

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябцев Владимир Васильевич
Должность: Директор
Дата подписания: 18.07.2023 11:07:53
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Технологический институт-

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

ОДОБРЕНО

Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 3 от «29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление	11.03.03 Конструирование и технология
подготовки	электронных средств
Профиль подготовки	Технология электронных средств
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Форма обучения	5 сем
Трудоемкость, кред.	3
Объём учебных занятий в часах	108
- аудиторные занятия:	40
- лекций	8
- практических	
- лабораторных	32
В форме практической подготовки	16
- самостоятельная работа	32
Форма отчётности – экзамен	36

Лесной 2023

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Моделирование электронных устройств» направлена на получение профессиональных компетенций связанных с изучением алгоритмического программного обеспечения, используемого для моделирования линейных и нелинейных электронных цепей в установившемся и переходном режимах.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является изучение алгоритмического программного обеспечения, используемого для моделирования линейных и нелинейных электронных цепей в установившемся и переходном режимах.

Задачи дисциплины:

Данная дисциплина обеспечивает освоение студентами методов компьютерного проектирования и моделирования с применением современных пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования электронных устройств.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в часть, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы «Технология электронных средств» по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств».

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих дисциплин: высшая математика, физика, теория вероятностей и математическая статистика, электротехника, электроника, основы теории автоматического управления.

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ПК-5	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности
ПК-2	Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств

Указанные связи и содержание дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Моделирование электронных устройств» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-1	Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы электронных средств
ПК-5	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией, соблюдая требования безопасности и экологичности
ПК-4.1	Способен корректировать схемотехнические описания отдельных блоков электронных устройств

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
УК-1	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1	Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

ПК-1	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1	Знать: источники информации по функционированию и Проектированию электронных средств, методы их исследования Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений Владеть: навыками построения моделей объектов Профессиональной деятельности с использованием Инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
ПК-5	З-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5	Знать: отраслевые нормативные требования к разработке технических заданий Уметь: оформлять технические задания на детали, сборочные единицы и систему в целом Владеть: навыками разработки технических заданий на отдельные блоки и систему в целом
ПК-4.1	З-ПК-4.1 У-ПК-4.1 В-ПК-4.1	Знать: стандарты, технические условия и нормативные документы по разработке проектной и технической документации Уметь: соблюдать и обеспечивать особый режим и регламенты работы с конструкторской документацией на предприятиях ЯОК Владеть: способностью интегрировать отдельные Схмотехнические решения с учетом основных принципов и методов обеспечения надежности блоков электронных устройств

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
B19	Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка	1.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Научно-исследовательская работа» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
			2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование у студента - формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка
- выявление путей решения поставленных задач, поиск нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении конструкторских задач;
- развитие навыков анализа различных сторон конструкторской деятельности направленной на получение экономически выгодных решений;
- формирование у студента ответственности за принятие решений;

- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практическая работа	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
5 семестр									
1	Топология электрических цепей Узловой анализ электрических цепей. Анализ нелинейных резистивных цепей.	1-9	4		16	16	ЛР_1 (5 нед. – 10 б.), ЛР_2 (7 нед. – 10 б.), Т_1(9 нед.- 10б.)	КИ_1 (9нед.)	30
2	Машинный анализ динамических цепей. Анализ чувствительности и шумов электронных цепей. Модели электронных компонентов.	10-18	4		16	16	ЛР_3 (9нед. – 10 б.), ЛР_4 (11нед. – 10 б.), Т_2(17 нед.- 10 б.)	КИ_2 (18 нед.)	30
	Экзамен								40
	Итого		8		32	32			100

Наименование тем и содержание лекционных занятий

Раздел 1.

Тема 1. Топология электрических цепей.

Введение. Современные подходы к анализу и синтезу электронных и электротехнических устройств. Общая характеристика программ компьютерного моделирования электронных цепей. Эволюция алгоритмического и программного обеспечения. Поколения программ схемотехнического моделирования. Примеры машинного анализа электронных

цепей. Топология электрических цепей. Граф электрической цепи. Основные топологические понятия: ветвь, узел, контур. Дерево графа. Сечение. Топологические матрицы: инцидентный, контуров, сечений. Уравнения Кирхгофа в матричном виде. Входной язык программы SPICE. Директивы входного языка. Графический редактор Schematics. Обработка результатов моделирования. Графический постпроцессор Probe.

Тема 2. Узловой анализ электрических цепей.

Метод узловых напряжений. Основные свойства матрицы узловых проводимостей. Алгоритм машинного формирования узловых уравнений. Формирование узловых уравнений для схем с управляемыми источниками. Модифицированный (расширенный) метод узловых напряжений. Алгоритм формирования расширенных узловых уравнений на ЭВМ. «Штамп» элементов. Решение системы узловых уравнений. Алгоритм Гаусса. Метод LU-разложения. Методы решения систем уравнений с разреженными матрицами коэффициентов. Режим расчета резистивных цепей DC_sweep. Виды варьируемых переменных. Установка параметров режима. Анализ линейных цепей в частотной области. Алгоритм расчета частотных характеристик. Режим расчета частотных характеристик AC_sweep. Установка параметров режима. Построение частотных характеристик в линейном и логарифмическом масштабах.

