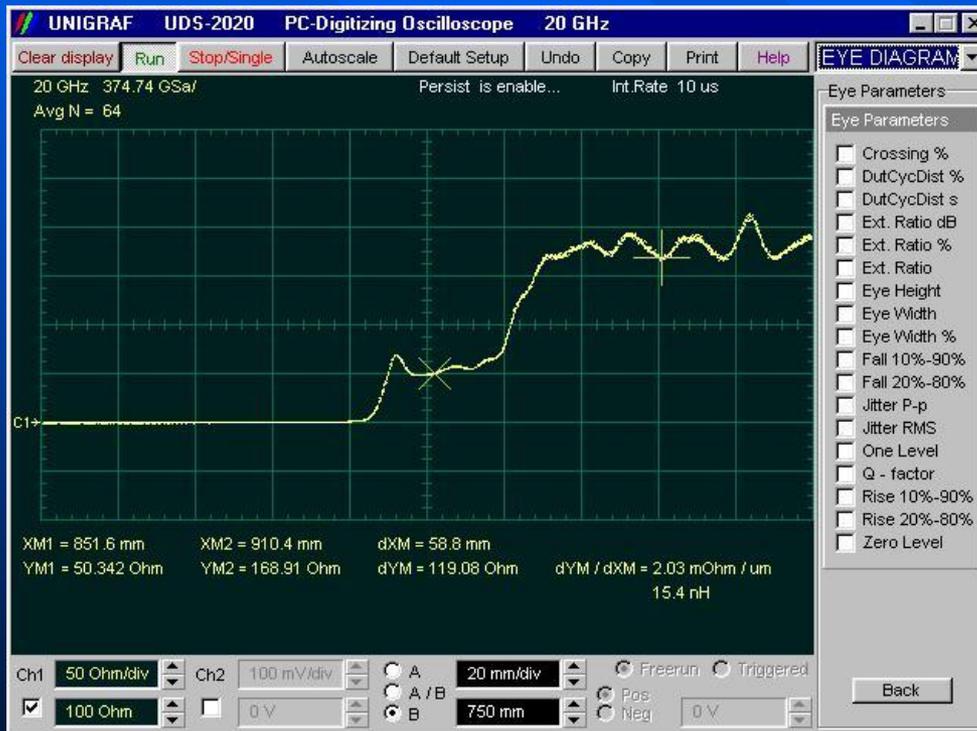
Используя автомаску можно быстро выполнить тест импеданса на плате или в кабелях



Измерения TDR/TDT

Отражение во временной области (TDR) является методом характеристики линии передачи или сети, посылая сигнал в один конец и контролируя электрические отражения.

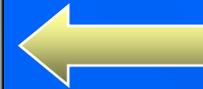
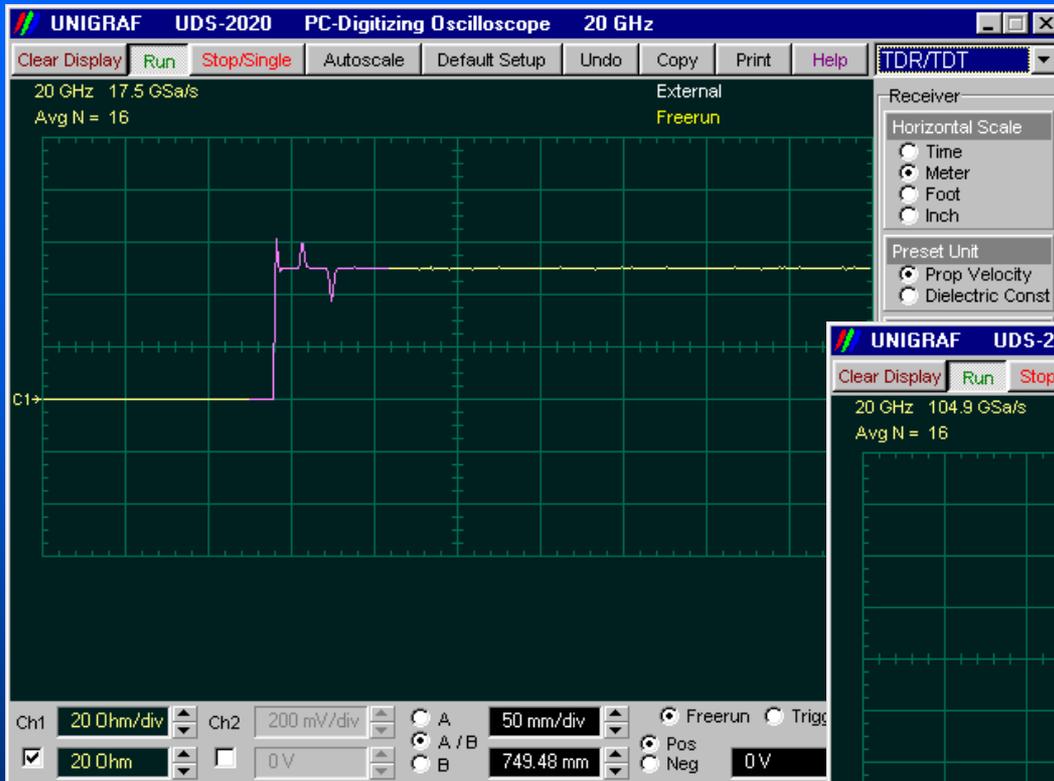
Передача во временной области использует те же методы что и рефлектометрия, но характеризует параметры устройства при прохождении через него сигнала.



