

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ:

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления
«Электроника и микроэлектроника»
(Специальность – Электронные приборы и устройства)

2012

Шандаров Евгений Станиславович

Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: методические указания по самостоятельной работе для студентов направления «Электроника и микроэлектроника» (Специальность – Электронные приборы и устройства) / А.И. Башкиров, Е.С. Шандаров. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2012. – 16 с.

Методические указания содержат программу, перечень важнейших изучаемых тем учебного курса, для проверки знаний приведены вопросы для самопроверки, приведен перечень вопросов для самостоятельного изучения.

Предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению «Электроника и микроэлектроника» (Специальность – Электронные приборы и устройства) по курсу «Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств».

© Шандаров Евгений Станиславович, 2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой ЭП
_____ С.М. Шандаров
«__» _____ 2012 г.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Электроника и микроэлектроника»
(Специальность – Электронные приборы и устройства)

Разработчик
_____ Е.С. Шандаров
«__» _____ 2012 г.

Содержание

1 Введение.....	5
Раздел 1 Введение	6
1.1 Содержание раздела	6
1.2 Методические указания по изучению раздела	6
1.3 Вопросы для самопроверки	6
Раздел 2 Математические модели объектов.....	6
2.1 Содержание раздела	6
2.2 Методические указания по изучению раздела	6
2.3 Вопросы для самопроверки	7
Раздел 3 Методы и алгоритмы анализа проектирования электронных приборов и устройств	7
3.1 Содержание раздела	7
3.2 Методические указания по изучению раздела	7
3.3 Вопросы для самопроверки	8
Раздел 4 Методы оптимального проектирования электронных приборов и устройств.....	8
4.1 Содержание раздела	8
4.2 Методические указания по изучению раздела	8
4.3 Вопросы для самопроверки	9
Раздел 5 Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств с использованием прикладных программных средств.....	9
5.1 Содержание раздела	9
5.2 Методические указания по изучению раздела	9
5.3 Вопросы для самопроверки	9
Раздел 6 Информационное, программное, методическое и организационное обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) электронных приборов и устройств	10
6.1 Содержание раздела	10
6.2 Методические указания по изучению раздела	10
6.3 Вопросы для самопроверки	10
7 Лабораторные занятия	11
8 Темы для самостоятельного изучения	13
Заключение	14
Список литературы	14

1 Введение

Методические указания содержат программу, перечень важнейших изучаемых тем учебного курса, для проверки знаний приведены вопросы для самопроверки, приведен перечень вопросов для самостоятельного изучения.

Цель дисциплины состоит в изучении методологии компьютерного моделирования, правильной оценке, учете и уменьшении погрешностей, возникающих при вычислениях на ЭВМ, в применении ПК при решении конкретных задач; развитие инженерных навыков разработки и конструирования электронных приборов и устройств и узлов технологического оборудования, обучение студентов различным методам исследований и анализу полученных результатов

Задачи дисциплины заключаются в следующем: в результате изучения дисциплины студенты должны овладеть численными методами решения задач линейной алгебры и задач математической физики, ясно представлять алгоритмы, положенные в основу используемого программного обеспечения для решения таких задач, уметь решать задачи, связанные с анализом технических объектов, а также грамотно использовать все возможности ПК.

Изучение дисциплины «Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств» представляет собой базу для дисциплин профессионального цикла, таких как «Математические модели и САПР электронных приборов и устройств», «Электронные цепи и микросхемотехника», «Микроволновые приборы и устройства», и для большинства специальных дисциплин.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы теории информации;
- технические и программные средства реализации информационных технологий;
- современные языки программирования, базы данных, программное обеспечение и технологии программирования,

уметь: использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;

владеть: основными методами работы на персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ) с прикладными программными средствами.

Раздел 1 Введение

1.1 Содержание раздела

Цель, задачи и перспективы компьютерного моделирования и проектирования электронных приборов и устройств. Требования к вычислительным методам. Машинное моделирование эксперимента, схема моделирования. Дискретная модель эксперимента. Численные методы анализа и проектирования. Погрешности

1.2 Методические указания по изучению раздела

В разделе обращается внимание на возможности компьютера оперативно выбирать параметры систем, моделировать влияние одних параметров на другие. Обращается внимание на представление приборов и систем в виде взаимосвязи простейших элементов, соединенных в определенную схему.

