

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Системы на кристалле
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Телекоммуникаций и основ радиотехники**

Учебный план 11.03.01_24_00.plx
11.03.01 Радиотехника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	67	67	67	67
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Витязев Сергей Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Системы на кристалле

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от 03.04.2024 г. № 4

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Витязев Владимир Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Телекоммуникаций и основ радиотехники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний основ построения архитектур современных процессоров обработки сигналов, реализуемых в виде систем на кристалле, а также навыков разработки программного обеспечения для таких систем. Эта цель достигается изучением архитектуры и средств программирования системы на кристалле Keystone II 66AK2H.
1.2	Основные задачи освоения учебной дисциплины:
1.3	-получить представление о современных процессорах обработки сигналов, их разновидностях, сферах применения;
1.4	-изучить архитектуру и принципы разработки программного обеспечения ядер цифровой обработки сигналов;
1.5	-получить навыки разработки программного обеспечения управляющих ARM-ядер;
1.6	-изучить принципы функционирования и синхронизации многоядерных систем с параллельным выполнением нескольких потоков обработки данных в реальном масштабе времени;
1.7	-получить навыки применения современных языков параллельного программирования включая OpenMP и OpenCL.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Системы автоматизированного проектирования в микроэлектронике
2.1.2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.3	Датчики на основе микро -и нанотехнологий
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Введение в современные нанотехнологии
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Радиофотонные приемопередающие системы
2.2.5	Физика микроэлектронных структур
2.2.6	Комплексирование приемопередающих систем
2.2.7	Нанотехнологии в радиотехнических системах

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен моделировать, анализировать и верифицировать результаты моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков радиофотонных устройств	
ПК-1.1. Проводит моделирование аналоговых блоков радиофотонных устройств и сложнофункционального блока средствами автоматизированного проектирования, в том числе статистическими методами	
Знать методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем Уметь умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем Владеть навыками компьютерного моделирования	
ПК-1.2. Проверяет соответствие результатов моделирования требованиям характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств	
Знать методы проверки соответствия результатов моделирования требованиям характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств Уметь анализировать результаты проверки моделирования Владеть навыками построения испытательных стендов	
ПК-4: Способен разрабатывать первичный и уточненный вариант схемотехнического описания аналоговых блоков радиофотонных устройств с проведением оценочного расчета их параметров	
ПК-4.1. Определяет численные значения технических характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств	

Знать способы оценки численных значений технических характеристик аналоговых блоков радиопотонных устройств Уметь вести оценку характеристик аналоговых блоков Владеть навыками анализа технических характеристик блоков радиопотонных устройств
ПК-4.2. Разрабатывает схемотехнические решения аналоговых блоков радиопотонных устройств, в том числе с использованием технологической платформы
Знать способы разработки схемотехнических решений аналоговых блоков радиопотонных устройств Уметь вести разработку схемотехнических решений аналоговых блоков Владеть навыками использования технологических платформ разработки схемотехнических решений аналоговых блоков радиопотонных устройств
ПК-4.3. Интегрирует схемотехнические решения аналоговых блоков радиопотонных устройств в состав сложнофункционального блока
Знать принципы интеграции аналоговых блоков радиопотонных устройств в состав сложнофункционального блока Уметь объединять схемотехнические решения в состав сложнофункционального блока Владеть навыками интегральной разработки схемотехнических решений радиопотонных устройств

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Типовые архитектуры современных систем на кристалле, применяемых для цифровой обработки сигналов в авиационных бортовых вычислительных комплексах; принципы параллельной обработки сигналов; ограничения на ускорение обработки в многоядерных системах в соответствии с законом Амдала; программные инструментари для разработки параллельных кодов; принципы отладки и оптимизации параллельных программных кодов.
3.2	Уметь:
3.2.1	Проводить оптимизацию программного обеспечения обработки сигналов на одном ядре многоядерного сигнального процессора с оценкой эффективности работы в реальном масштабе времени; оценивать потенциальную эффективность многоядерной реализации при известной математической модели алгоритма обработки сигналов; вести разработку параллельных программных кодов с помощью современных инструментов, включая OpenMP и IPC.
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками разработки программного обеспечения для многоядерных сигнальных процессоров с применением OpenMP и IPC в интегрированной среде разработчика Code Composer Studio с формулировкой математической постановки задачи, проведением моделирования, разработкой кодов для одного ядра, оптимизацией, распараллеливанием ПО, отладкой на модулях ЦОС и доведением до макета устройства.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Семестр 7					
1.1	Введение. Обзор технологии СнК /Тема/	7	0			

