



Предисловие ..... 9

Введение ..... 12

## ▼ Часть I

Технологии моделирования электромеханических  
мехатронных модулей движения в среде SimInTech ..... 14

## ▼ Глава 1

Обобщенная функциональная структура, модели  
и методология проектирования мехатронных  
модулей движения ..... 15

1.1. Принципы построения мехатронных модулей движения ..... 15

1.2. Математические модели мехатронных модулей движения ..... 18

1.2.1. Математические модели непрерывных элементов ..... 18

1.2.2. Математические модели цифровых элементов ..... 30

1.3. Задачи, концепция и этапы модельного проектирования модулей  
движения в среде SimInTech ..... 34

Контрольные вопросы ..... 45

Литература к предисловию, введению и главе 1 ..... 45

## ▼ Глава 2

Пакет SimInTech – визуальная среда моделирования мехатронных систем .....	47
2.1. Принципы и методика моделирования .....	47
2.2. Запуск SimInTech.....	49
2.3. Главное командное меню .....	51
2.4. Панели инструментов главного окна и схемных окон.....	53
2.5. Палитра компонентов.....	57
2.6. Краткое описание процедур и этапов работы в среде SimInTech .....	60
2.7. Демонстрационно-обучающие примеры моделирования в среде SimInTech.....	62
Контрольные вопросы и упражнения.....	117
Литература .....	118

## ▼ Глава 3

Анализ и синтез мехатронных модулей движения как цифровых электроприводов с обратными связями .....	120
3.1. Принципы цифрового управления электроприводами .....	120
3.2. Структурные модели цифровых электроприводов .....	122
3.3. Анализ устойчивости цифровых электроприводов.....	126
3.4. Анализ качества цифровых электроприводов .....	127
3.5. Упрощенный метод синтеза цифровых электроприводов.....	129
3.6. Определение периода квантования непрерывных сигналов в цифровых электроприводах .....	134
Контрольные вопросы и упражнения.....	180
Литература .....	181

## ▼ Глава 4

Математические модели дискретных и нелинейных элементов цифровых электроприводов и их реализации в среде SimInTech .....	183
4.1. Общие сведения .....	183
4.2. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи .....	184
4.3. Моделирование цифровых САП в среде SimInTech на основе линейных моделей .....	189

4.4. Моделирование цифровых САР в среде SimInTech с учетом нелинейных свойств элементов.....	209
Контрольные вопросы и упражнения.....	225
Литература.....	226

## ▼ Глава 5

Полупроводниковые преобразователи электромеханических модулей движения.....	227
5.1. Силовые полупроводниковые элементы.....	227
5.1.1. Силовые полупроводниковые диоды.....	227
5.1.2. Тиристоры.....	231
5.1.3. Биполярные IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) транзисторы.....	236
5.2. Силовые полупроводниковые преобразователи электромеханических модулей движения.....	240
5.2.1. Классификация.....	240
5.2.2. Основные характеристики силовых полупроводниковых преобразователей.....	242
5.3. Управляемые выпрямители.....	243
5.3.1. Однофазные управляемые выпрямители.....	243
5.3.2. Трехфазные управляемые выпрямители.....	253
5.4. Широтно-импульсные преобразователи.....	261
5.4.1. Одноплечевые широтно-импульсные преобразователи.....	261
5.4.2. Мостовой широтно-импульсный преобразователь.....	268
5.4.3. Динамические характеристики управляемых выпрямителей.....	271
5.5. Автономные инверторы.....	271
5.5.1. Вводные замечания.....	271
5.5.2. Одноплечевой однофазный инвертор.....	271
5.5.3. Мостовой однофазный инвертор.....	276
5.5.4. Трехфазные автономные инверторы.....	279
5.5.5. Многоуровневые инверторы.....	284
Литература.....	290

## ▼ Глава 6

Полупроводниковые преобразователи в цепи питания мехатронных модулей движения и их реализации в среде SimInTech.....	291
6.1. Расчетная схема питания мехатронного модуля движения.....	291

6.2. Выпрямитель с фильтром в качестве ВИП .....	293
6.3. Выпрямитель с цепью сброса энергии в качестве ВИП .....	297
6.4. Динамические и энергетические процессы в мехатронном модуле движения, питающегося от ВИП на базе выпрямителя .....	301
6.4.1. Анализ динамических процессов в мехатронном модуле движения, питающегося от ВИП на базе выпрямителя .....	301
6.4.2. Электромагнитные и электромеханические процессы в мехатронном модуле движения, питающегося от ВИП на базе выпрямителя.....	304
6.4.3. Динамические и энергетические процессы в двухконтурном электроприводе постоянного тока.....	317
Литература .....	321

## ▼ Часть II

Моделирование и элементы проектирования электромеханических мехатронных модулей движения .....	322
--	-----

## ▼ Глава 7

Модули движения с двигателями постоянного тока.....	323
7.1. Математическое описание, структурные схемы и модели двигателя постоянного тока в среде SimInTech.....	323
7.1.1. Математическое описание двигателя постоянного тока (ДПТ).....	323
7.1.2. Структурная модель ДПТ в переменных состояния .....	325
7.1.3. Структурная модель ДПТ с представлением электромагнитной и электромеханической цепей передаточными функциями .....	329
7.1.4. Структурные модели ДПТ, составленные по корням характеристического уравнения.....	331
7.2. Синтез регуляторов в одноконтурном электроприводе постоянного тока.....	335
7.2.1. Синтез непрерывных регуляторов.....	335
7.2.2. Синтез цифровых регуляторов .....	347
7.3. Синтез регуляторов в двухконтурном электроприводе постоянного тока.....	354

7.3.1. Синтез непрерывных регуляторов .....	354
7.3.2. Переоборудование регуляторов в двухконтурной системе.....	359
7.4. Электроприводы постоянного тока в мехатронных системах .....	363
7.4.1. Синтез регуляторов в следящей робототехнической системе постоянного тока .....	363
7.4.2. Система управления устройством чтения-записи жесткого диска компьютера.....	374
7.5. Задания для самостоятельной работы.....	376
Литература.....	377

## ▼ Глава 8

### Элементы проектирования мехатронных модулей движения..... 378

8.1. Отдельные аспекты проектирования модулей движения.....	378
8.2. Примеры проектирования мехатронных модулей движения.....	379
8.3. Учебное проектирование.....	420
8.3.1. Методика учебного проектирования.....	420
8.3.2. Исходные данные для примера расчетной работы .....	423
8.3.3. Содержание расчетной работы.....	424
Литература.....	443

## ▼ Приложение А

### Некоторые элементарные сведения по системам

#### автоматического управления с микропроцессорными ЭВМ..... 445

A.1. Принципы построения и работы систем .....	445
A.2. Структурные модели и упрощенный метод синтеза линейных (линеаризованных) систем.....	449
Литература .....	456

## ▼ Приложение Б

### Расчет частотных характеристик в среде SimInTech..... 457

## ▼ Приложение В

Справочные данные и некоторые вспомогательные расчетные методики для учебного проектирования мехатронных модулей движения .....	469
В.1. Электрические двигатели .....	469
В.1.1. Двигатели постоянного тока [8.10] .....	469
В.1.2. Асинхронные двигатели серии АИР .....	483
В.2. Отдельные сведения по некоторым элементам, используемым в мехатронных модулях движения .....	491