

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Кафедра телекоммуникационных систем и вычислительных средств  
(ТС и ВС)

Отчет по производственной практике  
по дисциплине  
*SDR*

по теме:  
Архитектура Adalm Pluto SDR. GNU Radio. Построение радио-приёмника

Студент:  
*Группа ИА-331*

*К.А Любимов*

Предподаватели:  
*Лектор*  
*Практик*  
*Практик*

*Калачиков А.А*  
*Ахнашев А.В*  
*Попович И.А*

Новосибирск 2025 г.

# 1 ПРАКТИКА

## АРХИТЕКТУРА SDR СИСТЕМЫ

### УСТАНОВКА ПО, НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА

I [Ссылка на GitHub](#)

#### Цель практики:

Узнать, что такое SDR, изучить принципы его работы и внутреннюю архитектуру на базовом уровне. Познакомиться с инструментом GNU Radio и создать с его помощью программу для SDR, позволяющую принимать радио.

#### Краткие теоретические сведения

Что такое SDR?

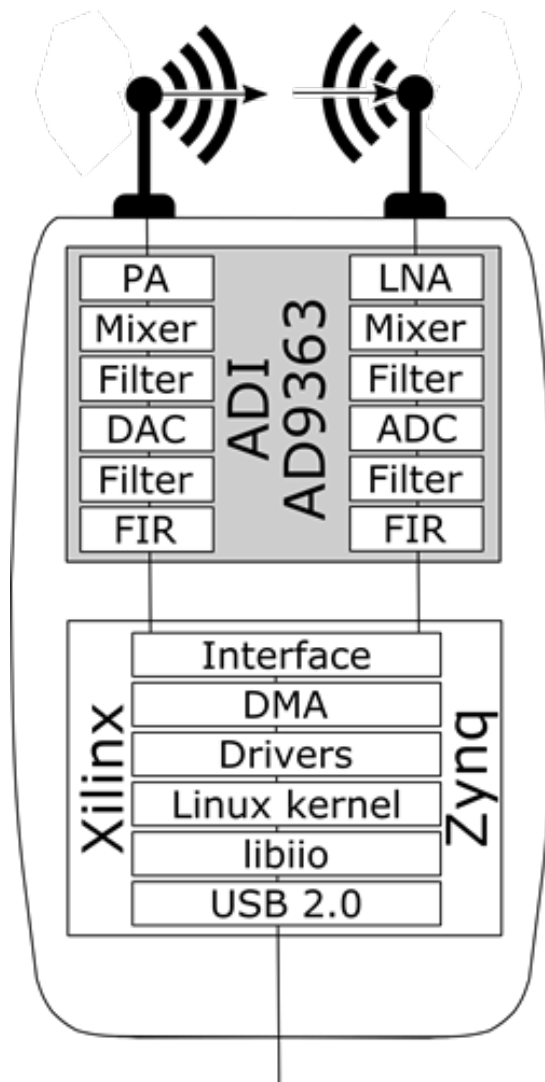


Рис. 1 — ADALM Pluto

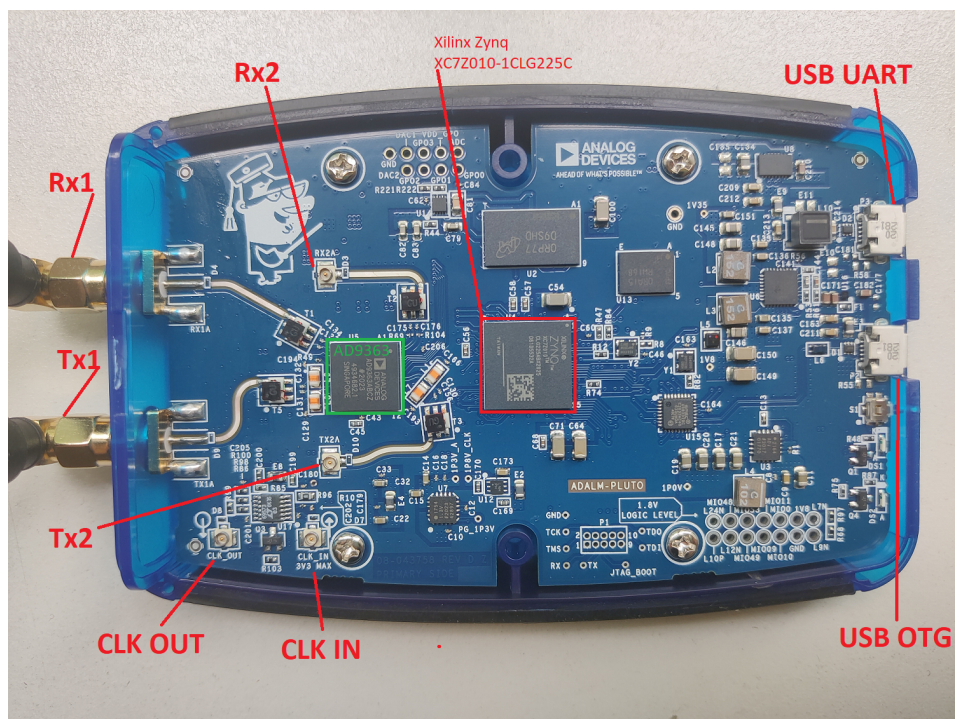


Рис. 2 — ADALM Pluto

Обучающая платформа PlutoSDR может взаимодействовать с:

1. Matlab, Simulink
2. GNU Radio
3. C, C++ при помощи дополнительных библиотек
4. C#
5. Среда языка Python

В начале данного курса мы наладим взаимодействие PlutoSDR с языком Python. Далее напишем программы под другие платформы, сравним разницу по времени обработки сигналов, простоте написания кода и редактирования.

