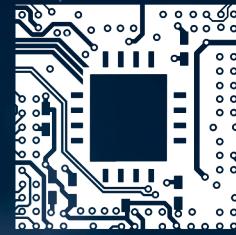




**ЭКСПОНЕНТА**  
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ

# Применение MATLAB/Simulink в проектах компании Промвад



**PROM  
WAD**  
ELECTRONICS  
DESIGN

Александр Малоштан

руководитель направления  
Адаптивных вычислительных систем  
дизайн-центр электроники Promwad

# Дизайн-центр электроники Promwad

С 2004 года разрабатываем на заказ электронику  
и встроенное ПО для мирового рынка.



**3+ млн** выпущенных устройств



**325+** завершенных проектов



**126** сотрудников



**23** страны используют  
наши разработки



PROMWAD ELECTRONICS DESIGN

# Проект: Широкополосный спутниковый модем

- Характеристики:
  - Диапазон 300MHz – 2GHz
  - Полоса 500MHz
  - TX channel x1
  - RX channel x2
- Решение:
  - Платформа: Zynq Ultrascale+
  - 1U form factor
  - Кастомный Analog Front-End
  - Схема ZERO-IF
  - 2xADC 1Gsps, 1xDAC 1.5Gsps
  - 4 x 10G Ethernet



# Широкополосный спутниковый модем

- Задачи решенные с применением MATLAB/Simulink:
  - Разработка модемного тракта с применением МОП  
Совместно с инженерами ЦИТМ Экспонента
  - Аппаратное АРУ
  - Калибровка RF параметров
  - Инструменты отладки фронт-энда

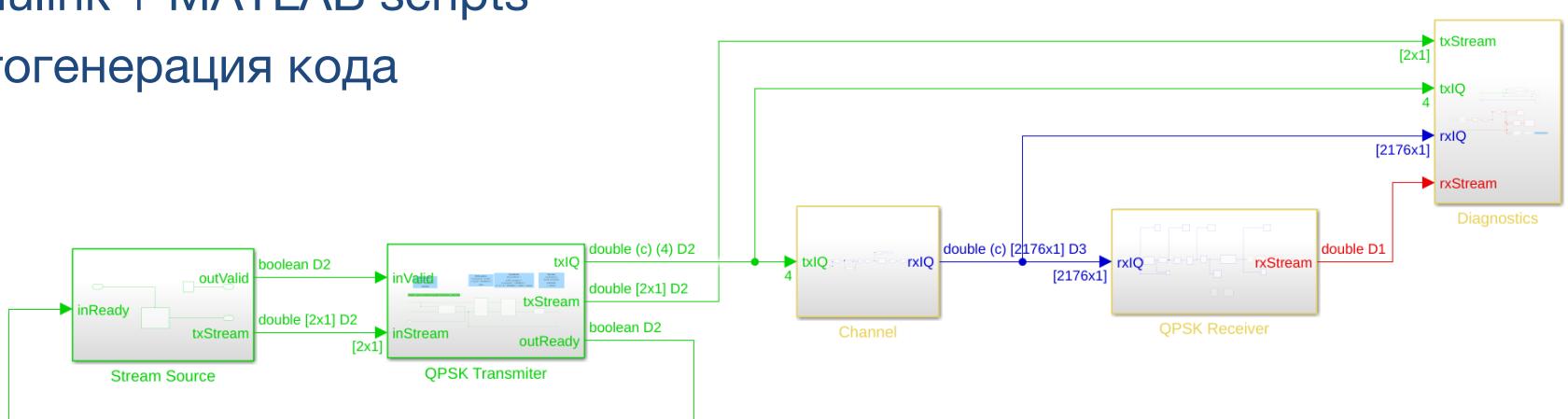


PROMWAD ELECTRONICS DESIGN

# Широкополосный спутниковый модем

## Модемный тракт

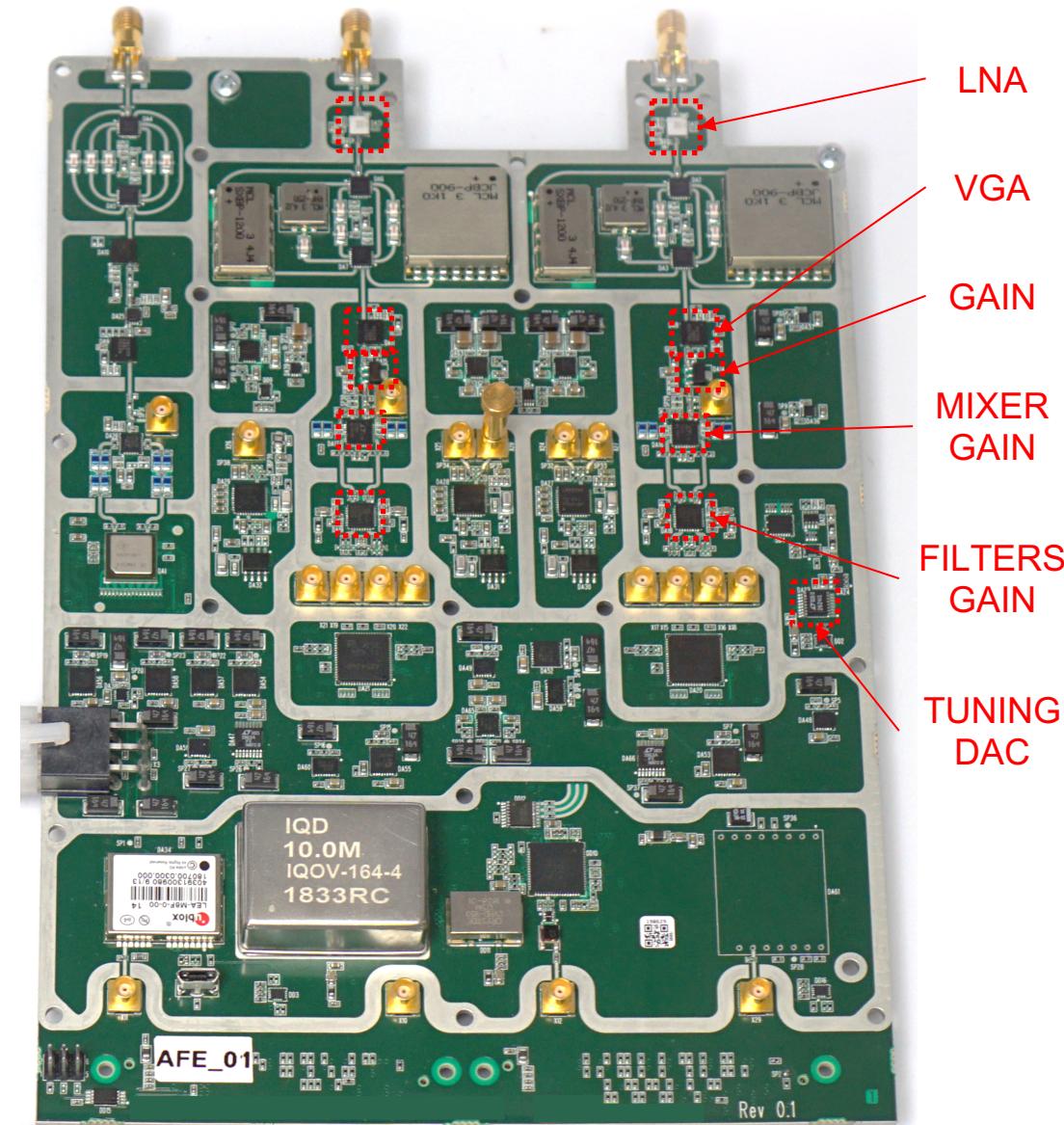
- Системная модель
  - Быстрое проектирование и верификация
  - Обработка нескольких отсчетов за такт (parallelization, unrolling, pre-calc)
  - Перевод в фиксированную точку
  - Модель канала
  - Оценка BER
- Simulink + MATLAB scripts
- Автогенерация кода



