

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 25.06.2025 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»

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 нанoeлектроники»/ А.В. Шве́ц, 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 нанoeлектроники»/ 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 нанoeлектроники»/ А.В. Шве́ц, 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 нанoeлектроники»/ 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: разделы 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 Chrome); 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 топологии 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 /