

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ И АНАЛИЗА СИГНАЛОВ АФАР



Актуальность проблемы.



- Минусы традиционного подхода:
 - Высокая стоимость натурных испытаний;
 - Отсутствие круглосуточной доступности испытательной базы;
 - Плохая повторяемость испытаний;
 - Отсутствие системного подхода к построению измерительных стендов.
- Плюсы имитационного подхода:
 - Высокий уровень моделирования;
 - Наличие готовых библиотек для большинства задач (радарные приложения, GNSS и т.д.);
 - Возможность подключения внешних САПР (например для моделирования подстилающей поверхности и налётов);
 - «Круглосуточная» доступность имитационной базы;
 - Повторяемость испытаний;
 - Экономическая эффективность.

Постановка задачи



- Создание программно-аппаратного комплекса для анализа и генерации радарных сигналов:
 - *Комплекс генерации*: многоканальная генерация радарных сигналов с полосой >1 ГГц на частотах до 44 ГГц с возможностью синхронизации сигналов ПЧ и СВЧ;
 - *Комплекс анализа*: многоканальный анализатор радарных сигналов с полосой >1 ГГц на канал на частотах до 44 ГГц;
 - Гибкое программное обеспечение.

Комплекс генерации радарных сигналов.

Требования:

- Генерация широкополосных сигналов;
- Наличие возможности калибровки СВЧ тракта как по амплитуде, так и по фазе;
- Синхронизация нескольких каналов по ПЧ;
- Синхронизация нескольких каналов по СВЧ;
- Наличие готового ПО для создания различных радарных сигналов;
- Возможность написания собственного ПО для генерации специфических сигналов.

AXIe Генератор сигналов произвольной формы M8190A



- **Ключевые возможности и технические характеристики**

- Количество каналов 2
- Высокоточный генератор с двумя ЦАП
- **14-bit разрешение до 8 ГВыб/сек**
- **12-bit разрешение до 12 Гвыб/сек**
- Настраиваемая частота сэмплирования от 125 МВыборок/сек до 8 / 12 ГВыборок/сек
- **Память до 2х ГВыборок** на канал при использовании опций
- Ширина полосы – **5 ГГц** (до 10 ГГц в режиме duplet mode)
- Свободный от искажений динамический диапазон (SFDR) до 80 dBc typical

SANTA CLARA, Calif., Sept. 5, 2013 Agilent Technologies Introduces Infinite Playtime and Multichannel Support for Arbitrary Waveform Generator

- **ФУНКЦИЯ СТРИМИНГА** (потокосное воспроизведение данных)
- Синхронизация до 12 каналов

Генерация широкополосных сигналов

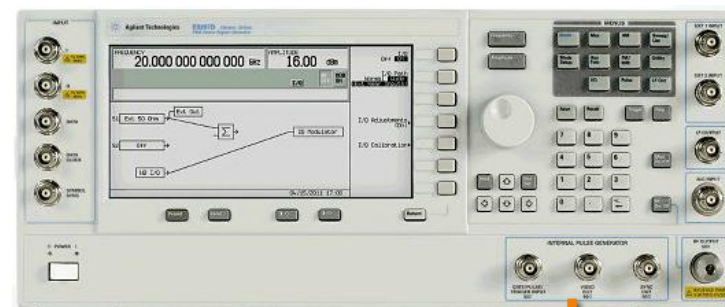
Agilent AXIe M8190A



I

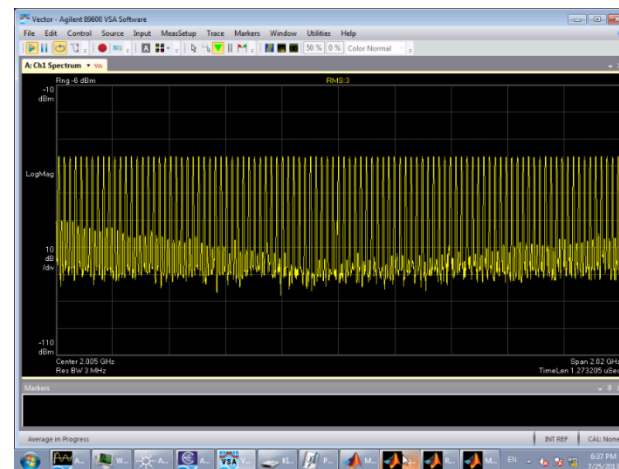
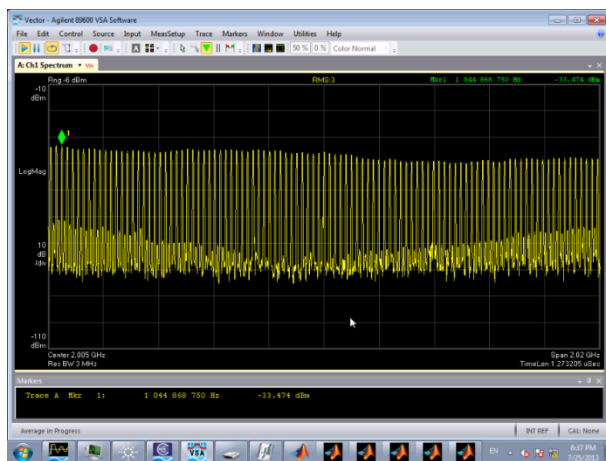
Q

Agilent E8267D

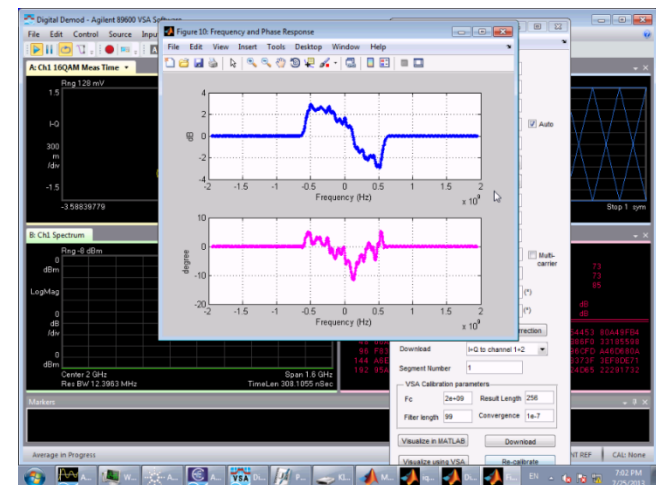
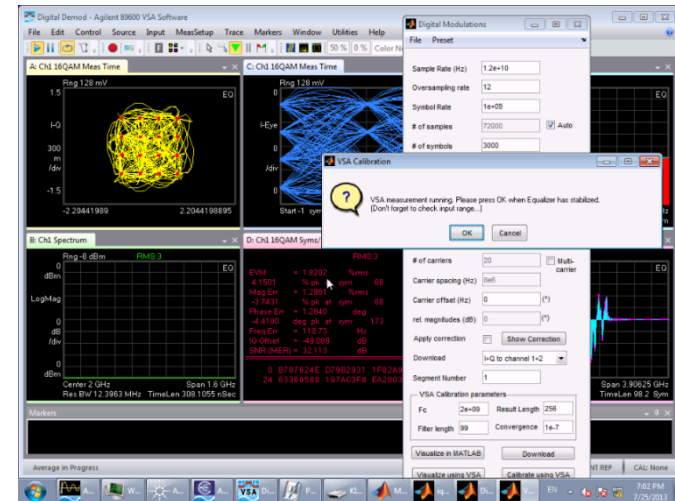
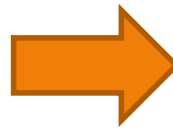
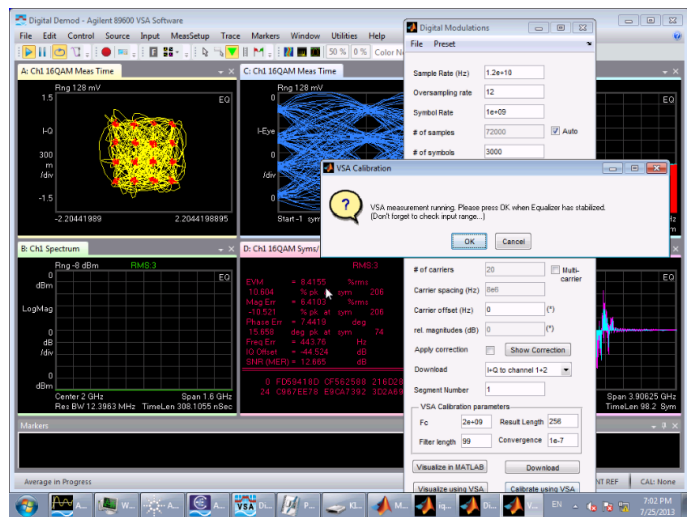


Генерация сигнала с
полосой до 2.2 ГГц на
частотах до 44 ГГц

Калибровка ВЧ тракта с помощью ПО в MatLab (полоса 2 ГГц, неравномерность 4 дБ).

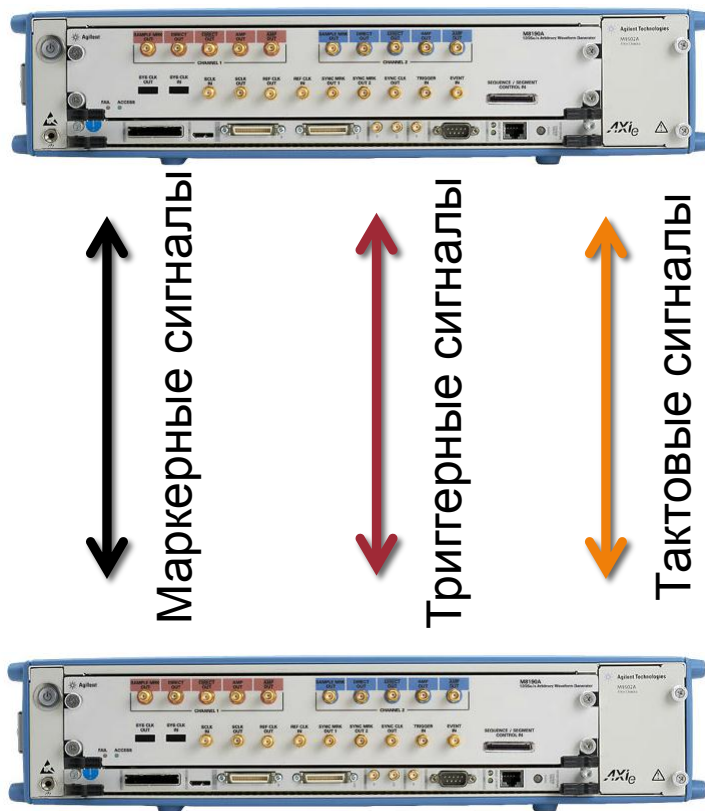


Калибровка ВЧ тракта калибровка фазы.



Синхронизация нескольких каналов генерации на ПЧ

Текущее решение

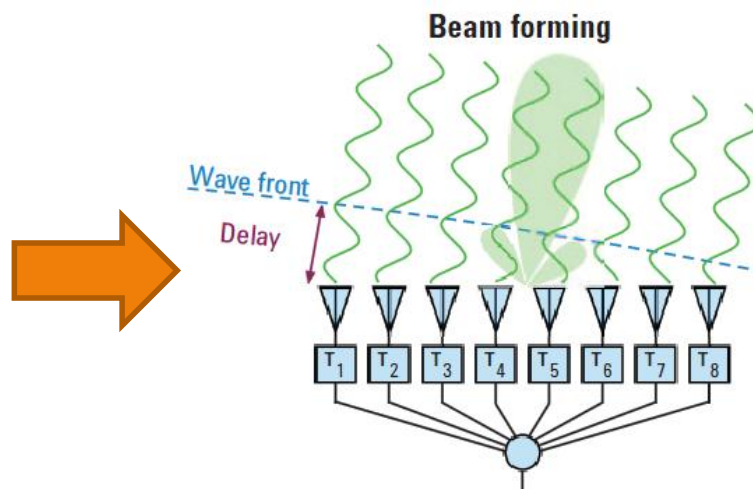
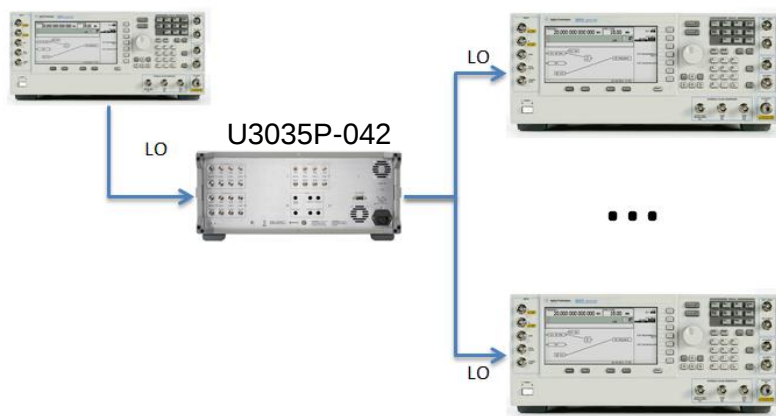


Возможность расширения
(модуль автоматической
синхронизации до 6
генераторов)