# Широкополосный спутниковый модем

## Аппаратное АРУ

- Задача: разработка модуля управления набором микросхем
  - Оценка коэф. усиления
  - Переконфигурация микросхем

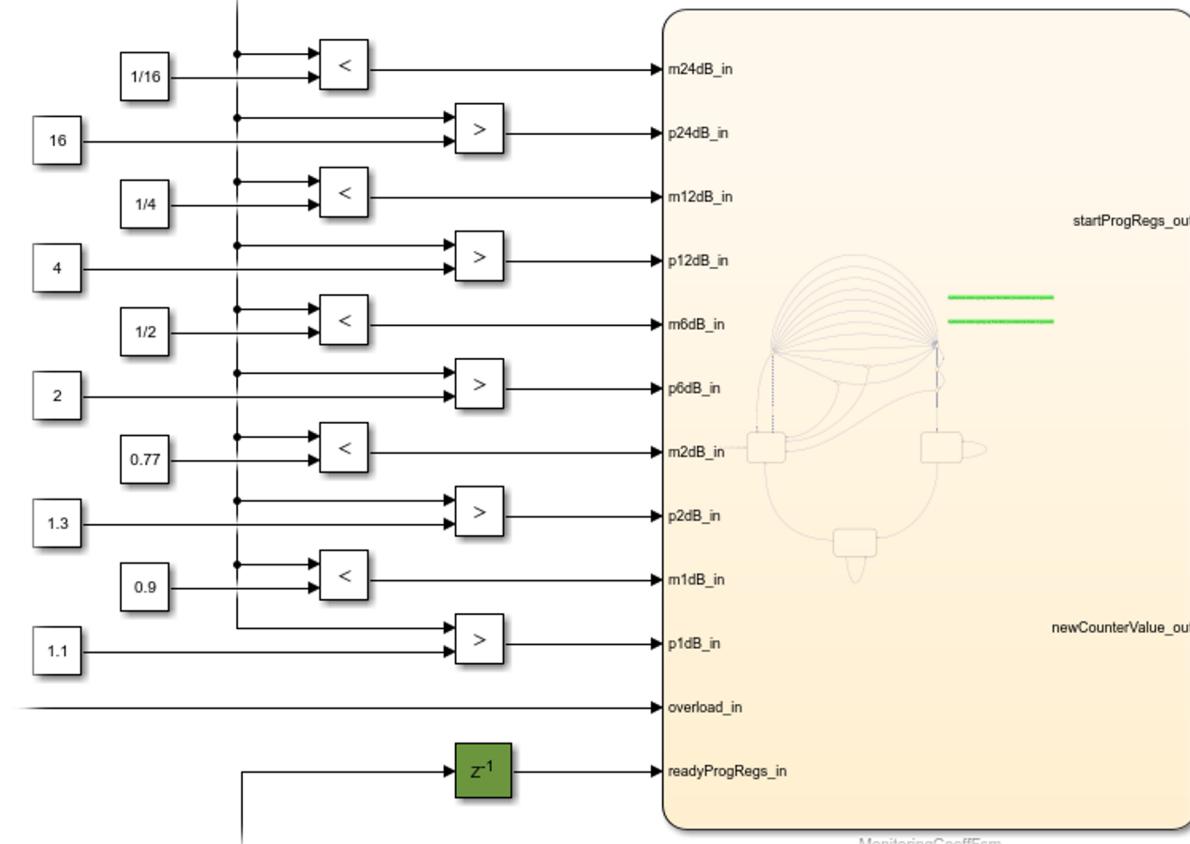


# Широкополосный спутниковый модем

## Аппаратное АРУ



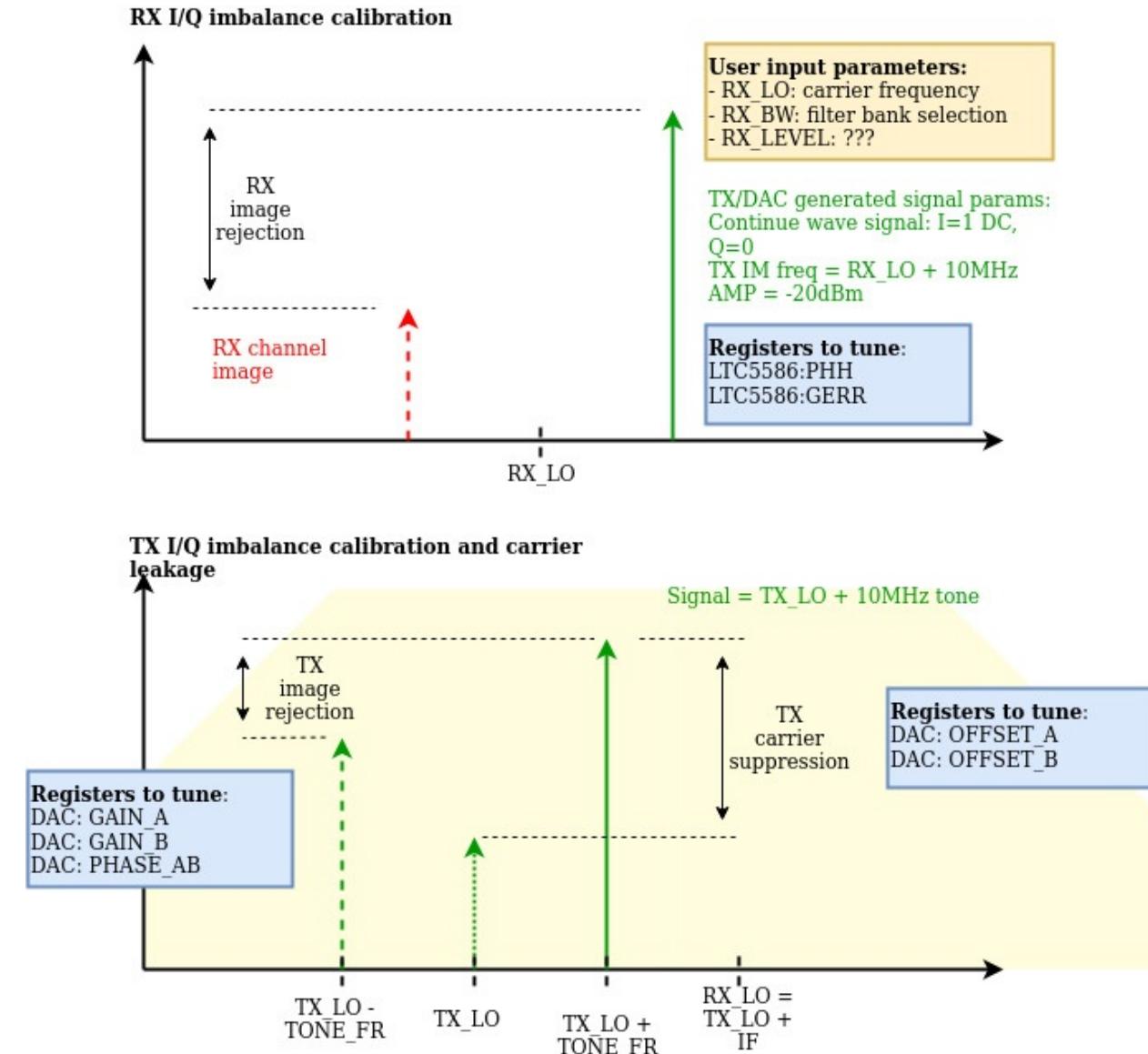
- Инструментарий
  - Simulink
  - State Flow
  - HDL coder
  - AXI4-Lite Write Master model



# Широкополосный спутниковый модем

## Калибровка RF параметров

- Демодулятор: LTC5586
- ЦАП: DAC37J82
- АЦП: ADS54J60
- Аппаратная компенсация
  - IQ дисбаланса в приемном тракте
  - IQ дисбаланса в передающем тракте
  - утечки несущей
  - групповой задержки

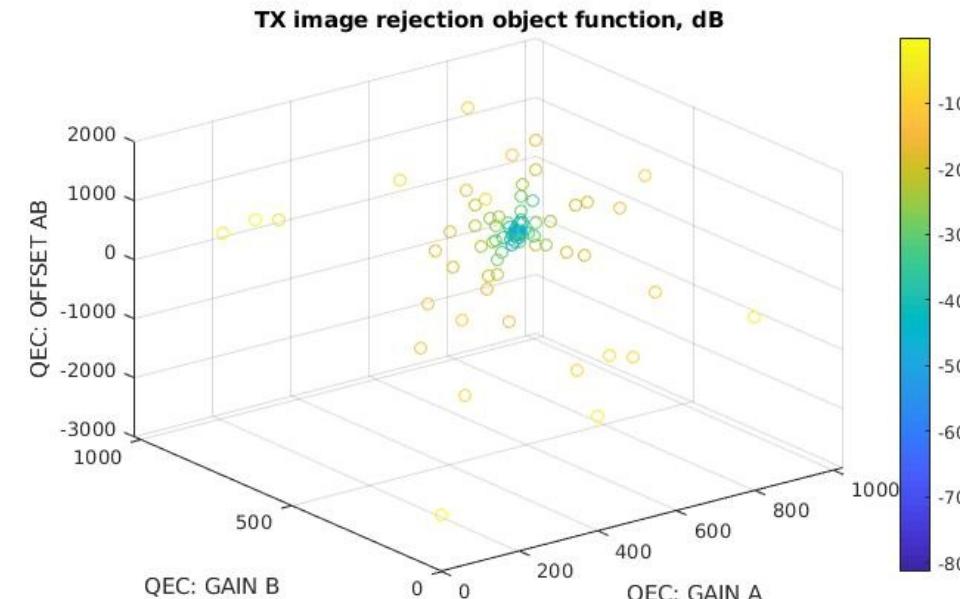
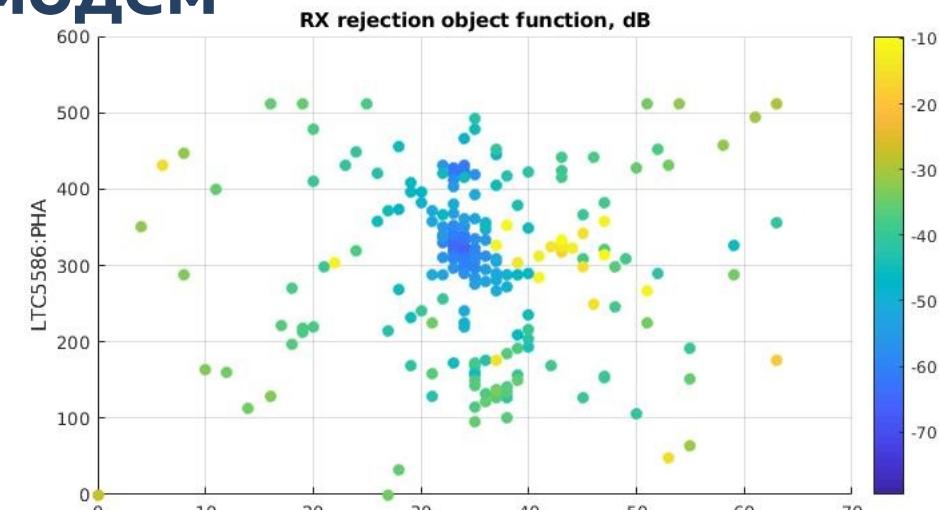


# Широкополосный спутниковый модем

Калибровка RF параметров

- **Global optimization toolbox:**  
поиск минимума функции нескольких переменных
- **Пространство параметров:**  
Регистры микросхем
- **Метод оптимизации:**  
*optimization (integer!)*
- **Целевые функции:**
  - Подавление зеркального канала TX & RX
  - Подавление несущей

