

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ


| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 1 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 1 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 1 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 1 семестр - 16 часов; |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 1 семестр - 95,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 1 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рожков А.Н. |
| | Идентификатор | R9429b7ad-RozhkovAN-a1946786 |

(подпись)

А.Н. Рожков

(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: состоит в изучении компьютерного анализа электронных схем и их компонентов с использованием современных программ симуляции аналоговой и цифровой логики, описанной на языке SPICE, а также изучение применения моделирования электронных схем при проведении научных исследований

Задачи дисциплины

- освоение языка пользователя автоматизированных программ анализа на базе языка SPICE;
- овладение навыками представления нескольких уровней моделей электронных схем;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений на основе автоматизированного анализа электронных схемы.

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 проводить и сопровождать работы по проектированию устройств электроники и нанoeлектроники в соответствии с требованиями технического задания | ИД-2ПК-1 Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач, компьютерного моделирования и верификации моделей элементов, узлов и блоков электронного устройства | знать: - способы анализа и систематизации результатов автоматизированного моделирования;; - входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования; - методы автоматизированного анализа электронных схем силовой электроники. уметь: - применять автоматизированный анализ электронных схем при выполнении научных исследований; - рассчитывать установившиеся и переходные процессы электронных схем силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № 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 | Описание языка SPISE и модели электронных схем | 20 | 1 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 14 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Описание языка SPISE и модели электронных схем"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Описание языка SPISE и модели электронных схем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 47 ... 80 [2], стр.5...168</p> | |
| 1.1 | Описание языка SPISE и модели электронных схем | 20 | | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 14 | - | | |
| 2 | Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки | 23 | | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 15 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <u>Изучение материалов литературных</u></p> |
| 2.1 | Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки | 23 | | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 15 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [4], стр.5...80 |
| 3 | Моделирование работы трансформатора | 16 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование работы трансформатора" |
| 3.1 | Моделирование работы трансформатора | 16 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование работы трансформатора" <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр.54...125, стр.246...290 |
| 4 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи | 34 | 3 | 5 | 6 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи" |
| 4.1 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи | 34 | 3 | 5 | 6 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр.188...309 |
| 5 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью | 33 | 3 | 5 | 6 | - | - | - | - | - | 19 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью" |
| 5.1 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной | 33 | 3 | 5 | 6 | - | - | - | - | - | 19 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью" |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|------|------|--|---|
| | СВЯЗЬЮ | | | | | | | | | | | | | <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр.117...185, стр.310...372 |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 16 | 16 | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 78 | 17.7 | | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 16 | 16 | 16 | - | - | - | - | 0.3 | 95.7 | | | |

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. Описание языка SPICE и модели электронных схем

1.1. Описание языка SPICE и модели электронных схем

История создания языка SPICE. Существующие программы для работы со SPICE – моделями электронных компонентов. Текстовое описание схем и элементов. Директивы работы программ: анализ работ режимов работы по постоянному току, частотный анализ, анализ переходных процессов, библиотеки, задание параметров. Зависимые источники напряжения и тока.

2. Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки

2.1. Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки

Встроенные модели транзисторов: биполярные, MOSFET. Работа силового ключа на активную нагрузку. Работа силового ключа на индуктивную нагрузку. Работа силового ключа на ёмкостную нагрузку. Транзистор в режиме отсечки, насыщения, в активном режиме. Расчет статических и динамических потерь.

3. Моделирование работы трансформатора

3.1. Моделирование работы трансформатора

Модель трансформатора на базе зависимых источников тока и напряжения. Модель трансформатора на базе нелинейных элементов. Модель насыщающегося трансформатора.

4. Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи

4.1. Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи

Моделирование серии преобразователей: выпрямители однофазные, выпрямители трехфазные, регулятор напряжения I рода, регулятор напряжения II рода, регулятор напряжения III рода, обратногоходовой преобразователь, полумостовой преобразователь, мостовой преобразователь. Работа преобразователей с идеальными переключающими элементами. Моделирование инверторов, корректоров коэффициента мощности, преобразователей с ШИМ регулированием. Расчет статических и динамических потерь.

5. Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью

5.1. Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью

Модели специализированных микросхем: операционные усилители, ШИМ-контроллеры. Моделирование обратных связей в преобразователях. Интеграция моделей специализированных микросхем в состав моделей преобразовательных устройств. Анализ совместной работы.

3.3. Темы практических занятий

1. Автоматизированные программы моделирования электронных схем;
2. Структура и содержание текстового и выходного файла. Диагностика и устранение синтаксических ошибок Структура, содержание и меню графического выходного файла;
3. Описание независимых и зависимых источников питания. Разновидности входных сигналов;

4. Моделирование трансформаторов;
5. Встроенные модели полупроводниковых приборов;
6. Особенности моделирования схемы с использованием имитационных моделей компонентов;
7. Моделирование нелинейных и времязависимых компонентов;
8. Использование условных операторов при создании моделей компонентов.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Использование условных операторов при создании моделей компонентов;
2. Моделирование простейших преобразователей электрической энергии без обратной связи;
3. Моделирование преобразователей электрической энергии с ШИМ регулированием;
4. Моделирование DC/DC преобразователя, управляемого специализированной микросхемой с обратными связями.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Описание языка SPICE и модели электронных схем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование работы трансформатора"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью"

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 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| методы автоматизированного анализа электронных схем силовой электроники | ИД-2ПК-1 | | + | | | | Тестирование/Методы анализа электронных схем в среде LTSpice |
| входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования | ИД-2ПК-1 | + | | | | | Тестирование/Элементная база SPICE языка |
| способы анализа и систематизации результатов автоматизированного моделирования; | ИД-2ПК-1 | | | + | | | Лабораторная работа/Моделирование трансформатора на языках SPICE |
| Уметь: | | | | | | | |
| рассчитывать установившиеся и переходные процессы электронных схем силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования | ИД-2ПК-1 | | | | | + | Лабораторная работа/Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью |
| применять автоматизированный анализ электронных схем при выполнении научных исследований | ИД-2ПК-1 | | | | + | | Лабораторная работа/Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Методы анализа электронных схем в среде LTSpise (Тестирование)
2. Элементная база SPICE языка (Тестирование)

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи (Лабораторная работа)
2. Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью (Лабораторная работа)
3. Моделирование трансформатора на языках SPICE (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

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

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. А. С. Уваров- "PCAD 2002 и SPECCTRA. Разработка печатных плат", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2008 - (544 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227232>;
2. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие / М. А. Амелина, С. А. Амелин . – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 631 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1758-2 .;
3. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2007 . – 320 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-01380-4 .;
4. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: Семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин . – М. : Додэка-XXI, 2001 . – 384 с. - ISBN 5-941200-10-2 .;
5. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов, П. А. Воронин, С. Е. Рывкин, Е. Е. Чаплыгин ; ред. Ю. К. Розанов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2014 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00872-0 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;

3. Windows;
4. MathCad;
5. Майнд Видеоконференции;
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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
8. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
9. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-815, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | М-815, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-1016, Компьютерный класс | стол, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | М-815, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, 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-324/1, Преподавательская каф."Пром.эл." | стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-324/5, Методический кабинет каф."Пром.эл." | парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии в научных исследованиях

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Элементная база SPICE языка (Тестирование)
- КМ-2 Методы анализа электронных схем в среде LTSpice (Тестирование)
- КМ-3 Моделирование трансформатора на языках SPICE (Лабораторная работа)
- КМ-4 Анализ схем преобразователей электрической энергии без обратной связи (Лабораторная работа)
- КМ-5 Анализ схем преобразователей электрической энергии с обратной связью (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Описание языка SPICE и модели электронных схем | | | | | | |
| 1.1 | Описание языка SPICE и модели электронных схем | | + | | | | |
| 2 | Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки | | | | | | |
| 2.1 | Моделирование работы силового ключа в различных режимах работы и при различных типах нагрузки | | | + | | | |
| 3 | Моделирование работы трансформатора | | | | | | |
| 3.1 | Моделирование работы трансформатора | | | | + | | |
| 4 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи | | | | | | |
| 4.1 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии без обратной связи | | | | | + | |
| 5 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью | | | | | | |
| 5.1 | Моделирование схем преобразователей электрической энергии с обратной связью | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 10 | 15 | 15 | 30 | 30 |