



e^x ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

Разработка физического уровня 5G базовой станции

RadioGigabit

Олег Сойкин
Технический маркетолог
ООО «Радио Гигабит»



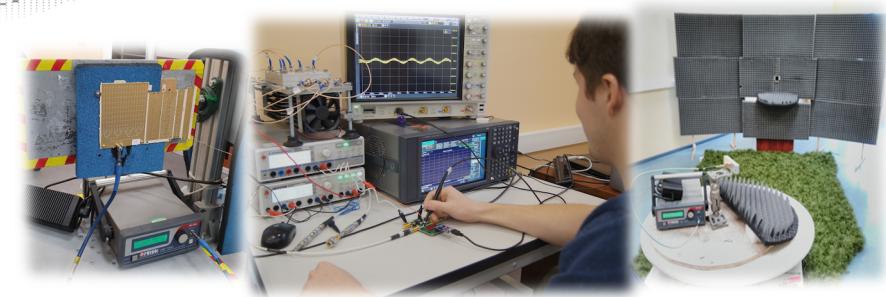
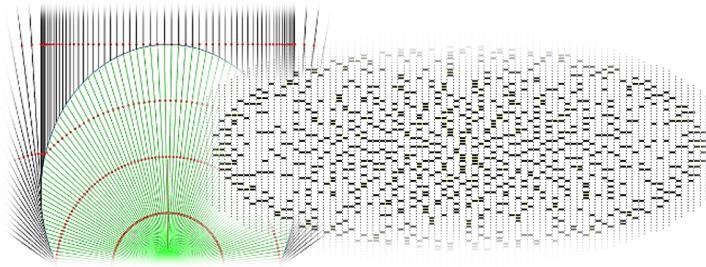
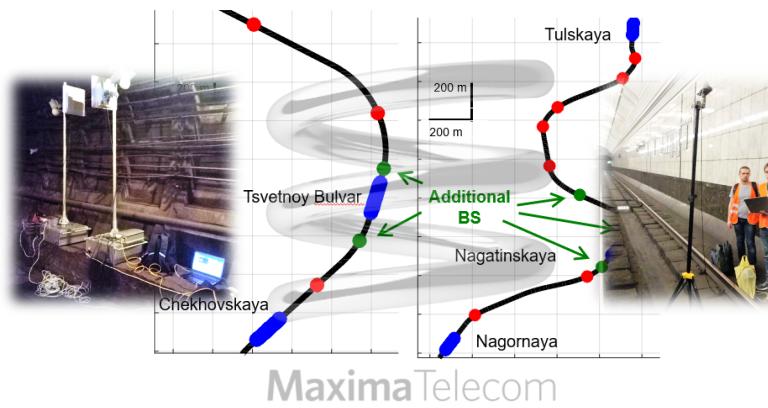
ООО «Радио Гигабит»

- Один из лидеров в разработке современных высокоскоростных систем связи:
 - Радиорелейные станции миллиметрового диапазона (60/70/80 ГГц);
 - Приложения “точка-точка/многоточка” (5/11/28 ГГц);
 - Системы связи на транспорте (5 ГГц);
 - Системы радиопланирования/эмulação канала и др.
- Экспертиза мирового уровня в области беспроводных технологий и полный набор компетенций для разработки 5G систем:
 - Системный дизайн (архитектура, алгоритмы, моделирование);
 - Дизайн цифровых модемов (ПЛИС-реализация);
 - Разработка программного и аппаратного обеспечения;
 - Разработка антенн, СВЧ компонент и РЧ модулей вплоть до 100 ГГц.