Surrogate

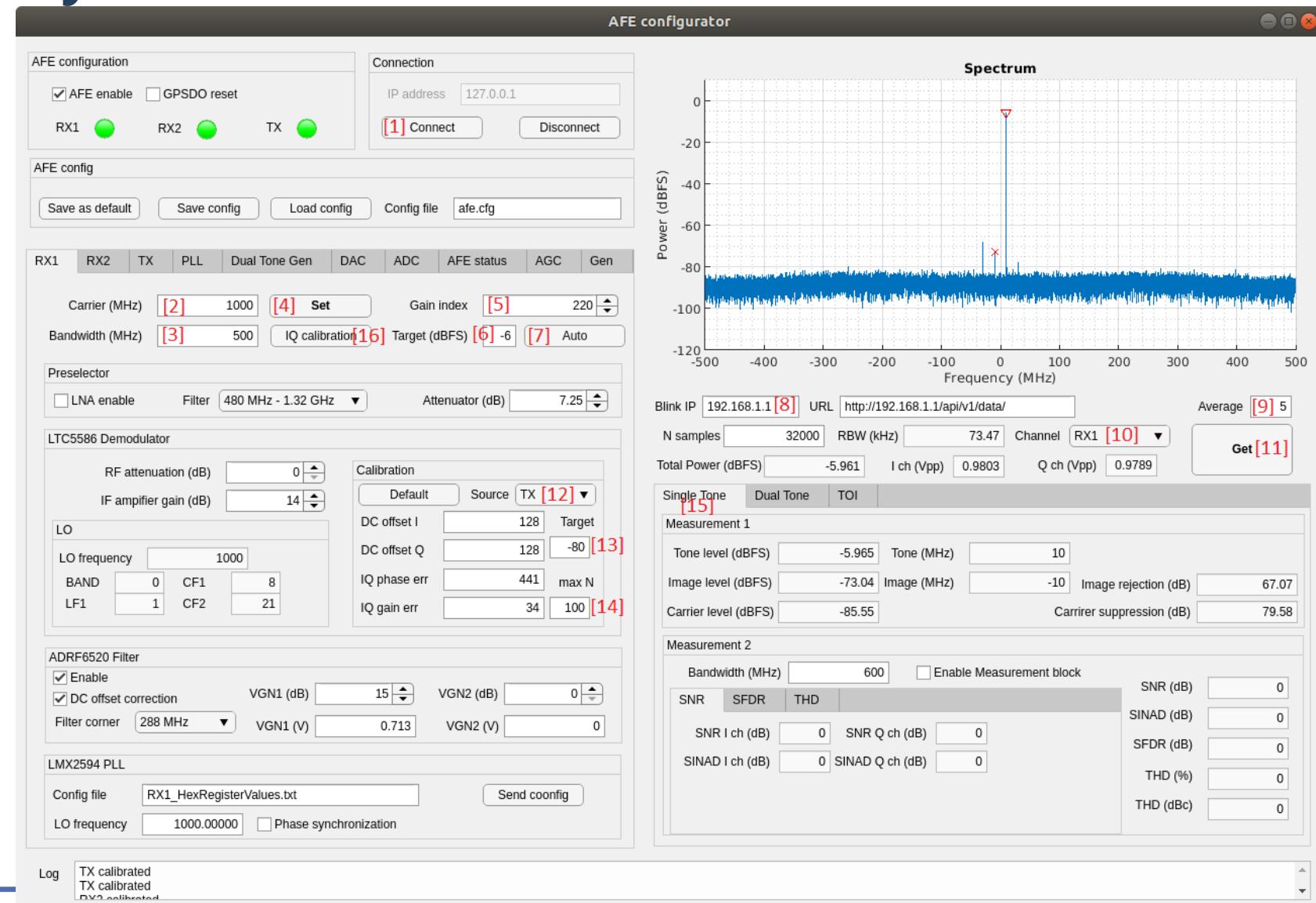


# Широкополосный спутниковый модем

Инструменты отладки  
фронт-энда

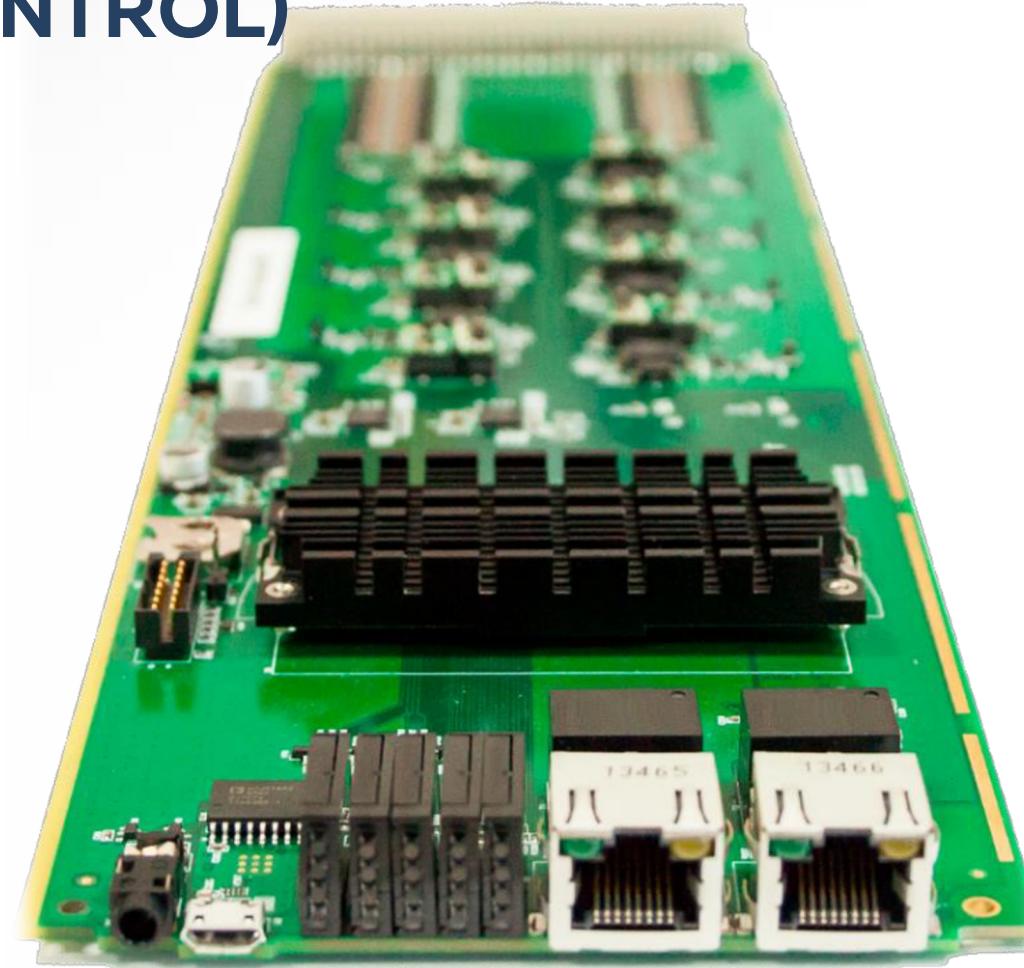
## MATLAB App Designer

- Standalone приложение
- Управление
- Захват данных
- Интеграция оборудования
- Анализ



# Проект: Блок приёма и обработки речевой информации (AIR TRAFFIC CONTROL)

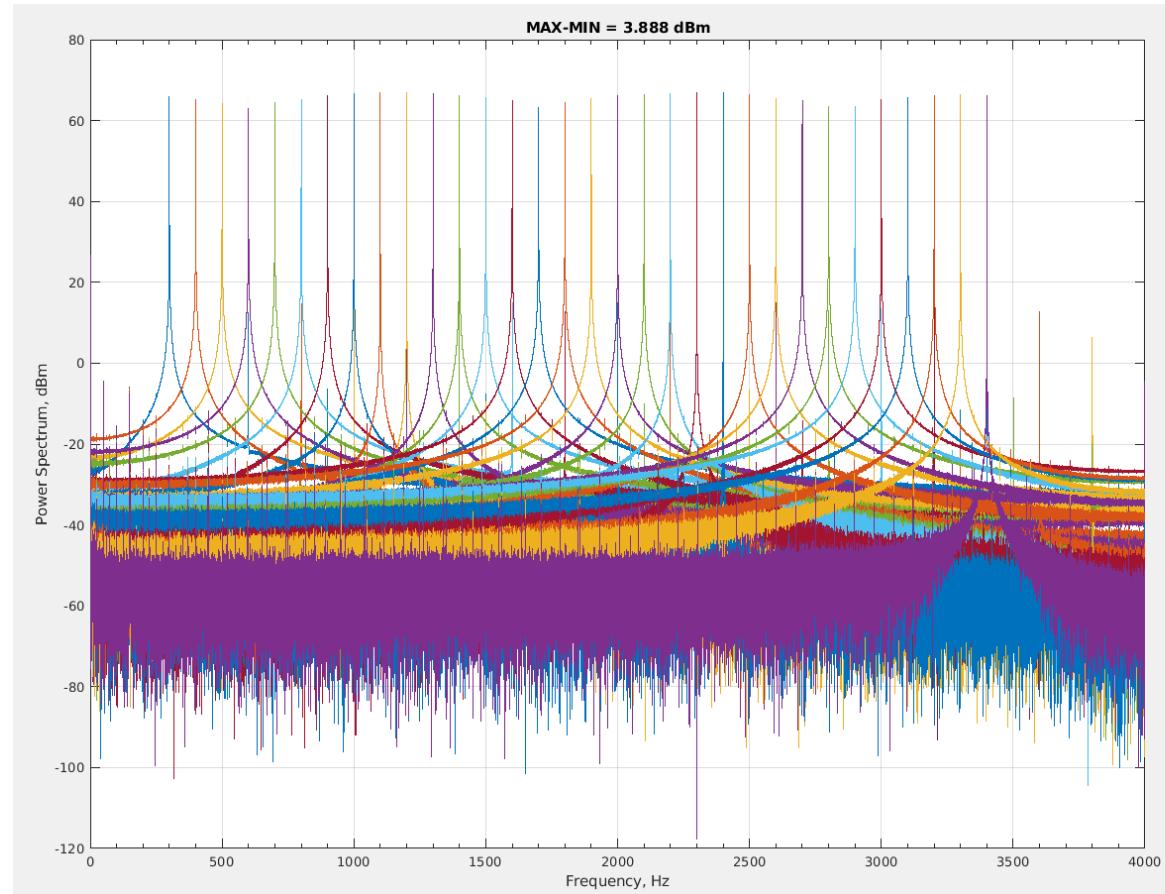
- Характеристики:
  - 16 каналов аналоговых каналов на плату
  - 8 каналов ISDN PRI/BRI
  - Межплатная синхронизация
- Решение
  - Платформа: Zynq 7030
  - Embedded Linux