1.2	Введение. Обзор технологии СнК /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.3	Введение. Обзор технологии СнК /Ср/	7	8	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.4	Архитектура и программное обеспечение ядер DSP в составе СнК /Тема/	7	0			
1.5	Архитектура и программное обеспечение ядер DSP в составе СнК /Лек/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.6	Архитектура и программное обеспечение ядер DSP в составе СнК /Лаб/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы

1.7	Архитектура и программное обеспечение ядер DSP в составе СнК /Ср/	7	17	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.8	Управляющие ARM-ядра в составе СнК /Тема/	7	0			
1.9	Управляющие ARM-ядра в составе СнК /Лек/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.10	Управляющие ARM-ядра в составе СнК /Лаб/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.11	Управляющие ARM-ядра в составе СнК /Ср/	7	12	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.12	Основы функционирования и синхронизации многоядерных процессоров /Тема/	7	0			

1.13	Основы функционирования и синхронизации многоядерных процессоров /Лек/	7	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.14	Основы функционирования и синхронизации многоядерных процессоров /Ср/	7	15	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.15	Программирование на OpenMP и OpenCL /Тема/	7	0			
1.16	Программирование на OpenMP и OpenCL /Лек/	7	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.17	Программирование на OpenMP и OpenCL /Лаб/	7	8	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы

1.18	Программирование на OpenMP и OpenCL /Ср/	7	15	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.19	Зачет /Тема/	7	0			
1.20	Зачет /ИКР/	7	0,25	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы
1.21	Зачет /Зачёт/	7	8,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-3 ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2	Контрольные вопросы

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Системы на кристалле»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
---	---------------------	----------	----------------------	--------------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Калачев, А. В.	Многоядерные процессоры : учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2022, 351 с.	978-5-4497-1643-9, https://www.iprbookshop.ru/120479.html
Л1.2	Одинец, А. И., Семенов, К. В., Квачев, М. А., Куртаков, В. М.	Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие	Омск: Омский государственный технический университет, 2021, 80 с.	978-5-8149-3318-8, https://www.iprbookshop.ru/124895.html

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А.	Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : Учеб.пособие для вузов	СПб.:БХВ-Петербург, 2001, 454с.	5-94157-065-1, 1
Л2.2	Витязев В.В., Витязев С.В.	Цифровые процессоры обработки сигналов TMS320C67х компании TEXAS INSTRUMENTS : учеб. пособие	Рязань, 2008, 139с.	, 1
Л2.3	Сперанский В.С.	Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники : учеб. пособие для вузов	М.: Горячая линия-Телеком, 2008, 168с.	978-5-9912-0035-6, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Витязев С.В.	Цифровые процессоры обработки сигналов : курс лекций	М.: Горячая линия - Телеком, 2017, 100с.	978-5-9912-0648-8, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) РГРТУ
Э2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
Э3	Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Лань"(вход с сайта РГРТУ).

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Операционная система Windows 7	Лицензионное ПО
Adobe Reader	Свободное ПО
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
MATLAB	Коммерческая лицензия

Simulink	Коммерческая лицензия
Communications Blockset (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Communications System Toolbox	Коммерческая лицензия
DSP System Toolbox	Коммерческая лицензия
Filter Design Toolbox (Transitioned)	Коммерческая лицензия
Fixed-Point Designer	Коммерческая лицензия
Signal Processing Toolbox	Коммерческая лицензия
Code Composer Studio	Коммерческая лицензия
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	423 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (80 мест), 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, доска
2	422 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных работ, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (30 посадочных мест), стенды для проведения лабораторных работ, магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедиа проектор (Epson), 1 экран. ПК: Intel Core i5 8400/8Gb – 1 шт. ПК: Core i5 3470/4Gb – 10 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Системы на кристалле»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Витязев Владимир
Викторович, Заведующий кафедрой ТОР

30.08.24 13:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Паршин Юрий
Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ

02.09.24 18:19 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП

Подписано

03.09.24 09:08 (MSK)

Простая подпись