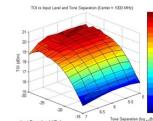




Опыт использования инструментов Matlab

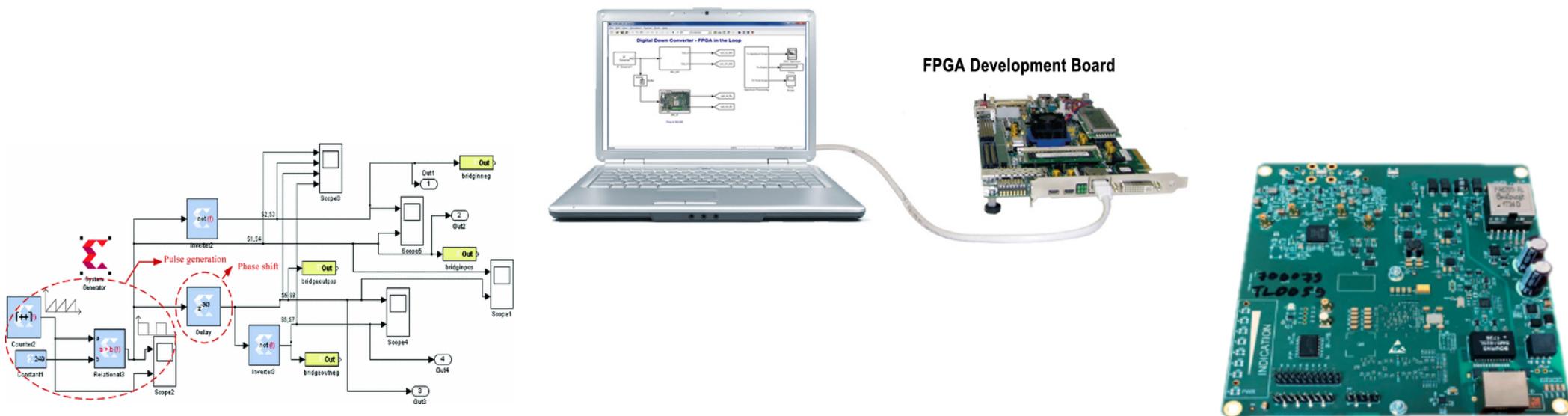


- Универсальные инструменты разработки
 - Радиопланирование
 - Синтез/расчет антенн
 - Управление комплексами тестирования

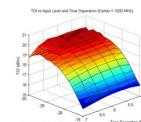




Опыт использования среды Matlab/Simulink



- Автоматическая генерация RTL-кода;
- Адаптация под конкретную ПЛИС;
- Программно-аппаратное моделирование.



Используемые подходы к разработке ПЛИС



- Низкоуровневый подход Verilog/VHDL RTL:
 - Традиционный подход с широким спектром применений;
 - Однако, высокая сложность и трудоемкость разработки/верификации;
 - Необходимость использования нескольких инструментов разработки.
- Высокоуровневые подходы Simulink:
 - Единая среда проектирования;
 - Высокая скорость разработки и верификации;
 - Готовые встроенные модули/соответствие базовым элементам ПЛИС;
 - Автоматизированный перевод моделей в арифметику с фиксированной точкой.

Пример разработки радиорелейной системы связи диапазона 5 ГГц

- Высокоскоростная система связи “точка-точка” для широкополосного доступа диапазона 4.9–6 ГГц, разработанная для российской компании Инфинет:
 - Дуплекс 2×2 MIMO с временным разделением и компенсацией кросс-поляризации;
 - Оптимизированная база компонент системы;
 - Встроенная двухполяризационная антенна 18/23 дБи.

Система связи “Vector-5” компании Инфинет

Пропускная способность	До 460 Мбит/с, агрегированная
Спектральная эффективность	11.5 бит/с/Гц
Пакетная производительность	900 000 пакетов/с
Модуляция	SC-FDE
Модуляционно-кодовые схемы	14 схем: от QPSK до QAM256
Полоса сигнала	3.5...40 МГц
Максимальная дальность	До 40 км



