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.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 6B45CDC4E08026FA8135524A12F981A6
Владелец: Гаврилов Сергей Александрович
Действителен: с 01.10.2024 до 25.12.2025

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, подтверждениезаявленны х функциональныхи электрических параметровизготовленных 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)	Лабораторныеработы (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)	Лабораторныеработы (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 индивидуального задания
- 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 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ 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 авторизированных пользователей МИЭТ

3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизированных 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 Crome); 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	Операционнаясистема 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/**.

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/