

Предисловие

## **Глава 1.**

### **Моделирование и мехатроника. Основные понятия**

Моделирование, основные понятия и определения

Мехатроника, основные понятия и определения

Состав мехатронной системы

Вопросы разработки моделей мехатронных систем

## **Глава 2.**

### **Пакет Simulink — визуальная среда проектирования мехатронных систем**

Общие вопросы создания моделей в пакете Simulink

Обозреватель разделов библиотек пакета Simulink

Создание модели

Установка параметров расчета и его выполнение

Установка параметров обмена с рабочей областью

Выполнение расчета,

Библиотеки пакета Simulink

Sources — источники сигналов

Sinks — приемники сигналов

Continuous — аналоговые (непрерывные) блоки

Discontinuities — нелинейные блоки

Discrete — дискретные блоки

Math — блоки математических операций

Signal Routing - библиотека маршрутизации сигналов

## **Глава 3. Динамика объектов управления мехатронных систем**

Математическое описание непрерывных объектов управления в мехатронных системах

Математическое описание дискретных объектов управления в мехатронных системах

Представление математического описания объектов управления мехатронных систем в пакете Control System Toolbox

Представление математического описания объектов управления мехатронных систем в пакете Simulink

Динамические характеристики объектов управления в Control System Toolbox

Динамические характеристики объектов управления мехатронных систем в пакете Simulink

Оценка качества и требования к динамическим характеристикам мехатронных систем

Оценка качества по показателям переходного процесса в системе

Оценки качества, основанные на анализе частотных характеристик

Оценки качества, основанные на анализе распределения корней характеристического уравнения

Интегральные оценки качества

Регуляторы в мехатронных системах

Методика синтеза регуляторов в мехатронной системе

Синтез непрерывных регуляторов методом корневого годографа в пакете Control System Toolbox

Синтез непрерывных регуляторов во временной и частотной областях в подчиненных структурах

Преобразование непрерывных регуляторов к цифровым аналогам

Метод параллельного программирования

Метод прямого программирования

Динамические характеристики импульсного звена мехатронной системы

## **Глава 4. Элементы устройств силовой электроники в пакете Sim Power System**

Введение

Пакет расширения Sim Power System

Основные особенности создания моделей

Библиотеки пакета Sim Power Systems 3

Electrical Sources — источники электрической энергии

Elements — электротехнические элементы  
Power Electronics — устройства Силовой электроники  
Measurements — измерительные и контрольные устройства  
Powerlib Extras — расширенные библиотеки  
Активные элементы силовых полупроводниковых преобразователей в пакете Sim Power System  
DC Voltage Source. Идеальный источник постоянного напряжения  
AC Voltage Source. Идеальный источник переменного (синусоидального) напряжения  
AC Current Source. Идеальный источник переменного (синусоидального) тока  
Controlled Voltage Source. Управляемый источник напряжения.  
Controlled Current Source. Управляемый источник тока  
3-Phase Source. Трёхфазный источник синусоидального напряжения  
Пассивные элементы силовых полупроводниковых преобразователей в Sim Power System  
Введение  
Series RLC Branch. Последовательная RLC-цепь. Parallel RLC Branch. Параллельная RLC-цепь. 3-Phase Series RLC Branch. Трёхфазная последовательная RLC-цепь. 3-Phase Parallel RLC Branch. Трёхфазная параллельная RLC-цепь  
Series RLC Load. Последовательная RLC-нагрузка. Parallel RLC Load. Параллельная RLC-нагрузка. 3-Phase Series RLC Load. Трёхфазная последовательная RLC-нагрузка. 3-Phase Parallel RLC Load. Трёхфазная параллельная RLC-нагрузка  
Breaker. Выключатель переменного тока. 3-Phase Breaker. Трёхфазный выключатель переменного тока  
The Three-Phase Fault block. Трёхфазный блок повреждений  
Трансформаторы  
Three-phase Transformer (Three Windings). Трёхфазный трехобмоточный трансформатор  
Полупроводниковые элементы силовых полупроводниковых преобразователей в пакете Sim Power System  
Классификация полупроводниковых приборов преобразователей  
Силовые полупроводниковые диоды  
Тиристор  
Полностью управляемые GTO тиристоры  
Биполярные IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) транзисторы  
Полевые MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) транзисторы  
Интегрально-модульные конструкции в Sim Power System  
**Глава 5 Модельное исследование устройств силовой электроники**  
Введение  
Силовые полупроводниковые преобразователи в системах мехатроники  
Основные характеристики устройств силовой электроники  
Управляемые выпрямители  
Вводные замечания  
Однофазный управляемый выпрямитель  
Управляемый выпрямитель в режиме инвертора, ведомого сетью  
Трёхфазные управляемые выпрямители  
Высшие гармоники первичного тока управляемых выпрямителей  
Энергетические и электромагнитные характеристики управляемых выпрямителей  
Моделирование управляемого выпрямителя (УВ)  
Преобразователи постоянного напряжения  
Одноплечевой ШИП с симметричным законом управлением  
Одноплечевой широтно-импульсный преобразователь с релейным регулированием тока  
Мостовой широтно-импульсный преобразователь  
Аналитическое представление электромагнитных и энергетических характеристик широтно-импульсных преобразователей  
Моделирование мостового широтно-импульсного преобразователя с поочередным законом управления в установившихся режимах