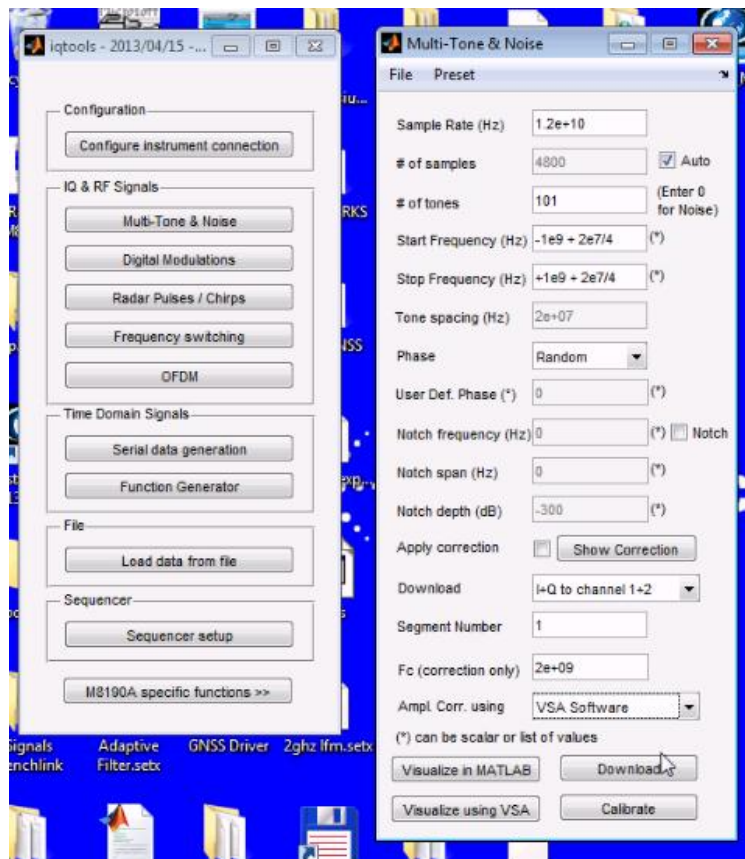
Синхронизация нескольких каналов генерации на СВЧ

До 16 каналов СВЧ

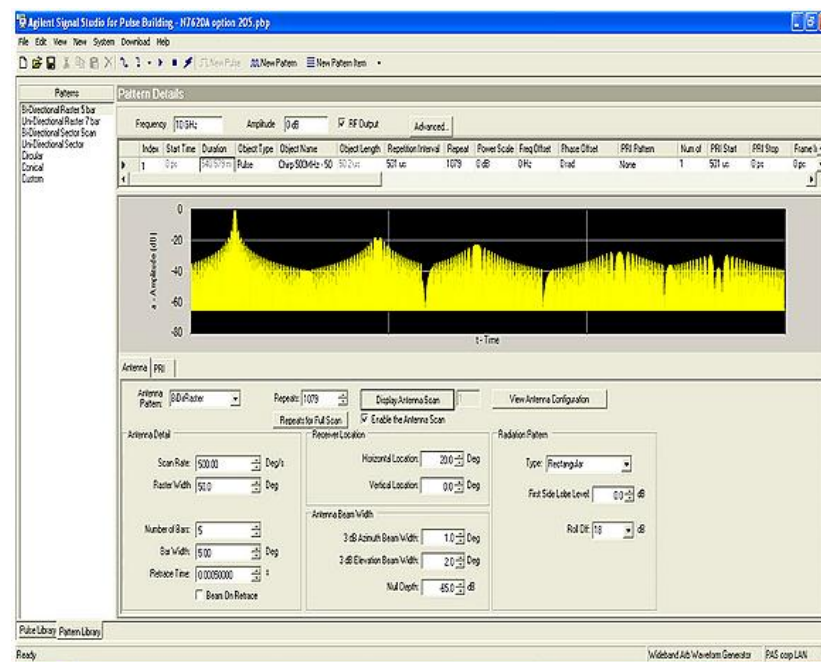


ПО для создания различных радарных сигналов с возможностью калибровки

Решение с открытым исходным кодом (MATLAB)



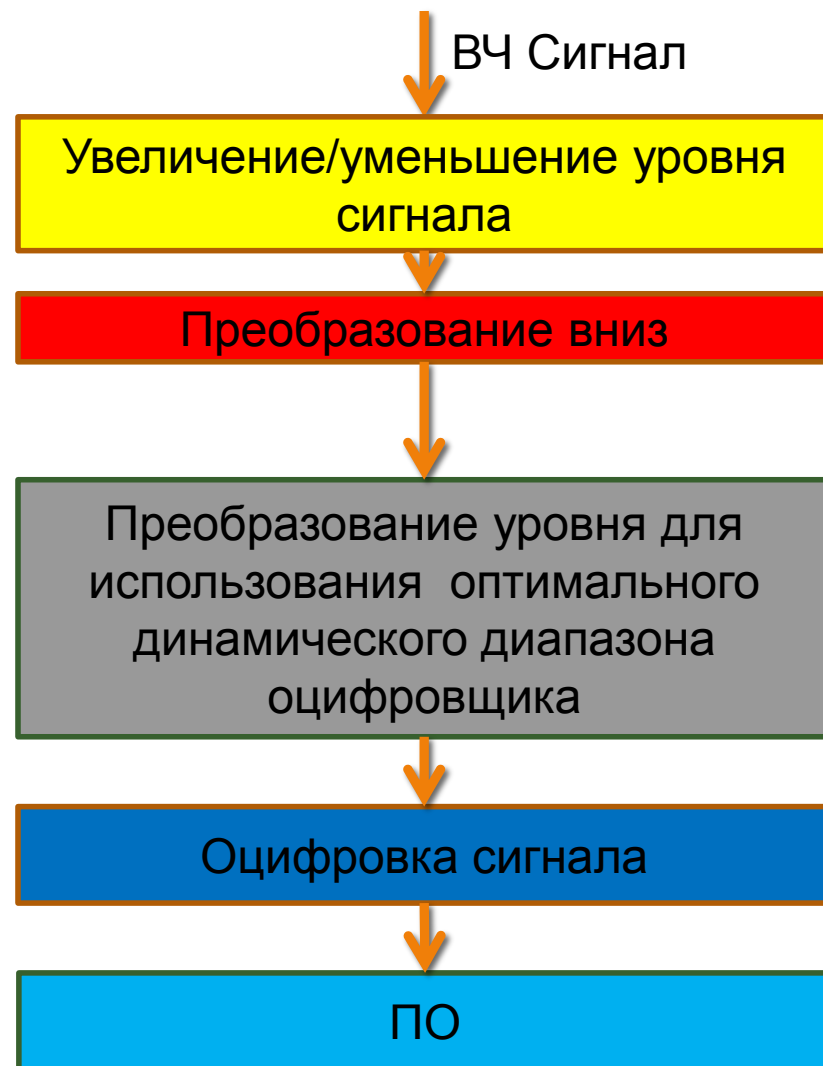
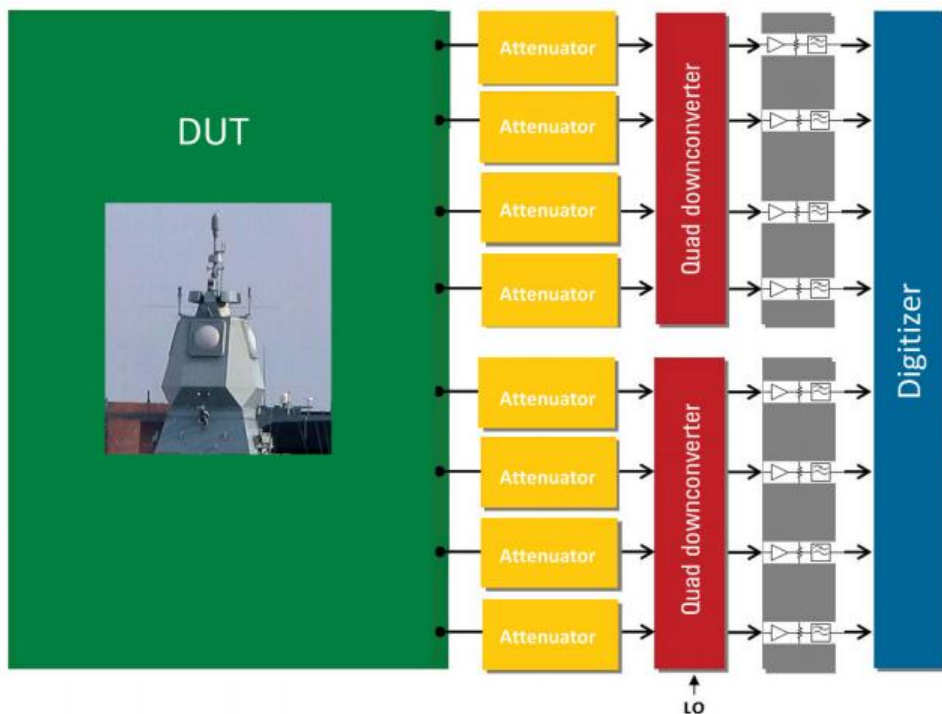
Agilent Signal Studio for Pulse Building Конструктор Импульсов



Система анализа радарных сигналов

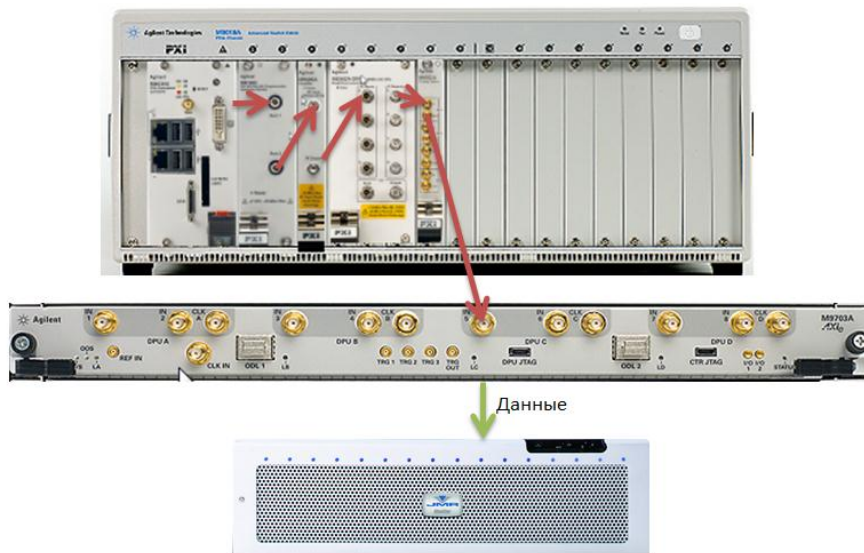
- Многоканальный КОГЕРЕНТНЫЙ анализ сигналов;
- ПО для многоканального анализа сигналов;
- Возможность отработки собственных алгоритмов обработки данных на ПЛИС.

Возможность многоканального когерентного анализа сигналов



Варианты системы многоканального анализа сигналов

Выбранное решение PXI и AXI



Альтернативное решение PXI

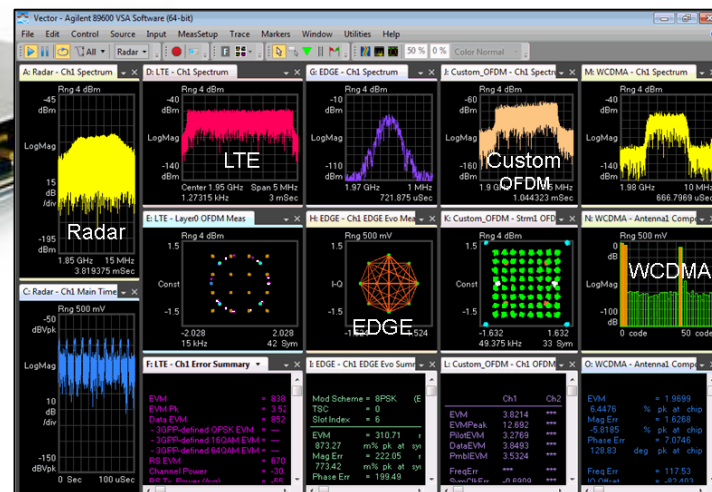


Альтернативное решение на базе готовых блоков переносчика частоты и дигитайзеров

AXIe 12 разрядный высокоскоростной оцифровщик M9703A



ПО Векторного анализа 89601B



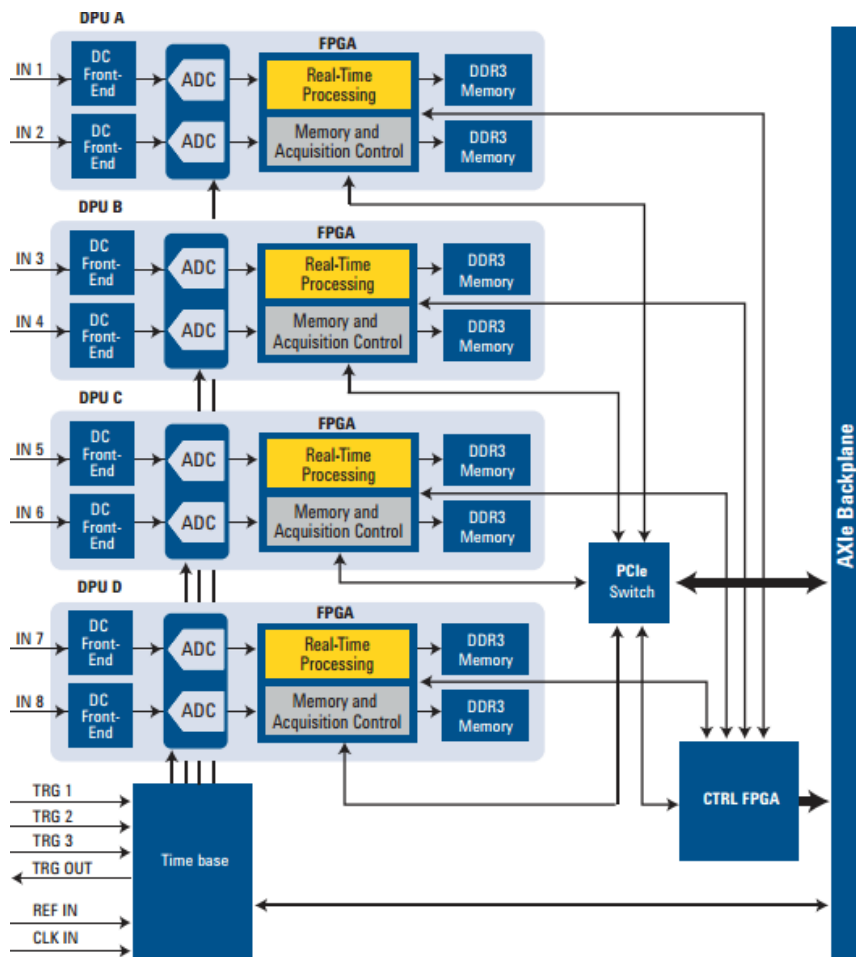
Ключевые технические характеристики

- Количество каналов: 4 или 8
- Частота оцифровки: от 1 до 3.2 ГГц
- Разрешение: 12 бит
- Количество линий передачи данных: четыре линии PCIe 4x
- Максимальная захватываемая полоса 0 ... 1 ГГц
- Встроенная память – 4 Гб
- **Встроенная ПЛИС (требуется дополнительное ПО)**
- Xilinx Virtex-6 FPGA – 4шт

