

**УДК 004.382.7**  
**ББК 32.973.26**  
**С89**

**С89 Суэмацу, Ёсикадзу**

Микрокомпьютерные системы управления. Первое знакомство.  
 /Пер. с яп.; под ред. Ёсифуми Амэмия. — 2-е изд., стер. —  
 М.: ДМК Пресс, 2017. — 256 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-502-8

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.

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.

**ISBN 978-4274-08675-5 (яп.)**  
**ISBN 978-5-94120-214-0 (Додэка)**  
**ISBN 978-5-97060-502-8 (ДМКПресс)**

© Yoshikazu Suematsu  
 © Перевод, макет, Додэка-XXI  
 © Издание, ДМК Пресс, 2017

## 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
<i>Обобщение главы .....</i>	<i>31</i>
<i>Практические задания .....</i>	<i>31</i>
<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
<i>Обобщение главы .....</i>	<i>49</i>
<i>Практические задания .....</i>	<i>50</i>
<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
<b>8. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЯЮЩЕГО МИКРОКОМПЬЮТЕРА</b>	187
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