Динамические модели ШИП в системах мехатроники

Автономные инверторы

Вводные замечания

Однофазные инверторы

Трёхфазные автономные инверторы

Многоуровневые инверторы

Основные характеристики инверторов

Моделирование трёхфазного инвертора    Модельное проектирование вторичных источников питания для силовых полупроводниковых преобразователей

Расчетная схема мехатронной подсистемы «сеть — вторичный источник питания — силовой полупроводниковый преобразователь — электрическая машина»

Выпрямитель с фильтром в качестве ВИП

Выпрямитель с цепью сброса энергии в качестве ВИП

Выпрямитель с широтно-импульсным стабилизатором в качестве ВИП

Сетевой трёхфазный инвертор (активный выпрямитель) с синусоидальной ШИМ в качестве ВИП

### **Глава 6. Электрические машины в пакете Sim Power System**

Математическое описание и модели машины постоянного тока в пакете Sim Power System

Математическое описание и модели асинхронных машин в пакете Sim Power System

Математическое описание и модели синхронных машин в пакете Sim Power System

Магнитоэлектрическая синхронная машина

Шаговые двигатели

### **Глава 7. Модельное проектирование мехатронных систем постоянного тока**

Математическое описание, структурные схемы и модели двигателя постоянного тока

Синтез регуляторов в одноконтурной скоростной системе постоянного тока

Синтез регуляторов в двухконтурной скоростной системе постоянного тока

Синтез регуляторов в следящей системе постоянного тока

Синтез регуляторов в следящей робототехнической системе постоянного тока

Виртуальная модель одноконтурной скоростной системы постоянного тока с ШИП

Виртуальная модель двухконтурной скоростной системы постоянного тока с ШИП

Исследование статических характеристик системы постоянного тока на виртуальной модели

Имитационные лабораторные стенды систем постоянного тока в пакете Sim Power System

Алгоритм проектирования системы постоянного тока с силовыми полупроводниковыми преобразователями

### **Глава 8. Модельное проектирование асинхронных мехатронных систем**

Математическое описание, структурные и виртуальные схемы и моделирование обобщенной асинхронной машины

Асинхронная машина с короткозамкнутым ротором

Анализ АКЗ в неподвижной системе координат

Анализ АКЗ во вращающейся системе координат

Структурные модели асинхронных систем с частотным управлением

Структурные модели асинхронных систем с частотно-токовым управлением

Структурные модели замкнутых асинхронных систем с векторным управлением

Частотная асинхронная система с векторным управлением

Частотно-токовая асинхронная система с векторным управлением

Виртуальная частотно-токовая асинхронная система с векторным управлением

Электромагнитные процессы в замкнутой асинхронной системе

Имитационные лабораторные стенды асинхронных систем в пакете Sim Power System

### **Глава 9. Модельное проектирование синхронных мехатронных систем**

Введение

Математическое описание, структурная схема и модель вентильного двигателя в неподвижной системе координат с безынерционным каналом ДПР-ПК

Математическое описание, структурные схемы и модели вентильного двигателя во

вращающейся системе координат с безынерционным каналом ДПР-ПК  
Анализ влияния перекрестных связей в ВД  
Статические характеристики ВД при питании от источника напряжения  
Датчики положения ротора и преобразователи координат, выполненные на вращающихся трансформаторах  
Математическое описание, структурные схемы и модели вентильного двигателя с инерционным каналом ДПР-ПК-АИ  
Статические характеристики ВД с инерционным каналом ДПР-ПК-АИ  
Исследование виртуальной модели ВД с безынерционным каналом ДПР-ПК и инвертором с синусоидальной ШИМ  
Исследование виртуальной модели ВД с инерционным каналом ДПР-ПК и инвертором с синусоидальной ШИМ  
Синтез регуляторов в двухконтурной скоростной системе с вентильным двигателем во вращающейся системе координат с безынерционным каналом ДПР-ПК  
Синтез регуляторов в двухконтурной скоростной системе с вентильным двигателем с инерционным каналом ДПР-ПК  
Синтез регуляторов в двухконтурной синхронной скоростной виртуальной системе  
Виртуальная одноконтурная скоростная система с бесконтактным двигателем постоянного тока  
Литература