

УДК 621.396.6

ББК 32.872

М12

А

**Магда, Юрий Степанович.**

**М12** Микроконтроллеры PIC24: архитектура и программирование / Ю. С. Магда. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf: 241 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-618-0

В книге рассматривается широкий круг вопросов, связанных с практическим применением популярных 16-битных микроконтроллеров PIC24 в системах обработки данных и управления оборудованием. Приводятся многочисленные примеры программирования несложных аппаратно-программных систем обработки аналоговой и цифровой информации с применением периферийных модулей микроконтроллеров PIC24F. В контексте разработанных примеров приводятся необходимые сведения из теории, что способствует лучшему пониманию материала книги. Все приведенные в книге аппаратно-программные проекты разработаны и проверены на отладочном модуле Explorer16Development Board фирмы Microchip и могут служить основой для создания собственных проектов.

УДК 621.396.6

ББК 32.872

**Электронное издание на основе печатного издания:** Микроконтроллеры PIC24: архитектура и программирование / Ю. С. Магда. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 240 с. — ISBN 978-5-97060-347-5. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-618-0

© Магда Ю. С.

© Оформление, ДМК Пресс

А

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
Структура книги .....	6
<b>1. Обзор 16-битных PIC-микроконтроллеров .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Архитектура микроконтроллеров PIC24F .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Система команд и основы программирования микроконтроллеров PIC24F .....</b>	<b>18</b>
3.1. Программная модель микроконтроллеров PIC24F .....	18
3.2. Режимы адресации и система команд .....	20
3.2.1. Команды перемещения и адресация данных .....	23
3.2.2. Команды сравнения/выбора и условного перехода .....	28
3.2.3. Команды работы с битами .....	32
3.2.4. Команды сдвига и циклического сдвига .....	35
3.2.5. Команды математических и логических операций .....	37
3.2.6. Команды условных/безусловных переходов .....	44
3.3. Разработка и отладка программ на ассемблере в среде MPLAB IDE .....	46
3.4. Особенности разработки и отладки программ на MPLAB C для PIC24 .....	59
<b>4. Программирование портов ввода/вывода .....</b>	<b>73</b>
4.1. Аппаратно-программная архитектура портов ввода/вывода .....	73
4.2. Программирование портов ввода/вывода .....	77
4.3. Модуль регистрации событий .....	81
<b>5. Программирование прерываний .....</b>	<b>89</b>
<b>6. Программирование таймеров .....</b>	<b>100</b>
6.1. Практическое использование 16-битных таймеров .....	104
6.2. Работа таймеров в 32-битном режиме .....	114
6.3. Часы реального времени .....	118

<b>7. ИНТЕРФЕЙС SPI МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC24F .....</b>	<b>120</b>
7.1. Аппаратно-программная реализация SPI в микроконтроллерах PIC24F ....	121
7.2. Практическое программирование обмена данными по SPI .....	127
<b>8. ИНТЕРФЕЙС I<sup>2</sup>C МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC24F .....</b>	<b>140</b>
8.1. Принципы функционирования интерфейса I <sup>2</sup> C .....	140
8.2. Модуль интерфейса I <sup>2</sup> C микроконтроллеров PIC24F .....	143
8.3. Практическое использование интерфейса I <sup>2</sup> C .....	147
<b>9. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА RMP .....</b>	<b>159</b>
9.1. Режимы работы RMP .....	161
9.2. Практические примеры программирования интерфейса RMP .....	164
<b>10. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC24F .....</b>	<b>182</b>
10.1. Аппаратно-программная архитектура UART .....	183
10.2. Практическое использование последовательного порта .....	184
<b>11. ОБРАБОТКА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ PIC24F .....</b>	<b>198</b>
11.1. Программная модель интегрированного АЦП .....	201
11.2. Практическое использование модуля АЦП .....	205
11.3. Использование внешнего АЦП .....	217
<b>12. ГЕНЕРАЦИЯ АНАЛОГОВЫХ И ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ .....</b>	<b>221</b>
12.1. Модуль генерации цифровых сигналов .....	221
12.2. Аналоговые компараторы в микроконтроллерах PIC24F .....	229
<b>Заключение .....</b>	<b>239</b>