

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

О.В. Килина
К.В. Гочиков

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Методические указания по проведению практических занятий
для студентов всех форм обучения технических специальностей

Томск
2022

УДК 339.138
ББК 65.291.3
К 392

Рецензент:

Антипин М.Е., доцент кафедры управления инновациями ТУСУР, кан. физ.-мат. наук

К 392 **Килина, Ольга Владимировна, Гончиков, Константин Викторович,**
Математическое моделирование и автоматизация проектирования
радиоэлектронных средств / О.В. Килина, К.В. Гончиков – Томск : Томск. гос. ун-т
систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 11 с.

Настоящие методические указания составлены с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО). Практические занятия дают возможность учащимся закрепить знания, полученные в теоретической части курса.

Одобрено на заседании каф. управления инновациями,
протокол № 7 от 31.01.2022

УДК 339.138
ББК 65.291.3

© **Килина О.В.,**
Гончиков К.В., 2022
© **Томск. гос. ун-т систем упр.**
и радиоэлектроники, 2022

Оглавление

Введение	4
1. Материально-техническое обеспечение практических занятий.....	5
2. Прием результатов выполнения практических заданий	5
3. Задания для практических занятий.....	6
4. Вопросы для самоконтроля.....	7
5. Примерный перечень вопросов к экзамену	10
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	11

Введение

Дисциплина «Математическое моделирование и автоматизация проектирования радиоэлектронных средств» играет важную роль в формировании профессиональных знаний по моделированию и проектированию радиоэлектронных устройств в области управления инновациями.

Цель дисциплины состоит в изучении методов компьютерного моделирования и проектирования радиоэлектронных средств с применением современных информационных технологий, а также формировании базовых профессиональных компетенций в области проектирования электронной техники (ЭТ) и разработки проектной документации с применением систем автоматизированного проектирования (САПР).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать современные тенденции и инновационные технологии развития информатики и вычислительной техники; основные принципы организации и построения вычислительных машин, систем и сетей, учитывать эти тенденции в своей профессиональной деятельности.

- уметь решать практические задачи, использовать стандартные пакеты прикладных программ для моделирования объектов и процессов, организовывать документальное сопровождение инновационного проекта, представлять технические решения с использованием средств компьютерной графики и геометрического моделирования, оценивать качество и результативность труда.

- владеть современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; современными программно-аппаратными средствами автоматизации разработки конструкций и технологий производства электронных средств, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способностью управлять коммуникациями в инновационном проекте.

Практические задания, предусмотренные настоящими указаниями, выполняются студентами во время аудиторных занятий индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем.

Перед началом занятий студенты должны изучить инструкцию по охране труда. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая студенту вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время проведения практических занятий в аудитории студентам запрещается передавать друг другу файлы и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.

Студент имеет право просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующим повторением студентом.

Консультации, выдача практических заданий и прием результатов выполнения осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

1. Материально-техническое обеспечение практических занятий

Лаборатория управления проектами, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы: 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер WS2 (6 шт.);
- Компьютер WS3 (2 шт.);
- Компьютер Celeron (3 шт.);
- Компьютер Intel Core 2 DUO;
- Проектор Nec;
- Экран проекторный Projecta;
- Стенд передвижной с доской магнитной;
- Акустическая система + (2колонки) KEF-Q35;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям санитарных правил и норм (СанПиН).

2. Прием результатов выполнения практических заданий

Результаты выполнения практических заданий демонстрируются преподавателю. Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать у студента демонстрации выполненного задания в виде файлов, таблиц, мнемосхем, рисунков, графиков или диаграмм, в том числе, по возможности и необходимости, в бумажном письменном или распечатанном виде.
- Требовать у студента пояснений, относящихся к способам реализации задания.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если получены все результаты, предусмотренные заданием. Если какие то результаты, предусмотренные заданием, не получены или неверны, то задание подлежит доработке.

Студент должен работать внимательно и аккуратно. Подлежат обязательному исправлению замеченные преподавателем недочеты:

- грамматические ошибки;
- небрежное оформление рисунков, графиков, структур, схем;
- неточности в описаниях, структурах, схемах.

Результаты выполнения заданий сохраняются студентом в электронном виде (файлы), а также, если возможно и удобно, в бумажном формате, до получения экзамена по данной дисциплине.

До начала экзаменационной сессии студент должен сдать результаты выполнения всех практических заданий, предусмотренным настоящими указаниями. В противном случае студенты к сдаче экзамена не допускаются.

3. Задания для практических занятий

Тема № 3

Математические модели радиоэлектронных объектов и методы автоматизированного формирования уравнений модели.

Цель занятия: Познакомить студентов с принципами построения электрических моделей радиоэлектронных объектов в системах автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств.

Тема № 4

Математическое моделирование цифровых устройств.

Цель занятия: Познакомить студентов с принципом моделирования цифровых устройств на логическом уровне.

Тема № 5

Оптимальное проектирование радиоэлектронных средств (РЭС) на основе решения задач линейного программирования (ЗЛП).

