

УДК 621.3.049.77

ББК 32.852

П71

Предко, Майкл.

П71 ПИС-микроконтроллеры: архитектура и программирование / М. Предко ; пер. с англ. Ю. В. Мищенко. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 513 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-370-7

Книга посвящена ПИС-микроконтроллерам — одному из самых популярных семейств современных микроконтроллеров. В справочнике имеются все необходимые сведения, аппаратные и программные решения. По широте охвата и объему рассматриваемого материала книга претендует на статус малой энциклопедии. Здесь представлены классификация и архитектура различных подсемейств ПИС-контроллеров, сравнительные характеристики типов, разводка выводов, системы команд, подробная спецификация управляющих регистров. Рассказывается о принципах работы основных узлов, приведены таблицы временных и электрических характеристик, алгоритмы программирования. Дано описание языков программирования и средств разработки приложений.

Издание предназначено для широкого круга читателей — от начинающих радиолюбителей до специалистов, работа которых связана с использованием ПИС-микроконтроллеров.

УДК 621.3.049.77

ББК 32.852

Электронное издание на основе печатного издания: ПИС-микроконтроллеры: архитектура и программирование / М. Предко ; пер. с англ. Ю. В. Мищенко. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-97060-222-5. — 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 978-5-89818-370-7

© McGrawHill Companies, Inc.

© Перевод на русский язык,
оформление. ДМК Пресс

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1	
Принятые обозначения и сокращения	13
Глава 2	
Основные характеристики микроконтроллеров PICmicro®	15
Глава 3	
Корпуса PIC-микроконтроллеров и назначение выводов	19
Микроконтроллеры младшего подсемейства	20
Микроконтроллеры среднего подсемейства	22
Микроконтроллеры PIC 17Cxx	25
Микроконтроллеры PIC 18Cxx	26
Глава 4	
Система команд микроконтроллеров PICmicro®	37
Параметры	38
Системы команд PIC-микроконтроллеров младшего и среднего подсемейств	38
Система команд микроконтроллеров подсемейства PIC 17Cxx	46
Система команд микроконтроллеров подсемейства PIC 18Cxx	56
Мнемоника специальных команд	69
Ассемблер фирмы Parallax Inc. для PIC-микроконтроллеров	72
Глава 5	
Архитектура процессора микроконтроллеров PICmicro®	79
Арифметико-логическое устройство PIC-микроконтроллеров	80
Микроконтроллеры PICmicro® младшего подсемейства	80
Доступ к регистрам	83
Регистр состояния	84
Счетчик команд	84
Микроконтроллеры среднего подсемейства	86

Доступ к регистрам	87
Регистр состояния	88
Счетчик команд	88
Управление прерываниями	88
Основные компоненты программы обработки прерываний	90
Микроконтроллеры PIC 17Cxx	90
Доступ к регистрам	92
Регистр состояния	93
Счетчик команд	93
Выполнение прерываний	94
Основные компоненты программы обработки прерываний	95
Микроконтроллеры PIC 18Cxx	96
Доступ к регистрам	97
Регистры состояния	99
Счетчик команд	99
Выполнение прерываний	102
Общий вид программы обработки прерываний	102
Глава 6	
Управляющие регистры PIC-микроконтроллеров	103
Микроконтроллеры младшего подсемейства	104
Микроконтроллеры среднего подсемейства	106
Микроконтроллеры PIC 17Cxx	121
Микроконтроллеры PIC 18Cxx	135
Глава 7	
Функциональные узлы	149
Регистры конфигурации	150
Генераторы тактовых импульсов	151
Режим ожидания	155
Регистр OPTION	156
Порты ввода/вывода и регистры TRIS	158
Сторожевой таймер	161
Таймер TMR0	162
Прескалер	164
Таймер TMR1	164
Таймер TMR2	167

Модуль ССР	168
Модуль универсального синхронно-асинхронного приемопередатчика	172
Модуль SSP	178
Интерфейс SPI	178
Интерфейс I ² C	182
Встроенный аналого-цифровой преобразователь	188
Встроенные компараторы напряжения	194
Управляемый параллельный порт	197
Доступ к EEPROM данных	199
Доступ к программной памяти EPROM	204
Доступ к программной флэш-памяти	205
Внешняя память	207
 Глава 8	
Взаимодействие PIC-микроконтроллеров с внешними устройствами	211
Схема для подключения микроконтроллеров к источнику питания	212
Схема перезапуска микроконтроллеров	215
Цифровые уровни	215
Использование параллельной шины	216
Взаимодействие с кнопками	217
Взаимодействие с матричной клавиатурой	219
Объединение входов и выходов	222
Схема эмуляции вывода с открытым коллектором/открытым стоком	223
Управление светодиодами индикаторами	224
Многосегментные светодиодные индикаторы	224
Управление жидкокристаллическим дисплеем	227
Интерфейс I ² C в режиме MASTER	258
Интерфейс RS-232	262
Интерфейсы RS-485/RS-422	267
Подпрограммы для последовательного асинхронного обмена	269
Однопроводный интерфейс фирмы Dallas Semiconductor	276

Измерение сопротивлений с помощью цифровых входов/выходов	281
Схемы для управления двигателями	283
Управление серводвигателями	287
Схема формирования звуковых сигналов	288
Управление мощностью нагрузки переменного тока	289
Схемы датчиков на основе эффекта Холла	290
Дистанционное управление телевизионными приемниками фирмы Sony	290

