

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 23.06.2025 12:25:24
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

2024 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессорные микроархитектуры и системы на кристалле»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Вычислительные системы и электронная компонентная база»

Москва 2024 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Компетенция **ПК-1** Способен разрабатывать RTL описания сложно функциональных блоков СнК, модернизировать существующие и создавать новые архитектурные решения для микропроцессорной техники и систем на кристалле, сформулирована на основе профессионального стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле»

Обобщенная трудовая функция А (7) Разработка функционального описания и технического задания на систему на кристалле (СнК)

Трудовая функция А/05.7 Разработка архитектуры всей СнК на основе сложнофункциональных блоков

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ПМиСнК Способен разрабатывать RTL описания и микроархитектуру процессорных ядер и систем на кристалле	Проектирование интегральных схем и систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания; обеспечение качества и соответствия моделей всех уровней абстракции СнК заявленным спецификациям и характеристикам, подтверждение заявленных функциональных и электрических параметров изготовленных ИС	Знания: видов современных архитектур вычислительных систем, методов проектирования и моделирования систем на кристалле основе программируемых логических интегральных схем с использованием систем автоматизированного проектирования. Умения: применять знания о современных микропроцессорных архитектурах при проектировании систем на кристалле, а также создавать аппаратные вычислительные структуры с применением языка описания аппаратуры SystemVerilog. Опыт в разработке систем на кристалле.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в областях: цифровой схемотехники, HDL-языков (SystemVerilog), цифровой арифметики, симуляторов цифровых схем, программирования

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	3	108	16	16	-	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Процессорные микроархитектуры и системы на кристалле	16	16	-	76	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Разработка полупроводниковых чипов. Введение в маршрут проектирования от спецификации до топологии. Архитектура RISC-V
	2.	2	Управление сложностью. Архитектуры микропроцессоров, архитектура RISC-V - Иерархия представления вычислительной системы - Классификация построения архитектур RISC-V

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	3	2	Организация и реализация операционных устройств • Целочисленное АЛУ • Аппаратная реализация сдвигов • Умножение / Деление • Числа с плавающей точкой Умножение / Деление чисел с плавающей точкой Виды, реализация и сравнение микроархитектур • Однотактная микроархитектура • Многотактная микроархитектура Сравнение их производительности
	4	2	Конвейер • Блок устранения конфликтов (Hazard unit) Предсказание переходов (Branch prediction unit) Методы повышения производительности • Суперскалярность • Внеочередное исполнение команд (OoO, register renaming) Планирование (Instructionscheduling) УМУ / Прерывания • Виды УМУ и их применение в CISC Прерывания
2	5	2	Иерархия памяти • SRAM / DRAM Кэш-память Виртуальная память • Организация виртуальной памяти • Поддержка операционных систем Гипервизор
	6	2	Многопроцессорность • Организация взаимодействия в многопроцессорной системе Когерентность кэш Системные шины • Системные шины • Сети на кристалле Когерентные интерконнекты
	7	2	Интерфейсы ввода\вывода Примеры больших и малых интерфейсов Параллельные системы (про само GPU только упоминание)
	8	2	Системы на кристалле.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Способы решения конфликтов по данным в конвейерных процессорах с архитектурой RISC-V
	2	4	Оптимизация команд обращения в память в конвейерных процессорах с архитектурой RISC-V
	3	4	Способы решения конфликтов по управлению в конвейерных процессорах с архитектурой RISC-V
	4	4	Интеграция кэш-памяти в конвейерные процессоры с архитектурой RISC-V

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	20	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	24	Подготовка к защите ЛР
	22	Выполнение индивидуального задания
	10	Подготовка к тестированию

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Методические рекомендации по индивидуальному заданию
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты заданий для дифференцированного зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Микропроцессорные средства и системы : Курс лекций / Д.Н. Беклемишев, А.Н. Орлов, А.Л. Переверзев [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Ю.В. Савченко. - М. : МИЭТ, 2013. - 288 с. - ISBN 978-5-7256-0723-9
2. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника : Учеб. пособие / Е.П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2007. - 788 с. - ISBN 978-5-94157-397-4
3. Моделирование микропроцессорных систем на базе программируемых логических интегральных схем с использованием Verilog HDL и САПР Quartus II : Учеб. пособие по курсу "Микропроцессорные средства и системы" / Д.Н. Беклемишев, А.Н. Орлов, М.Г. Попов, А.А. Кудров; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. А.Л. Переверзева. - М. : МИЭТ, 2014. - 100 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5- 7256-0760-4

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 10.01.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования онлайн тестирования, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи, социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория распределенных и параллельных вычислений	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Win pro от 7; Git for Windows, MinGW QuestaSim Vivado
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ПМиСНК** «Способен разрабатывать RTL описания и микроархитектуру процессорных ядер и систем на кристалле»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: [HTTP://ORIOKS.MIET.RU/](http://ORIOKS.MIET.RU/).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Материал представлен одним модулем, в котором рассматривается микроархитектура процессорных ядер и систем на кристалле.

Выполнение лабораторной работы состоит из следующих составляющих:

1. подготовка к лабораторной работе, изучение методических материалов;
2. выполнение лабораторной работы
3. проверка спроектированного RTL-описания посредством запуска моделирования

4. защита лабораторной работы.
5. выполнение индивидуального задания

Защита лабораторной работы проходит в свободное время на текущей лабораторной работе или ближайшей к ней консультации. Защита состоит из демонстрации полученных в ходе выполнения лабораторной работы результатов, рассказа о ходе её выполнения, после чего ведется беседа с преподавателем, в процессе которой могут задаваться вопросы, связанные как с материалами защищаемой работы, так и лекционными материалами, для закрепления теоретических знаний. Преподаватель может предложить выполнить какую-то часть задания с измененными вводными: модифицировать или доработать отдельные элементы верификационного окружения. При неудовлетворительной подготовке студента, защита лабораторной работы откладывается на другой день. «Доучивание» и повторная защита отложенной работы на текущем занятии не допускается. Выполнение индивидуального задания включает в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных в ходе решения задач, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а также написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 75 баллов) и сдача дифференцированного зачета (25 баллов).

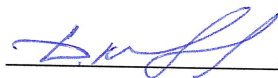
По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Старший преподаватель Института МПСУ  /А.М. Силантьев/

Рабочая программа дисциплины «Процессорные микроархитектуры и системы на кристалле» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Вычислительные системы и электронная компонентная база» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании Ученого совета Института МПСУ «30» августа 2024 года, протокол № 13

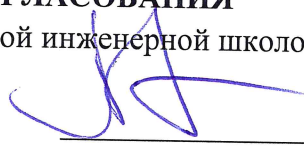
Зам. директора Института МПСУ

 /Д.В. Калеев /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

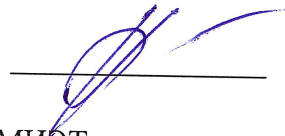
Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ

 /А.Л. Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова/