

図解 メカトロニクス入門シリーズ  
**制御用マイコン入門**

改訂2版

雨宮好文 監修 / 末松良一 著

**МИКРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО**

ЁСИКАДЗУ СУЭМАЦУ

под редакцией  
Ёсифуми Амэмия



Yoshifumi AMEMIYA / Yoshikazu SUEMATSU

Illustrated Introduction to Mechatronics  
**Introduction to Personal Computer Based Controllers**

Revised 2nd Edition

**OHM**  
Ohmsha

**ОДЭКА**

УДК 004.382.7  
ББК 32.973.26  
С89

**С89** Суэмацу Ё.  
Микрокомпьютерные системы управления. Первое знакомство.  
/Пер. с яп.; под ред. Есифуми Амэмия. — М.: Издательский дом  
«Долэка-XXI», 2002. — 256 с.: ил.

ISBN 5-94120-048-X

Книга призвана дать общее представление об областях применения и возможностях микрокомпьютеров, используемых в качестве управляющих устройств различными процессами и системами. В популярной форме излагаются основные понятия из области микропроцессорной техники, программирования, цифровой электроники, методы обработки данных, возможности и конфигурация микрокомпьютеров. На примере конкретных задач управления подробно рассмотрены принципы составления программ для микроЭВМ, системы команд, взаимодействие с периферийными устройствами.

Предназначена для начинающих радиолюбителей, студентов и школьников, осваивающих основы проектирования и программирования микропроцессорных контроллеров.

УДК 004.382.7  
ББК 32.973.26

Original Japanese edition published as Illustrated Introduction to Mechatronics.  
Introduction to Personal Computers Based Controllers  
(Revised 2nd Edition) by Yoshikazu Suematsu.  
Published by Ohmsha, Ltd., 3-1 Kanda Nishikicho, Chiyodaku, Tokyo, Japan.

Translation rights arranged with Ohmsha, Ltd.

ISBN 4-274-08675-5 (яп.) © Yoshikazu Suematsu, 1999  
ISBN 5-94120-048-X (рус.) © Издательский дом «Долэка-XXI», 2002

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.



---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

От редактора .....	10
Предисловие .....	12
<b>1. МИКРОКОМПЬЮТЕР КАК ОРУДИЕ ТРУДА .....</b>	<b>15</b>
1.1. Где применяются микрокомпьютеры .....	15
1.2. Функции контроллеров бытовых приборов .....	21
1.3. Алгоритм работы микрокомпьютера .....	25
Обобщение главы .....	31
Практические задания .....	31
<b>2. УСТРОЙСТВО МИКРОКОМПЬЮТЕРА .....</b>	<b>33</b>
2.1. Внешний вид микрокомпьютера .....	34
2.2. Процессор (ЦПУ) .....	38
2.3. Запоминающее устройство .....	43
2.4. Порты ввода-вывода .....	47
Обобщение главы .....	49
Практические задания .....	50
<b>3. МИКРОКОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА .....</b>	<b>51</b>
3.1. Двоичная система счисления .....	51

Сложение двоичных чисел	53
Отрицательные двоичные числа (представление в дополнительном коде)	55
Вычитание двоичных чисел	57
Умножение двоичных чисел	59
3.2. Шестнадцатеричная система счисления	59
3.3. Двоично-десятичный код (BCD)	62
3.4. Логические операции	64
Логическое сложение (ИЛИ)	64
Логическое умножение (И)	66
Отрицание (НЕ)	67
Исключающее ИЛИ	68
<i>Обобщение главы</i>	70
<i>Практические задания</i>	70
<b>4. ЦИФРОВЫЕ СХЕМЫ</b>	71
4.1. Вентильные схемы	74
4.2. Триггеры	76
Счетный триггер (Т-триггер)	76
D-триггер	77
4.3. ТТЛ (транзисторно-транзисторные логические схемы)	78
Вентильные схемы ТТЛ	79
Схемы с Z-состоянием	83
Дешифратор	84
«Защелка»	85
4.4. Архитектура микрокомпьютера	86
Соединение процессора и ЗУ	86
Соединение ЦПУ с портами ввода-вывода	92
<i>Обобщение главы</i>	95
<i>Практические задания</i>	96
<b>5. ПРОГРАММЫ ДЛЯ МИКРОКОМПЬЮТЕРА</b>	97
5.1. «Лингвистические» способности микрокомпьютера	97