1.3 Вопросы для самопроверки

- 1 Понятие «Вычислительный эксперимент»
- 2 Общая схема вычислительного эксперимента
- 3 Виды погрешностей в эксперименте.
- 4 Дискретная модель эксперимента
- 5 Понятие численного анализа
- 6 Каков результат реализации численного метода на ЭВМ
- 7 Назначение программ для численных методов
- 8 Вычислительный эксперимент по схеме: модель - метод (алгоритм) - программа.
- 9 Этапы построения и исследования численного метода

Раздел 2 Математические модели объектов

2.1 Содержание раздела

Требования к математическим моделям объектов. Многовариантный анализ моделей. Непрерывная и дискретная модель объекта. Классификация моделей. Адекватность моделей и технология их получения. Математические модели радиокомпонентов и электронных схем. Модель диода. Модель Эберса-Мола для транзистора

2.2 Методические указания по изучению раздела

В разделе обращается внимание на понятие математической модели объекта, на адекватность моделей, на математические модели радиокомпонентов и электронных схем.

2.3 Вопросы для самопроверки

1. Понятие математической модели объекта
2. Простейшие уравнения для описания линий объекта
3. Какие требования предъявляются к математическим моделям?
4. Как проводится классификация моделей?
5. Понятие непрерывная и дискретная модель.
6. Что понимается под автоматизацией проектирования?
7. Какой результат проектирования в САПР?
8. Понятие адекватности модели
9. Приведите математические модели некоторых радиокомпонентов
10. Приведите математическую модель простейшей электронной схемы

Раздел 3 Методы и алгоритмы анализа проектирования электронных приборов и устройств

3.1 Содержание раздела

Вероятностные и статистические методы и алгоритмы анализа проектирования электронных приборов и устройств. Метод итераций. Метод Монте-Карло. Методы и алгоритмы анализа проектирования электронных приборов и устройств из решения нелинейных уравнений. Методы и алгоритмы анализа проектирования электронных приборов и устройств из численного дифференцирования и интегрирования. Методы вычисления определенного интеграла. Квадратурная формула для численного интегрирования. Формула трапеций. Формула Симпсона.

Метод дихотомии при моделировании. Метод секущих. Метод касательных Ньютона.

Алгоритмы анализа параметров проектирования электронных приборов и устройств из решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод Гаусса. Метод LU-разложения. Обращение матрицы. Интерполяция и аппроксимация функций. Разностная аппроксимация производных

Методы анализа работы электронных приборов на основе численных методов решения задачи Коши для дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Анализ проектирования по разложению формулы Тейлора. Метод симметричной схемы. Методы Рунге-Кутты

3.2 Методические указания по изучению раздела

В разделе обращается внимание на освоение общие подходы к решению задач графическими методами и методами замены переменных.

3.3 Вопросы для самопроверки

1. Методы анализа моделей
2. Методы решения нелинейных уравнений
3. Метод простых итераций.
4. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
5. Как проводится численное дифференцирование?
6. Применение разностного метода для решения дифференциальных уравнений.
7. Как проводится численное интегрирование?
8. Объясните понятие «Квадратурная формула»
9. Как проводится численное интегрирование методом трапеций?
10. Как проводится интегрирование по формуле Симпсона?
11. Суть метода дихотомии при анализе модели
12. Метод секущих при анализе моделей
13. Математический анализ методом касательных Ньютона
14. Метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений
15. Метод LU-разложения.
16. Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений
17. Как проводится разложение по формуле Тейлора
18. Метод симметричной схемы для численного анализа работы электронных приборов
19. Как проводится интерполяция функций?
20. Правила аппроксимации функций

Раздел 4 Методы оптимального проектирования электронных приборов и устройств

4.1 Содержание раздела

Методы оптимального проектировании электронных приборов и устройств. Параметрическая оптимизация. Область компромиссов Парето. Методы условной и безусловной оптимизации. Методы нулевого и первого порядка. Овражная функция. Метод Розенброка. Метод внутренней точки. Методы дискретной и пошаговой оптимизации. Численные методы решения краевых задач. Метод стрельбы. Оценки погрешности проектирования по Рунге, Ромбергу, Эйткену.

4.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе обращается внимание на содержание методов оптимизации при проектировании электронных приборов и устройств.