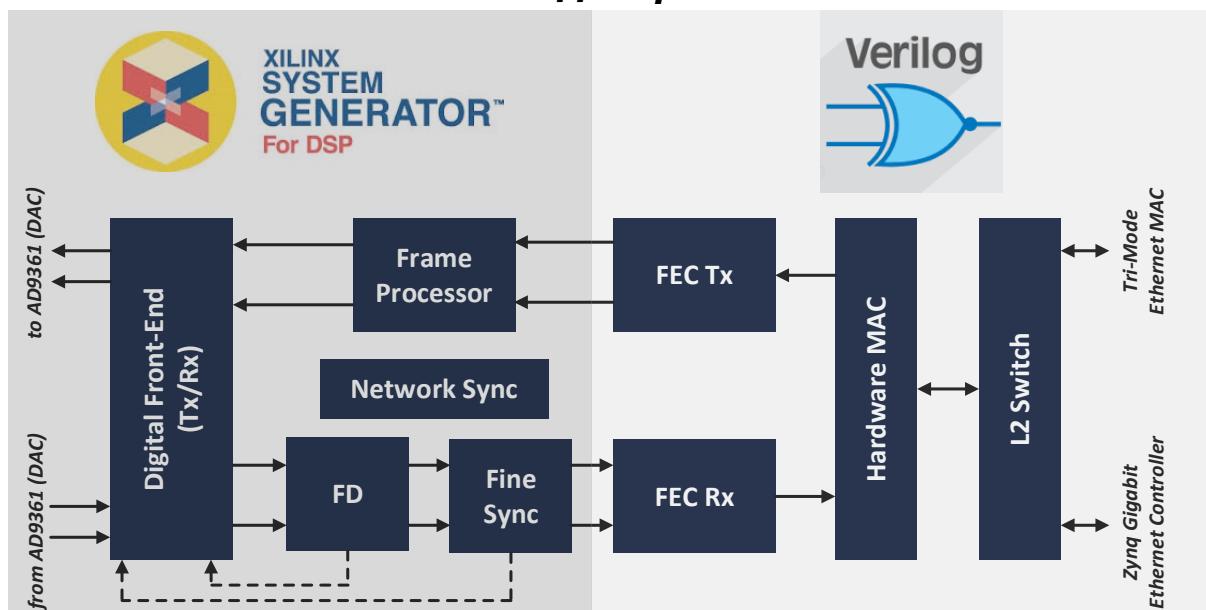
Продажи по всему миру: 1000+ образцов
5000+ в производстве



Пример разработки радиорелейной системы связи диапазона 5 ГГц: Модем

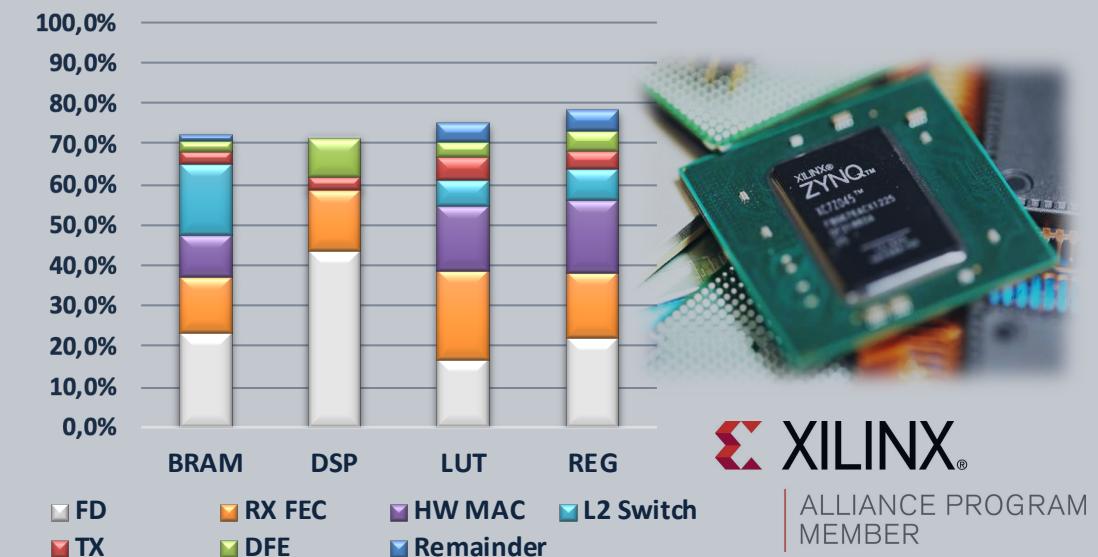
- Платформа: низкостоимостная ПЛИС Xilinx Zynq 7-020:
 - Высокий уровень интеграции и утилизации ресурсов;
 - Эффективная реализация: **признана Xilinx**;
 - Проприетарные протоколы физического и канального уровней.