Цель занятия: Ознакомить студентов с задачей оптимального проектирования на основе решения задач линейного программирования (ЗЛП).

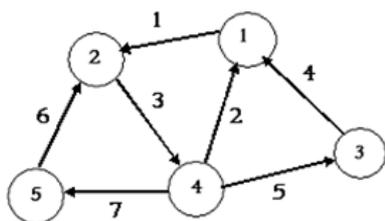
Тема № 6

Численные методы в САПР радиоэлектронных средств.

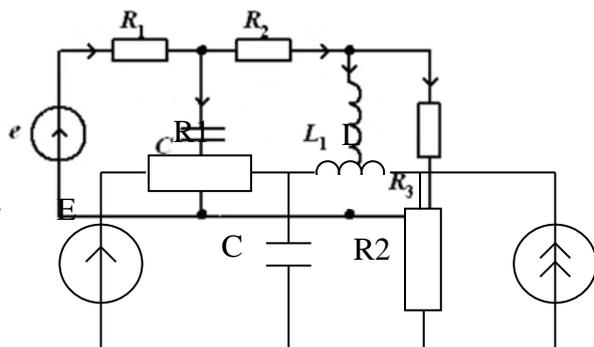
Цель занятия: Ознакомить студентов с математическим обеспечением систем автоматизированного проектирования и систем обработки экспериментальных данных.

Перечень типовых задач к практическим занятиям:

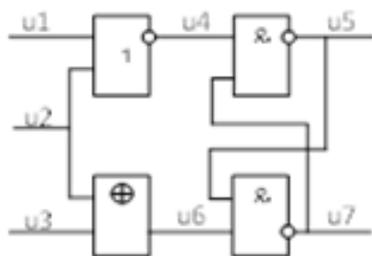
1. Построить матрицу инцидентности для графа.



2. Построить полный, ориентированный граф для электрической схемы.



3. Построить модель электрической схемы в виде системы уравнений (методом узловых потенциалов, методом контурных токов).



4. Методом простой итерации найти установившееся решение, сквозным синхронным моделированием цифрового устройства, используя двухзначный алфавит ($u1=1$, $u2=0$, $u3=1$).

5. Определить корни уравнения $x^3+2x=1$ (методом дихотомии, методом хорд, методом Ньютона, методом секущих).

6. Решить систему уравнений (методом Крамера, матричным методом)

$$\begin{cases} 7x + 2y + 3z = 15 \\ 5x - 3y + 2z = 15 \\ 10x - 11y + 5z = 36 \end{cases}$$

7. Решить задачу линейного программирования (графическим методом, симплекс методом)

$$45x_1 + 80x_2 \rightarrow \max ,$$

$$5x_1 + 20x_2 \leq 400 ,$$

$$10x_1 + 15x_2 \leq 450 ,$$

$$x_1 \geq 0 ,$$

$$x_2 \geq 0 .$$

4. Вопросы для самоконтроля

1. Укажите аббревиатуру общего названия программ и программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов:
2. а) CAE;
б) CAD;
в) CAM;
г) PDM.
3. За планирование производства и требований к материалам отвечает система:
а) ERP;
б) SCADA;
в) CRM;
г) MRP-2.
4. Какой из этапов проектирования отвечает за аппаратную реализацию составных частей, выбор элементной базы, принципиальных схем и параметров проектируемого устройства?
а) системотехническое проектирование;
б) схемотехническое (функциональное) проектирование;

- в) конструирование;
 - г) технологическая подготовка.
5. Эргономическое обеспечение САПР это...
- а) описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов;
 - б) языки программирования и языки обмена данными между техническими средствами САПР;
 - в) требования согласованности психологических, антропометрических и др. характеристик и возможностей человека с техническими характеристиками средств автоматизации;
 - г) совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования.
6. Полным графом, используемым обычно для машинных методов расчета цепей, является граф...
- а) между любыми двумя узлами которого существует, по крайней мере, один путь;
 - б) каждая ветвь которого соответствует отдельному элементу цепи;
 - в) узлы (вершины) которого, соответствуют узлам схемы;
 - г) который, в результате изоморфных преобразований может быть изображен на плоскости без пересечения ветвей.
7. Для формирования математической модели устройства по методу узловых потенциалов необходимо в электрической модели ...
- а) заменить индуктивности на емкости;
 - б) заменить источники тока на источники напряжения;
 - в) заменить емкости на индуктивности;
 - г) заменить источники напряжения на источники тока.
8. OrCAD это...
- а) пакет программ твердотельного параметрического 3D моделирования;
 - б) редактор принципиальных схем;
 - в) пакет компьютерных программ, предназначенный для всех этапов проектирования электронных устройств;
 - г) программа для проектирования печатных плат.
9. Символ «X» при моделировании цифрового устройства пятизначным алфавитом обозначает:
- а) отсутствие сигнала;
 - б) наличие сигнала;
 - в) гладкую смену сигнала из 0 в 1;
 - г) неопределенное состояние.
10. Событийным синхронным моделированием цифрового устройства называется решение, при котором на каждой итерации решаются...
- а) уравнения для элементов, у которых изменились входные сигналы, без учета задержек срабатывания отдельных элементов;
 - б) все логические уравнения, без учета задержек срабатывания отдельных элементов;
 - в) уравнения для элементов, у которых изменились входные сигналы, с учетом задержек срабатывания отдельных элементов;
 - г) все логические уравнения, с учетом задержек срабатывания отдельных элементов.
11. Матрица инцидентности это:
- а) матрица, у которой все элементы вне главной диагонали равны нулю;
 - б) матрица, используемая для представления графов с петлями;
 - в) матрица, у которой все элементы вне главной диагонали равны единице;
 - г) одна из форм представления графа, где столбцы соответствуют ребрам, а строки вершинам графа.