40-канальная система

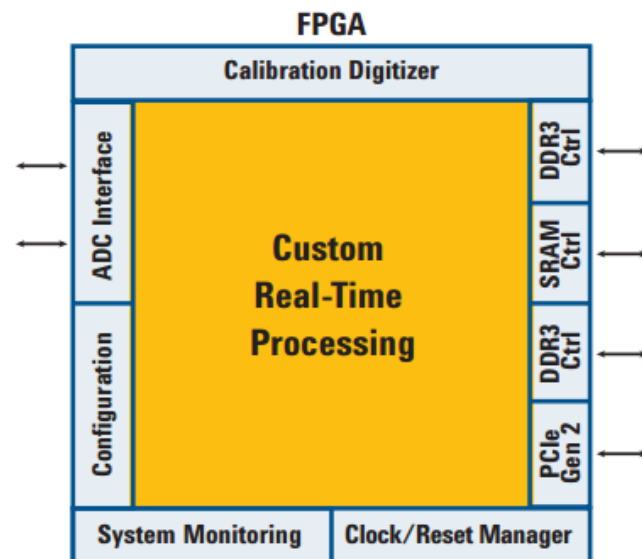


Возможность отработки собственных алгоритмов обработки данных на ПЛИС. Структура оборудования.

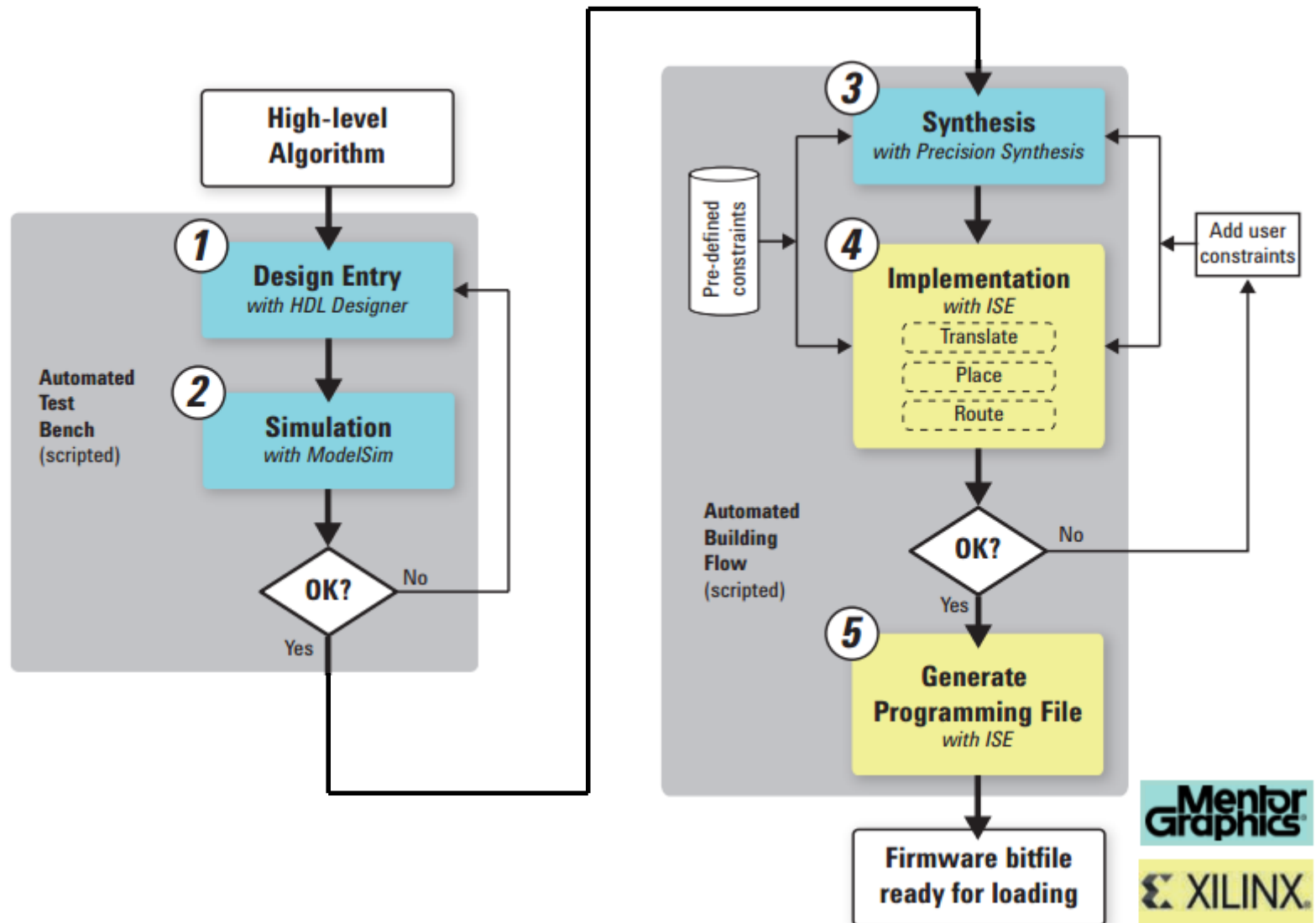


ПО для программирования ПЛИС:

- ModelSim;
- Xilinx ISE;
- IP Library.



Возможность отработки собственных алгоритмов обработки данных на ПЛИС. Процесс проектирования.



SystemVue & STK для виртуальных летных испытаний



Ко-симуляция SystemVue и STK позволяет эмулировать полет истребителя с заданными параметрами и над определенной подстилающей поверхностью. Определяются участки траектории, когда цель находится в зоне видимости наземной РЛС.

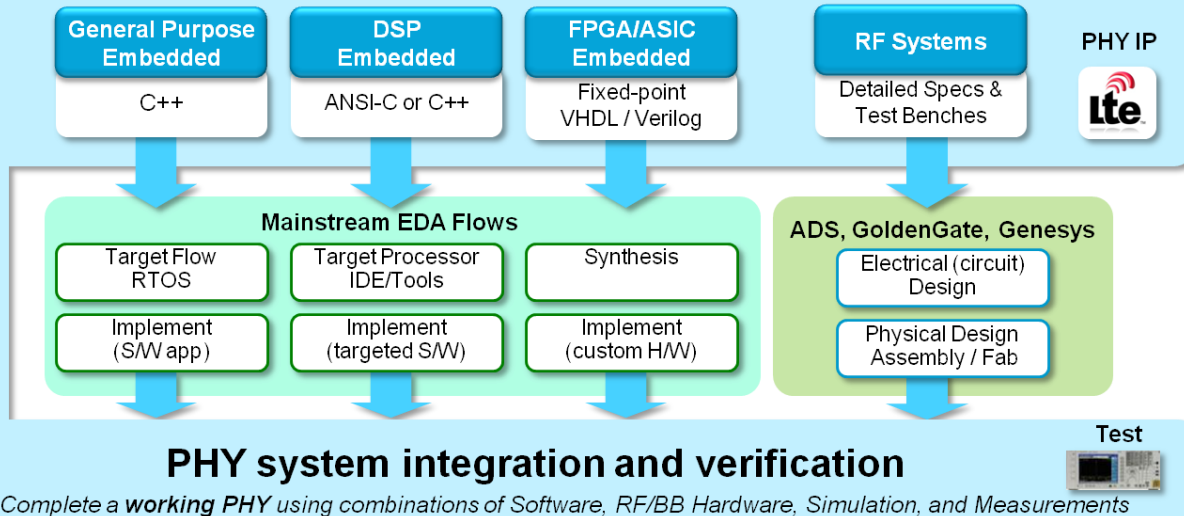
SystemVue

- САПР для исследований на системном уровне(ESL)

Connecting Major Digital and RF Design Flows

SystemVue: Cross-domain framework for Model-Based Design

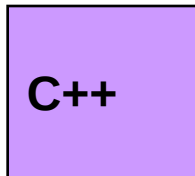
Open algorithmic modeling interface: math/MATLAB, C++, HDL



Custom
Models

Algorithms

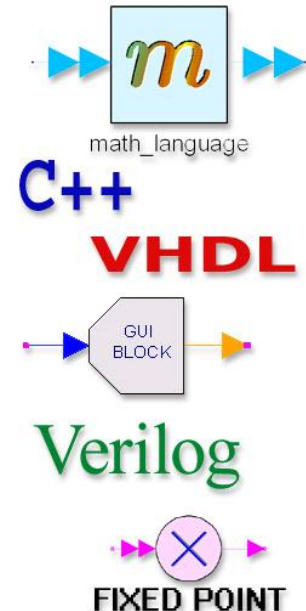
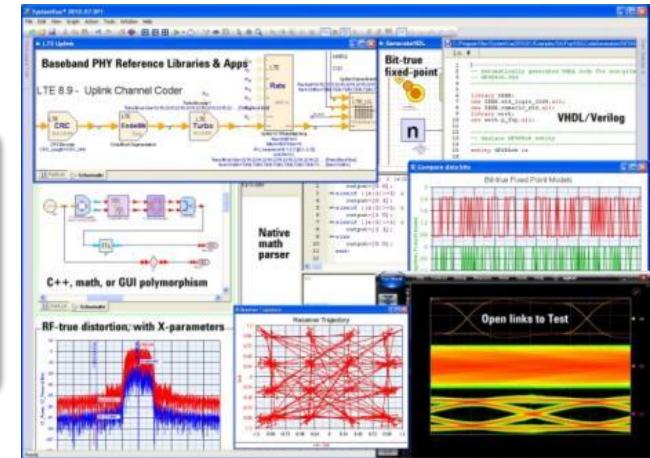
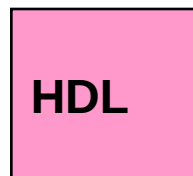
IP
Development



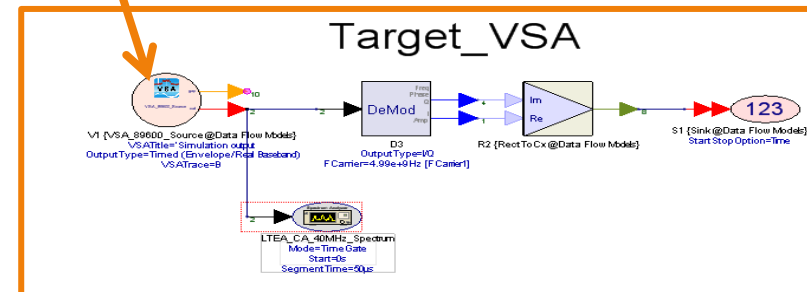
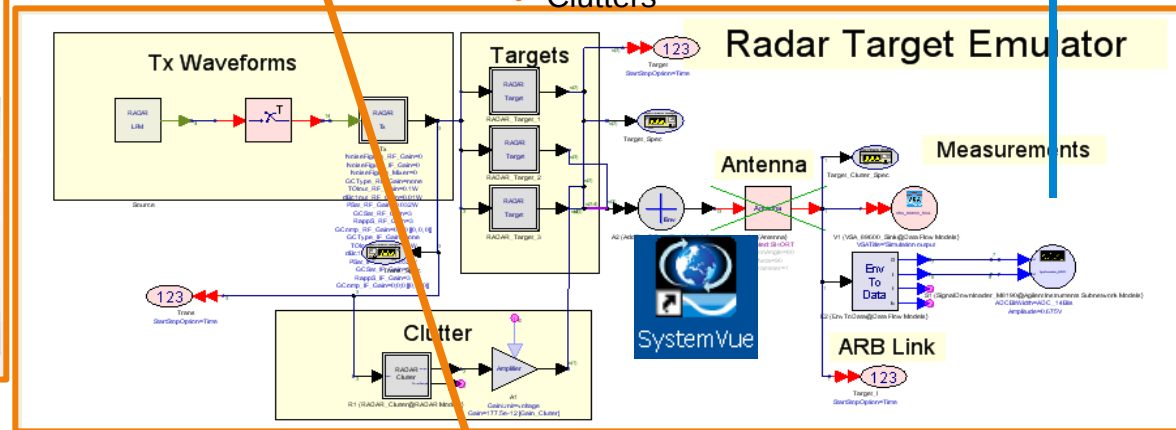
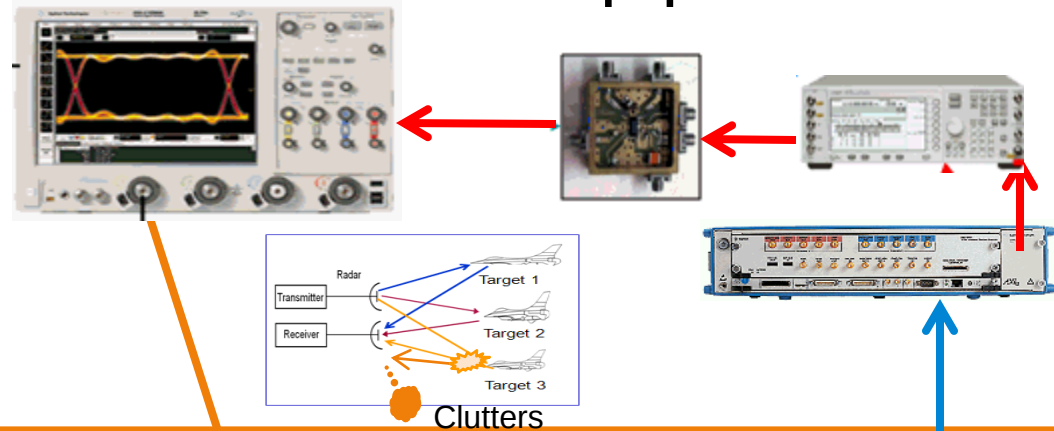
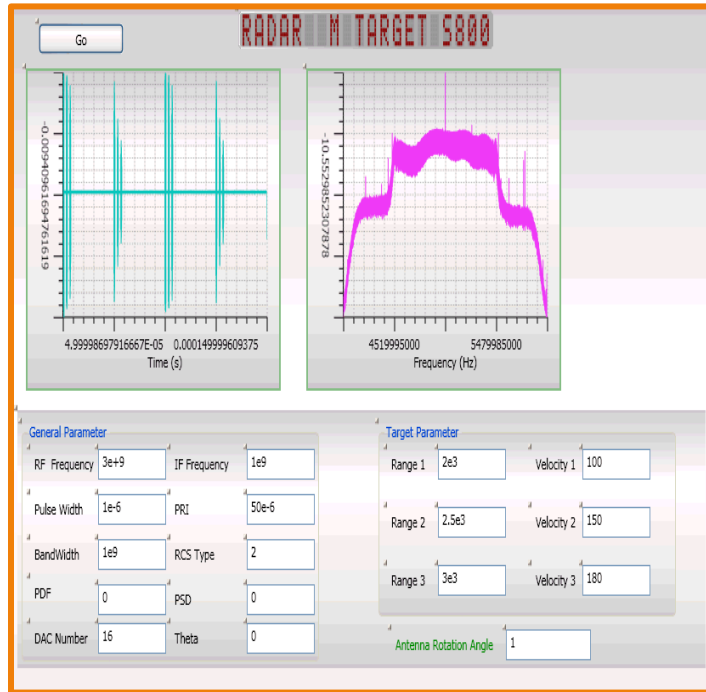
+