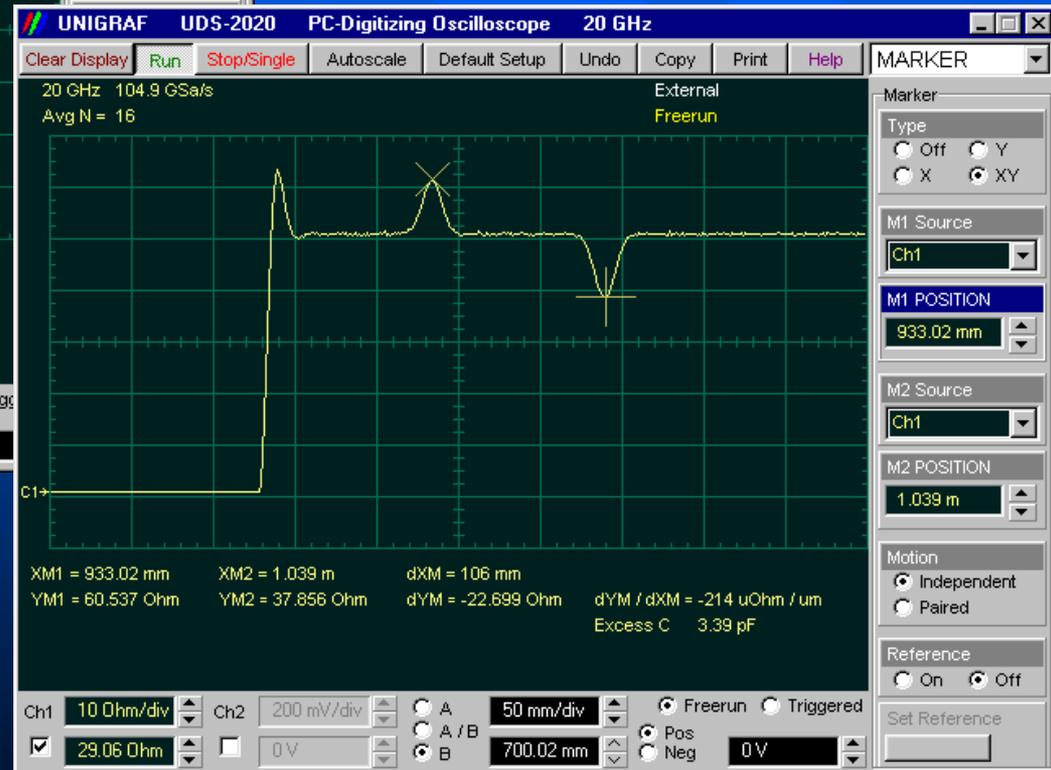
С ПОМОЩЬЮ ЭТИХ МЕТОДОВ
МОЖНО ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ
ОБРАТНЫЕ ПОТЕРИ, ЗАТУХАНИЕ,
ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ПОМЕХИ И
ДРУГИЕ S-ПАРАМЕТРЫ КАК ДЛЯ
НЕСИММЕТРИЧНЫХ, ТАК И ДЛЯ
СМЕШАННЫХ СИГНАЛОВ.

