

УДК 681.3.01

Микропроцессорные системы автоматического управления:
учебное пособие / Л.А. Пигарев, энергетический факультет,
каф. «Электроэнергетики и электрооборудования. СПбГАУ,
2017. – 178 с.

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Электроэнергетики и электрооборудования» А.П. Елифанов;

Доктор технических наук, профессор кафедры «Энергообеспечение и электротехнологии в АПК» Т.Ю. Салова.

Рассматриваются структуры микропроцессоров и микроконтроллеров неймановской и гарвардской архитектур. Излагаются принципы преобразования цифро-аналоговой и аналого-цифровой информации, рассматриваются вопросы прерывания в микропроцессорных системах, операции ввода-вывода информации. В конспекте рассматриваются вопросы построения систем управления на базе микроконтроллеров, реализации методов регулирования нагрузкой переменного и постоянного тока. Излагаются вопросы реализации типовых законов управления на базе микроконтроллеров.

Учебное пособие предназначено для подготовки магистров очной формы обучения по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», магистерская программа «Электроэнергетика и автоматизация энергетических систем в АПК».

Рекомендовано к публикации согласно соответствующему договору Учебно-методическим советом СПбГАУ, протокол № 8 от « 02 » ноября 2017 г.

© Л.А. Пигарев, 2017

© ФГБОУ ВО СПбГАУ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Раздел 1. Арифметические и логические основы микро- процессорной техники	10
1.1. Системы счисления.....	10
1.2. Логические функции и логические схемы.....	14
1.3. Двоичная арифметика.....	17
1.4. Двоичные числа со знаком.....	20
1.5. Двоично-десятичные системы кодирования.....	22
1.6. Алфавитно-цифровой код.....	23
1.7. Вопросы для самоконтроля по разделу 1.....	23
Раздел 2. Архитектура микропроцессоров	24
2.1. Принцип построения ЭВМ.....	24
2.2. Архитектура микропроцессоров и их функционирова- ние.....	25
2.2.1. RISC- и CISC-архитектуры микропроцессоров.....	32
2.2.2. Цифровые сигнальные процессоры	33
2.3. Вопросы для самоконтроля по разделу 2.....	34
Раздел 3. Микроконтроллеры	34
3.1. Структура микроконтроллеров.....	34
3.2. Память микроконтроллеров.....	37
3.2.1. Память с произвольным доступом.....	38
3.2.2. Память с последовательным доступом.....	42
3.3. Прерывания в микропроцессорных системах.....	43
3.4. Ввод-вывод данных в микропроцессорных системах.....	46
3.5. Вопросы для самоконтроля по разделу 3.....	49
Раздел 4. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобра- зователи	50
4.1. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП).....	50
4.1.1. Разновидности ЦАП.....	51
4.1.2. Интерфейсы цифро-аналоговых преобразователей...	55
4.2. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП).....	57
4.2.1. АЦП прямого преобразования.....	57
4.2.2. АЦП последовательного счета.....	59
4.2.3. АЦП последовательного приближения (SAR ADC)	60
4.2.4. Сигма –дельтаАЦП.....	62
4.2.5. Интерфейсы аналого-цифровых преобразователей...	64
4.2.6. Статические и динамические параметры АЦП.....	66

4.3. Вопросы для самоконтроля по разделу 4.....	68
Раздел 5. Промышленный микроконтроллер M167-2.....	69
5.1. Организация памяти.....	69
5.2. Центральное процессорное устройство.....	74
5.3. Система прерываний микроконтроллера Siemens 80C167.....	83
5.4. Генерация системного такта и управление энергопотреблением.....	88
5.5. Порты ввода-вывода данных микроконтроллера 80C167	90
5.6. Аналого-цифровой преобразователь.....	93
5.7. Генераторы широтно-импульсной модуляции.....	99
5.8. Блоки «Захват / Сравнение».....	104
5.9. Таймеры.....	107
5.10. Сторожевой таймер.....	109
5.11. Последовательный интерфейс.....	111
5.12. Вопросы для самоконтроля по разделу 5.....	119
Раздел 6. Общие сведения о микропроцессорных системах автоматического управления	121
6.1. Структуры микропроцессорных САУ.....	121
6.2. Особенности применения микропроцессоров в системах управления.....	126
6.3. Реализация функций классической САР на микроконтроллерах.....	128
6.3.1. Структурная схема системы управления на микроконтроллере.....	128
6.3.2. Структура регулятора.....	131
6.3.3. Измерение регулируемых параметров.....	132
6.3.4. Формирование задающих воздействий.....	135
6.3.5. Формирование регулирующего воздействия.....	136
6.4. Вопросы для самоконтроля по разделу 6.....	138
Раздел 7. Реализация методов управления нагрузкой переменного и постоянного напряжения на микроконтроллерах	139
7.1. Методы регулирования переменного напряжения.....	139
7.1.1. Настройка модуля ШИМ и блока «Захват / Сравнение» для управления нагрузкой переменного тока при импульсно-фазовом способе управления.....	142
7.1.2. Управление нагрузкой переменного тока.....	146

7.2. Особенности управления нагрузкой с помощью ключей постоянного тока.....	147
7.3. Управление нагрузкой постоянного тока.....	150
Раздел 8. Реализация типовых законов управления на микроконтроллерах.....	153
8.1. Позиционный регулятор.....	153
8.1.1. Статические характеристики двухпозиционных регуляторов.....	153
8.1.2. Программная реализация микропроцессорных двухпозиционных регуляторов.....	157
8.1.3. Достоинства и недостатки двухпозиционных регуляторов.....	159
8.2. Пропорциональный регулятор.....	161
8.2.1. Параметры и характеристики пропорциональных регуляторов.....	161
8.2.2. Программная реализация П-регулятора.....	163
8.3. Пропорционально-интегральное регулирование.....	163
8.3.1 Основные параметры и характеристики ПИ- регуляторов.....	163
8.4. Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор.....	165
8.4.1. Представление ПИД-регулятора в операторной форме.....	165
8.4.2. Дискретная форма ПИД-регулятора.....	166
8.4.3. Особенности реальных ПИД-регуляторов.....	168
8.5. Вопросы для самоконтроля по разделу 8.....	172
Раздел 9. Программирование микроконтроллеров.....	173
9.1. Этапы разработки для встраиваемых приложений.....	173
Библиографический список.....	178