+



Пример системы с пользовательским интерфейсом



- Моделируется сигнал отраженный от нескольких целей и загружается в генератор, подключенный к ТУ
- Реально измеренные данные с осциллографа Infiniium загружаются обратно в SystemVue и VSA
- Интерфейс пользователя используется для управления, автоматизации тестирования и защиты интеллектуальной собственности проекта

КОМПЛЕКС ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАДИО ОБСТАНОВКИ

Краткое описание

Постановка задачи

- Создание и генерация широкополосных радиоимпульсов с полосой 1 ГГц на частотах до 12 ГГц;
- Обеспечение совместимости оборудования со средой MATLAB;
- Наличие готового программного обеспечения для заливки сигналов и управления дополнительными приборами;
- Обеспечения высокой выходной мощности сигнала.

Аппаратное обеспечение

- Генератор модулирующего сигнала M8190A;
- ВЧ генератор E8267D;
- Усилитель Agilent N4985A.

Генерация широкополосных сигналов

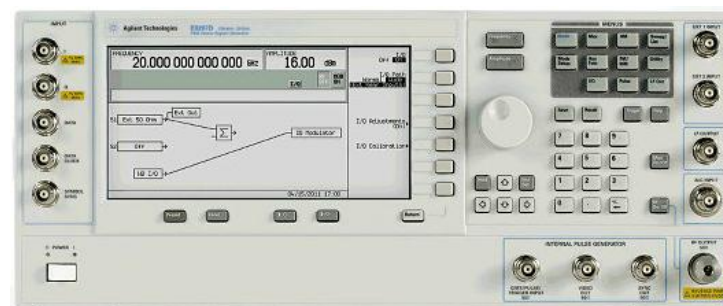
Agilent AXIe M8190A



I

Q

Agilent E8267D



Излучающая антенна

СВЧ Усилитель



КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Краткое описание решения

Постановка задачи

- Организация имитатора импульсного канала связи;
- Возможность использования сетевого интерфейса в качестве интерфейса для организации обратной связи;
- Быстрая перестройка (>300 мс) генератора сигналов в зависимости от сигнала обратной связи;
- Наличие генератора импульсных триггерных сигналов;
- Захват и анализ различных сигналов.

Аппаратное обеспечение

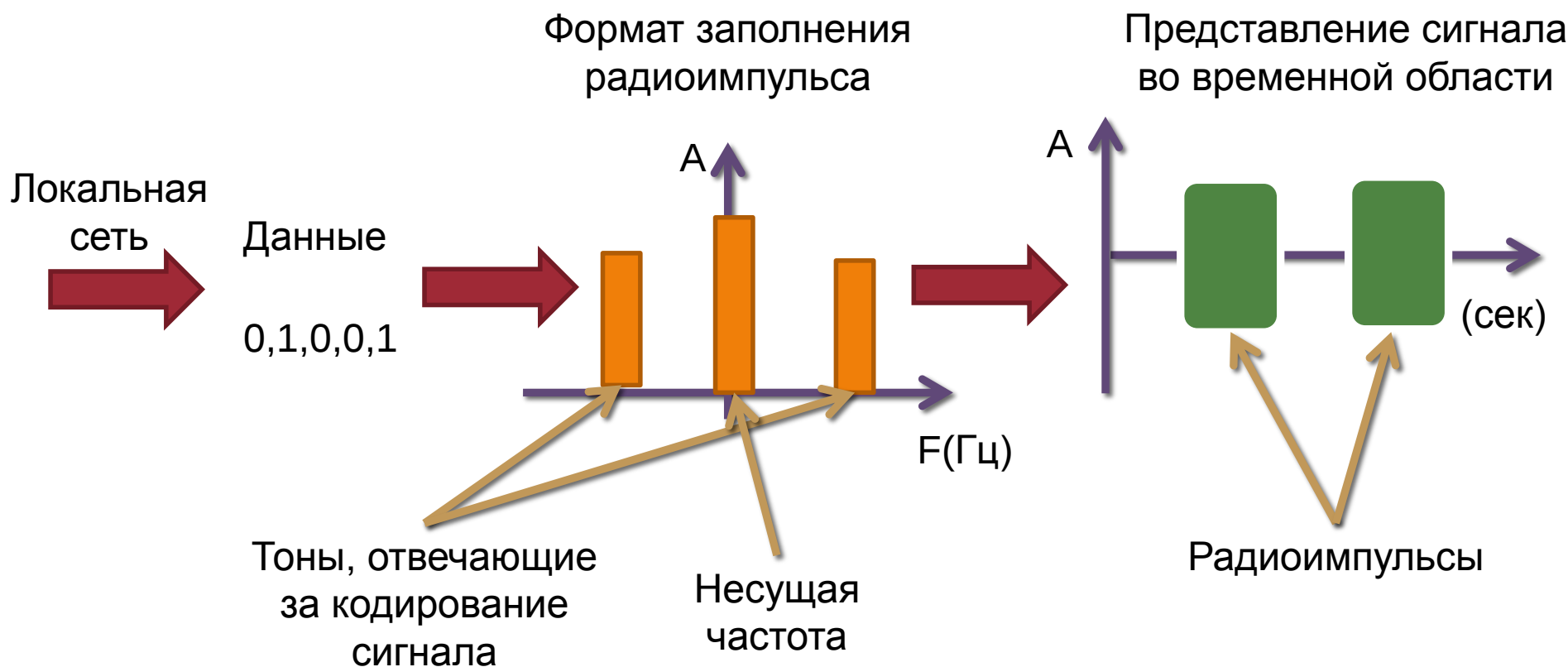
- **Аппаратное обеспечение:**

- Генератор ПЧ Agilent M9331A;
- Генераторов ВЧ Agilent E8267D;
- Анализатор Agilent M9392A с осциллографом M9210A;

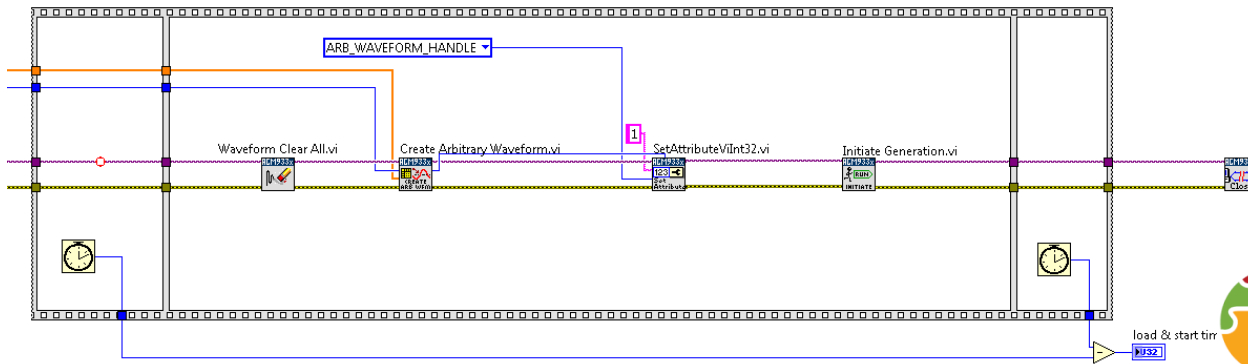
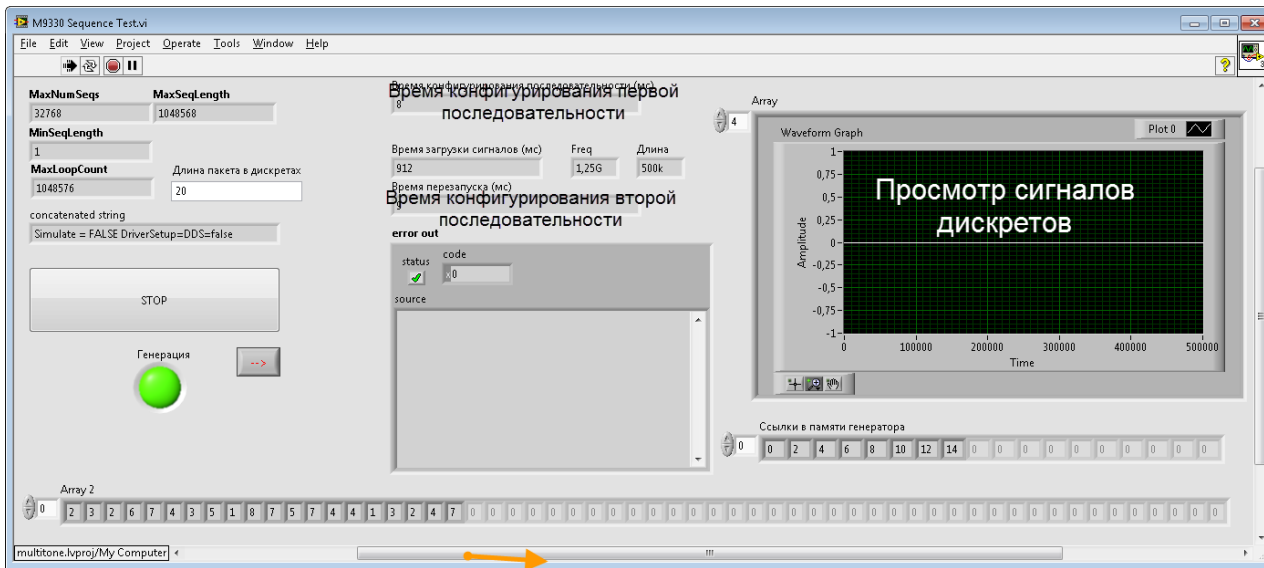
- **Программное обеспечение:**

- Драйвера для LabVIEW.

Комплекс для тестирования цифровых каналов связи. Формат кодовой последовательности.



Генерация сигналов. ПО для генерации сигналов.