На примере показан **Z-профиль 169- омной** линии передач. Два маркера показывают дистанцию и сопротивление линии

Характеристики линий передач



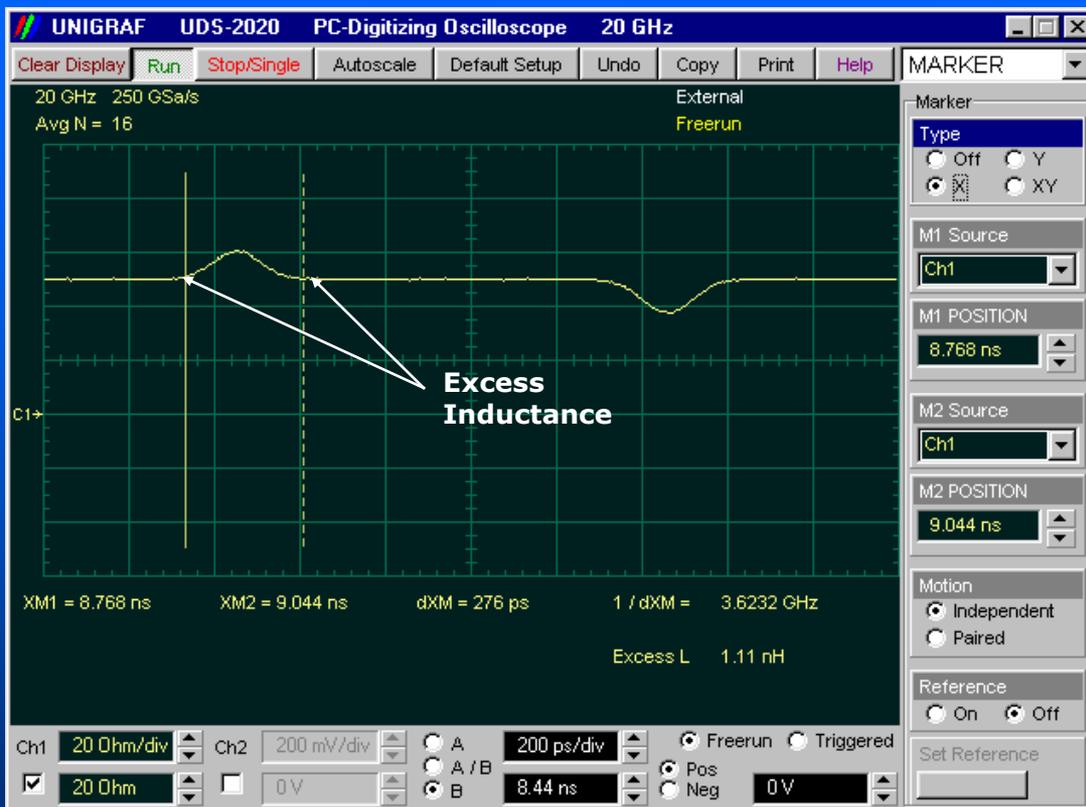
Вы можете выделить на сигнале участок с неоднородностью, увеличить его и исследовать детально