4.3 Вопросы для самопроверки

1. Суть метода параметрической оптимизации
2. Составьте область компромиссов Парето для анализа транзистора
3. Сравните методы условной и безусловной оптимизации
4. В чем отличие методов оптимизации нулевого и первого порядка
5. Приведите фрагмент овражной функции для оптимизации параметра
6. Методы дискретной оптимизации
7. Оптимизация по методу Розенброка
8. Суть оптимизации по «методу стрельбы»
9. Формула Ромберга для оценки погрешности при оптимизации параметров
10. Метод Эйткена для ускорения сходимости при оптимизации

Раздел 5 Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств с использованием прикладных программных средств

5.1 Содержание раздела

Компьютерное моделирование и проектирование схем электронных приборов на постоянном и переменном токе с использованием прикладных программных средств Qucs и Scilab. Схемотехника аналоговых устройств в среде Qucs.

Моделирование биполярного и полевого транзистора.
 Моделирование работы усилительного каскада транзистора на НЧ и ВЧ.
 Программное определение параметров транзисторов на ВЧ.

Index - руководство по работе с пакетом Scilab. Типы переменных.
 Программирование в Scilab. Базовые примитивы команд. Графика в Scilab,
 Интерфейс связи между программами. Работа со стекком. Библиотеки Scilab

5.2 Методические указания по изучению раздела

В разделе обращается внимание на освоение программных продуктов Qucs и Scilab.

5.3 Вопросы для самопроверки

1. Основные компоненты главного окна в системе Qucs.
2. Как сформировать диалоговое окно для создания проекта?
3. Какие опции содержит информационно-командная область в режиме «Содержание»
4. Как проходит диалог в режиме «Сохранение документа»

5. Какой вид имеет информационно-командная область при активации вкладки «Компоненты»
6. Напишите элементарные математические выражения в среде Scilab
7. Как делается продолжение командной строки в среде Scilab
8. Порядок определения переменных в среде Scilab
9. Функция Plot для построения графиков в среде Scilab
10. Библиотеки в среде Scilab

Раздел 6 Информационное, программное, методическое и организационное обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) электронных приборов и устройств

6.1 Содержание раздела

Системы автоматизированного проектирования (САПР). Структура и разновидности САПР. Концепция формирования САПР, как инструмента для разработки объекта.

Информационное обеспечение САПР. Методы получения информации об объекте. Критерии подобия информации.

Программное обеспечение САПР. Преемственность программ с построением маршрутов. Типовые маршруты и процедуры. Типизация в проектировании.

Методическое обеспечение САПР. Методика накопления информации об объекте:

Классификация информации: содержательная, приближенная, феноменологическая, упрощенная. Эвристическая гипотетическая модель информации: метод итераций, модель аналогий.

Организационное обеспечение САПР. Группировки САПР по типу объекта, уровню автоматизации, по характеру, по количеству изделий, по числу уровней.

6.2 Методические указания по изучению раздела

В разделе обращается внимание на необходимость обеспечения компьютерного моделирования и проектирования соответствующими программами, методическими пособиями, практическими рекомендациями для ликвидации психологического барьера в освоении дисциплины.

6.3 Вопросы для самопроверки

1. Какие методы получения информации об объекте Вы знаете?
2. Как проводится классификация информации об объекте
3. По каким признакам проводится классификация моделей объектов
4. Феноменологическая модель объектов

5. Приближенная модель объектов
6. Группировки САПР при информационном обеспечении компьютерного моделирования и проектирования
7. Метод итераций при получении информации об объекте
8. Принципы развития упрощений при информационном обеспечении компьютерного моделирования и проектирования
9. Модель аналогий при оценке параметров объекта
10. Эвристическая модель компьютерного моделирования и проектирования

7 Лабораторные занятия

В процессе выполнения лабораторных занятий студент не только закрепляет теоретические знания, но и пополняет их. Лабораторные работы проводятся фронтальным методом индивидуально для каждого студента. При подготовке к лабораторной работе студент должен руководствоваться индивидуальным заданием. По мере освоения методов студентам могут поручаться индивидуальные работы в плане фрагментов научно- поисковых работ.

Вся работа при выполнении лабораторной работы разбивается на следующие этапы: вступительный, проведение вычислительного эксперимента и обработка результатов.

Вступительный этап включает анализ полученного индивидуального задания, изучение рекомендуемых литературных источников по теме задания, знакомство с программами, методами и схемами вычислений. Исходя из возможностей ЭВМ и условий индивидуального задания, выбирается и обосновывается метод расчета и проведения эксперимента, составляется методика и программа выполнения работы. В процессе самостоятельной подготовки к лабораторной работе каждый студент ведет черновик отчета, куда вносятся:

- задача;
- методика вычислений и проведения работы;
- формулы и предполагаемые графики.

