

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор ФАЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:36:46

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8dea882b8d602

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

И.Г. Игнатова

« 14 » декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Топологическое проектирование систем на кристалле»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) - Проектирование приборов и систем

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-3.Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований

сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков»

Обобщенная трудовая функция Д «Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки»

Трудовая функция Д/01.7 «Организация выполнения работ по проектированию аналогового СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-3.ТПСнК Способен проектировать топологию системы на кристалле	Проектирование топологии устройства по заданной электрической схеме, интеграция топологических представлений отдельных аналоговых блоков в состав топологии СнК, верификация топологии, экстракция паразитных параметров топологии, подготовка данных для передачи на фабрику.	Знает маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков; особенности проектирования контактных площадок; особенности финализации проекта. Умеет пользоваться программными средствами топологического моделирования и проектирования. Опыт деятельности по интеграции топологических представлений отдельных аналоговых блоков в состав топологии СнК и финализации проекта.

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 – знание основ проектирования и технологии электронной компонентной базы, компонентов ИС и их моделей.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	3	108	-	16	32	60	3а

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1. Специальные разделы проектирования топологии АИС	-	4	-	10	Опросы на практических занятиях
2. Проектирование контактных площадок	-	12	8	8	Выполнение и защита лабораторных работ
				12	Опросы на практических занятиях
3. Финализация проекта	-	16	8	8	Выполнение и защита лабораторных работ
				16	Опросы на практических занятиях
				6	Защита практического задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основы работы с редактором топологии Cadence Virtuoso Layout Suite XL. Структура PDK. Топологические представления основных приборов.
	2	2	Особенности проектирования топологии биполярных транзисторов, диодов, охранных колец, изолированных приборов.
2	3	2	Маршрут проектирования топологии. Система на кристалле и система в корпусе.
	4	2	Опрос №1.
	5	2	Классификация и конфигурации контактных площадок.
	6	2	Различные виды контактных площадок: с ESD-защитой, clamp, СВЧ, для цифровых выводов. Электрические схемы и топологии.
	7	2	Площадь кристалла. Принципы расположения контактных площадок.
	8	2	Опрос №2.
3	9	2	Метки на кристалле. SealRing.
	10	2	Способы заполнения пустот на кристалле.
	11	2	Этапы финализации проекта.
	12	2	Создание специальных меток и областей.
	13	2	Роль «филлеров» (фиктивных областей). Написание скриптов.
	14	2	Особенности генерации фиктивных областей с помощью инструмента PVS.
	15	2	Подготовка данных для отправки на производство. GDS-файл.
	16	2	Зачётное занятие. Подведение итогов.

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	1	4	Проектирование контактных площадок со специальной защитой.
	2	4	Проектирование рамки с контактными площадками и шинами питания

			и земли.
3	3	4	Совмещение рамки с топологией готового СФ-блока.
	4	4	Генерация фиктивных областей. Создание файла GDS.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Подготовка к опросам на практических занятиях
2	8	Подготовка к опросам на практических занятиях
	12	Подготовка к лабораторным работам
3	8	Подготовка к опросам на практических занятиях
	16	Подготовка к лабораторным работам
	6	Выполнение практического 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, <http://orioks.miet.ru/>):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Топологическое проектирование систем на кристалле».

Модуль 1 «Специальные разделы проектирования топологии АИС»

- ✓ Материалы для семинаров (семинары №1-2)

Модуль 2 «Проектирование контактных площадок»

- ✓ Описания программ САПР Cadence, DRM, User Manual PDK, входящие в используемый дистрибутив.
- ✓ Материалы для семинаров (семинары №3-8)
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задания к лабораторным занятиям по модулю 2 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

Модуль 3 «Финализация проекта»

- ✓ Описания программ САПР Cadence, DRM, User Manual PDK, входящие в используемый дистрибутив.
- ✓ Материалы для семинаров (семинары №9-16)
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задания к лабораторным занятиям по модулю 3 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем : Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с. - ISBN 5-93517-238-0
2. 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. - ISBN 978-5-94836-377-6
3. Миндеева А.А. Интерактивное проектирование ИС интегрированными средствами системы Cadence : Учеб. пособие – М.: МИЭТ, 2008. – 208 с. - ISBN 978-5-7256-0509-9

Периодические издания

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . – URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: 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: 14.06.2018). – Режим доступа: по подписке МИЭТ
4. Электроника: Наука. Технология. Бизнес : Научно-технический журнал / Издаётся при поддержке Российского агентства по системам управления. - М. : Техносфера, 1996 - .

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. Пользователей
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации учебного процесса используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения.

Практические занятия организуются либо в традиционной, либо в дистанционной форме. **Традиционная форма** обучения подразумевает очную дискуссию преподавателя с

обучаемыми. При этом используются такие компьютерные технологии, как презентации семинаров в программе Microsoft Office PowerPoint в мультимедийных аудиториях. При необходимости может применяться **дистанционная форма** обучения, при которой преподаватель и обучаемые связываются с помощью программы для организации видеоконференций и демонстрации рабочего стола (Zoom, Discord, Skype).

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, в котором каждый ПК соединён с сервером. При наличии возможности удалённого подключения к серверу обучаемые могут выполнять лабораторные работы в дистанционном формате.

Для организации самостоятельной работы студентов используются **внутренние электронные ресурсы** (методические материалы, размещённые в корпоративной информационно-технологической платформе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>, тестирование в системах ОРИОКС, Moodle) и **внешние электронные ресурсы** (например, материалы курса VLSI Design, Michigan State University, URL: http://www.egr.msu.edu/classes/ece410/salem/files/s16/lectures/Ch11_SN2.pdf).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus
Аудитории для лабораторных работ	Компьютерный класс	Операционная система Linux, САПР Cadence
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 от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-3.ТПСнК «Способен проектировать топологию системы на кристалле».

Фонд оценочных средств представлен отдельными документами 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

Содержание дисциплины состоит из трёх модулей, которые изучаются последовательно.

Теоретический материал изучается в рамках практических занятий, представляющих собой дискуссии, и во время самостоятельной работы.

Выполнение лабораторных работ является обязательным. Для их успешного выполнения используются готовые СФ-блоки (представления schematic, layout, symbol), которые расположены на сервере компьютерного класса и в системе ОРИОКС. Результатом выполнения лабораторных работ является файл GDS с топологией кристалла, обязательными элементами которого должны быть рамка контактных площадок с СФ-блоком в центре рамки, специальные метки и сгенерированные фиктивные области. При этом должны выполняться проверки DRC и LVS.

Для текущего контроля в течение семестра предусмотрены опросы на практических занятиях, выполнение и защита лабораторных работ, защита практического задания.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, работа на практических занятиях и выполнение практического задания (в сумме до 100 баллов). Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Ст. преподаватель, к.т.н.

 /А.В. Николаев/

Рабочая программа дисциплины «Топологическое проектирование систем на кристалле» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» по направленности (профилю) «Проектирование приборов и систем» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11. 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой  /Ю.А. Чаплыгин/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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/