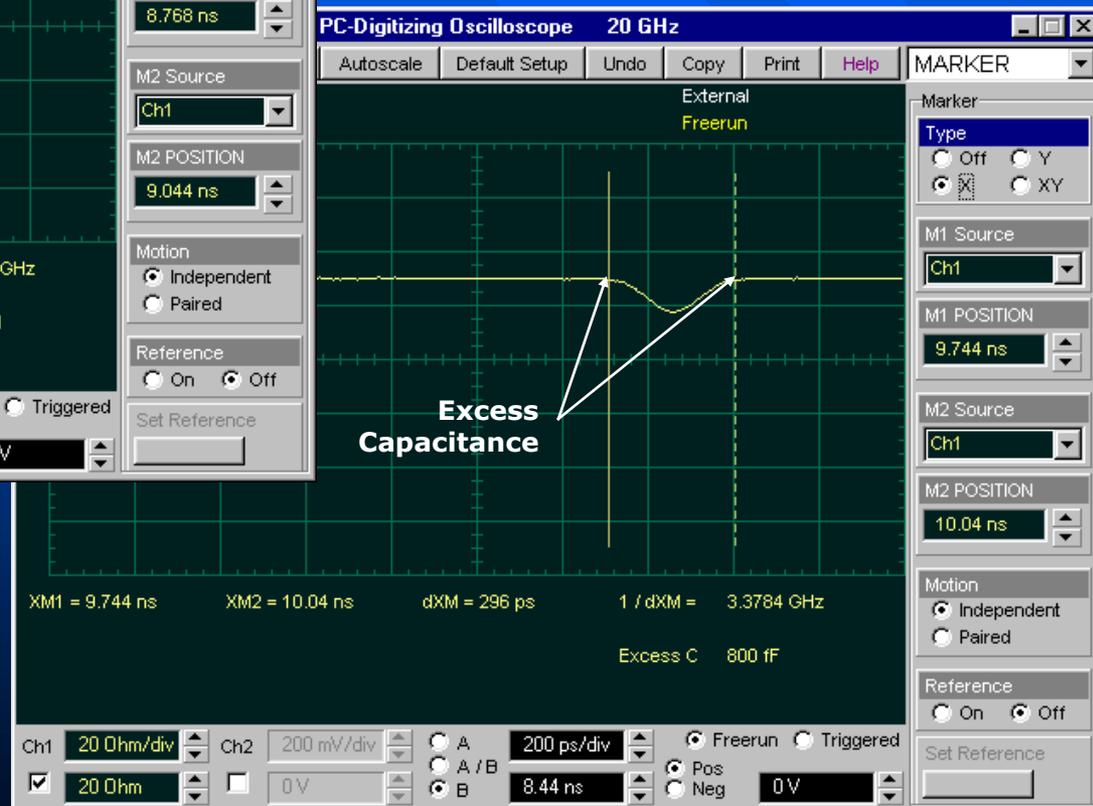
Использование **XY маркеров** позволяет провести измерения **TDR/TDT** для параметров **Rho** (коэф. Корреляции) **Delta Rho**, а также **Ohms** и **Delta Ohms**.

Прецизионное измерение неоднородностей

- Курсоры могут показывать расстояние до неоднородности в метрах, футах или дюймах.
- Вертикальная шкала может иметь значение в вольтах, омах или коэффициент отражения.
- Шкала Ом/дел и компенсация сопротивления.



Форма волны объединена между двумя X маркерами, чтобы показать паразитную индуктивность 1.11 nH (рис. сверху) и емкость 0.8 pF (рис. справа). Отрицательно идущие изменения являются емкостными, и положительно идущие изменения являются индуктивными.



Калибровка

☐ Автокалибровка включает:

- Калибровка каналов
- Калибровка коэфф. развертки
- Калибровка искажений

The screenshot displays the calibration interface of the AKIP-4112. It features a main menu at the top with options like 'Clear Display', 'Run', 'Stop/Single', 'Autoscale', 'Default Setup', 'Undo', 'Copy', 'Print', and 'Help'. Below the menu, there are two waveforms labeled 'C2+' and 'C1+'. A 'Channels Calibration' window is open, showing current values for SRD1 (38.7 mA), SRD2 (16.8 mA), Bridge Voltage (1.5 V), and Bridge Balance (0 V). It also displays a color-coded calibration grid for SRD1 and SRD2. A 'Calibration Status' dialog box is overlaid on the screen, with a yellow arrow pointing to it from the text below. The dialog box has a 'Proceed' button and a 'Calibrate (Channels)' section with radio buttons for 'Ch1 Full BW', 'Ch2 Full BW', 'Ch1 Narrow BW', and 'Ch2 Narrow BW'. It also has a 'LOOP GAIN' section with a value of 0.3, a 'VERTICAL GAIN' section with a value of 1, and a 'BALANCE' section with a value of 100 mV. A 'UTILITY' menu is visible on the right side of the screen, with a yellow arrow pointing to it from the text below. The menu includes options like 'Calibrate', 'Channels...', 'Time Base...', 'Calibrate All...', 'Calibration Status...', and 'LF Distortions...'. The 'Calibration Status...' option is highlighted.

☐ В меню можно установить статус калибровки

Калибровка АКИП-4112 была упрощена при использовании полной процедуры автокалибровки и размещения меню уровня работы, индикаторов и сообщений на одной странице меню