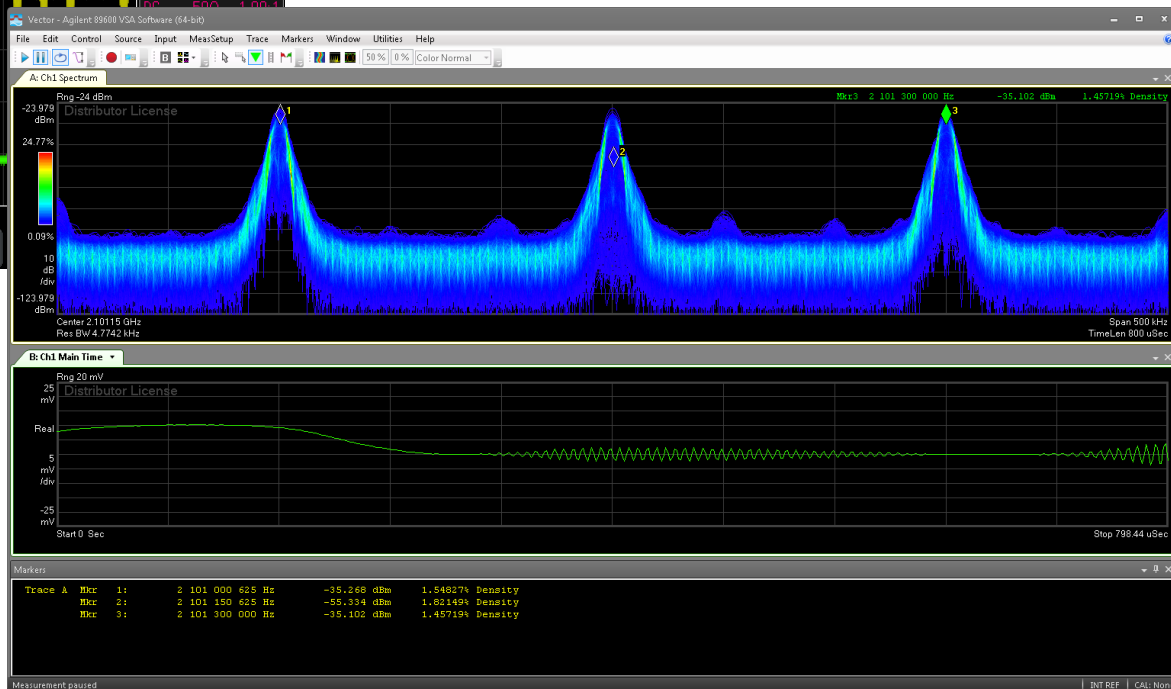


Комплекс для тестирования цифровых каналов СВЯЗИ

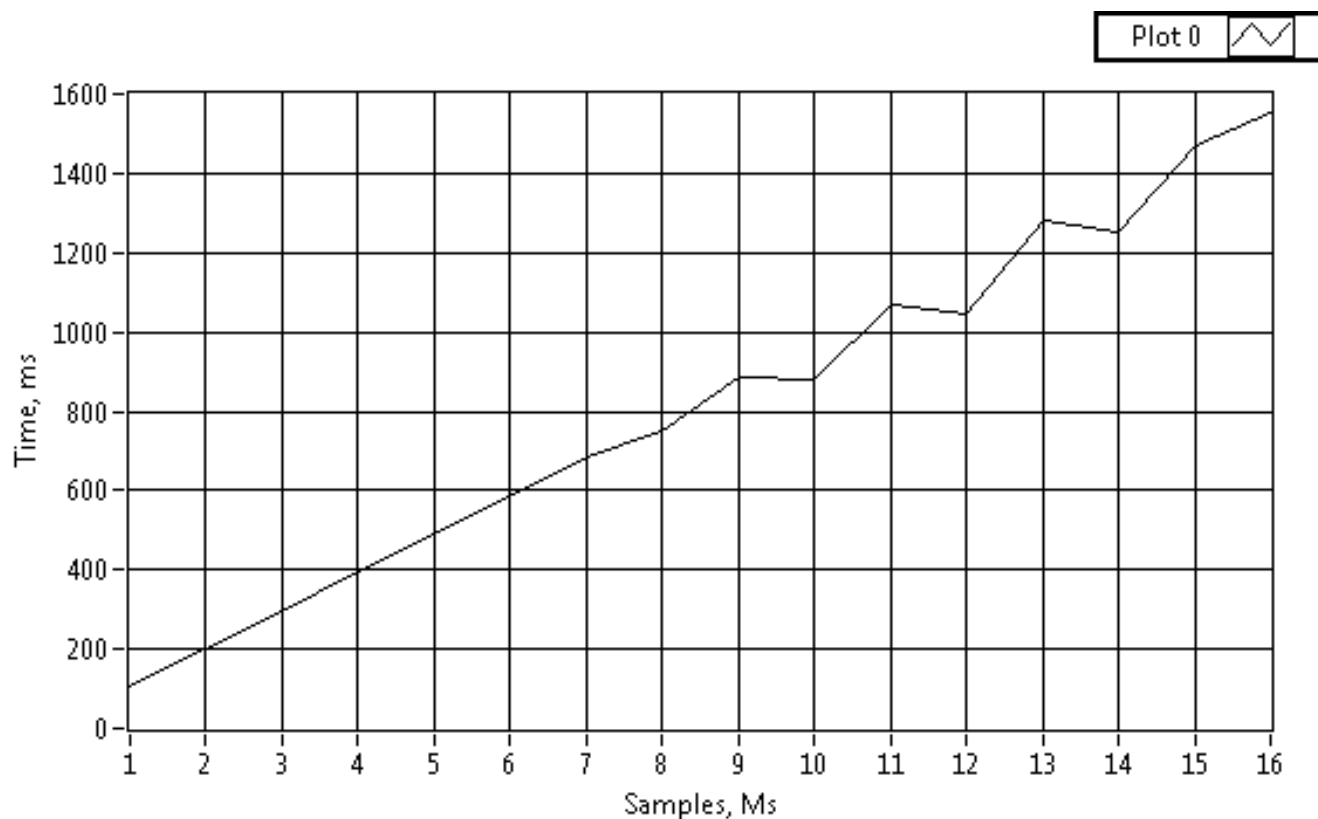


Генерация сигналов.

MSO-X 3104A, MY51500351, Fri Jan 18 13:19:21 2013



Генерация сигналов. Время загрузки в генератор сигналов.



Генерация сигналов. Секвенсор.

Output | Clock | Markers | Triggers | Sequencer

Segment List:

ID	Waveform CH1	Marker File 1	Waveform CH2	Marker File 2
1	100MHzTone....			
2	2Tone.bin			
3	5_tone_250.bin			

Add Modify Remove Clear

Sequence Definition:

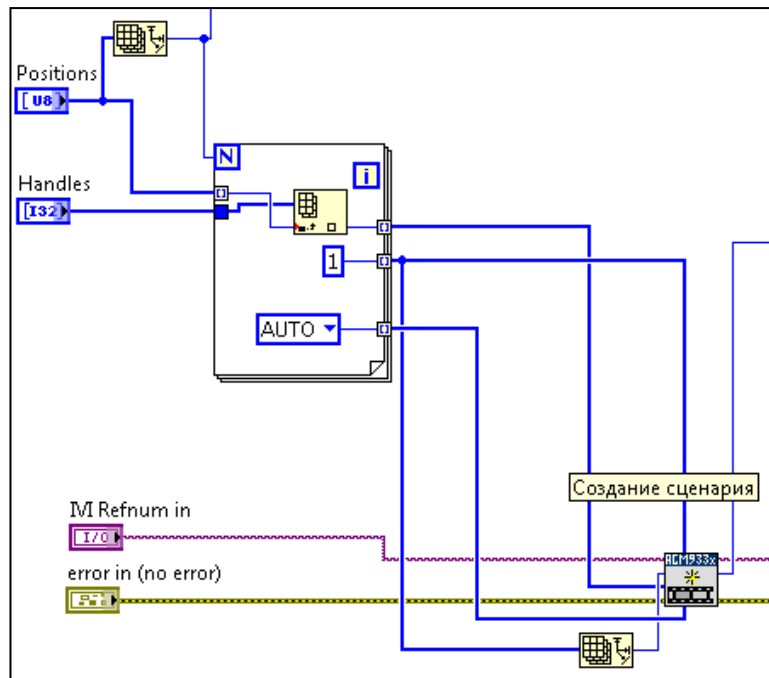
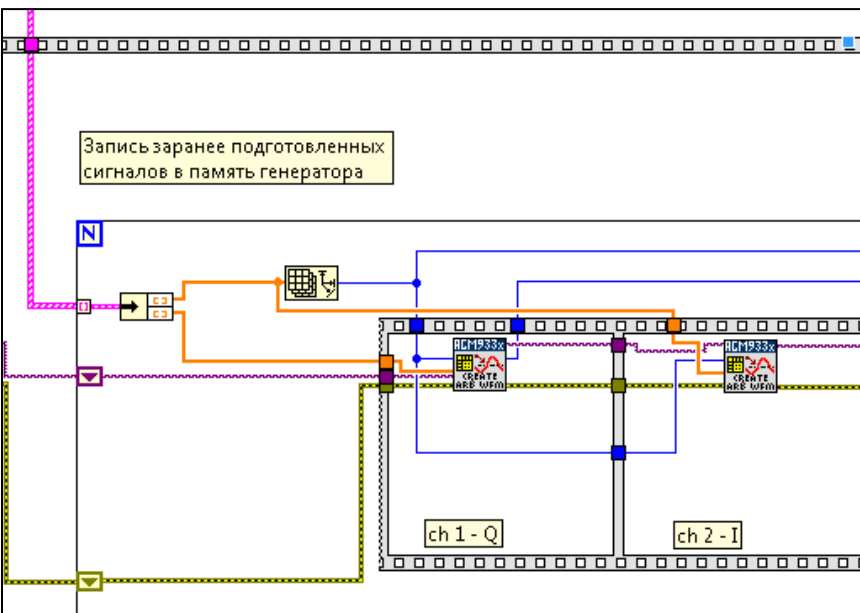
ID	Segment ID	Loop Count	
1	1	5000	
2	3	5000	
3	2	50000	

Add Modify

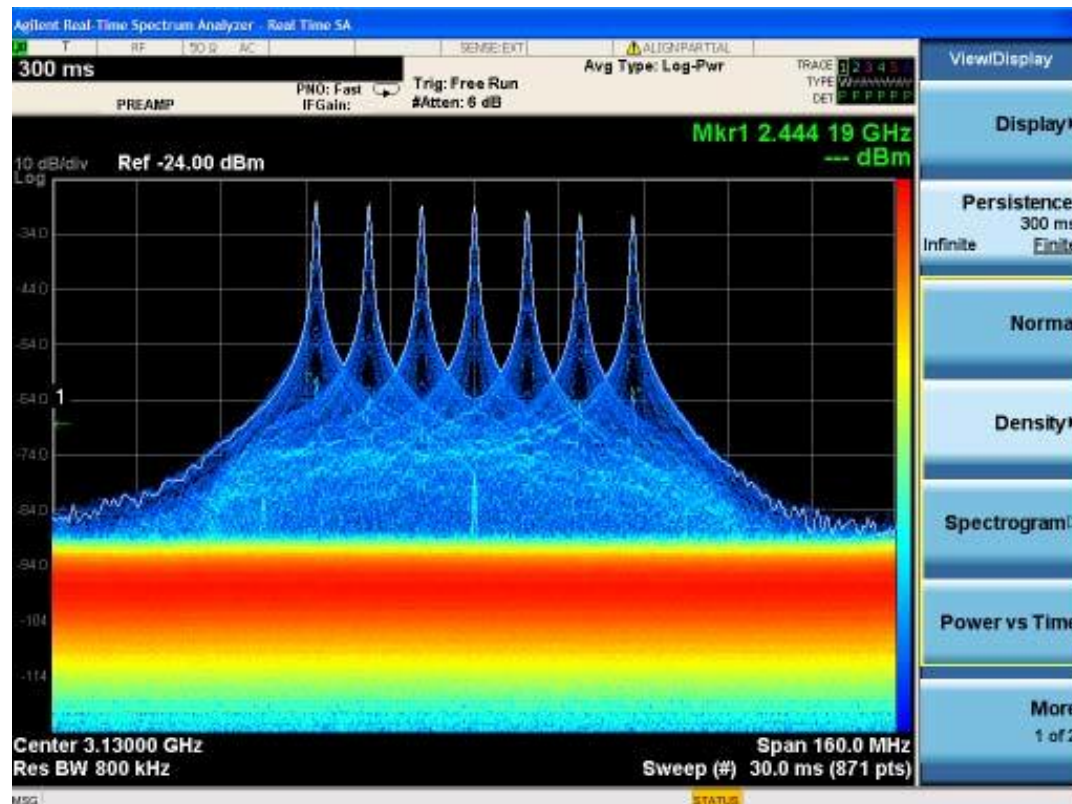
Remove Clear

☒ PreDistort Download & Play Stop

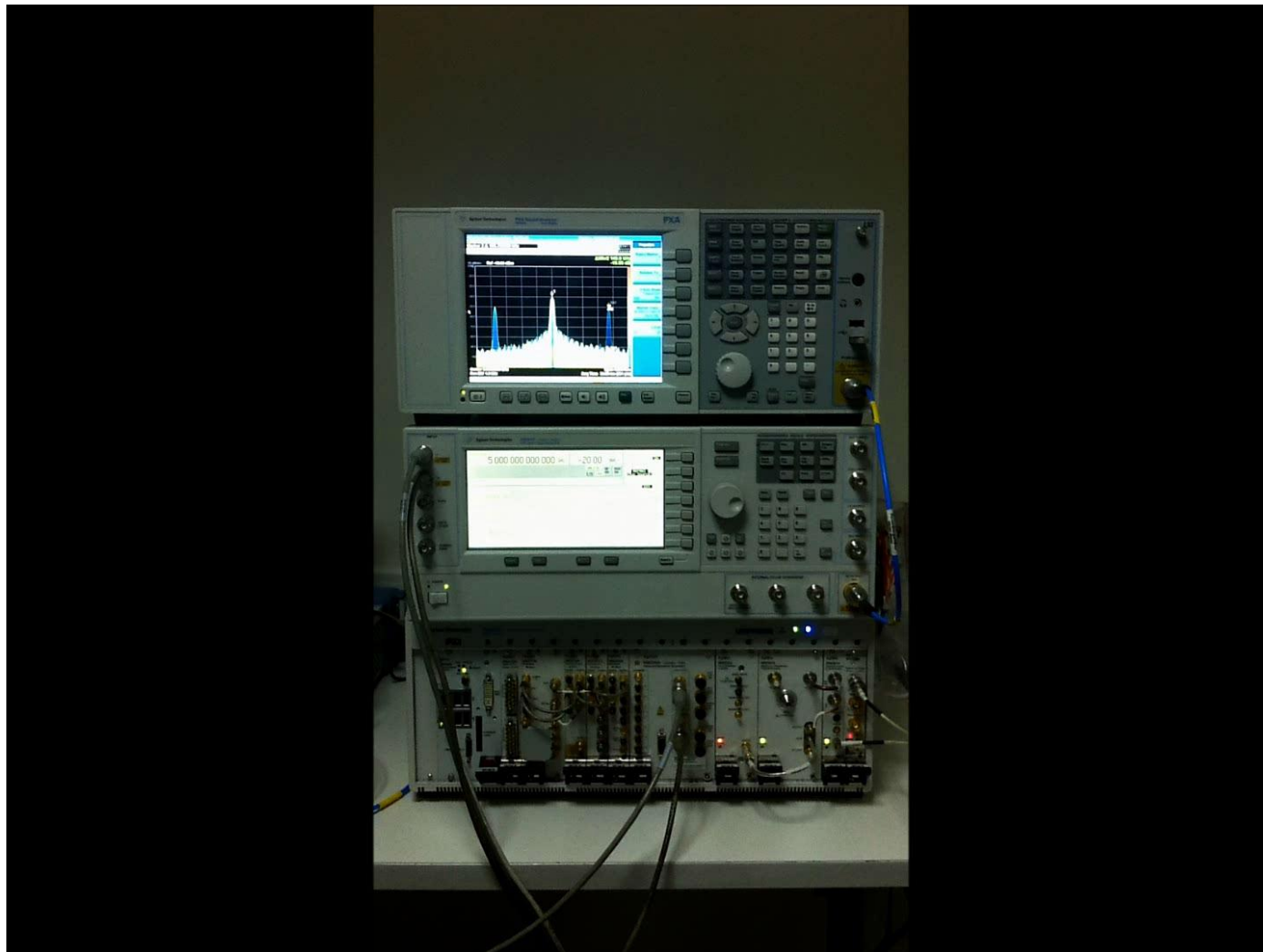
Генерация сигналов. Секвенсор.



