

ФЕДОТОВ Ю. Б., ТАЛАНОВ М. В., ТАЛАНОВ В. М.

**ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ СИЛОВОЙ  
ЭЛЕКТРОНИКИ**

**Учебное пособие**

**Издание второе,  
переработанное и дополненное**

**Саранск  
Издательство СВМО  
2022**

УДК 621.314  
ББК 31.264.54  
Ф 342

Научный редактор:  
кандидат физико-математических наук *Л.А.Сухарев*

Рецензенты:  
кандидат физико-математических наук, доцент *С.М. Мурюмин*  
кандидат физико-математических наук *Е.В. Десяев*

**Федотов Ю. Б., Таланов М. В., Таланов В. М.**

Основы математического моделирования устройств силовой электроники. Учеб. пособие. Изд. второе — Саранск: Изд-во СВМО, 2022. — 125 с.

ISBN 978-5-901661-56-7

Учебное пособие содержит методические и практические основы математического моделирования устройств силовой электроники. Приводятся примеры построения математических моделей силовых электрических схем, описания восьми лабораторных работ по курсу «Основы математического моделирования» на базе теоретического материала, изложенного в пособии, и контрольные вопросы для самоподготовки.

Предназначено для студентов по направлению подготовки 130302 – Электроэнергетика и электротехника профиль «Электропривод и автоматика».

Публикуется на основании Устава Межрегиональной общественной организации «Средне-Волжское математическое общество» (п. 2.2), решению редакционно-издательского отдела СВМО и методической комиссии института электроники и светотехники ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарева».

УДК 621.314  
ББК 31.264.54  
Ф 342

ISBN 978-5-901661-56-7



9 785901 661567

©Ю. Б. Федотов,  
М. В. Таланов,  
В. М. Таланов, 2022.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Типы моделей, методы моделирования .....	5
1.1. Виды моделей .....	5
1.2. Требования к математической модели .....	11
1.3. Имитационное моделирование.....	11
1.4. Этапы моделирования. Создание моделей.....	14
2. Формирование структурных матриц электрических цепей .....	18
2.1. Структура электрических цепей (элементный состав).....	18
2.2. Основные понятия и определения теории графов.....	19
2.3. Структурные матрицы электрических цепей .....	22
2.4. Фундаментальные матрицы контуров и сечений.....	28
3. Формирования системы алгебро-дифференциальных уравнений.....	30
3.1. Уравнения цепи в совместной и однородной системах координат.....	30
3.2. Структура системы алгебро-дифференциальных уравнений.....	31
3.3. Алгоритм формирования системы алгебро-дифференциальных уравнений .....	32
4. Численные методы решения дифференциальных уравнений.....	37
4.1. Постановка задачи.....	37
4.2. Особенности моделирования схем силовой электроники.....	38
4.3. Основные характеристики численных методов .....	40
4.4. Классификация численных методов решения ОДУ.....	41
4.4.1. Одношаговые методы .....	42
4.4.2. Линейные многошаговые методы.....	44
4.4.3. Методы Адамса.....	45
5. Решение уравнений .....	48
5.1. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.....	48
5.2. Общие методические указания к численным методам решения нелинейных уравнений .....	49
5.2.1. Метод половинного деления .....	49
5.2.2. Метод последовательных приближений .....	52
5.2.3. Метод последовательных приближений с переходом к обратным функциям.....	53
5.2.4. Метод касательных (метод Ньютона) .....	54
5.2.5. Модифицированный метод касательных .....	55
5.2.6. Метод хорд.....	55
6. Приближение функций .....	58
6.1. Постановка задачи приближения функций.....	58
6.2. Интерполирование функций.....	59
6.3. Метод наименьших квадратов .....	62
7. Численное интегрирование.....	66
7.1. Постановка задачи.....	66
7.2. Метод прямоугольников.....	66
7.3. Формула трапеций.....	67
7.4. Метод Симпсона.....	67
8. Системы моделирования схем силовой электроники .....	68
8.1. Обзор систем моделирования.....	68
8.2. PSPICE – подобные системы.....	68
8.3. Блок Power system системы программ MatLab.....	71
8.4. Системы моделирования ЭЛТРАН, ПАКЛС .....	74
Приложение I.....	79

Пример формирования модели силовой электрической цепи .....	79
Приложение 2.....	90
Лабораторная работа № 1. Знакомство с системой MATLAB.....	90
Лабораторная работа № 2. Графические команды и функции системы MATLAB .....	91
Лабораторная работа № 3. Формирование структурных матриц электрической схемы .....	93
Лабораторная работа № 4. Аппроксимация и интерполяция данных .....	94
Лабораторная работа № 5. Вычисление определенных интегралов.....	95
Лабораторная работа № 6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений ..	97
Лабораторная работа № 7. Определить корни нелинейного уравнения с одним неизвестным .....	101
Лабораторная работа № 8. Приближение функций .....	102
Лабораторная работа № 9. Алгоритм исключений Гаусса.....	105
Лабораторная работа № 10. Метод Рунге - Кутта .....	113
Библиографический список.....	121
СОДЕРЖАНИЕ.....	123