

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	5 семестр - 115,7 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение математических основ анализа, расчета и моделирования электронных аналоговых схем. Приобретение навыков схемотехнического проектирования аналоговых и импульсных схем

Задачи дисциплины

- Знакомство с видами аппроксимации характеристик силовых компонентов схем, а также определению параметров моделей компонентов;
- Знакомство с математическими методами анализа статических режимов работы элементов схем;
- Освоение принципов математического моделирования малосигнальных схем замещения и анализа переходных процессов;
- Приобретение навыков технологии разработки имитационных моделей компонентов и определения их анализа.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен строить физические и математические модели принципиальных схем, блоков, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, осуществлять моделирование и анализ с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования	ИД-ЗПК-1 Умеет строить и верифицировать физические и математические модели модулей, узлов, блоков электронных устройств	знать: - методы определения и проверки параметров моделей полупроводниковых компонентов; - аналитические модели основных полупроводниковых компонентов. уметь: - проводить расчеты усредненных моделей компонентов; - проводить численный расчет режимов работы полупроводниковых компонентов в различных схемных решениях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов	50	5	16	4	4	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 73-115 [2], стр. 15-39</p>
1.1	Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов	50		16	4	4	-	-	-	-	-	26	-	
2	Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем	40		8	4	4	-	-	-	-	-	24	-	
2.1	Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем	40		8	4	4	-	-	-	-	-	24	-	
3	Анализ переходных процессов в нелинейных схемах	36		4	4	4	-	-	-	-	-	24	-	
3.1	Анализ переходных процессов в нелинейных схемах	36		4	4	4	-	-	-	-	-	24	-	

													источников: [1], стр. 73-115 [3], стр. 329-338
4	Основы анализа дискретных схем	36	4	4	4	-	-	-	-	-	24	-	Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Основы анализа дискретных схем"
4.1	Основы анализа дискретных схем	36	4	4	4	-	-	-	-	-	24	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	98	17.7	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	115.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов

1.1. Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов

Виды аппроксимации, модели диода и стабилитрона, модели биполярных транзисторов, модели полевых транзисторов, модели операционных усилителей и компараторов.

2. Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем

2.1. Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем

Графические методы анализа статических режимов, аналитический кусочно-линейный анализ. Численные методы. Метод эквивалентных схем, обобщенный матричный метод узловых потенциалов.

3. Анализ переходных процессов в нелинейных схемах

3.1. Анализ переходных процессов в нелинейных схемах

Приближенный анализ в области малых времен, больших времен. Составление дифференциальных уравнений сложных схем по законам Кирхгофа, с помощью М-матрицы. Аналитический и численно-аналитический кусочно-линейный анализ.

4. Основы анализа дискретных схем

4.1. Основы анализа дискретных схем

Выбор структуры, составление математической модели и ее проверка, параметрический синтез, проверочный анализ. Скалярная оптимизация аналитического решения, решение в математической системе.

3.3. Темы практических занятий

1. Анализ дискретных схем;
2. Применение численных методов решения схемы в переходных процессах;
3. Применение численных методов решения статического режима работы компонентов;
4. Модели полупроводниковых компонентов. Определение параметров моделей.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение параметров моделей полупроводниковых компонентов;
2. Имитационное моделирование работы схемы в статических режимах работы;
3. Имитационное моделирование работы схемы в динамических режимах работы;
4. Анализ сложной дискретной схемы.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ переходных процессов в нелинейных схемах"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы анализа дискретных схем"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
аналитические модели основных полупроводниковых компонентов	ИД-3ПК-1	+				Лабораторная работа/Определение параметров моделей полупроводниковых компонентов
методы определения и проверки параметров моделей полупроводниковых компонентов	ИД-3ПК-1		+			Лабораторная работа/Имитационное моделирование работы схемы в статических режимах работы
Уметь:						
проводить численный расчет режимов работы полупроводниковых компонентов в различных схемных решениях	ИД-3ПК-1				+	Лабораторная работа/Анализ сложной дискретной схемы
проводить расчеты усредненных моделей компонентов	ИД-3ПК-1			+		Лабораторная работа/Имитационное моделирование работы схемы в динамических режимах работы

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Анализ сложной дискретной схемы (Лабораторная работа)
2. Имитационное моделирование работы схемы в динамических режимах работы (Лабораторная работа)
3. Имитационное моделирование работы схемы в статических режимах работы (Лабораторная работа)
4. Определение параметров моделей полупроводниковых компонентов (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Недолужко, И. Г. Учебное пособие по курсу "Методы анализа и расчета электронных схем": Методы анализа и расчеты электронных схем в примерах и задачах / И. Г. Недолужко ; Ред. П. А. Воронин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 72 с.;
2. Филиппов, Е. Нелинейная электротехника : пер. с нем. / Е. Филиппов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1976 . – 496 с.;
3. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) : Учебник для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров . – М. : Горячая Линия-Телеком, 1999 . – 768 с. - ISBN 5-935170-02-7 : 115.00 .;
4. Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов- "Методы анализа и расчета электронных схем", Издательство: "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники", Томск, 2014 - (230 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480509>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SimInTech;

6. LTSpice.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101б, Компьютерный класс	стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/6, Преподавательская каф. "Пром.эл."	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для	Е-324/5,	парта, стул, вешалка для одежды,

хранения оборудования и учебного инвентаря	Методический кабинет каф. "Пром.эл."	компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
---	--	---

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы расчета электронных схем

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Определение параметров моделей полупроводниковых компонентов (Лабораторная работа)
- КМ-2 Имитационное моделирование работы схемы в статических режимах работы (Лабораторная работа)
- КМ-3 Имитационное моделирование работы схемы в динамических режимах работы (Лабораторная работа)
- КМ-4 Анализ сложной дискретной схемы (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов					
1.1	Аппроксимация характеристик и определение параметров моделей электронных компонентов		+			
2	Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем					
2.1	Анализ статического режима и малосигнальный анализ электронных схем			+		
3	Анализ переходных процессов в нелинейных схемах					
3.1	Анализ переходных процессов в нелинейных схемах				+	
4	Основы анализа дискретных схем					
4.1	Основы анализа дискретных схем					+
Вес КМ, %:			30	30	25	15