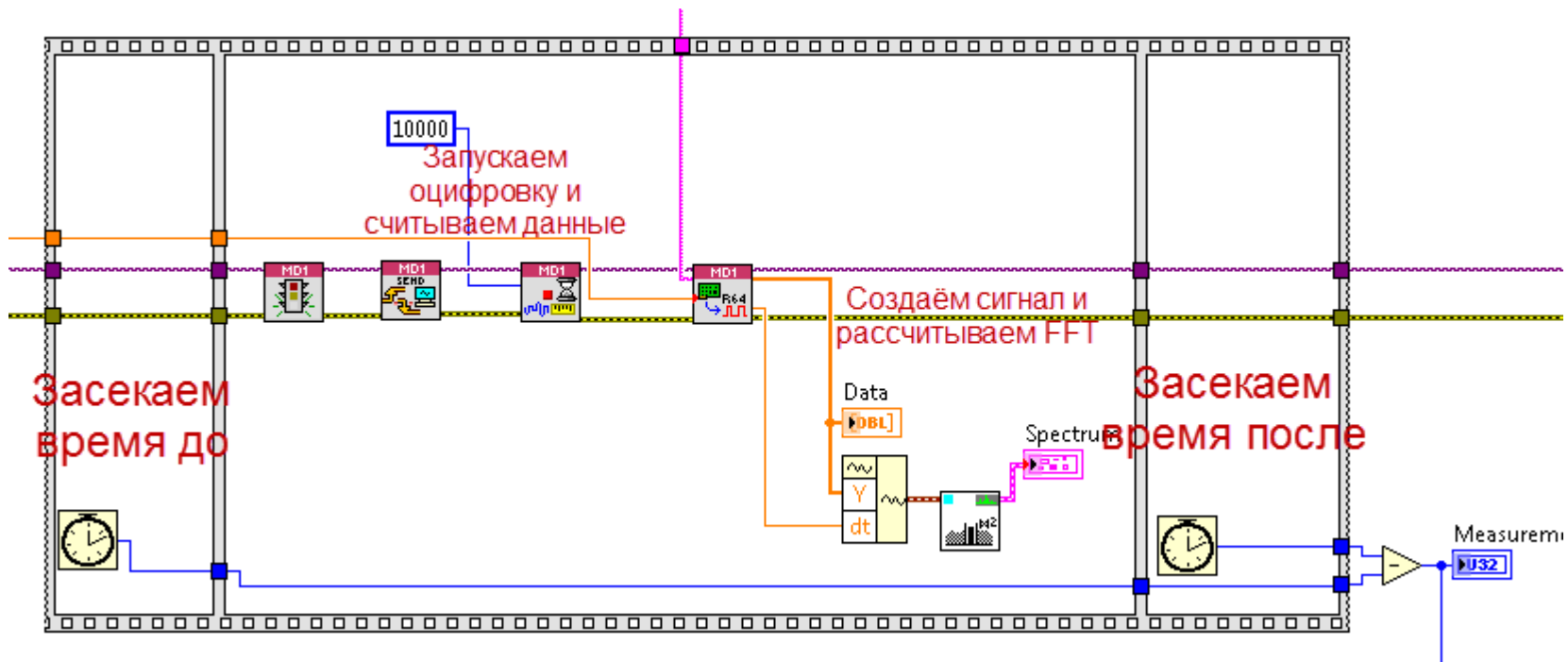
Генерация сигналов. Анализ импульсных сигналов.



Комплекс для тестирования цифровых каналов связи. Система с анализатором РХА (opt. RT1)

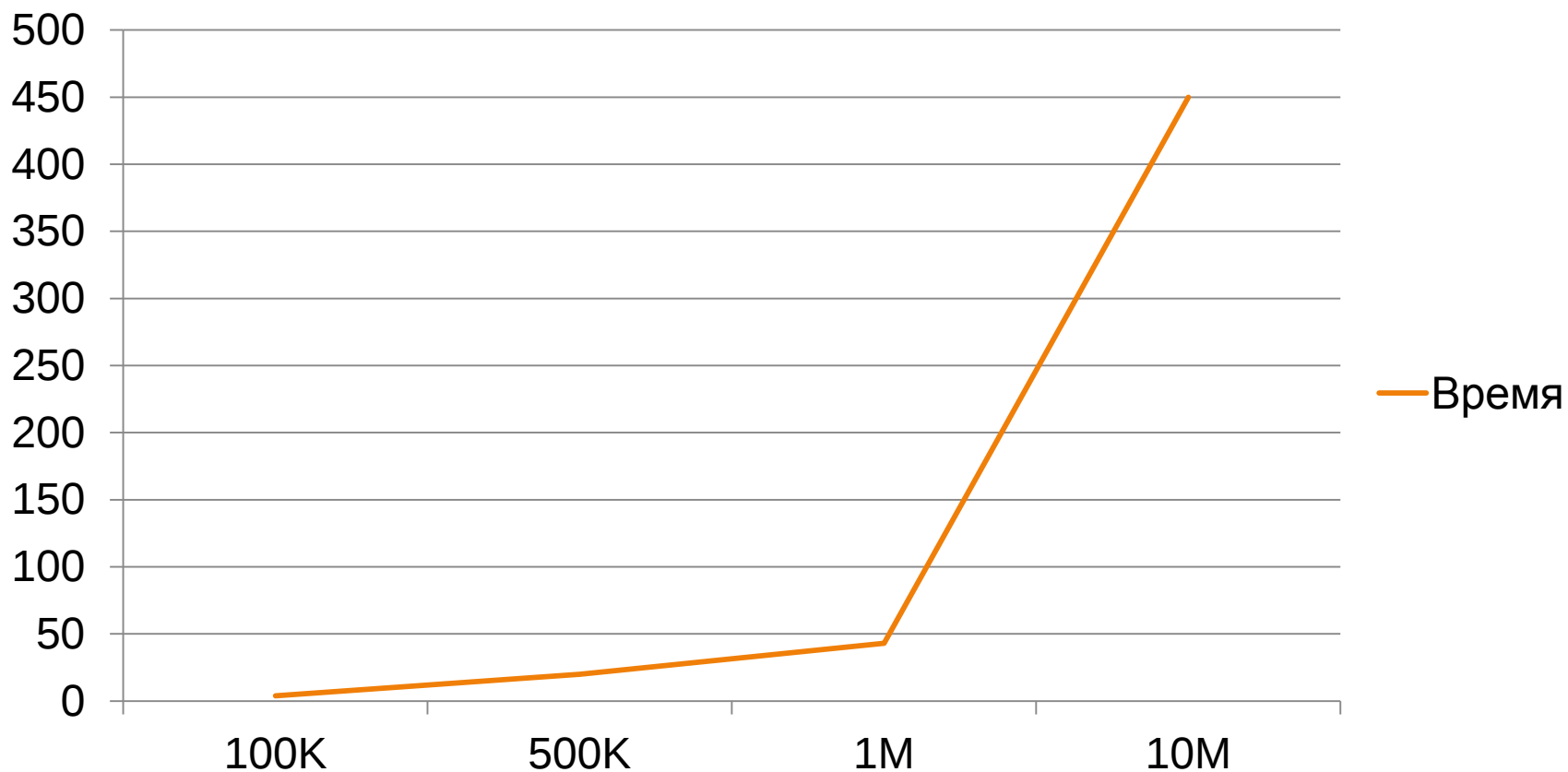


Анализ сигналов.



Время расчёта FFT

Зависимость времени расчёта FFT от количества собранных сэмплов



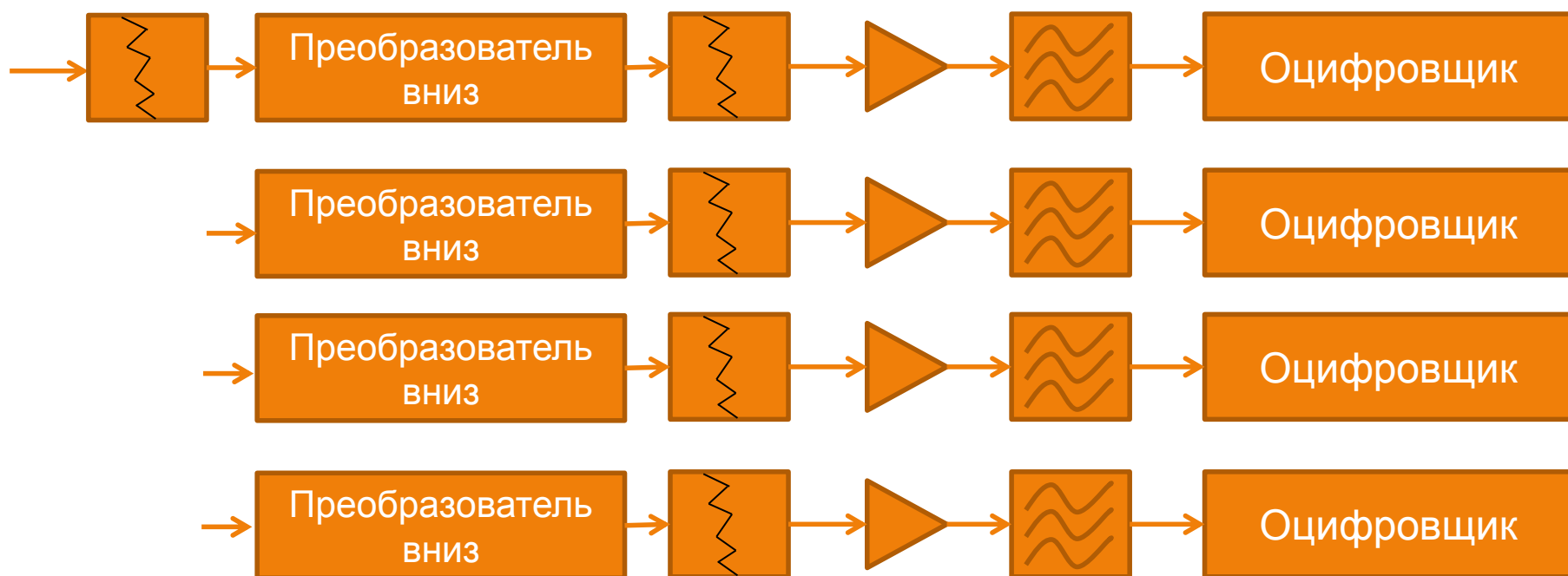
СИСТЕМА ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО СБОРА ДАННЫХ

Краткое описание решения

Постановка задачи

- Создание многоканального ВЧ анализатора сигналов;
- Когерентный сбор данных с 4х оцифровщиков;
- Программное управление различными модулями;
- Создание программного обеспечения на C# и LabVIEW.

