

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О.П. Мальцева, Л.С. Удуг, Н.В. Кояин

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издательство
Томского политехнического университета
Томск 2007

УДК 68–83–52

М21

Мальцева О.П.

М21 Системы управления электроприводов.: учебное пособие / О.П. Мальцева, Л.С. Удут, Н.В. Кояин. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 152 с.

В учебном пособии изложены методические указания по проектированию систем управления электроприводов постоянного и переменного тока. Даны рекомендации по выбору электродвигателя и преобразователя, приведена методика определения параметров силовой цепи электропривода. Представлены структурные схемы замкнутых систем, методика оптимизации контуров регулирования и исследования систем. Приведены технические параметры и характеристики электрических машин переменного тока общего назначения.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов», направления подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии».

УДК 68–83–52

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор
Томского университета систем управления и радиоэлектроники
В. А. Бейнарович

Кандидат технических наук, доцент
Северской государственной технологической академии
С. Н. Кладиев

© Томский политехнический университет, 2007

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2007

Список литературы к разделу ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Удут Л.С., Кояин Н.В., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 3. Электрические машины постоянного тока в системах автоматизированного электропривода: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 152 с.

2. Удут Л.С., Кояин Н.В., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 4. Тиристорные преобразователи для электроприводов постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 152 с.

3. Удут Л. С., Кояин Н. В., Мальцева О. П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 6. Механическая система электропривода постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 144 с.

4. Кояин Н.В., Удут Л.С., Мальцева О.П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 5. – Применение программы *DORA-FUZZY* в расчетах электроприводов постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 156 с.

5. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 1991. – 104 с. (разделы 1, 2).

Список литературы к разделу ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. Заведений/ Г. Г. Соколовский. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 272 с.

2. Чернышев А. Ю., Чернышев И. А. Расчет характеристик электроприводов переменного тока. Ч. 1. Асинхронный электродвигатель: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 136 с.

3. Кояин Н. В., Удут Л. С., Мальцева О. П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 5.- Применение программы DORA-FUZZY в расчетах электроприводов постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 156 с.

4. Удут Л. С., Кояин Н. В., Мальцева О. П. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 6. Механическая система электропривода постоянного тока: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 144 с.

Рекомендуемая справочная литература к разделу 2

5. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник / А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с.

6. <http://www.danfoss.com>

7. <http://www.ABB.com>

8. <http://www.KEB.de>

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА

Введение	3
1.1. Общие вопросы проектирования	4
1.1.1. Определение области работы регулируемого электропривода	4
1.1.2. Схемы реализации силовой части регулируемого электропривода	4
1.1.3. Принцип реализации следящего электропривода	4
1.2. Силовой канал электропривода	6
1.2.1. Структурная схема силового канала	6
1.2.2. Расчет параметров элементов структурной схемы силового канала	7
1.2.3. Расчет предельных электромеханических характеристик разомкнутой системы ТП-Д и оценка выполнения заданной области работы	11
1.2.4. Расчет электромеханических характеристик разомкнутой системы ТП-Д с учетом режима прерывистых токов ..	13
1.2.5. Расчет регулировочных характеристик тиристорного преобразователя	14
1.3. Линеаризованная САУ электропривода	15
1.3.1. Структурная схема линеаризованной САУ	15
1.3.2. Оптимизация контуров регулирования	17
1.3.3. Сводные таблицы оптимизации контуров регулирования	26
1.3.4. Отработка контуром скорости возмущающих воздействий	33
1.3.5. Отработка контуром положения линейного входного сигнала	36
1.4. Расчет статических характеристик регулируемого электропривода	37
1.4.1. Режим стабилизации скорости	38
1.4.2. Режим стабилизации тока электропривода с постоянным токоограничением	41
1.4.3. Режим стабилизации тока электропривода с зависимым от скорости токоограничением	44
1.5. Исследование нелинейной САУ электропривода	47
1.5.1. Основные нелинейности САУ электропривода	47
1.5.2. Расчет динамических и статических характеристик регулируемого электропривода с использованием	

нелинейной модели САУ электропривода	50
Список литературы к разделу 1	51
2. ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	52
Введение	52
2.1. Общие вопросы проектирования	52
2.1.1. Определение области работы регулируемого электропривода	52
2.1.2. Схема реализации силовой части регулируемого электропривода с преобразователем частоты	53
2.1.3. Выбор электродвигателя	55
2.1.4. Выбор типа преобразователя и способа регулирования скорости	60
2.2. Силовой канал электропривода	62
2.2.1. Структурная схема силового канала электропривода ..	62
2.2.2. Расчет параметров элементов структурной схемы силового канала электропривода	65
2.2.3. Расчет предельных характеристик разомкнутой системы ПЧ-АД и оценка обеспечения заданной области работы электропривода	66
2.3. Линеаризованная САУ электропривода	82
2.3.1. Структурная схема линеаризованной САУ частотно-регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением	82
2.3.2. Определение характеристики блока формирования задания на управление потокосцеплением	85
2.3.3. Оптимизация контуров регулирования	86
2.3.4. Отработка контуром скорости возмущающих воздействий	98
2.4. Статические характеристики регулируемого асинхронного электропривода с векторным управлением	102
2.4.1. САР потокосцепления	102
2.4.2. Расчет статических характеристик однозонного асинхронного электропривода с векторным управлением	104
2.4.3. Расчет статических характеристик двухзонного асинхронного электропривода с векторным управлением и независимым регулированием потокосцепления ..	112
2.5. Нелинейная САУ электропривода	120
2.5.1. Структурная схема нелинейной САУ асинхронного электропривода с векторным управлением	120
2.5.2. Расчет динамических и статических характеристик электропривода с использованием нелинейной модели САУ электропривода	121
2.5.3. Учет квантования сигналов управления по уровню в контурах регулирования САУ электропривода ..	124
ПРИЛОЖЕНИЕ	130

Список литературы к разделу 2	149
Рекомендуемая справочная литература к разделу 2	149

**Ольга Павловна Мальцева
Леонид Степанович Удуд
Николай Вадимович Кояин**

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Учебное пособие

Научный редактор
доктор технических наук,
профессор

Р.Ф. Бекишев


Редактор

С.П. Барей

Подписано к печати 24.10.2007. Формат 60x84/16.
Бумага «Классика».
Печать RISO. Усл.печ.л. 8,84. Уч.-изд.л. 8,0.
Заказ . Тираж 200 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета
сертифицирована NATIONAL QUALITY ASSURANCE
по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.