Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 23.06.2025 11:43:15
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
_____ И.Г. Игнатова
«14» декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование топологии КМОП аналоговых интегральных схем»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
Направленность (профиль) – «Проектирование и технология устройств интегральной наноэлектроники»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 021B3F91004AAD61874DBC90987DB30618
Владелец: Беспалов Владимир Александрович
Действителен: с 17.06.2021 до 17.06.2022

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

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

Подкомпетенция ПК-3.ПТАИС Способен проектировать топологию КМОП аналоговых интегральных схем

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

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

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

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-3.ПТАИС Способен проектировать топологию КМОП аналоговых интегральных схем	Проектно-конструкторская: проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований	**Знать:** правила проектирования топологии активных и пассивных элементов КМОП аналоговых интегральных схем. **Уметь:** проектировать топологию аналоговой интегральной схемы. **Иметь опыт деятельности:** использования САПР Cadence для проектирования топологии КМОП аналоговых интегральных схем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине: знание основ технологии интегральных схем, аналоговой схемотехники, 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)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	5	180	–	16	32	96	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1. Методы проектирования топологии аналоговых блоков	–	16	8	14	Опросы на практических занятиях
				18	Выполнение и защита лабораторных работ
2. Системы полуавтоматического и ручного синтеза топологии АИС	–	16	8	14	Опросы на практических занятиях
				18	Выполнение и защита лабораторных работ
				32	Сдача практического задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	4	Рассмотрение эффекта накопления заряда в кристалле
	2	4	Рассмотрение эффектов электромиграции и саморазогрева в кристалле
	3	4	Правила проектирования контактных площадок и их расположения. Правила защиты схем от электростатического разряда. Экранирование от помех
	4	4	Эффект защелкивания и проектирование охранных колец
2	5	4	Правила проектирования согласованных элементов. Согласование по току и по напряжению
	6	4	Правила проектирования дифференциальных и выходных каскадов, токовых зеркал, матриц резисторов и конденсаторов

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	7	4	Финализация топологии проекта. Добавление технологических топологических структур, формирования фрейма. Генерация скрайберных дорожек вокруг кристаллов
	8	4	Особенности выполнения проверки топологии на соответствие конструкторско-технологическим ограничениям

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Особенности проектирование элементной базы в системе автоматизированного проектирования Cadence Virtuoso.
1-2	2-3	8	Разработка топологии ОУ. Топологическое проектирование входного дифференциального каскада, выходного каскада, токовых зеркал и пассивных элементов.
2	4	4	Разработка топологии матрицы согласованных резисторов и конденсаторов.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	14	Подготовка кратких сообщений на практических занятиях
	18	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
2	14	Подготовка кратких сообщений на практических занятиях
	18	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	32	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 «Проектирование топологии КМОП аналоговых интегральных схем».

Модуль 1 «Методы проектирования топологии аналоговых блоков»

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям: Учебное пособие по дисциплине «Основы топологического проектирования приборов и систем наноэлектроники»/ А.В. Швец, В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2011. - 60 л.

✓ Материалы для самостоятельной подготовки: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Основы топологического проектирования приборов и систем наноэлектроники»/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2011. - 52 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 1 (ОРИОКС, http://orioks.miet.ru/)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

Модуль 2 «Системы полуавтоматического и ручного синтеза топологии АИС»

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям: Учебное пособие по дисциплине «Основы топологического проектирования приборов и систем наноэлектроники»/ А.В. Швец, В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2011. - 60 л.

✓ Материалы для самостоятельной подготовки: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Основы топологического проектирования приборов и систем наноэлектроники»/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2011. - 52 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 2 (ОРИОКС, http://orioks.miet.ru/)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем : Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с.
2. Красников Г.Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов / Г.Я. Красников. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2011. – 800 с.
3. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне / Б.П. Вонг [и др.]; 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 (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: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

7. ПЕРЕЧЕНЬ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-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 обучения используются смешанное обучение, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (http://orioks.miet.ru).

В ходе реализации обучения используется также «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях или онлайн-занятиях с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания. Работа поводится по следующей схеме: аудиторная работа (практические занятия с разбором проблем, обсуждением и опросами); СРС (онлайновая работа с использованием онлайн-ресурсов, в т.ч. для организации обратной связи с обсуждением, консультированием, с последующей доработкой и подведением итогов).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздель ОРИОКС «Новости», «Домашние задания», электронная почта.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность 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 или Open Office
Аудитория для лабораторных работ и самостоятельной работы	Компьютерный класс	ОС 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 Crome); Acrobat reader DC

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-3.ПТАИС Способен проектировать топологию КМОП аналоговых интегральных схем.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в 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 дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Посещение практических занятий, выполнение и защита лабораторных работ являются обязательными. Для практических занятий студенты готовят сообщения на заданные темы. Несколько студентов по очереди докладывают подготовленное задание

(при необходимости с использованием компьютера и проектора). Каждый доклад обсуждается как с преподавателем, так и между студентами группы в форме дискуссии.

Лабораторные работы выполняются в индивидуальном порядке. Вариант задания уточняется преподавателем (с привязкой к конкретной проблемной ситуации). Подбор проблемных заданий должен вызывать интерес у студента, базироваться на уже имеющихся знаниях, быть посильным и не тривиальным, давать предметное профессиональное знание в соответствии с моделью специалиста, учебными планами и программами. Оформляется отчет.

Во время самостоятельной работы студенты готовят материалы для сообщений на заданные темы, готовятся к выполнению и защите лабораторных работ, выполняют практическое задание на разработку топология КМОП аналогового блока.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, выполнение практического задания, работа на практических занятиях (до 50 баллов) и сдача экзамена (до 50 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, http://orioks.miet.ru/).

Разработчик:

Профессор, д.т.н. _____ / В.В. Лосев /

Рабочая программа дисциплины «Проектирование топологии КМОП аналоговых интегральных схем» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» по направленности (профилю) «Проектирование и технология устройств интегральной наноэлектроники») 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 /