

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
*(направление подготовки/специальность)*  
Программное обеспечение мобильных систем  
*(профиль/специализация)*  
Очная  
*(форма обучения)*

**ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**  
*(вид практики)*

Тип практики Технологическая (проектно-технологическая) практика  
на предприятии ООО «Бюро 1440»

*(наименование профильной организации/структурного подразделения СибГУТИ)*

**ТЕМА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

Coming soon

Выполнил:

студент института информатики и вычислительной техники Любимов Кирилл Алексеевич  
группа ИА-331

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_г. *(подпись)* *(ФИО)*

Проверил<sup>1</sup>  
Руководитель практики от профильной  
организации \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_г. *(подпись)* *(ФИО)*

Проверил:  
Руководитель практики от СибГУТИ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_г. *(подпись)* *(ФИО)*

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_г.  
отметка <sup>2</sup> \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_г.

Новосибирск 2025

<sup>1</sup> В случае прохождения практики в профильной организации

<sup>2</sup> Заполняется во время промежуточной аттестации

**План-график проведения  
Производственной практики**  
*вид практики*  
**Любимов Кирилл Алексеевич**  
*Фамилия Имя Отчество студента*

института ИВТ, курса 3, гр. ИА-331

Направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

*Код – Наименование направления (специальности)*

Направленность (профиль)/ специализация: Программное обеспечение мобильных систем

Место прохождения практики: г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, д. 51, ауд. 469

Объем практики: 360/10 часов/ЗЕ

Тип практики: Технологическая (проектно-технологическая) практика

Срок практики: с 16.09.2025 по 26.05.2026 (раз в неделю)

Содержание практики<sup>3</sup>:

Тема индивидуального задания практики Coming soon

Наименование видов деятельности	Дата (начало – окончание)
Архитектура Adalm Pluto SDR. GNU Radio. Построение радио-приёмника	16 сентября, 2025
Знакомство с библиотеками Soapy SDR, Libiio для работы с Adalm Pluto SDR. Инициализация SDR-устройства. Работа с буфером: получение цифровых IQ-отсчетов	23 сентября, 2025
Работа с библиотеками Soapy SDR, Libiio. Формирование и передача с SDR сигналов произвольной формы	30 сентября, 2025
Примеры формирования I/Q-сэмплов произвольной формы. Работа с буфером приема SDR	7 октября, 2025
Имитация аналоговой передачи звука и его прием с использованием SDR. Анализ влияния чувствительности приемника и усиления передатчика на качество принятых отсчетов сигнала (сэмплов)	14 октября, 2025 21 октября, 2025
Реализация приема и передачи BPSK-сигналов	28 октября, 2025
Дискретная свертка. Реализация приема и передачи BPSK-символов	11 ноября, 2025
Прием и фильтрация сигнала. Прямоугольный и приподнятый косинус	18 ноября, 2025
Программная реализация детектора временной ошибки (синхронизация приемника и передатчика) на SDR	25 ноября, 2025
Программная реализация детектора временной ошибки (синхронизация приемника и передатчика) на SDR. Написание функций петли (контура) синхронизации	2 декабря, 2025
	, 2025
	, 2025
	, 2025
	, 2025

<sup>3</sup> В случае прохождения практики в профильной организации

В соответствии с рабочей программой практики  
Руководитель практики от профильной  
организации\*  
«\_\_ » \_\_\_\_ 202\_ г.

\_\_\_\_\_ / Андреев А. В. /  
(подпись) (ФИО)

Руководитель практики от СибГУТИ  
«\_\_ » \_\_\_\_ 202\_ г.

\_\_\_\_\_ / Брагин К. И. /  
(подпись) (ФИО)

### Отзыв о работе студента

(ФИО студента)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Уровень освоения компетенций

Компетенции	Уровень сформированности компетенций
ПК-1 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	

**ПК-3** Способен осуществлять эксплуатацию и развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы

Уровень компетенций: высокий, средний, низкий, не сформирована

Руководитель практики от СибГУТИ:

Старший преподаватель

Кафедры ТС и ВС

*должность руководителя практики* подпись

Брагин К.И.

*ФИО руководителя практики*

« \_\_ » июля 202\_\_ г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1 ПРАКТИКА: АРХИТЕКТУРА SDR СИСТЕМЫ .....	3
---	---

# 1 ПРАКТИКА

## АРХИТЕКТУРА SDR СИСТЕМЫ

### УСТАНОВКА ПО, НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА

| [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?