Блок-диаграмма



Утилизация ресурсов ПЛИС

Поддержка
256-QAM





Проект по разработке физического уровня базовой станции 5G New Radio (NR)

Лидирующий исследовательский центр (ЛИЦ)
«Сеть радиодоступа 5G с открытой архитектурой»

Центральный модуль
(CU)



Распределенный
модуль
(DU)



SW:
High-PHY/L2

Выносной Радио
Модуль
(RRH)



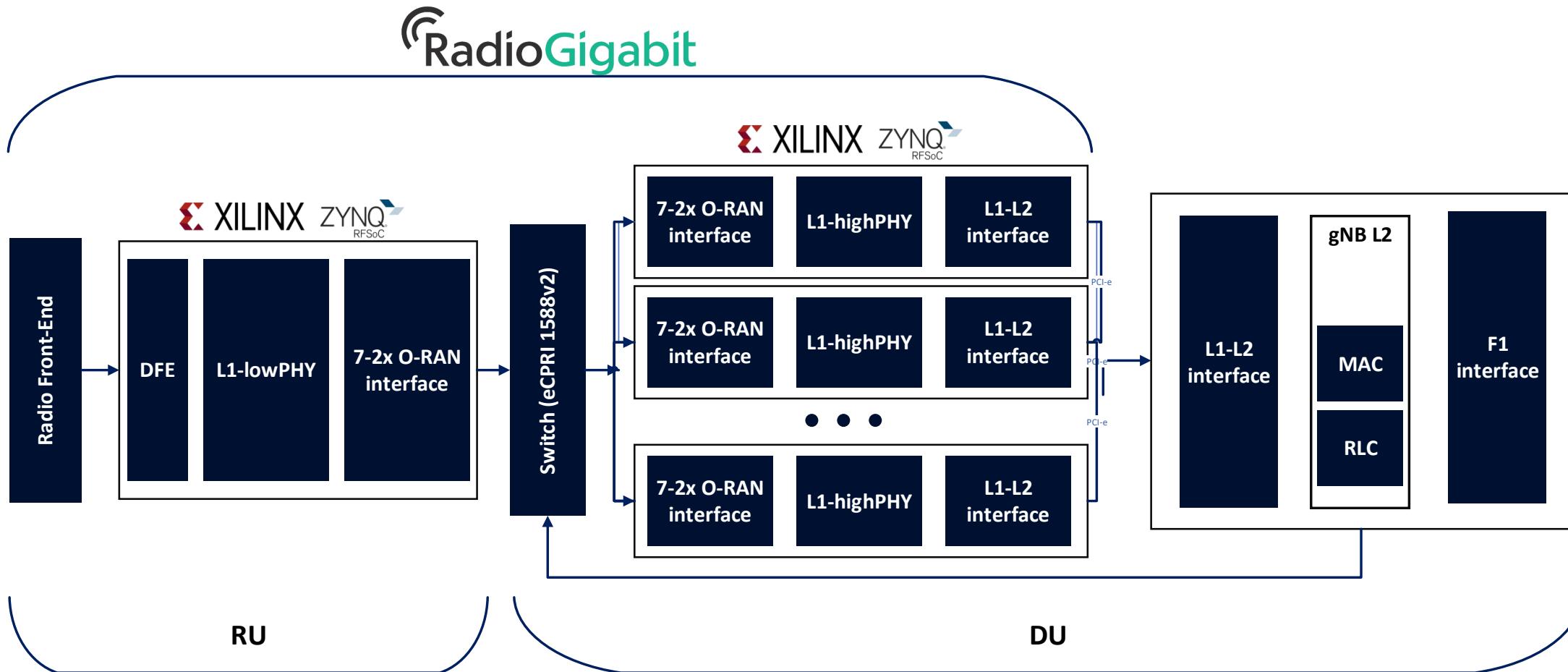
SW:
Low-PHY

HW

Skoltech + 



Архитектура системы OpenRAN RU/DU



Элементная база для реализации физического уровня

Потенциально подходящие платформы для реализации проекта

Xilinx MPSoC



- Многопроцессорная система-на-кристалле;
- Обработка данных на мощном процессоре;
- Высокий уровень производительности, гибкости и масштабируемости;
- Возможность интеграции периферии и ускорителей для конкретного приложения.

Xilinx RFSoC



- Программируемая логика (FPGA);