Глава 9

Программирование PIC-микроконтроллеров	295
Hex-файлы	296
Программирование PIC-микроконтроллера младшего подсемейства	297
Последовательное программирование микроконтроллеров среднего подсемейства	300
Программирование PIC 17Cxx	308
Внутрисхемное программирование PIC 17Cxx	311
Программирование PIC 18Cxx	314
Разъем для внутрисхемного программирования	316

Глава 10

Интерфейсы ПК	319
Распределение оперативной памяти	320
Пространство ввода/вывода	320
Функции прерываний	332
Шина ISA	332
Контакты и линии шины ISA	334
Прерывания	337
Порты клавиатуры и мыши	338
Разъемы	338
Временные диаграммы интерфейса клавиатуры	339
Скан-коды клавиатуры	340
Команды контроллера клавиатуры	343
Интерфейсы BIOS	344
Команды клавиатуры	344

Последовательный порт	346
Выводы разъема	346
Блок-схема УАПП 8250	347
Базовые адреса последовательного порта	348
Регистры УАПП 8250	348
Прерывания	351
Функции прерывания 14h BIOS интерфейса RS-232	352
Параллельный порт	354
Блок-схема и разъем параллельного порта	354
Базовые регистры	356
Регистры	356
Функции BIOS параллельного порта	358
 Глава 11	
Полезные подпрограммы	359
Переход за пределы текущей страницы	360
Таблицы	360
Ветвление по условию	362
Временные задержки	362
Получение дополнительного кода содержимого регистра (изменение знака)	364
Инкрементирование/декрементирование содержимого регистра w	365
«Вращение на месте»	365
Копирование битов из одного регистра в другой	366
Преобразование полубайта в код ASCII	366
Преобразование байта кода ASCII в шестнадцатеричный полубайт	366
Использование входа T0CKI в качестве источника прерывания	367
Деление на три	367
Измерение длительности импульса с 16-разрядной точностью	368
Регистрация изменений	368
Проверка диапазона	369
Преобразование символов ASCII в верхний регистр	369
Перестановка содержимого регистра и рабочего регистра w	369
Перестановка содержимого двух регистров	370

Сравнение и перестановка, если $Y < X$	370
Подсчет числа 1 в байте	370
Генерация бита четности для байта	371
Удержание переменной внутри диапазона	371
Перестановка четных и нечетных битов	371
Побитовые операции	371
Умножение на константу	372
Деление на константу	373

Глава 12

16-разрядные числа	375
Определение 16-разрядных чисел	376
Инкрементирование и декрементирование	376
Сложение/вычитание	377
Побитовые операции с константами и переменными	379
Сравнение 16-разрядных переменных	380
Умножение	382
Деление	384

Глава 13

Рабочие характеристики PIC-микроконтроллеров	387
Токи нагрузок выходов и портов	388
Значения компонентов RC-генератора	388
Рабочие характеристики в режиме LP-генератора	391
Рабочие характеристики в режиме XT-генератора	391
Рабочие характеристики в режиме HS-генератора	392

Глава 14

Возможные неисправности устройств с PIC-микроконтроллерами	393
---	-----

Глава 15

Средства разработки приложений	399
Функции клавиш текстового редактора	400
Файл MPSIM.INI	400

Среда разработки MPLAB	401
Файлы стимулов	406
Директивы ассемблера	406
Включаемые файлы	406
Компоновка приложений	414
Шаблон программы приложения	416
Язык Basic	416
Расширенная версия Basic	418
PicBasic	418
Visual Basic	442
Управление вводом/выводом с помощью MSComm	444
Язык C	449
Объявления	449
Операторы	451
Операции	453
Директивы	453
Управляющие последовательности	456
Функции C	457
Функции C для PIC-микроконтроллеров	460

Глава 16

Постоянные и таблицы данных	461
Математические и физические постоянные	462
Код ASCII	462
Управляющие символы кода ASCII	462
Управляющие ANSI-последовательности	465
Расширенный набор символов кода ASCII	467
Символы кода ASCII для Windows	467
Код EBCDIC	470
Ноты	470
Частоты телефонов с тональным набором	470
АТ-команды модема	471
Регистры модема	471
Код Морзе	477

Фонетический алфавит	478
Теп-радиокод	478
Глава 17	
Справочная информация по электронике	481
Цветовое кодирование резисторов	482
Электромагнитный спектр	482
Диапазоны радара	482
Цифровая логика	484
Вентили	484
Триггеры	484
Глава 18	
Формулы	487
Формулы постоянного тока	488
Формулы переменного тока	489
Физические формулы	490
Булева алгебра	490
Соответствия единиц измерения	491
Глава 19	
Библиография	493
Информация о компании Microchip	494
Web-сайты, посвященные PIC-микроконтроллерам	494
Периодические издания	496
Полезные Web-сайты	496
Seattle Robotics Society	496
List of Stamp Applications (L.O.S.A.)	496
Adobe PDF Viewers	497
PKZip и PKUnZip	497
Часто задаваемые вопросы по аппаратному обеспечению	497
Поставщики комплектующих	497
Предметный указатель	500