В процессе домашней подготовки студент проверяет качество усвоения проработанного материала по вопросам для самоконтроля, относящимся к изучаемой теме. Без проведения такой предварительной подготовки к лабораторной работе студент не допускается к выполнению вычислительного эксперимента.

Помимо домашней работы студенты готовятся к выполнению эксперимента также на рабочем месте: они знакомятся с ЭВМ, уточняют порядок выполнения работы. В ходе аудиторной подготовки преподаватель путем собеседования выявляет и оценивает степень готовности каждого студента к проведению эксперимента и знание им теоретического материала. Студенты, не подготовленные к выполнению работы или не представившие отчеты по предыдущей работе, к

выполнению новой работы могут быть не допущены и все отведенное время для лабораторной работы должны находиться в лаборатории, изучать по рекомендованной литературе тот материал, с которым они не познакомились дома. К выполнению работы они могут быть допущены только после собеседования. Все пропущенные лабораторные работы по уважительным или неуважительным причинам могут быть выполнены в конце семестра на дополнительных занятиях.

Второй этап работы – проведение вычислительного эксперимента в компьютерном зале. На этом этапе очень важно, чтобы студент выполнил самостоятельно и грамотно необходимые расчеты, укладываясь в отведенное для этого время. При организации своей работы для проведения вычислительного эксперимента целесообразно исходить из рекомендаций, изложенных в руководствах для выполняемой лабораторной работы.

В экспериментах, когда это важно, всегда следует ставить пробные вычислительные опыты, которые преследуют несколько целей:

– студент «знакомится» с данным вычислительным экспериментом. В каждом эксперименте своя методика и связанные с ней определенные, часто повторяющиеся операции, и студенту необходимо поупражняться или попрактиковаться в их выполнении. Первые несколько расчетов почти всегда менее надежны или менее ценны, чем последние, и обычно удается сэкономить время, если в начальный период работы затратить часть его на то, чтобы найти наилучшие способы проведения расчетов и записи результатов;

– проверяется работа отдельных функций и опций в ЭВМ;

– определяется соответствующий интервал граничных значений для каждой из величин, рассчитываемых в данном вычислительном эксперименте;

– оцениваются возможные ошибки в различных величинах.

В ходе пробного опыта следует провести некоторые предварительные измерения и составить план с указанием величин, которые необходимо рассчитать, и оценить время, необходимое на расчет.

Прежде чем, приступить к систематическим вычислениям, необходимо убедиться, что Вы знаете, систему, под которой работает ЭВМ. Разобраться в этом вопросе студенту поможет внимательное чтение инструкций и методических указаний.

В каждом вычислительном эксперименте очень важно сразу же записывать все сделанное. Не проводите никаких, даже самых простых, арифметических расчетов в уме, прежде чем записать результат измерения. При проведении и записи результатов расчетов хорошо проверить то, что Вы записали, взглянуть еще раз на ЭВМ.

Все записи необходимо датировать и снабжать заголовками.

На последнем этапе работы студент производит обработку данных измерений и анализ полученных результатов.

Отчет студента по работе должен быть индивидуальным,

составленным по установленной форме, и содержать следующие разделы: наименование работы; цель работы; индивидуальное задание; применяемая аппаратура; ее описание; краткое изложение методики, схемы вычислений; таблицы; итог обработки результатов и расчетные формулы; графики; анализ результатов и погрешностей. Анализ результатов является важной частью отчета.

Здесь нужно привести:

- сопоставление с другими аналогичными результатами расчетов, если они имеются, с обязательной ссылкой на литературный источник;
- сопоставление с соответствующими теориями;
- причины, обусловившие погрешности измерений и методы их устранения.

Таким образом, отчет студента должен представлять собой пусть небольшую, но законченную работу, хорошо оформленную и грамотно изложенную.

Ниже приведены названия лабораторных работ.