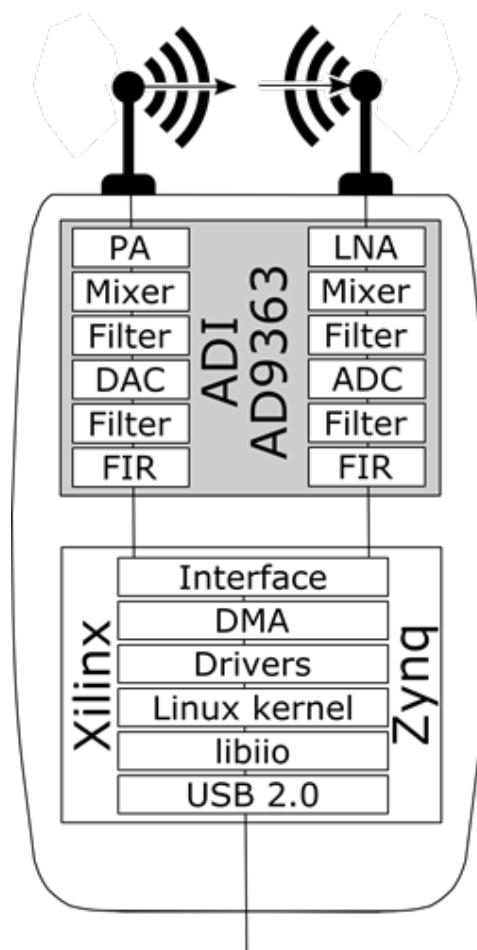


Рис. 1 — ADALM Pluto

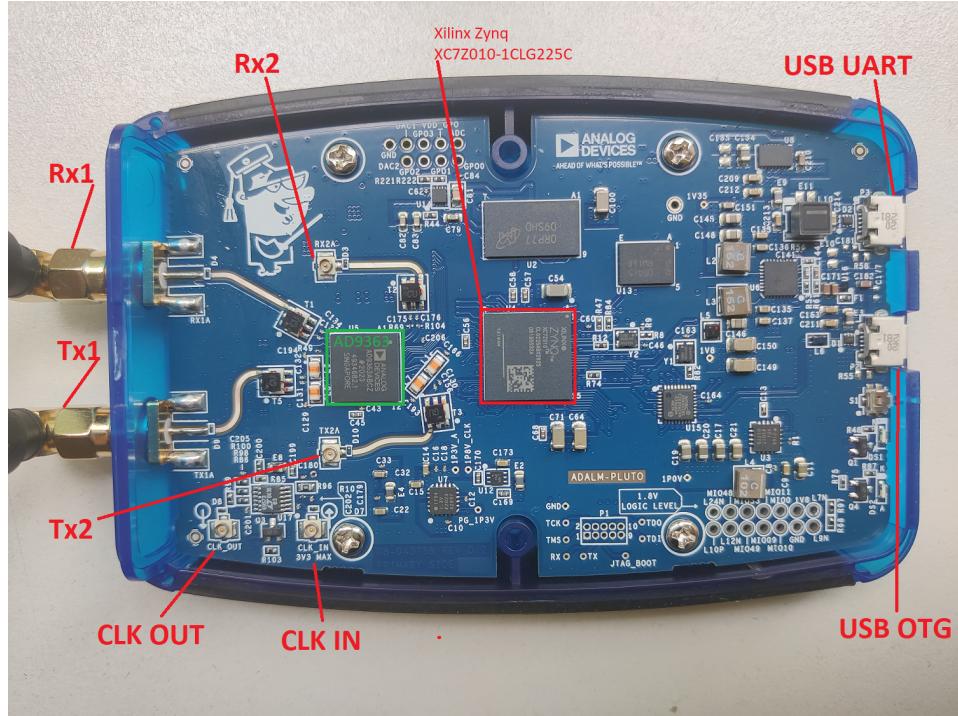


Рис. 2 — ADALM Pluto

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

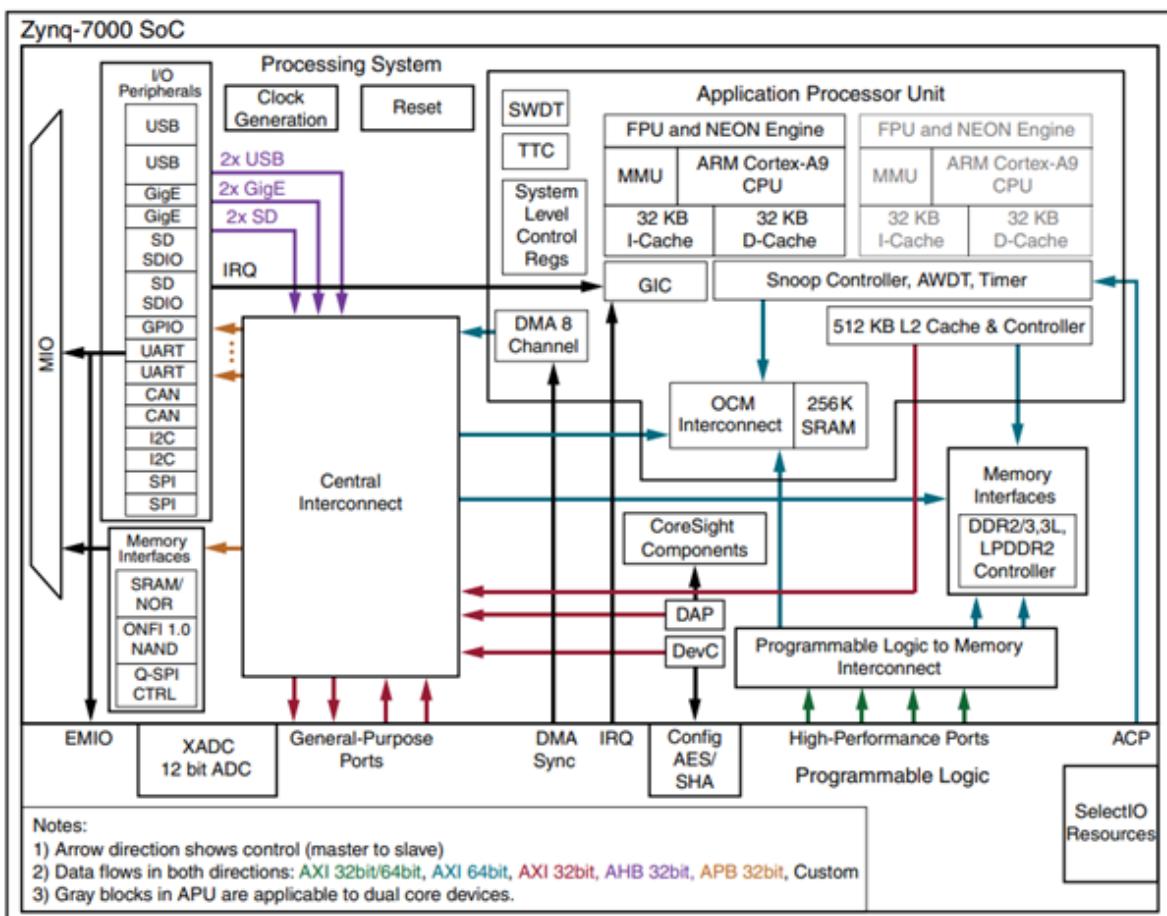


Рис. 3 — ПЛИС Xilinx Zynq

