

**УДК 621.316.544.1:004.4**

**ББК 31.264с**

**М35**

Матюшин А. О.

**М35** Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 356 с.

**ISBN 978-5-97060-098-6**

Книга посвящена программированию встраиваемых систем с применением микроконтроллеров. Материал книги сгруппирован в соответствии со стандартными этапами разработки любого программного обеспечения: анализом требований, проектированием, кодированием, отладкой и тестированием.

Издание проиллюстрировано примерами на С и анализом получаемого в результате компиляции машинного кода для двух популярных семейств микроконтроллеров Microchip: PIC18 (8 бит) и PIC24 (16 бит). Однако рассмотренные подходы и приемы могут быть использованы при программировании микроконтроллеров других производителей.

**УДК 621.316.544.1:004.4**

**ББК 31.264с**

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.

ISBN 978-5-97060-098-6

© Матюшин А. О., 2016

© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	5
Благодарности .....	6
Введение.....	7

<b>1</b>	<b>Анализ требований .....</b>	<b>15</b>
	1.1. Идентификация .....	16
	1.2. Требования реального времени .....	19
	1.3. Безопасность .....	36
	1.4. Надежность.....	49
	1.5. Защищенность.....	63
	1.6. Энергосбережение.....	68
	1.7. Эффективность разработки.....	73

<b>2</b>	<b>Проектирование .....</b>	<b>81</b>
	2.1. Структурный дизайн.....	82
	2.1.1. Системы и подсистемы.....	82
	2.1.2. Объектно-ориентированная декомпозиция.....	89
	2.1.3. Автоматное программирование.....	101
	2.2. Конкурентный дизайн .....	115
	2.2.1. Логика функционирования и логика выполнения .....	115
	2.2.2. Задача как синхронная программа .....	118
	2.2.3. Декомпозиция на задачи.....	129
	2.2.4. Доступ к общим ресурсам и взаимное исключение.....	146
	2.2.5. Планирование задач .....	163
	2.3. Операционные системы реального времени.....	179
	2.3.1. ОСРВ как инструмент .....	179
	2.3.2. Проблема выбора.....	183
	2.3.3. Особенности интеграции .....	192
	2.3.4. Реализация для микроконтроллеров малой разрядности.....	198

<b>3</b>	<b>Кодирование .....</b>	<b>213</b>
	3.1. Структура проекта .....	214
	3.2. Оформление программ.....	226
	3.3. Применение средств языка .....	237
	3.4. Литералы, константы и выражения .....	245
	3.5. Атомарность и изменчивость .....	250
	3.6. Оптимизация кода .....	266

---

<b>4</b>	<b>Отладка и тестирование .....</b>	<b>296</b>
	4.1. Ошибки и симптомы .....	297
	4.2. Инспекция кода и формальная верификация .....	310
	4.3. Тестирование и кросс-платформенная отладка .....	322
	4.4. Отладка в реальном времени .....	333
	<b>Вместо заключения .....</b>	<b>347</b>
	<b>Литература .....</b>	<b>348</b>
	<b>Предметный указатель .....</b>	<b>353</b>