### Чип AD9363

Программируемый РЧ передатчик, возможности которого позволяют использовать его для построения микро- (фемто-) сот мобильной связи 3G, 4G и 5G (в некоторых конфигурациях).

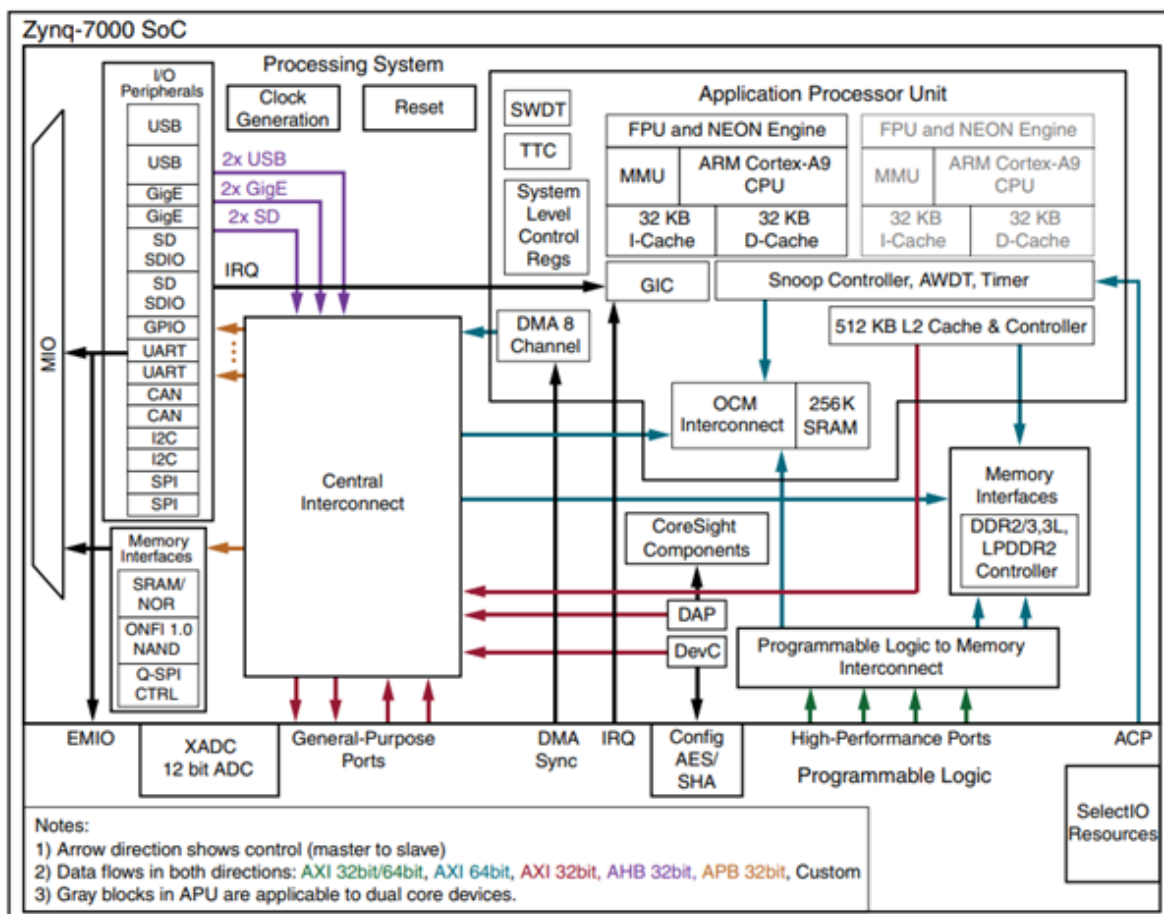


Рис. 3 — ПЛИС Xilinx Zynq

## Основные характеристики

- **12-битный** ЦАП/АЦП (Цифро-аналоговый/Аналого-цифровой Преобразователь)
- Поддерживаемые несущие частоты от 90 [МГц] до **3.8** [ГГц]
- Поддерживает временной и частотный дуплексы (**TDD, FDD**)
- Ширина полосы частот: **20** [МГц]
- Шумы в приемнике: **3** [dB]
- EVM (Error Vector Magnitude): **-34** [dB]
- Tx noise: **< -157** [dBm/Hz]
- **2 Rx, 2 Tx**