5.2. О том, что такое «мнемоника» и как она заменяет машинный код	101
5.3. Схема выполнения команды	105
<i>Обобщение главы</i>	110
<i>Практические задания</i>	110
<b>6. ВВЕДЕНИЕ В МАШИННЫЙ ЯЗЫК</b>	111
6.1. Назначение регистров ЦПУ	111
Регистры А и F для хранения результатов вычислений	111
Регистры общего назначения — «записная книжка» процессора	114
Дополнительные регистры — «дублиеры» главных регистров	115
Регистры — указатели адреса IX и IY	116
Счетчик команд (PC) и указатель стека (SP)	116
6.2. Команда загрузки данных (Load)	117
6.3. Команды арифметических операций	119
Команды сложения и вычитания	119
Команды увеличения (INC) и уменьшения (DEC)	120
Команда сравнения (CP)	121
6.4. Команды логических операций	122
Команды «И», «ИЛИ», «Исключающее ИЛИ»	123
Команды инверсии (CPL) и изменения знака (NEG)	124
6.5. Команды перехода	125
Команды безусловного перехода (JP, JR)	125
Команды условного перехода	127
6.6. Команды вызова подпрограммы и возврата из подпрограммы (CALL, RET)	129
6.7. Команды ввода и вывода (IN, OUT)	134
Цикл считывания данных из порта ввода	134
Цикл записи в порты вывода	136
<i>Обобщение главы</i>	139
<i>Практические задания</i>	139

<b>7. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММ</b> .....	141
7.1. Технические характеристики микрокомпьютера (аппаратные средства) .....	141
7.2. Задача № 1 — поочередно зажечь определенное количество светодиодов .....	142
Программирование «по частям» .....	144
Компоновка единой программы .....	148
Программа в машинных кодах и на языке ассемблера .....	149
7.3. Задача № 2 — запомнить последовательность сигналов и воспроизвести ее (вариант 1) .....	153
Процедура записи в память последовательности сигналов .....	155
Процедура воспроизведения последовательности сигналов .....	157
7.4. Задача № 3 — запомнить последовательность сигналов и воспроизвести ее (вариант 2) .....	161
Запоминаем последовательность сигналов .....	161
Воспроизводим последовательность сигналов, соблюдая временные интервалы .....	166
Коррекция ошибок ввода состояния выключателей (устранение «дребезга») .....	170
7.5. Задача № 4 — программа с использованием таблицы данных .....	173
7.6. Задача № 5 — управление шаговым двигателем .....	180
Как управлять шаговым двигателем .....	180
Импульсы управления .....	182
Описание программы .....	182
<i>Обобщение главы</i> .....	186
<i>Практические задания</i> .....	186

## **8. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЯЮЩЕГО МИКРОКОМПЬЮТЕРА** .....

8.1. БИС портов ввода-вывода .....	187
------------------------------------	-----

8.2. Обработка прерывания .....	193
Понятие прерывания .....	193
Сигнал прерывания .....	195
Программирование ПИ на обработку прерывания .....	198
Задача № 6 — программа контроля механической системы .....	201
8.3. БИС таймера-счетчика (СТС) .....	205
8.4. Преобразования цифровых и аналоговых сигналов .....	208
Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) .....	209
Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) .....	214
Задача № 7 — программа ввода в ЦПУ изменяющегося во времени аналогового сигнала .....	222
<i>Обобщение главы</i> .....	227
<i>Практические задания</i> .....	227
<b>Приложения</b> .....	229
<b>Ответы к практическим заданиям</b> .....	244
<b>Предметный указатель</b> .....	251