Тема 3. Анализ нелинейных резистивных цепей.

Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона-Рафсона. Геометрическая интерпретация метода. Дискретные линеаризованные схемы замещения резистивных элементов. Алгоритм машинного анализа нелинейных резистивных цепей. Обеспечение сходимости решения. Анализ резистивных цепей с элементами, имеющими кусочно-линейные вольт-амперные характеристики. Расчет нелинейных режимов в программе SPICE. Режим Bias point detail.

Раздел 2.

Тема 4. Машинный анализ динамических цепей.

Уравнения состояния электрических цепей. Методы формирования уравнений состояния. Понятие о методах интегрирования уравнений состояния. Явные и неявные методы. Многошаговые методы. Методы прогноза-коррекции. Понятие о жестком дифференциальном уравнении и проблеме постоянной времени. Устойчивость методов численного интегрирования. А-устойчивые методы. Критерии устойчивости явных методов численного интегрирования. Автоматический выбор шага интегрирования. Дискретные резистивные схемы замещения индуктивных и емкостных элементов. Обобщенная дискретная схема замещения, соответствующая линейной многошаговой формуле численного интегрирования. Алгоритм машинного

анализа динамических режимов нелинейных цепей. Обеспечение сходимости решения. Режим расчета нелинейных динамических цепей Transient. Установка параметров режима. Анализ спектрального состава временных характеристик.

Тема 5. Анализ чувствительности и шумов электронных цепей.

Определение функций чувствительности. Значение теории чувствительности при проектировании частотно-избирательных цепей. Критерии многопараметрической чувствительности. Расчет чувствительности методом присоединенных схем. Расчет чувствительности к паразитным параметрам. Инвариантные свойства функций чувствительности. Анализ собственных шумов электронных схем. Шумовые модели компонентов. Алгоритмы машинного анализа чувствительности и шумов. Расчет чувствительности и шумов в программе SPICE.

Тема 6. Модели электронных компонентов.

Классификация моделей электронных компонентов. Модели пассивных компонентов. Модели диодов и стабилитронов. Модели биполярных транзисторов: Эберса-Молла, Гуммеля-Пуна. SPICE-модели МОП-транзисторов. Алгоритм автоматического выбора уровня модели. Особенности моделей субмикронных МОП-транзисторов. Линейные и шумовые модели электронных компонентов. Макромодели. Иерархия макромоделей операционных усилителей. Макромодели цифровых микросхем. Примеры построения макромоделей.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционные занятия: лекции и лабораторные занятия

Активные и интерактивные формы проведения занятий.

Занятия в интерактивной форме включают:

– лабораторные работы – совместная деятельность малых групп студентов (до 3-х человек), которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, оформление отчётов по лабораторным работам.

Темы лабораторных занятий

1. Лабораторная работа № 1 «Основные директивы моделирования и виды анализа программы PSPICE»;
2. Лабораторная работа № 2 «Создание моделей активных элементов: "Биполярные транзисторы"»;
3. Лабораторная работа № 3 «Моделирование выходных параметров электронных устройств методом Монте-Карло»;
4. Лабораторная работа № 4 «Создание и исследование аналоговых PSPICE-моделей радиоэлементов»;

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов проводится оценка результатов выполнения лабораторных работ. Средства оценки представлены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Моделирование электронных устройств».

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В конце изучения дисциплины проводится экзамен. На экзамене студенту предлагается ответить в устной форме на теоретические вопросы. Критерии оценки приведены в соответствующем фонде оценочных средств по дисциплине «Моделирование электронных устройств».

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Нахман, А. Д. Введение в стохастическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Д. Нахман, Ю. В. Родионов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 89 с. — 978-5-4486-0168-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70761.html>
2. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств [Электронный ресурс] / Г. И. Волович. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2017. — 528 с. — 978-5-4488-0123-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64066.html>
3. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. —

179 с. — 978-5-7829-0534-7. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/73309.html>

4. Корниенко, В. Т. Модели аналоговых и цифровых функциональных блоков радиотехнических устройств в проектах Multisim [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Т. Корниенко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2017. — 143 с. — 978-5-4486-0277-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74391.html>

5. Глухов, А. В. Проектирование электронных устройств в схемотехническом редакторе PSpice Schematics [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Глухов, В. В. Шубин, Л. Г. Рогулина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69534.html>

Дополнительная литература

1. Шеин, А. Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с. — 978-5-9729-0041-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13540.html>

2. Пинигин, К. Ю. Моделирование электронных устройств в среде MultiSim [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / К. Ю. Пинигин, В. А. Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 74 с. — 978-5-7782-2106-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45403.html>

3. Болотовский, Ю. И. OrCAD. Моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. И. Болотовский, Г. И. Таназлы. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 200 с. — 5-98003-178-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8665.html>

4. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов / И.П. Степаненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с.: ил.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный)

Компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3;

монитор ЖК Benq 19,5", клавиатура, мышь

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» профиля подготовки бакалавров «Технология электронных средств».

Автор: С.С. Васильев, Л.Г. Новиков, к.т.н., доцент