## Структурная схема Zynq

Каждый Zynq состоит из одного или двух ядер ARM Cortex-A9 (ARM v7), кэш L1 у каждого ядра свой, кэш L2 общий. Поддерживаемая оперативная память имеет стандарты DDR3, DDR3L, DDR2, LPDDR-2. Максимальный объем оперативной памяти равен 1 Гбайт (2 микросхемы по 4 Гбит). Максимальная тактовая частота оперативной памяти 525 МГц. Операционные системы: Standalone (bare-metal) и Petalinux. Процессорный модуль общается с внешним миром и программируемой логикой с помощью портов, объединенных в группы:

- MIO (multiplexed I/O)
- EMIO (extended multiplexed I/O)

- GP (General-Purpose Ports)
- HP (High-Performance Ports)
- ACP (Accelerator coherency port)

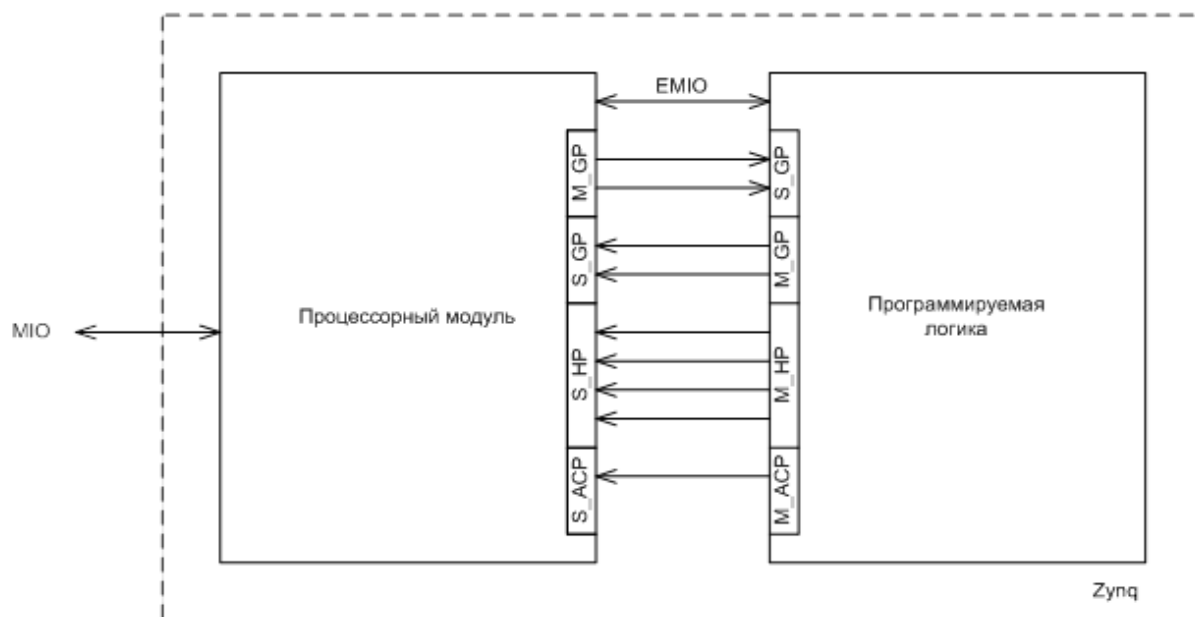


Рис. 4 — Структурная схема Zynq

## Схема интерфейсов Zynq

*\*Буквы S и M у порта обозначают соответственно Slave и Master.*

Так как, в одном корпусе Zynq реализованы и процессорный модуль и программируемая логика, есть выводы, которые относятся к процессорному модулю и выводы, которые относятся к программируемой логике.

## Порты

Порты MIO представляют собой многофункциональные порты ввода-вывода, непосредственно подключенные к выводам процессорной системы (Processing System, PS). Ключевые характеристики:

- **Количество:** 54 порта (в большинстве конфигураций)
- **Назначение:** подключение периферийных устройств PS к внешним выводам кристалла
- **Особенности:** мультиплексирование функций на одних и тех же физических выводах

## MIO

Порты MIO подключены к выводам процессора. С помощью MIO могут быть подключены следующие периферийные устройства процессорного модуля:

- USB-контроллер – 2 шт
- Gigabit Ethernet контроллер – 2 шт
- SD/SDIO контроллер – 2 шт

- UART – 2 шт
- CAN – 2 шт
- I2C – 2 шт
- SPI – 2 шт
- GPIO. Все выводы можно использовать как выводы общего назначения

Так же, к MIO могут быть подключены следующие устройства памяти процессорного модуля:

- QSPI контроллер
- ONFI контроллер
- SRAM/NOR контроллер

Количество MIO портов равно 54 (за исключением некоторых микросхем в корпусе CLG225, там еще меньше). Поэтому все сразу включить не удастся. Для решения этой проблемы существует группа портов EMIO.

## **Выполнение**

## **Вывод**

Было изучено создание сигналов и работа с библиотеками Python для SDR.