PROMWAD ELECTRONICS DESIGN

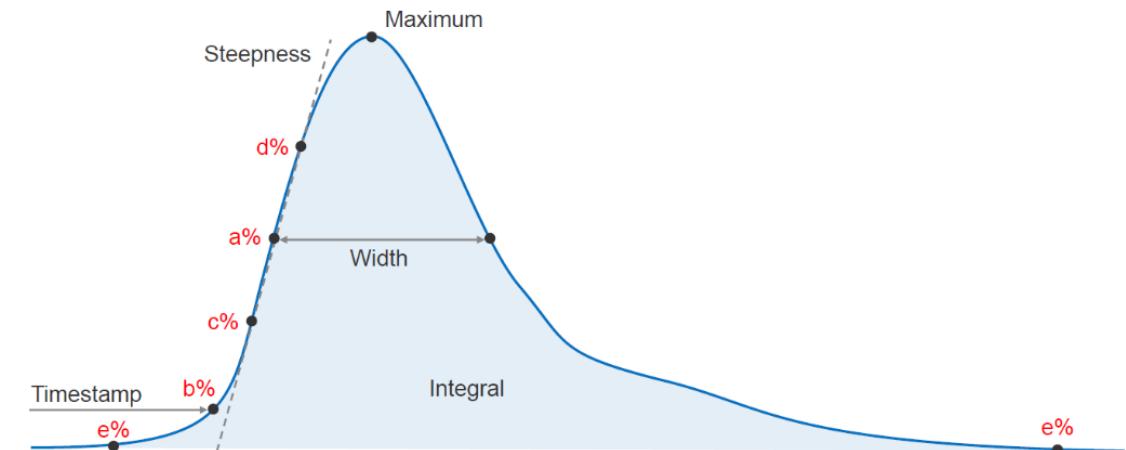
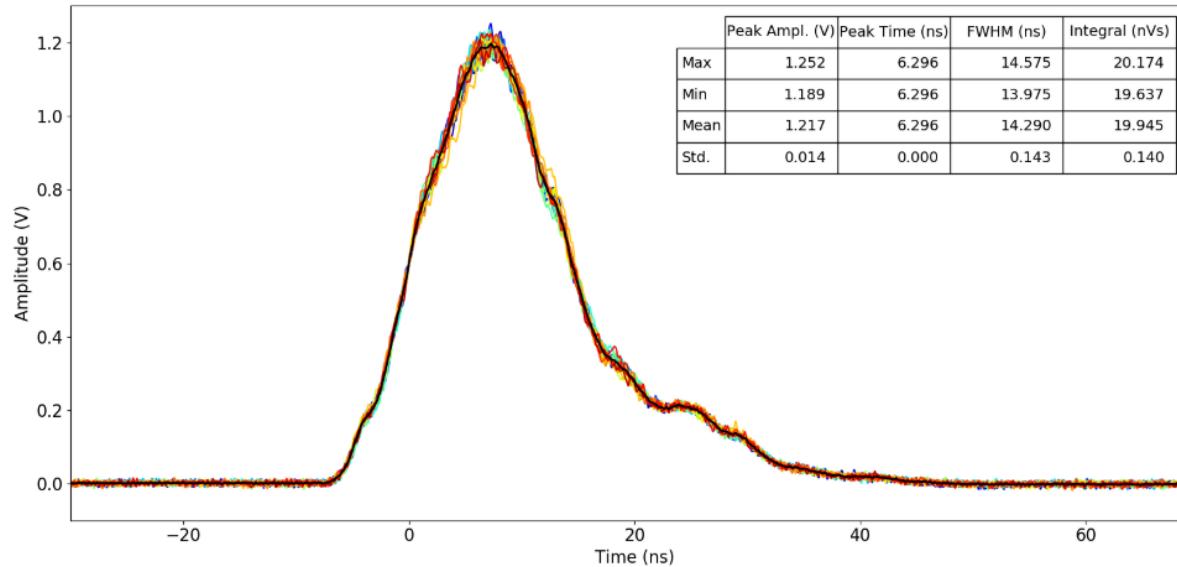
# Проект: Блок приёма и обработки речевой информации (AIR TRAFFIC CONTROL)

- Характеризация тракта
  - SNR
  - SDFR
  - Crosstalk
  - Неравномерность АЧХ
- MATLAB
  - Скрипты снятия данных
  - Автопроцессинг данных



# Проект: Многоканальная система анализа наносекундных импульсов

- Проблема
  - Определение формы и статистических характеристик наносекундных импульсов в реальном времени
  - 24 канала / 10kHz / Длительность импульсов ~50нс