1. Методы решения нелинейных уравнений
2. Методы вычисления определенного интеграла
3. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)
4. Интерполяция и аппроксимация функций
5. Разностная аппроксимация производных
6. Методы безусловной оптимизации
7. Методы решения краевых задач
8. Исследование характеристик и параметров биполярного транзистора
9. Исследование характеристик и параметров полевого транзистора
10. Исследование усилительного каскада на биполярном (полевом) транзисторе на переменном токе (средние и нижние частоты)
11. Исследование усилительного каскада на биполярном (полевом) транзисторе на переменном токе (верхние частоты)
12. Исследование пассивных схем плавной регулировки усиления
13. Исследование активных схем плавной регулировки усиления
14. Определение высокочастотных параметров биполярных транзисторов

8 Темы для самостоятельного изучения

Темы для самостоятельного изучения дополняют и углубляют лекционный материал. Тематика самостоятельных работ предполагает анализ достижений в области компьютерного моделирования и проектирования электронных приборов и устройств. Отдельные фрагменты тем могут составлять предмет научных исследований.

Темы для самостоятельного изучения

1. Структура и разновидности САПР.

2. Концепция формирования САПР, как инструмента для разработки объекта.
 3. Машинное моделирование эксперимента.
 4. Погрешности.
 5. Методы получения информации об объекте.
 6. Классификация информации и моделей объектов.
 7. Эвристическая модель: метод итераций, модель аналогий.
 8. Многовариантный анализ моделей.
 9. Адекватность моделей и технология их получения.
 10. Математические модели радиокомпонентов и электронных схем.
 11. Схемотехника аналоговых устройств в среде Qucs.
 12. Программирование в Scilab
 13. Методы статистического, вероятностного и функционального анализа моделей.
 14. Методы решения нелинейных уравнений.
 15. Метод простых итераций.
 16. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
 17. Численное дифференцирование и интегрирование.
 18. Методы анализа работы электронных приборов на основе численных методов решения задачи
 19. Содержание методов оптимизации при проектировании электронных приборов и устройств.
 20. Параметрическая оптимизация.
 21. Область компромиссов Парето
- По одной выбранной теме студент пишет реферат

Заключение

В итоге изучения тем студент должен твердо, как минимум знать следующие вопросы.

- 1 Математические модели
2. Методы и алгоритмы анализа и оптимального проектирования электронных приборов и устройств
3. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств с использованием прикладных программных средств
- 4 Информационное, программное, методическое и организационное обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) электронных приборов и устройств.

Список литературы

1. Основы компьютерного моделирования наносистем / Ибрагимов И.М. , Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. – М.: Изд-во «Лань» , 2010.- 384 с. ISBN978-5-8114-1032-3: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=156

Поршнеv С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. - М.: Изд-во «Лань», 2011.- 736 с. ISBN 978-5-8114-1063-7 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=650

3. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем / Петров М.Н., Гудков Г.В. - М.: Изд-во «Лань», 2011.- 464 с. ISBN 978-5-8114-1075-0 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=661

4. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. - М. : Академия, 2011. - 304 с. - ISBN 978-5-7695-6004-0

5. Компьютерное моделирование и проектирование: учебное пособие / Ю. Р. Саликаев.- Томск: ТУСУР, 2012. - 95 с. Препринт. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

6. Численные методы в примерах и задачах : Учебное пособие для вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 2-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2006. - 479 с. - (Прикладная математика для вузов). - ISBN 5-06-004763-6

7. Численные методы : Учебное пособие для вузов / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников ; ред. : А. И. Кибзун. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2006. - 398 с. ISBN 5-9221-0737-2

8. Основы численных методов : Учебник для вузов / Валентин Михайлович Вержицкий. - М. : Высшая школа, 2002. - 848 с. - ISBN 5-06-004020-8

9. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем : / И. Влах, К. Сингхал ; пер.: А. Ф. Обьедков, Н. Н. Удалов, В. М. Демидов ; ред. пер. А. А. Туркина. - М. : Радио и связь, 1988. - 560 с. - ISBN 5-256-00054-3

10. Mathcad для студента / А. М. Половко , И. В. Ганичев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 336 с. - ISBN 5-94157-596-3

11. Mathcad 12 для студентов и инженеров / В. Ф. Очков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 457 с. - ISBN 5-94157-289-1

12. Компьютерное моделирование и проектирование. Часть 1: методические указания к лабораторным работам / Ю.Р. Саликаев; Томск: ТУСУР, 2012. - 40 с. Препринт. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

13. Компьютерное моделирование и проектирование. Часть 2: методические указания к лабораторным работам / Е.Ю. Агеев; Томск: ТУСУР, 2012. - 77 с. Препринт. Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/>

Учебное пособие

Шандаров Е.С.

Компьютерное моделирование и проектирование
электронных приборов и устройств

Методические указания по самостоятельной работе

Усл. печ. л. Препринт
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40