- Процессоры для обработки сигналов и пользовательских приложений (ARMx6);
- До восьми 12-разрядных АЦП с частотой дискретизации до 4 ГГц;
- До восьми 14-разрядных ЦАП с верхней частотой до 6.4 ГГц.

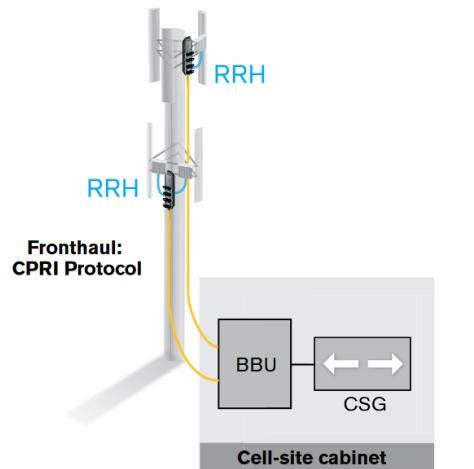


Сложности проекта

Сложность/гибкость стандарта



Поддержка протокола eCPRI



Тестирование/отладка всей системы связи



Блок РЧ усилителей:
~1 кВт вых. мощности
~600 Вт рассеиваемой мощности



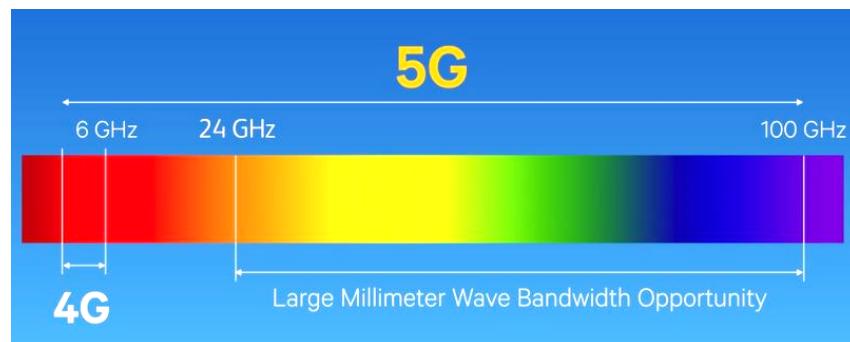
Дизайн аналого-цифровой части



План работы над проектом и варианты развития

- План работы:
 - Макет – Q1 2021;
 - Прототип – Q4 2021;
 - Экспериментальный образец – Q3 2022.
- Направления развития:

Поддержка различных частотных диапазонов: sub-6, mm-wave



*Внедрение технологии Massive MIMO:
применение цифровых антенных решеток*