PROMWAD ELECTRONICS DESIGN

# Многоканальная система анализа наносекундных импульсов

## Подход к решению задачи

- Платформа: MicroTCA
  - x6 Kintex Ultrascale+
  - x24 ADC 2.7Gsps
  - Intel i7

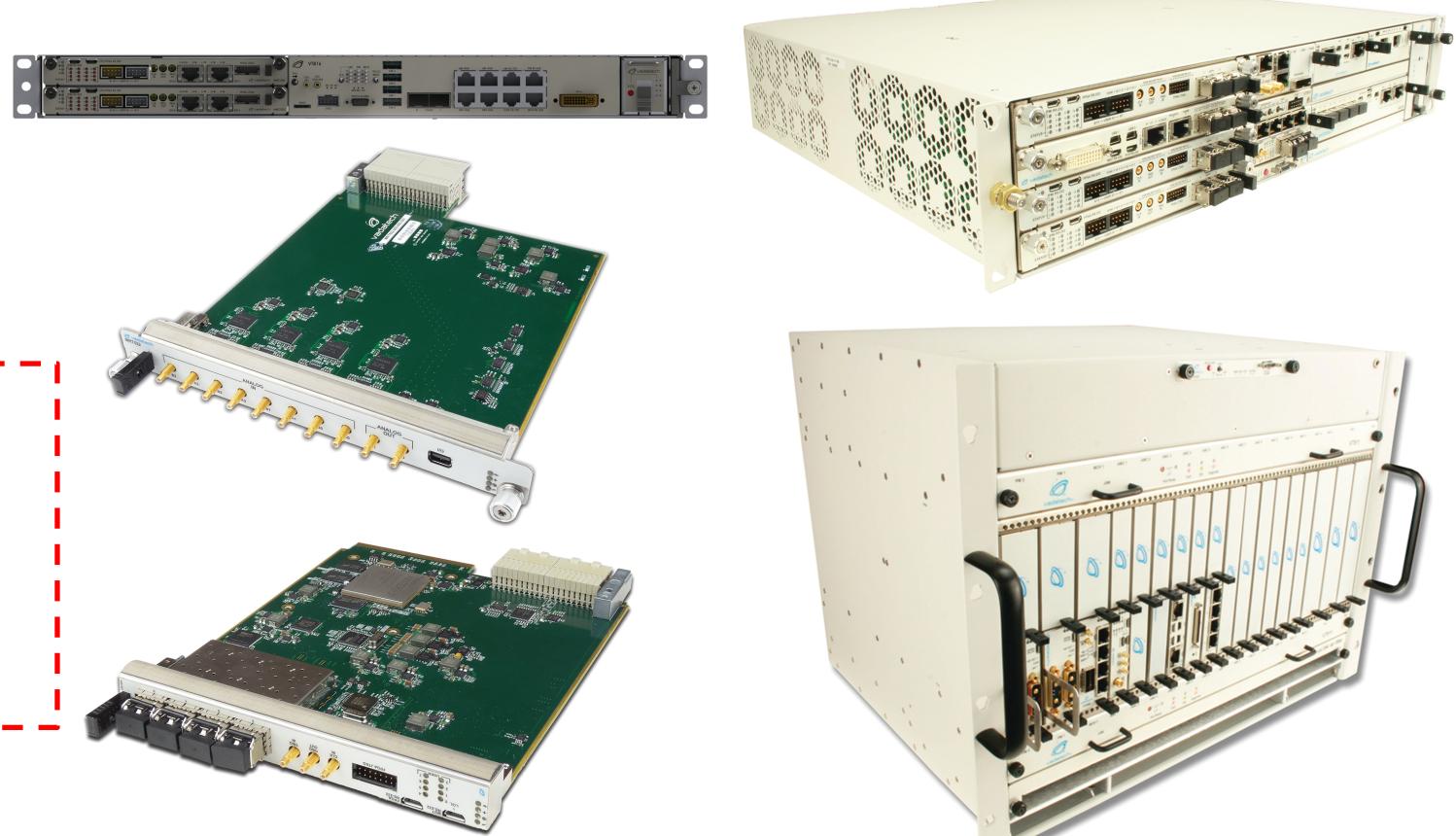
- Технологии/ Задачи

- Simulink + HDL coder
    - Детектирование импульсов
    - Предобработка
    - Эмуляция
    - Модуль синхронизации
  - HLS

