Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 05.02.2025 12:05:21
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

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
«__»_сентября_2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектное окружение разработки СНК»
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

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенция	**Подкомпетенции, формируемые в дисциплине**	**Индикаторы достижения подкомпетенций**
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	**ОПК-5.ПОР_СНК** Способен проектировать и исследовать элементы электронных схем с использованием средств компьютерного моделирования	***Знания***: - общей характеристики процесса проектирования, методов и этапов проектирования, особенностей представления схем на различных этапах проектирования, принципов построения физических и математических моделей, их применимости к конкретным процессам и приборам. - принципов построения и функционирования аналоговых и цифровых устройств. ***Умения***: - анализировать функциональные возможности и способы использования программных пакетов системы автоматизированного проектирования (САПР) микроэлектроники на главных этапах процессов проектирования большой интегральной схемы (БИС). - разбивать функциональное и поведенческое описание аналоговых блоков на практически используемые технические реализации. ***Опыт***: - в разработке спецификации блоков аналоговой подсистемы, определения численных значений основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков - в проектировании топологии цифровых ИМС и СнК.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области электроники и электротехники, математического анализа, технического английского языка.

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. Настройка окружения и схемотехническое проектирование цифрового элемента	8	8	-	38	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения первой части индивидуального задания
Модуль 2. Топологическое проектирование и верификация DRCи LVS цифрового элемента, ячейки ввода-вывода.	8	8	-	38	Защита ЛР Тестирование Проверка выполнения итоговой части индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Маршрут проектирования аналоговых схем и маршрут проектирования цифровых схем на основе стандартных ячеек. Базовые сведения по КМОП-технологии. Настройка рабочего окружения, начало работы, обзор инструментов проектирования dev.tools, запуск САПР Cadence Virtuoso. Обзор PDK и DDK - структура, состав и основные представления ячеек view. Подключение и создание библиотек. Принципы командной работы в группе разработчиков.
	2.	2	Обзор состава библиотеки стандартных ячеек на примере gsclib045 и/или Mikron. Основы работы в схемотехническом редакторе. Принцип разработки электрических схем schematic и символов symbol стандартных цифровых элементов. Особенности разработки электрических схем стандартных последовательностных цифровых элементов (Latch, Flip-Flop). Обзор видов полупроводниковой памяти. EEPROM, Flash, ПЗУ и ОЗУ (ROM и RAM). Компиляторы памяти. Ячейки памяти, усилители записи и считывания, дешифраторы, преобразователи уровней. Понятие и состав IP-блока.
	3	2	Принцип разработки тестового стенда test bench и моделирование с помощью симулятора Spectre стандартных цифровых элементов. Модели приборов, углы технологии, обзор на примере доступных PDK. Передаточная характеристика DC. Основные статические характеристики (точка переключения, точки единичного усиления, запасы помехоустойчивости 0 и 1, статический ток потребления, утечки)
	4	2	Моделирование стандартных цифровых элементов. Временной анализ tran. Основные динамические характеристики (задержки - delays, времена фронта и среза - transition, время установки и удержания - setup/hold, removal/recovery, динамический ток потребления).
2	5	2	Основы работы в редакторе топологии Cadence Virtuoso Layout Suite. Принципы построения топологии стандартных ячеек. Тестирование топологий ячеек на предмет стыковки друг с другом.
	6	2	Физическая верификация топологий layout стандартных цифровых элементов с помощью PVS DRC и LVS и/или Calibre nmDRC и nmLVS, экстракция паразитных элементов parasitics extraction и моделирование с учетом паразитов post-layout simulation, генерация abstract и LEF.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	7	2	Особенности характеризации библиотек стандартных цифровых элементов и ячеек ввода-вывода. Технологические представления библиотеки стандартных элементов и применение в маршруте проектирования (CDL / GDS / CeltIC / LEF / Liberty / Verilog / Voltus / Databook).
	8	2	Обзор состава библиотеки ячеек ввода-вывода IO на примере giolib045 и/или Mikron. Виды ячеек ввода-вывода, схемотехнические и топологические особенности их построения, защита от ESD. Принцип построения кольца ввода-вывода IO Ring.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Настройка окружения и запуск САПР Cadence Virtuoso, подключение библиотек, создание пользовательской библиотеки. Основы работы в схемотехническом редакторе Cadence Schematic Editor. Разработка электрических схем schematic и символов symbol стандартных цифровых элементов.
	2	4	Разработка тестового стенда test bench и моделирование с помощью симулятора Spectre стандартных цифровых элементов. Передаточная характеристика DC и временной анализ tran, работа с калькулятором calculator, расчет основных параметров цифровых элементов.
2	3	4	Основы работы в редакторе топологии Cadence Virtuoso Layout Suite. Разработка топологий layout стандартных цифровых элементов
	4	4	Физическая верификация топологий layout стандартных цифровых элементов с помощью PVS DRC и LVS, экстракция паразитных элементов parasitics extraction и моделирование с учетом паразитов post-layout simulation, генерация abstract и LEF.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций.
	10	Подготовка к защите ЛР
	9	Выполнение первой части индивидуального задания
	9	Подготовка к тестированию
2	10	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций.
	9	Подготовка к тестированию
	9	Подготовка к защите ЛР
	10	Выполнение итоговой части индивидуального задания