## 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 дуплекс (**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)

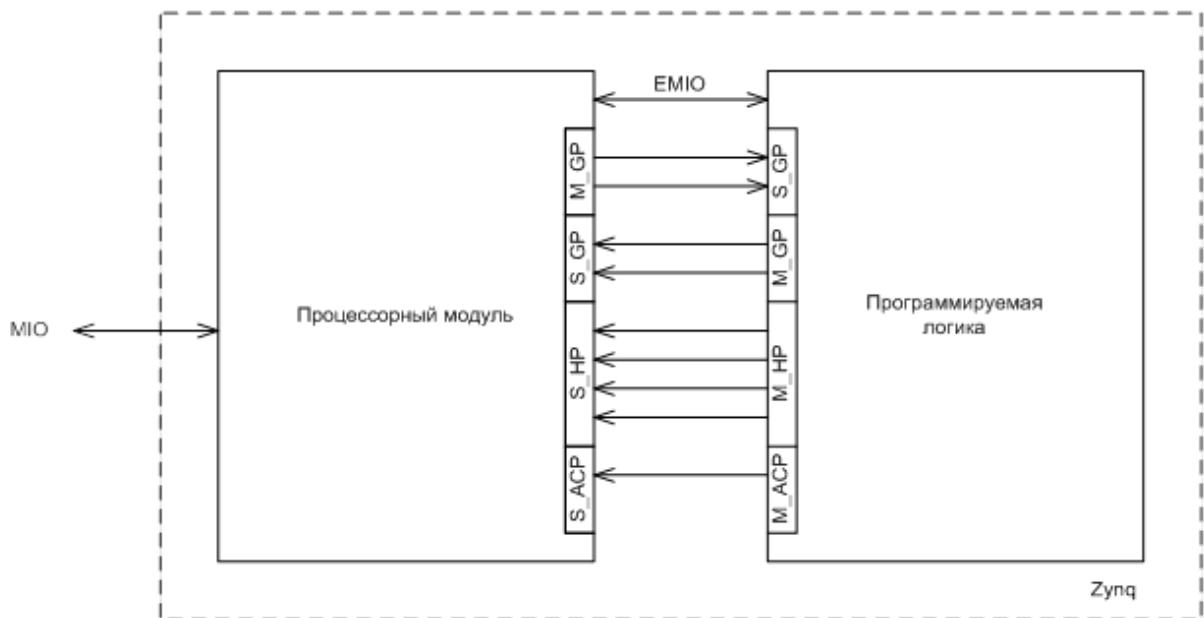


Рис. 4 — Структурная схема Zynq

### 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 МИО 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.