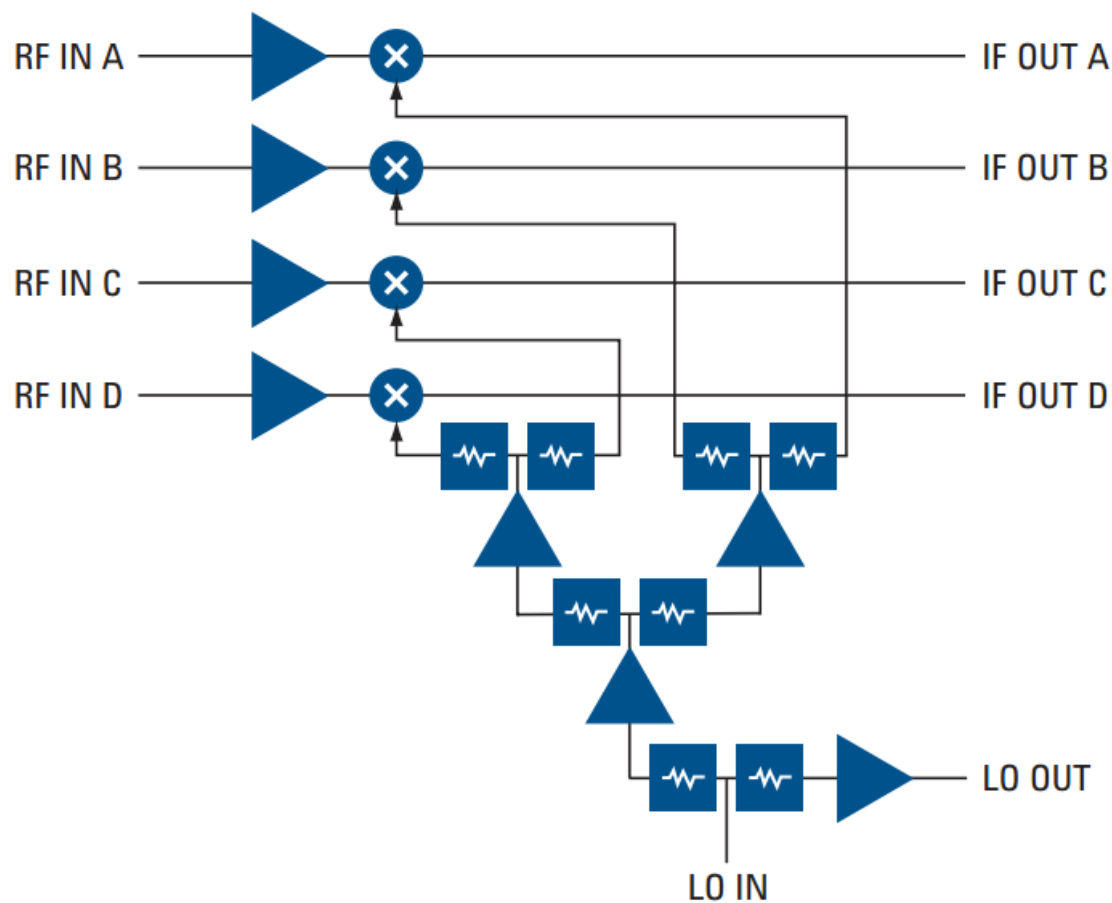
Преобразование сигнала



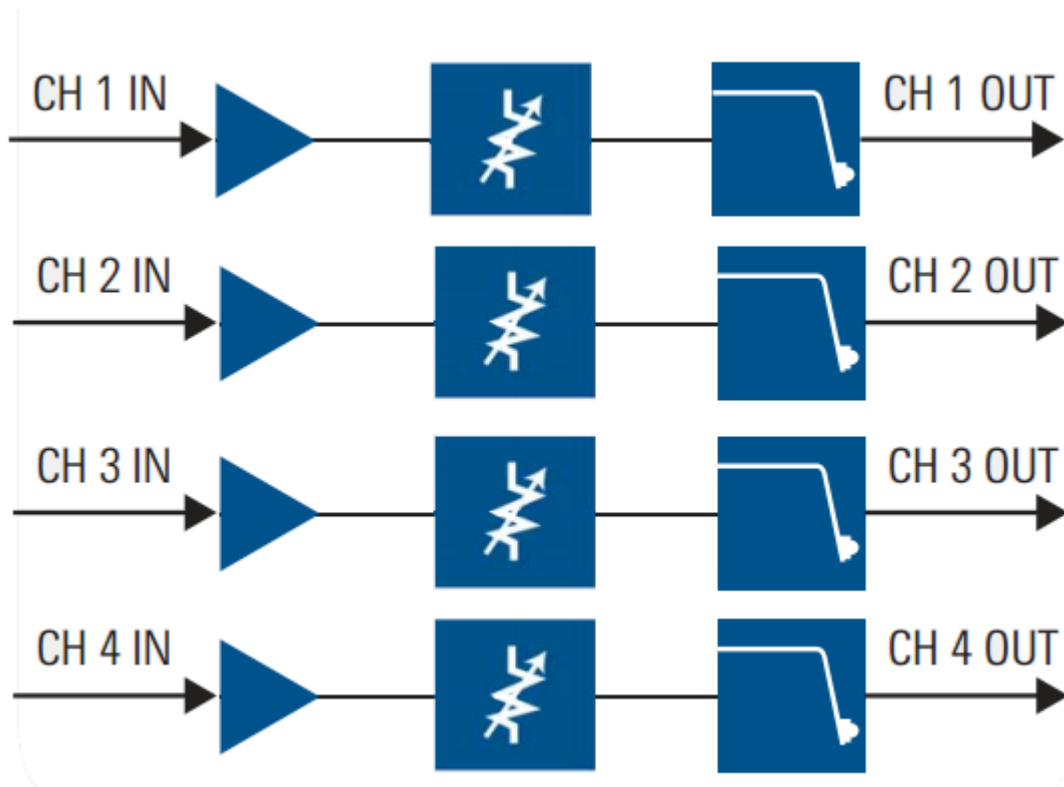
Аппаратное обеспечение

- 4х канальный преобразователь вниз Agilent M9362A;
- 4 оцифровщика с Agilent M9202A;
- Гетеродин Agilent M9202A;
- Входной аттеннюатор M9168C;
- 4х канальный M9352A модуль усилителя/аттеннюатора.

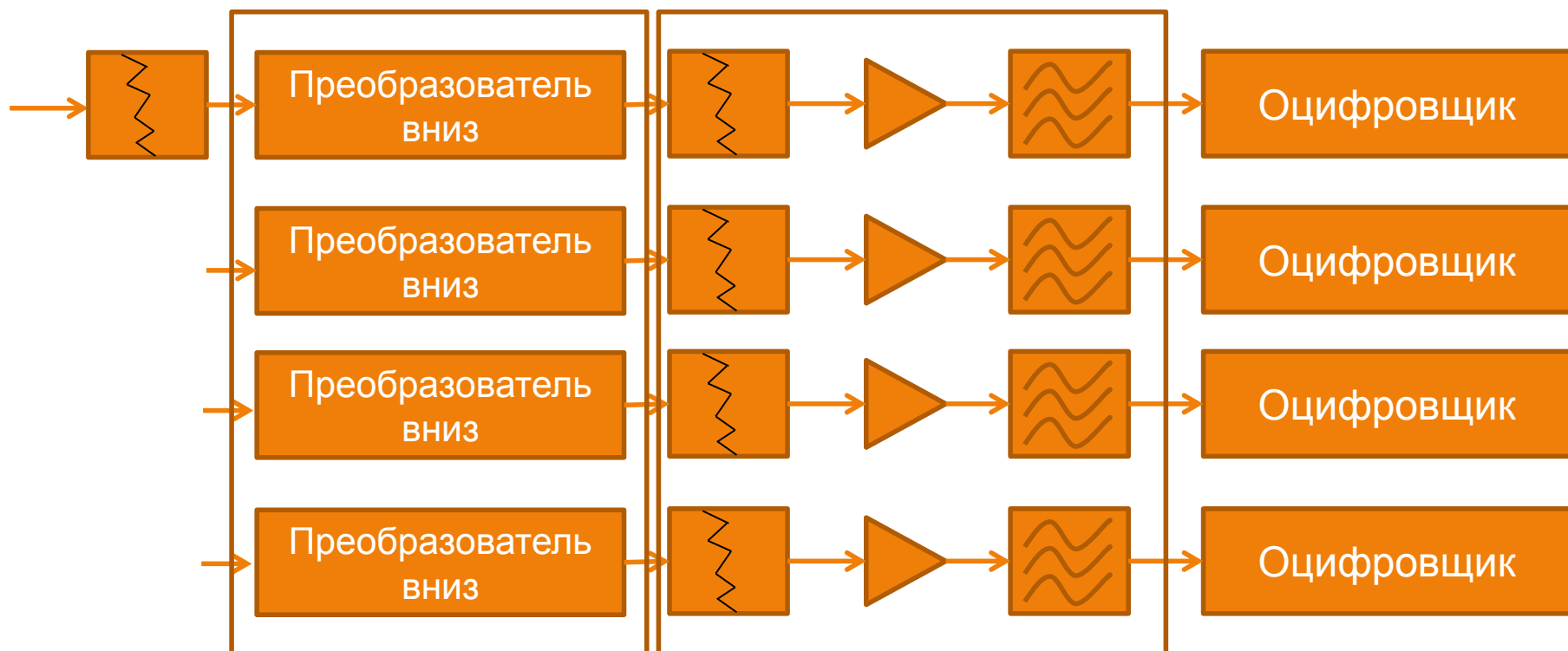
Преобразование частоты вниз



Преобразование сигнала ПЧ



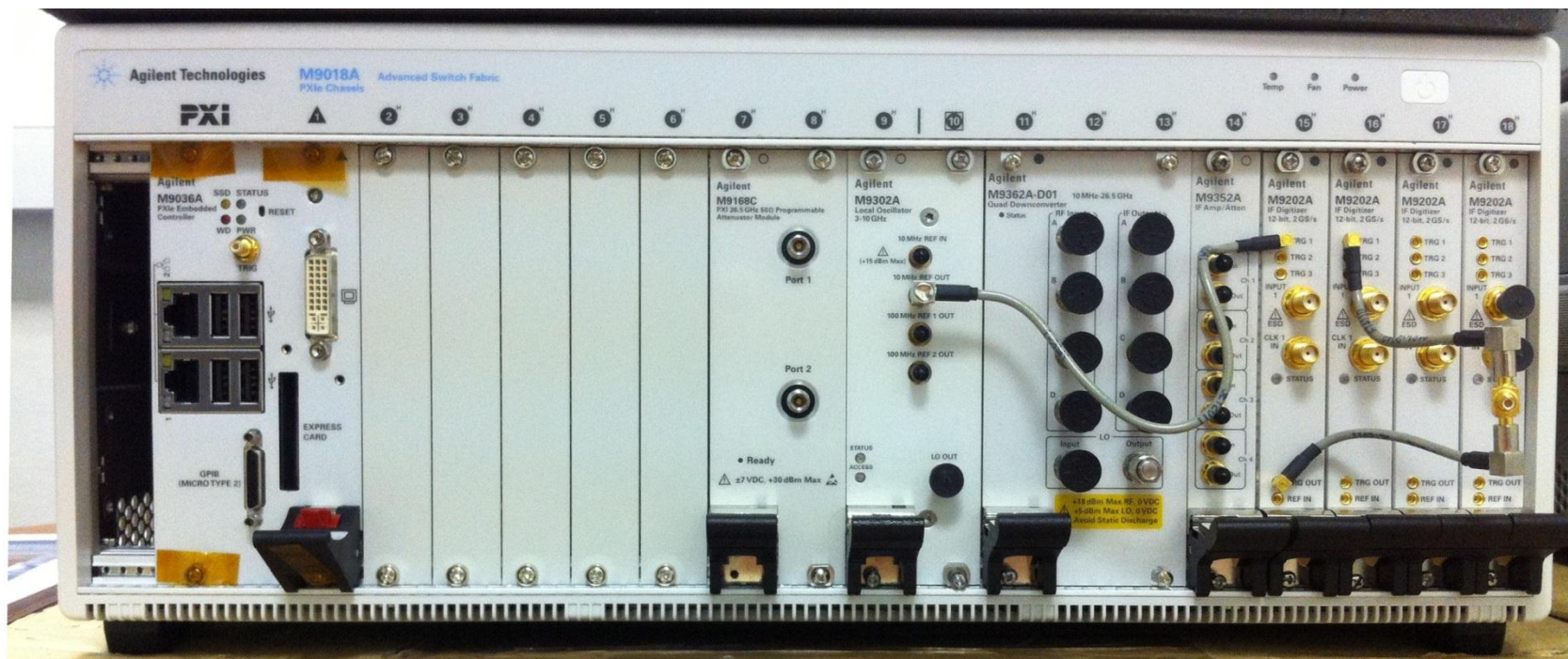
Преобразование сигнала



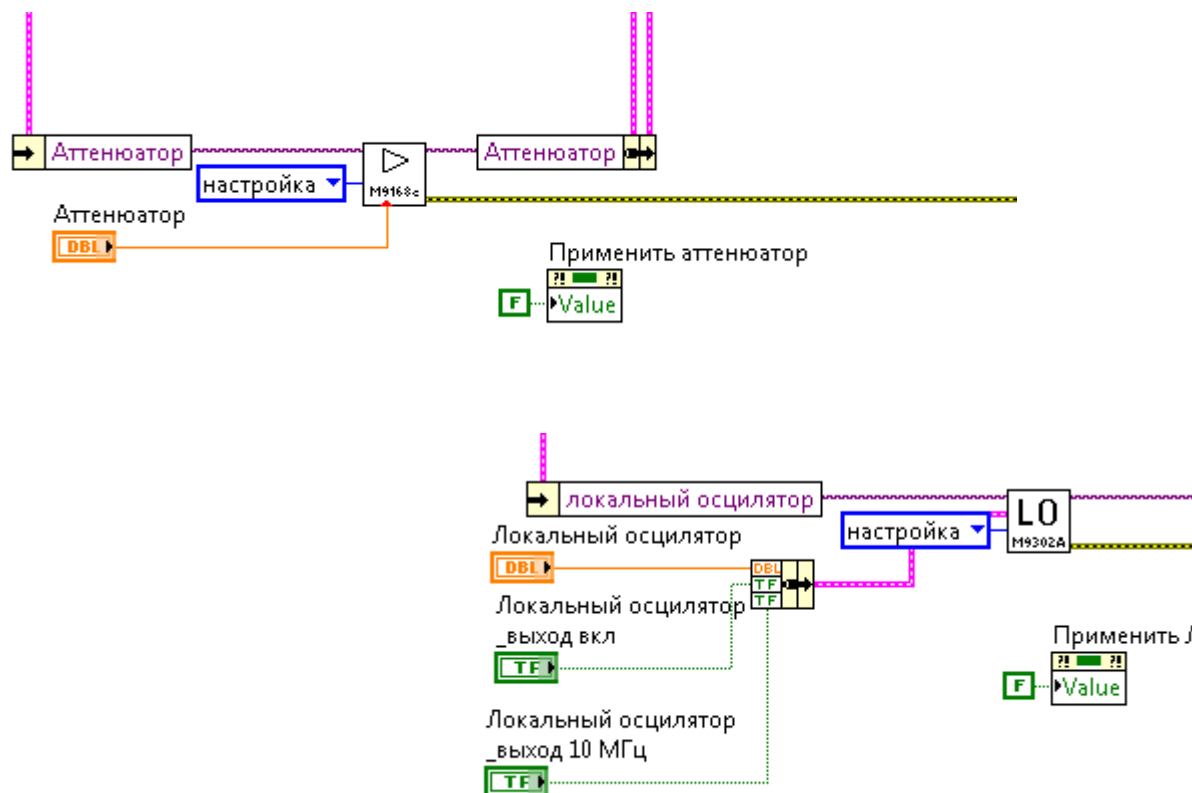
M9362A

M9352A

Аппаратное обеспечение



Программное обеспечение



Программное обеспечение

The screenshot shows a software window titled 'main.vi' with a blue border. The interface is organized into several sections on the left and a control area on the right.