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
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты заданий для дифференцированного зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Титце У. (Tietze U.). Полупроводниковая схемотехника:[В 2 т.] : Пер. с нем. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс : ДОДЭКА-XXI, 2009.- 832 с.
2. Титце У. (Tietze U.). Полупроводниковая схемотехника [В 2 т.] : Пер. с нем. Т. 2 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс : ДОДЭКА-XXI, 2009.- 944 с.
3. Миндеева А.А. Элементная база аналоговых схем : Учеб. пособие / А.А. Миндеева;Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательскийуниверситет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 184 с.
4. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне / Б.П. Вонг, А. Миттал,Ю. Цао, Г. Старр; Пер. с англ. К.В. Юдинцева, под ред. Н.А. Шелепина. - М.Техносфера, 2014. - 432 с.

Периодические издания

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - Springer, [2000] - . – URL: http://link.springer.com/journal/11180 (датаобращения: 23.09.2024). - Режимдоступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES. - USA : IEEE, [б.г.]. – URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16 (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА. ТЕХНОЛОГИЯ. БИЗНЕС : Научно-технический журнал /Издается при поддержке Российского агентства по системам управления. - М. :Техносфера, 1996 –

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.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: общение со студентами через почтовые сервисы и мессенджерами.

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
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Win pro от 7; Cadence Software, ОС Linux, Open Office, Acrobat reader DC
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. ФОНДЫОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ОПК-5.ПОР_СНК** «Способен проектировать и исследовать элементы электронных схем с использованием средств компьютерного моделирования».

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

В состав дисциплины входят 8 лекций и 4 лабораторные работы, промежуточная аттестация – зачет с оценкой. Материал представлен двумя модулями. В первом модуле рассматриваются темы настройки окружения для проектирования ИС, схемотехническое проектирование цифрового элемента. Во втором модуле рассматриваются темы топологического проектирования цифрового элемента, верификация DRC, LVSи особенности проектирования ячеек ввода-вывода. Выполнение и защита лабораторных работ проводятся в индивидуальном порядке и являются обязательными. Вариант задания уточняется преподавателем. На защиту необходимо предоставить отчет с результатами выполнения работы и ответить на вопросы преподавателя. Во время самостоятельной работы студенты готовятся к лабораторным работам и тестам на лекциях. Помимо предложенной учебной литературы и материалов лекций для подготовки к лабораторным работам можно использовать обучающие видеоролики, которые размещены в корпоративной информационно-технологической платформе ОРИОКС. Консультации студентов проводятся в очной и онлайн формах в часы консультаций.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные работы по тематике лабораторных работ. Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудиториях для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя проектирование и моделирование аналоговых и цифроаналоговых ИС, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

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:

Ассистент Института ИнЭл _____/А.Д. Калёнов/

Рабочая программа дисциплины «Проектное окружение разработки СНК» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Вычислительные системы и электронная компонентная база» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл 18 сентября 2024 года, протокол № 2

Директор Института ИнЭл _____/В.В. Лосев/

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/