

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:29:41
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76e819bca802b86602

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 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование низкочастотных аналоговых интегральных схем»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Проектирование и технология устройств интегральной наноэлектроники»

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 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. ПрНчАИС Способен проектировать элементы низкочастотных аналоговых интегральных схем с учетом заданных требований	Проектно-конструкторская: проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований	Знания: базовых элементов низкочастотных аналоговых интегральных схем и принципов их функционирования. Умения: аналитически рассчитывать основные технические параметры элементов низкочастотных аналоговых интегральных схем. Опыт деятельности: по разработке элементов низкочастотных аналоговых интегральных схем с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Математический анализ», «Электротехника», «Проектирование и технология устройств интегральной нанoeлектроники».

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)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1	2	2	72	–	16	16	40	3а

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ		
1. Модели основных элементов АИС	–	4	–	5	Опрос на практических занятиях
2. Основные усилительные каскады АИС	–	4	–	5	Опрос на практических занятиях
3. Дифференциальные усилители	–	4	4	5	Опрос на практических занятиях
					Выполнение и защита лабораторных работ
4. Операционные усилители и их применение	–	4	4	5	Опрос на практических занятиях

					Выполнение и защита лабораторных работ
5. Источники тока	–	–	4	8	Выполнение и защита лабораторных работ
6. Источники напряжения	–	–	4	12	Выполнение и защита лабораторных работ
					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	Малосигнальные эквивалентные схемы полевого транзистора, схемы включения с общим истоком, общим стоком и общим затвором.
	2	2	Интегральные транзисторы. Дифференциальные проводимости, малосигнальные эквивалентные схемы биполярного транзистора.
2	3	2	Элементарные усилительные каскады, схемы включения с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой.
	4	2	Интегральные источники тока. Токовые зеркала, методы температурной стабилизации источников постоянного тока
3	5	2	Дифференциальные усилители. Особенности и основные характеристики дифференциальных усилителей.
	6	2	Дифференциальные усилители. Теорема бисекции. ДУ на КМДП-транзисторах
4	7	2	Операционные усилители. Основные определения. Операционные усилители. Способы включения.
	8	2	Операционные усилители. Методы проектирования. Структурная схема. Расчет основных характеристик. Примеры выполнения операционных усилителей

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Название работы
3	6	4	Исследование дифференциальных каскадов на МДП транзисторах
4	7	4	Исследование статических и динамических характеристик операционного усилителя
5	2	4	Исследование источников тока и их основных характеристик
6	4	4	Исследование источников напряжения и их основных характеристик

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	5	Подготовка к опросам
2	5	Подготовка к опросам
3	2.5	Подготовка к опросам
	2.5	Подготовка к лабораторным работам
4	2.5	Подготовка к опросам
	2.5	Подготовка к лабораторным работам
5	3	Подготовка к опросам
	5	Подготовка к лабораторным работам
6	5	Подготовка к опросам
	5	Подготовка к лабораторным работам
	2	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 низкочастотных аналоговых интегральных схем».

Модуль 1 «Модели основных элементов АИС»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 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 «Основные усилительные каскады АИС»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 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.

Модуль 3 «Дифференциальные усилители»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 3 (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 4 «Операционные усилители и их применение»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 4 (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 5 «Источники тока»

- ✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 5 (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 6 «Источники напряжения»

- ✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 6 (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. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств : [Учеб. пособие] / Г.И. Волович. - 3-е изд. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2011. - 528 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/61027> (дата обращения: 14.12.2020). - ISBN 978-5-94120-254-6
2. Миндеева А.А. Элементная база аналоговых схем : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. – 184 с.
3. Шишина Л.Ю. Элементная база биполярных цифровых ИС : Конспект лекций по курсу "Элементная база БИС" / Л.Ю. Шишина. - М. : МИЭТ, 1998. - 116 с.
4. Основы топологического проектирования интегральных микросхем : Учеб. пособие / В.В. Баринов [и др.]; Под ред. В.Ф. Онацько. - М. : МИЭТ, 1994. - 120 с.
5. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП - микросхем [Текст] : Краткий справочник разработчика / В.И. Эннс, Ю.М. Кобзев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с.
6. Титце У. (Tietze U.). Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik : [В 2 т.] : Пер. с нем. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс : ДОДЭКА-XXI, 2008. - 832 с.
7. Титце У. (Tietze U.). Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik : [В 2 т.] : Пер. с нем. Т. 2 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс : ДОДЭКА-XXI, 2008. - 944 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 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 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 (семинары 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: раздел 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
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. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-3.ПрНчАИС «Способен проектировать низкочастотные аналоговые интегральные схемы».

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

Посещение семинаров, выполнение и защита лабораторных работ обязательны. Для семинаров студенты готовят доклады на заданные темы. Во время семинаров 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. Выполнение лабораторных работ 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 готовятся к опросам на практических занятиях, к лабораторным работам, к выполнению практического задания.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, активность на практических занятиях и выполнение практического задания (в сумме до 100 баллов). При сумме баллов от 50 и выше выставляется «зачет». Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

Разработчик:

Профессор, д.т.н.  / В.В. Лосев /

Рабочая программа дисциплины «Проектирование низкочастотных аналоговых интегральных схем» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», 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 /