Температура модулей
Максимальная температура слот

Аттенюатор
Затухание дБ

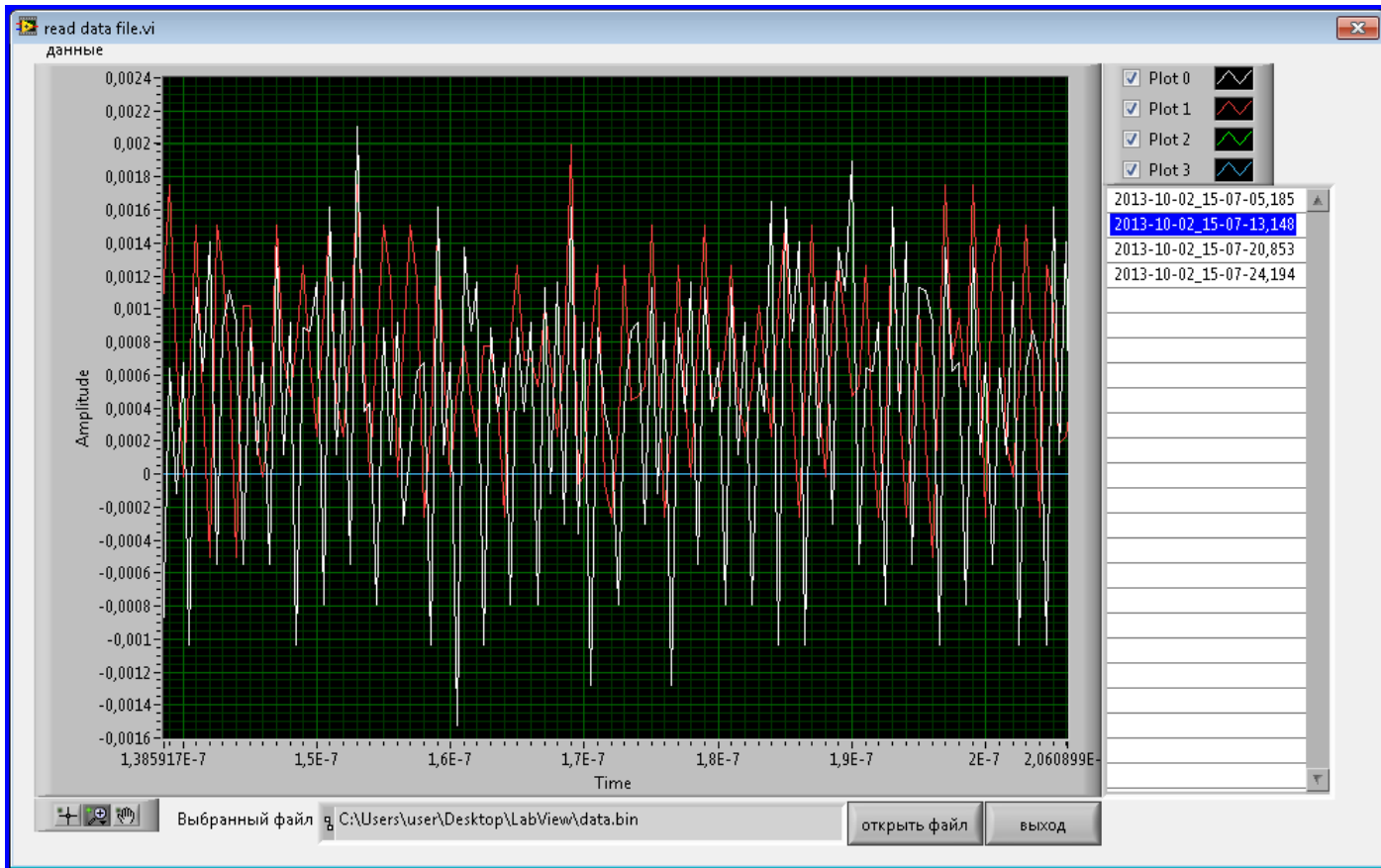
Локальный осцилятор
Частота МГц
Выход включен ☐
Выход включен 10 МГц ☐

Усилитель/аттенюатор усиление (дБ)
Канал 1 Канал 2 Канал 3 Канал 4

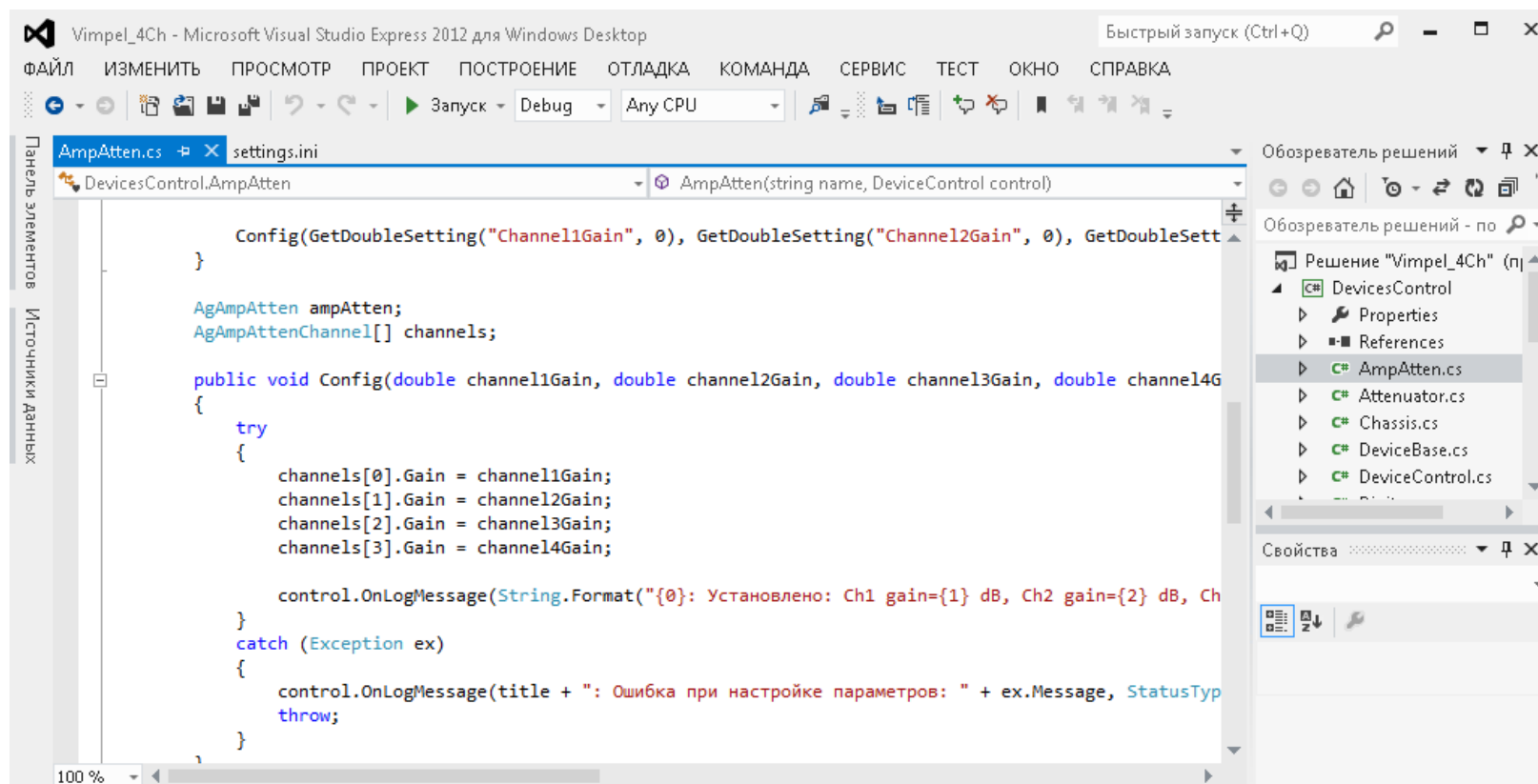
Задержка старта оцифровщиков (в секундах)
оцифровщик 1 оцифровщик 2 оцифровщик 3 оцифровщик 4

Right Panel:
инициализация произошла

Программное обеспечение



Программное обеспечение



Программное обеспечение

ПО для 4х канальной оцифровки

Температура модулей

Максимальная: 50,0 °C Оцифровщик 1: Channel1

Подробно Опробить Регулярно

Локальный осциллятор (M9302A)

Частота (МГц): 3500,000 Выход включен Выход 10МГц включен

Применить

Программируемый аттенюатор (M9168C)

Затухание (дБ): 0

Применить

Модуль усилителей/аттенюаторов (M9302A)

	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Усиление (дБ)	8	8	8	8

Применить

Оцифровщики (M9302A)

	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Задержка (с)	0,00e+000	1,00e-008	0,00e+000	0,00e+000

Применить

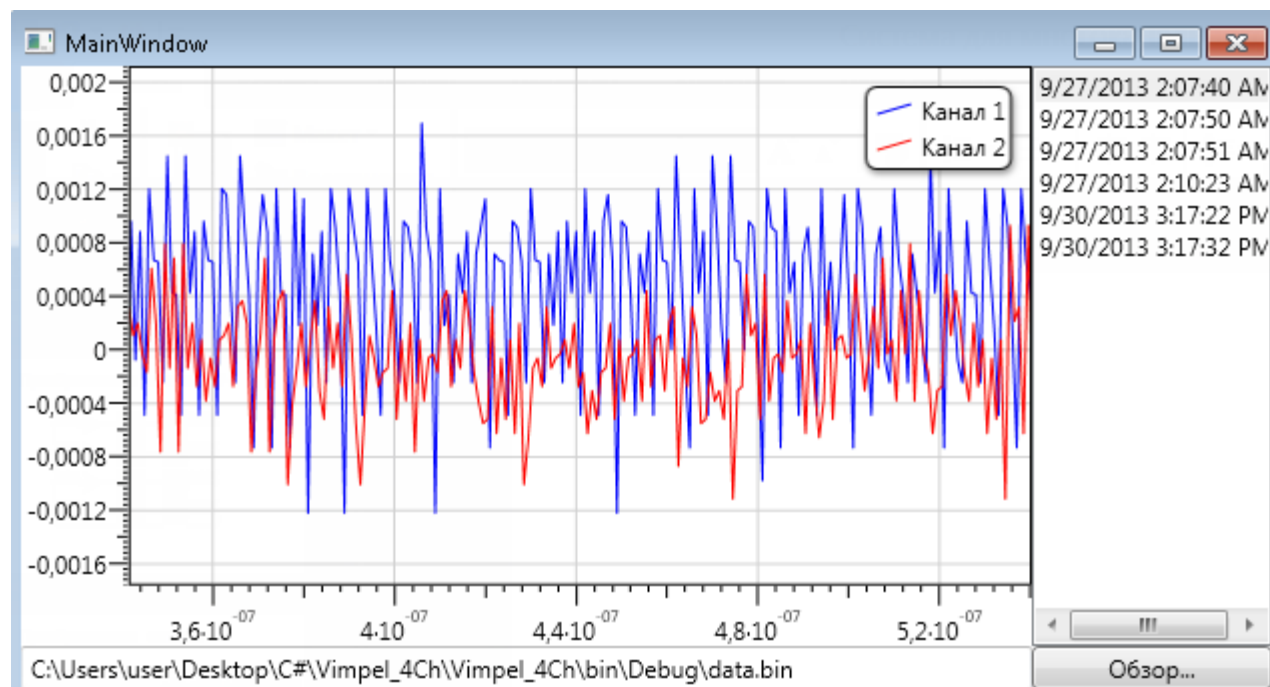
Считать данные Новый файл

Выполнить самотестирование приборов

Журнал событий Очистить

Время	Сообщение
21:04:36	Загрузка настроек из файла.
21:04:36	Настройки успешно загружены.
21:04:36	Инициализация работы с приборами.
21:04:36	Шасси PXI: инициализация.
21:04:37	Оцифровщик 1: инициализация.
21:04:48	Оцифровщик 1: использованы настройки: recordSize=1000, s...
21:04:48	Оцифровщик 1: использованы настройки: isMaster=True, trig...
21:04:50	Оцифровщик 2: инициализация.
21:04:56	Оцифровщик 2: использованы настройки: recordSize=1000, s...
21:04:56	Оцифровщик 2: использованы настройки: isMaster=False, tri...
21:04:58	Локальный осциллятор: инициализация.
21:05:04	Локальный осциллятор: Установлено: Freq=3500000000 Hz...
21:05:04	Встроенный контроллер: инициализация.
21:05:04	Программируемый аттенюатор: инициализация.
21:05:04	Программируемый аттенюатор: Установлено: Attenuation=0...
21:05:04	Модуль усилителей/аттенюаторов: инициализация.
21:05:05	Модуль усилителей/аттенюаторов: Установлено: Ch1 gain=...
21:05:05	Инициализация завершена.
21:05:05	Выполнение самотестирования приборов.
21:05:07	Шасси PXI: самотестирование пройдено.
21:05:07	Оцифровщик 1: самотестирование пройдено.
21:05:08	Оцифровщик 2: самотестирование пройдено.
21:05:08	Самотестирование приборов завершено.
21:05:08	Локальный осциллятор: самотестирование пройдено.
21:05:08	Встроенный контроллер: самотестирование пройдено.
21:05:08	Программируемый аттенюатор: самотестирование пройде...
21:05:08	Модуль усилителей/аттенюаторов: самотестирование прой...

Программное обеспечение



Спасибо за внимание

Контактная информация:

Кроль Антон

kav@akmetron.ru

+7 495 632-7246

+7 495 411-3221

Рябокуль Артём Кривозубов Павел

ras@akmetron.ru

