

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

О.В. Килина
К.В. Гончиков

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Методические указания для самостоятельной работы
студентам 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. – 10 с.

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Математическое моделирование и автоматизация проектирования радиоэлектронных средств» разработаны для студентов технических специальностей и являются неотъемлемым элементом изучения дисциплины.

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 Общие требования.....	4
2 Виды самостоятельной работы студентов.....	4
3 Проработка лекционного материала.....	5
4 Содержание разделов и тем лекционного курса	5
5 Подготовка к практическим занятиям	5
6 Подготовка к лабораторным работам.....	6
7 Тестовые вопросы	7
8 Экзаменационные вопросы.....	9
9 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	11

Введение

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемым элементом изучения дисциплины «Математическое моделирование и автоматизация проектирования радиоэлектронных средств».

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение теоретического материала по актуальным вопросам дисциплины. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Самостоятельно изученные теоретические материалы обсуждаются на практических занятиях и входят в экзаменационные вопросы.

В процессе самостоятельной работы студенты:

- осваивают материал, предложенный им на лекциях с привлечением указанной преподавателем литературы,
- готовятся к лабораторным работам в соответствии с описанием лабораторных работ и методическими указаниями к лабораторным работам,
- готовятся к практическим занятиям в соответствии с индивидуальными и/или групповыми заданиями,
- ведут подготовку к промежуточной аттестации и экзамену по данному курсу.

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- формирование навыков самостоятельной образовательной деятельности;
- выявления и устранения студентами пробелов в знаниях, необходимых для изучения данного курса;
- осознания роли и места изучаемой дисциплины в образовательной программе, по которой обучаются студенты.

1 Общие требования

Самостоятельная работа студентов должна быть обеспечена необходимыми учебными и методическими материалами:

- основной и дополнительной литературой,
- демонстрационными материалами, представленными во время лекционных занятий,
- методическими указаниями по проведению лабораторных работ,
- методическими указаниями по проведению практических работ,
- перечнем вопросов, выносимых на экзамен.

2 Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении данной дисциплины предполагает следующие виды работ и формы контроля (таблица 2.1).

Таблица 2.1

№ п/п	Наименование работы	Форма контроля
1.	Проработка лекционного материала	Домашнее задание. Конспект самоподготовки
2.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	Опрос на занятиях
3.	Оформление отчетов по лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе
4.	Подготовка к экзамену	Сдача экзамена

3 Проработка лекционного материала

Лекционный материал наряду с рекомендуемой литературой является основой для освоения дисциплины. Составной частью самостоятельной работы по лекционному курсу является непосредственная работа на лекциях – ведение конспектов. Самостоятельная проработка материала прочитанных лекций предполагает изучение конспектов лекций, а также материалов лекций по источникам, приведенным в списке основной и дополнительной учебной литературы.

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них.

4 Содержание разделов и тем лекционного курса

Раздел 1. *Информационные технологии. Основные понятия. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования.*

Определение основных понятий дисциплины и связанных с ними терминов. Роль информационных технологий в проектировании. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства электронной техники (ЭТ). Разработка нормативно-технической документации. Системный подход в проектировании. Основы управления проектами.

Раздел 2. *Системы автоматизированного проектирования (САПР). Виды обеспечения САПР.*

Определение САПР и принципы создания. Этапы жизненного цикла и используемые автоматизированные системы. Структура САПР. Разновидности САПР. Виды обеспечения САПР.

Раздел 3. *Математические модели радиоэлектронных объектов и методы автоматизированного формирования уравнений модели.*

Общие сведения о математических моделях ЭТ. Классификация моделей, требования, предъявляемые к моделям. Модели дискретных элементов радиоэлектроники. Теория графов. Основы автоматизированного формирования математической модели ЭТ. Формирование уравнений математической модели по методу узловых потенциалов и контурных токов.

Раздел 4. *Математическое моделирование цифровых устройств.*

Моделирование на логическом уровне. Синхронное моделирование цифровых устройств двоичным алфавитом. Событийные алгоритмы синхронного моделирования. Моделирование цифровых устройств многозначными алфавитами.