12. Дерево это:
 - а) граф без циклов, в котором любые две вершины соединены лишь одним маршрутом;
 - б) граф, в котором можно обойти все вершины и при этом пройти одно ребро только один раз;
 - в) граф, в котором можно обойти все вершины и каждая вершина при обходе повторяется лишь один раз;
 - г) граф, в котором каждая вершина имеет одинаковое количество соседей.
13. Какая теорема утверждает, что любую активную цепь с двумя полюсами в установившемся режиме можно заменить источником напряжения с некоторым внутренним импедансом?
 - а) Теорема Тевенена;
 - б) Теорема взаимности (обратимости);
 - в) Теорема Норттона;
 - г) Теорема замещения.
14. К какому классу языков программирования относится ассемблер?
 - а) машинно-ориентированным;
 - б) универсальным;
 - в) машинно-независимым;
 - г) проблемно-ориентированным.
15. Реляционная база данных представляет собой:
 - а) данные в виде нескольких таблиц;
 - б) набор узлов, в котором каждый может быть связан с каждым;
 - в) данные в виде многоуровневой структуры;
 - г) набор взаимосвязанных таблиц.
16. Среди методов решения уравнений наибольшей скоростью сходимости обладает метод:
 - а) дихотомии;
 - б) касательных (Ньютона);
 - в) хорд;
 - г) секущих.
17. Процесс отыскания аналитической функции по табличным (экспериментальным) данным при условии точного совпадения искомой функции и табличных данных называется:
 - а) интерполяцией;
 - б) дискретизацией;
 - в) аппроксимацией;
 - г) линеаризацией.
18. Задача линейного программирования - это частный случай задачи ...
 - а) структурного программирования;
 - б) графического программирования;
 - в) математического программирования;
 - г) динамического программирования.
19. Какой из типов проектов по продолжительности лишний?:
 - а) краткосрочные;
 - б) смешанные;
 - в) годовые;
 - г) мини-проекты.
20. Что является самой простой коммуникационной сетью?:
 - а) круг;
 - б) цепочка;

- в) звезда;
 - г) дерево.
21. Какой протокол объединил отдельные компьютерные сети во всемирную сеть Интернет?
- а) НТТР;
 - б) IP;
 - в) FTP;
 - г) SMTP.

5. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Сущность и этапы проектирования электронной техники (ЭТ).
2. Жизненный цикл ЭТ.
3. Системный подход к информационной технологии проектных исследований ЭТ.
4. Классификация САПР.
5. Пакеты программ схемотехнического проектирования радиоэлектронных устройств и их возможности.
6. Виды обеспечения САПР.
7. Математическое обеспечение САПР.
8. Программное обеспечение САПР.
9. Лингвистическое обеспечение САПР.
10. Техническое обеспечение САПР
11. Информационное обеспечение САПР.
12. Организационно-методическое, правовое и эргономическое обеспечение САПР.
13. Роль моделей в информационных технологиях проектировании ЭТ.
14. Математическая модель резистора.
15. Математическая модель конденсатора.
16. Математическая модель полупроводникового диода.
17. Формирование математической модели радиоэлектронного устройства с применением теории графов.
18. Формирование математической модели радиоэлектронного устройства по методу узловых потенциалов.
19. Формирование математической модели радиоэлектронного устройства по методу контурных токов.
20. Моделирование цифровых устройств методом простой итерации.
21. Информационные технологии в задачах обеспечения надежности и качества аппаратуры.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Кологривов, В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / В. А. Кологривов. — Томск: ТУСУР, 2012. — 120 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1390> (дата обращения: 29.11.2022).

2. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий: Учебное пособие для вузов / М. В. Головицына. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 504 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496617> (дата обращения: 29.11.2022).

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями : учебное пособие для вузов / В. П. Большаков, А. В. Чагина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12937-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490901> (дата обращения: 29.11.2022).

5. Управление проектами : учебник и практикум для вузов / А. И. Балашов, Е. М. Рогова, М. В. Тихонова, Е. А. Ткаченко ; под общей редакцией Е. М. Роговой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 383 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00436-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468486> (дата обращения: 29.11.2022).

6. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468584> (дата обращения: 29.11.2022).