Вычисление параметров

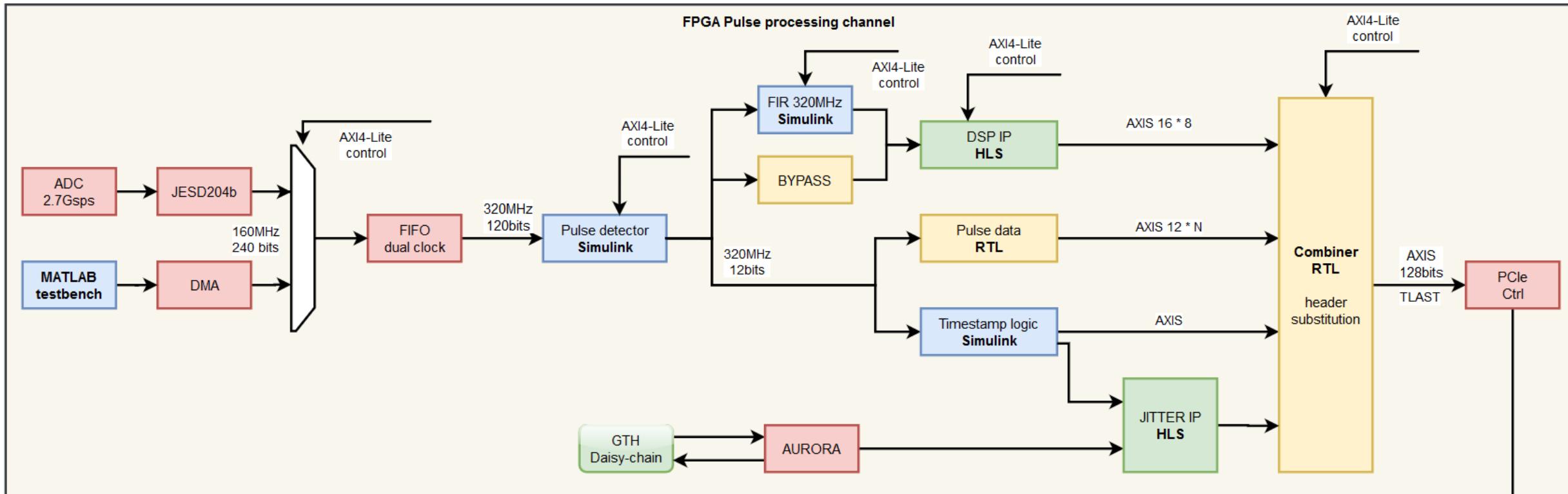
- C++/Boost x86 platform

Статистика



# Многоканальная система анализа наносекундных импульсов

## Архитектура тракта (фрагмент)



Обеспечение совместимости: AXI4 интерфейсы

# Многоканальная система анализа наносекундных импульсов

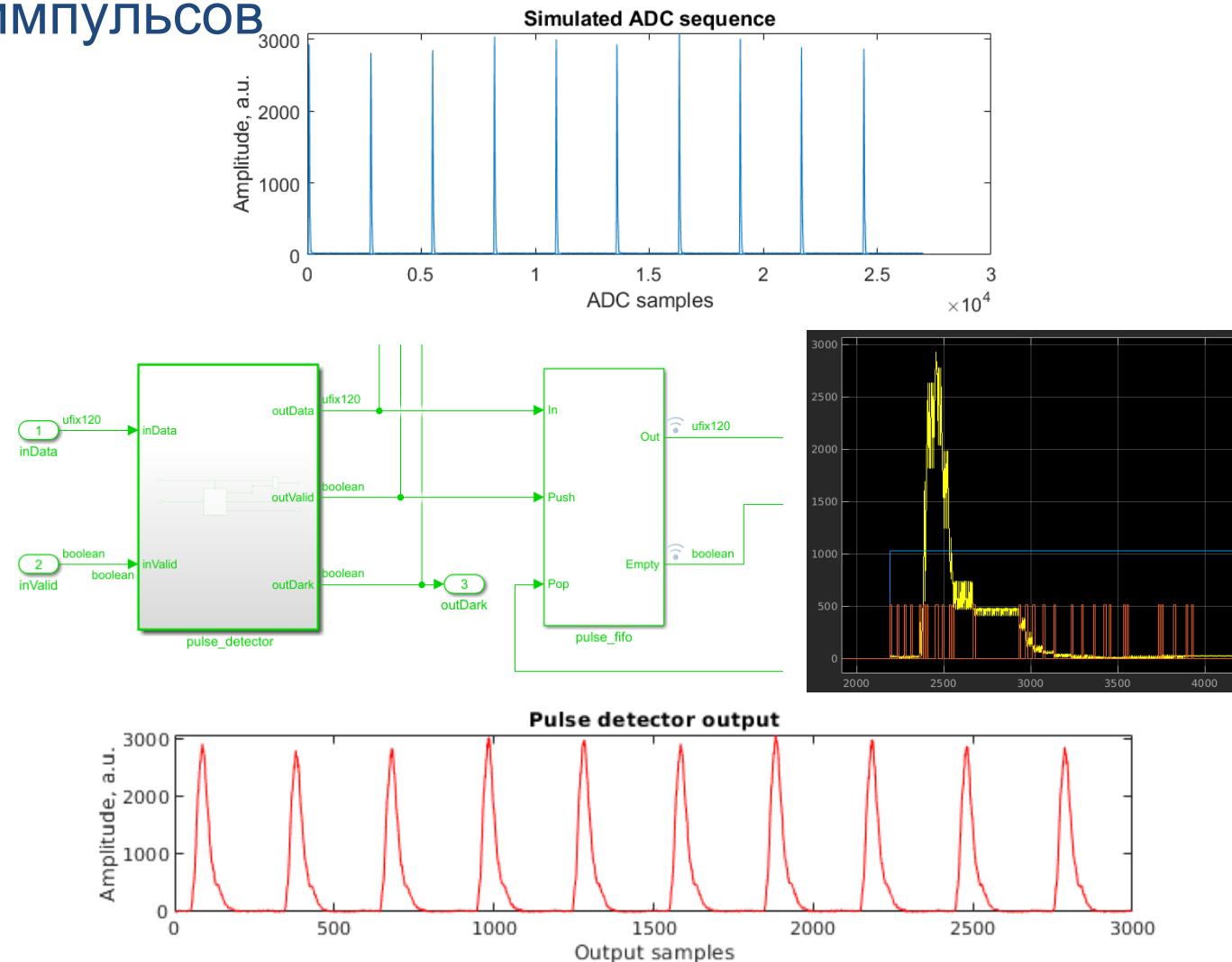
## Разработка модуля обработки импульсов

MATLAB: Генерация  
рандомизированной тестовой  
последовательности

Simulink: разработка и  
моделирование

HDL Coder: Генерация кода и  
эмуляция на реальном железе

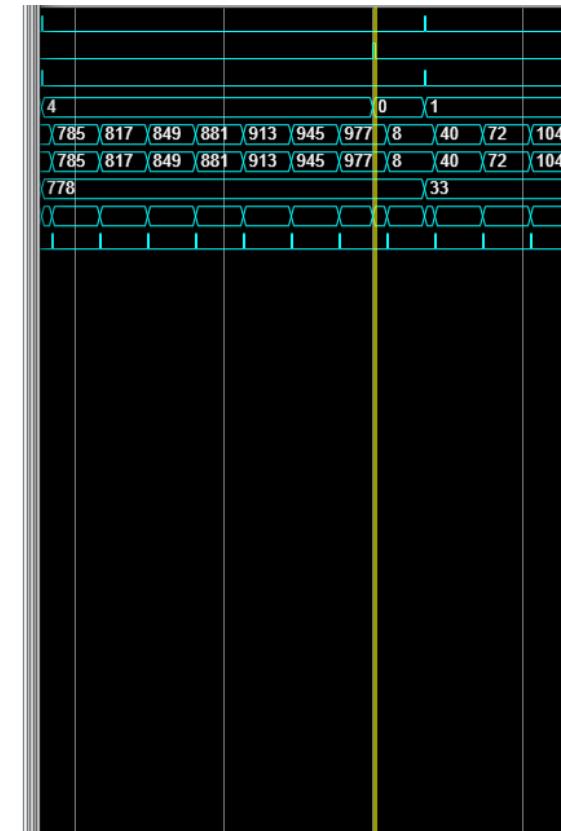
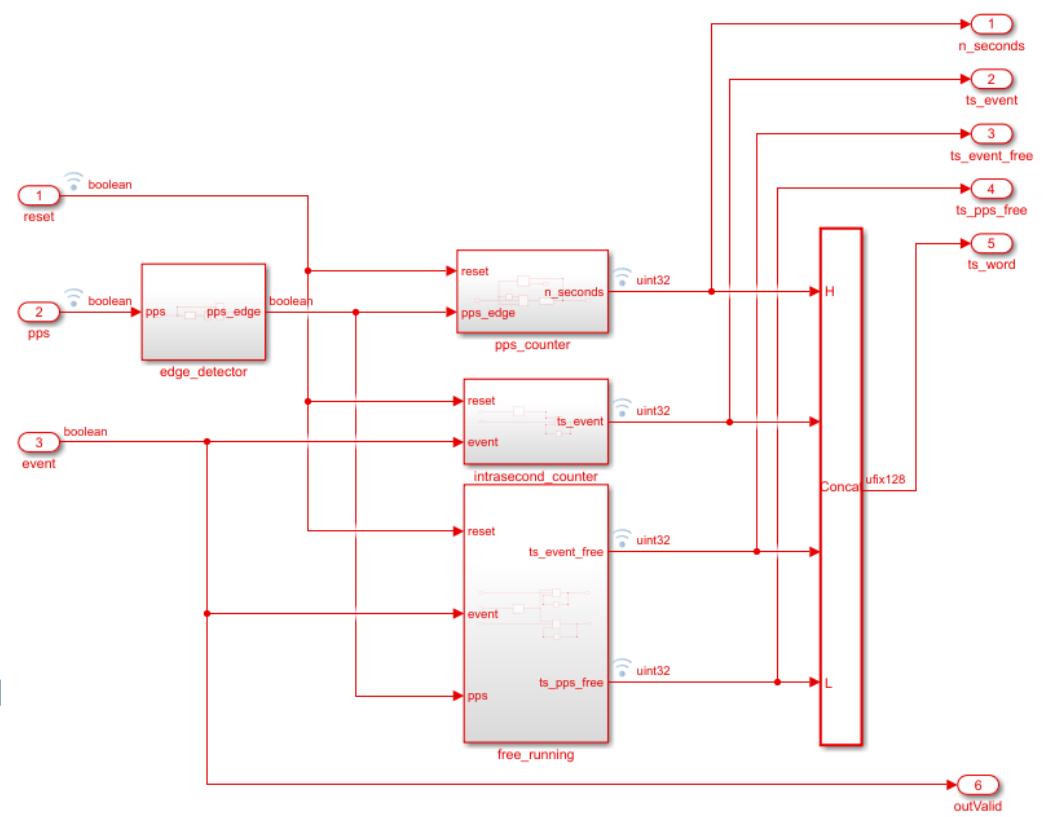
Валидация результатов