Раздел 5. *Оптимальное проектирование радиоэлектронных средств (РЭС) на основе решения задач линейного программирования (ЗЛП).*

Сведение задачи оптимального проектирования ЭТ к задаче линейного программирования. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.

Раздел 6. *Численные методы в САПР радиоэлектронных средств.*

Методы интерполяции и аппроксимации. Методы численного дифференцирования и интегрирования.

5 Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям необходимо пользоваться методическими указаниями по проведению практических занятий по данной дисциплине.

В ходе подготовки необходимо:

1. Выполнить домашнее задание, полученное на предыдущем занятии. Если предыдущее занятие было пропущено, выяснить домашнее задание у старосты группы.

2. Познакомиться с темой следующего практического занятия.
3. Прочитать рекомендованные разделы учебного пособия или повторить материалы соответствующей лекции.

Темы практических занятий:

Тема 1 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 2 Математическое моделирование цифровых устройств.

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

Тема 3 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 4 Численные методы в САПР радиоэлектронных средств.

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

6 Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к лабораторным работам необходимо пользоваться методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по данной дисциплине.

В ходе подготовки необходимо:

1. Прочитать рекомендованные разделы учебного пособия или повторить материалы соответствующей лекции.
2. Оформить отчет по лабораторной работе, выполненной на предыдущем занятии.
3. Познакомиться с названием следующей лабораторной работы.

Темы лабораторных работ:

1. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Виды обеспечения САПР.

Цель занятия: Познакомить студентов с системами инструментальной поддержки этапов жизненного цикла проектируемого объекта: управления проектными и инженерными данными (PDM), проектирования программного продукта (CASE), автоматизированного проектирования (CAD), автоматизированной технологической подготовки производства (CAM), инженерного анализа (CAE). Научить студентов работе в системах твердотельного 3D проектирования.

2. Математические модели радиоэлектронных объектов и методы автоматизированного формирования уравнений модели.

Цель занятия: Обучение студентов работе в радиоэлектронных САПР (OrCAD) для расчета и проектирования электрических схем. Работа с библиотеками компонентов и источниками сигналов. Моделирование прохождения импульсных сигналов через линейные цепи.

3. Математическое моделирование цифровых устройств.

Цель занятия: Проектирование в радиоэлектронной САПР (OrCAD) цифрового устройства. Создание иерархических блоков и символов компонента. Создание печатной платы цифрового устройства в системе EasyEDA.

7 Тестовые вопросы

1. Укажите аббревиатуру общего названия программ и программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов:
 - а) CAE;
 - б) CAD;
 - в) CAM;
 - г) PDM.
2. За планирование производства и требований к материалам отвечает система:
 - а) ERP;
 - б) SCADA;
 - в) CRM;
 - г) MRP-2.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. К какому классу языков программирования относится ассемблер?:
 - а) машинно-ориентированным;
 - б) универсальным;
 - в) машинно-независимым;
 - г) проблемно-ориентированным.
14. 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.
15. Среди методов решения уравнений наибольшей скоростью сходимости обладает метод:
 - а) дихотомии;
 - б) касательных (Ньютона);

- в) хорд;
 - г) секущих.
16. 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.
 17. Задача линейного программирования это частный случай задачи ...
 - а) структурного программирования;
 - б) графического программирования;
 - в) математического программирования;
 - г) динамического программирования.
 18. Какой из типов проектов по продолжительности лишней?:
 - а) краткосрочные;
 - б) смешанные;
 - в) годовые;
 - г) мини-проекты.
 19. Что является самой простой коммуникационной сетью?:
 - а) круг;
 - б) цепочка;
 - в) звезда;
 - г) дерево.
 20. Какой протокол объединил отдельные компьютерные сети во всемирную сеть Интернет?:
 - а) HTTP;
 - б) IP;
 - в) FTP;
 - г) SMTP.

8 Экзаменационные вопросы

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 проектирования 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.

9 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).