# **Многоканальная система анализа наносекундных импульсов**

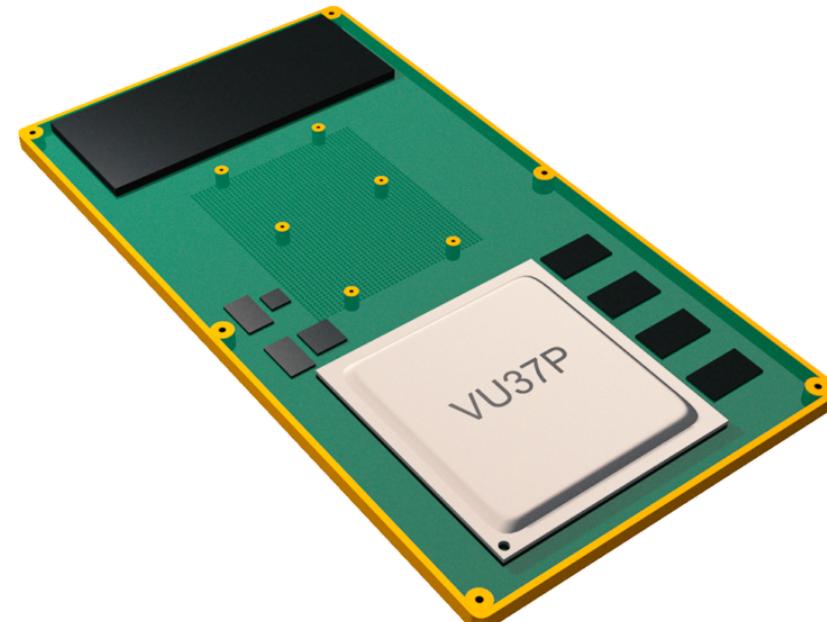
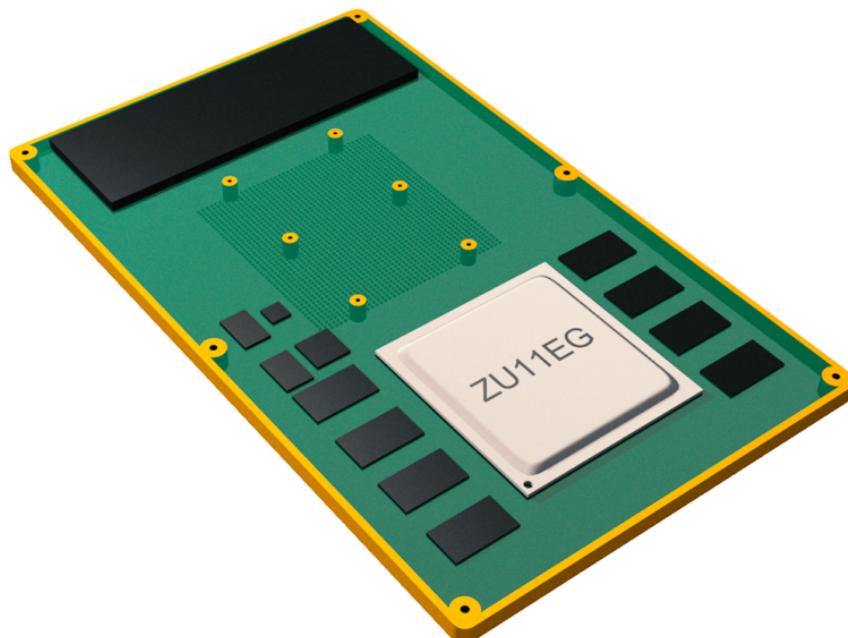
## **Модуль временных меток (межплатной синхронизации)**

- Синхронизация плат
  - Регистрация событий
  - Рабочая частота: 156MHz
  - Входы:
    - Сброс
    - GPS синхросигнал: 1PPS
    - Событие
  - Выход:
    - AXI-Stream с временными отметками



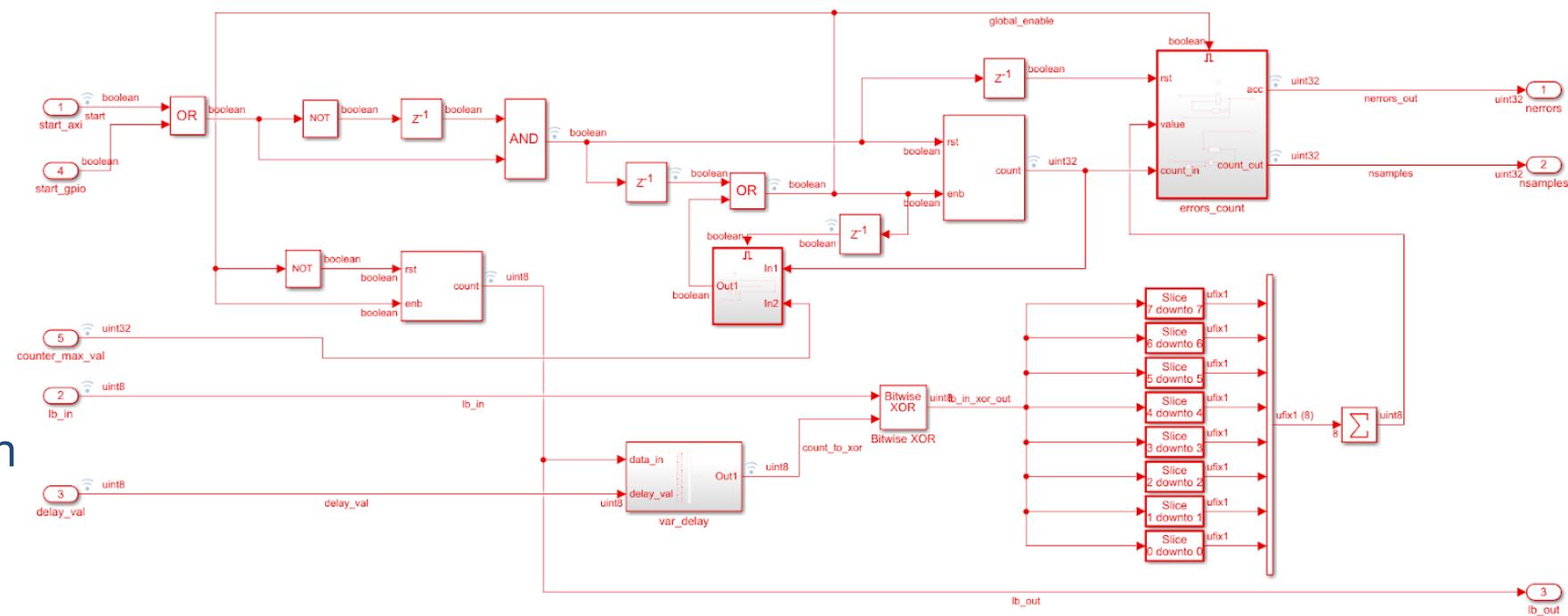
# Проект: Разработка систем на модуле (FPGA/SoC SoM)

- Платформа: Zynq UltraScale +, Virtex UltraScale+
- Проблема
  - Тестирование и измерение характеристик линий LVDS



# Проект: Разработка систем на модуле (FPGA/SoC SoM)

- Задача
  - Генерация псевдослучайной последовательности
  - Измерение BER
  - Гибкая настройка
- Инструментарий
  - Simulink
  - HDL coder
  - Vivado IP generation



# Основные преимущества

- Сокращение времени разработки
- Привлечение большего количества специалистов на проекты
- Когерентная среда разработки и верификации



PROMWAD ELECTRONICS DESIGN

# Следующие шаги

- Автогенерация кода управления для бытовой техники
- Создание моделей для safety-critical приложений

