

**Баранов В.Н.**

Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. — 288 с.: ил. (серия «Мировая электроника»)

ISBN 5-94120-075-7

Какой микроконтроллер выбрать? Где найти его описание? Где взять программу, обеспечивающую написание, отладку и редактирование программ для микроконтроллера? Где взять программатор и программное обеспечение для него? Как приступить к работе, когда все это уже есть? Как все сделать с минимальными затратами средств и времени?

Автор делится опытом работы с 8-разрядными микроконтроллерами AVR корпорации Atmel. Книга знакомит с действиями, необходимыми для начала применения микроконтроллеров. Показаны все этапы разработки устройств на микроконтроллерах. Особое внимание уделено связи предлагаемых схемных решений с программным обеспечением разрабатываемых устройств. В каждой главе предлагаются электрические схемы устройств — контроллеров на базе микроконтроллеров AVR, а также несколько программ, определяющих функционирование этих контроллеров. Все устройства с приведенными программами вполне работоспособны и могут быть повторены. Функциональные узлы микроконтроллеров описаны в объеме, достаточном для понимания программ. Приведенные в книге программы отлаживались в среде AVR Studio версии 4.08, работе с которой посвящена отдельная глава книги.

Материал основан на рассмотрении реально работающих устройств и излагается по принципу "от простого к сложному". Поэтому книга представляет интерес как для начинающих "электронщиков", так и для специалистов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. Что нужно для работы с микроконтроллером .....</b>	<b>8</b>
1.1. Где найти и как загрузить минимальный набор программного обеспечения и документации для микроконтроллеров AVR .....	8
1.2. О программаторах .....	9
1.3. Источник питания .....	10
1.4. Дополнительные сведения .....	11
<b>Глава 2. Первый проект: контроллер сигнализации.....</b>	<b>12</b>
2.1. Постановка задачи .....	12
2.1.1. Устройства, подключаемые к контроллеру, и параметры входных и выходных сигналов .....	12
2.1.2. Логика работы контроллера .....	13
2.1.3. Схема сигнализации.....	14
2.1.4. Словесное описание алгоритма работы контроллера .....	16
2.2. Начинаем работу с AVR Studio .....	17
2.2.1. Создание первой программы на Ассемблере.....	17
2.2.2. Программа для контроллера сигнализации с использованием прерываний .....	48
2.3. Советы .....	66
<b>Глава 3. Работа с внешним статическим ОЗУ .....</b>	<b>68</b>
3.1. Интерфейс микроконтроллера ATmega8515 для подключения внешней памяти.....	68
3.2. Пример подключения внешнего ОЗУ к микроконтроллеру ATmega8515.....	70
3.2.1. Схема.....	70
3.2.2. Установка адреса.....	72
3.2.3. О выборе микросхемы регистра .....	72
3.2.4. Считывание данных из внешней памяти.....	73
3.2.5. Запись данных во внешнюю память.....	73
3.3. Программный доступ к оперативной памяти .....	73
3.3.1. Простая программа обращения к оперативной памяти .....	73
3.3.2. Отладка программы .....	75
3.3.3. Сохранение содержимого ОЗУ на диске.....	77
3.3.4. Запись данных в начальную область внешней памяти .....	77
3.4. Обращение к буферам как к ячейкам памяти микроконтроллера ATmega8515.....	79
3.4.1. Электрическая схема подключения буферов.....	79
3.4.2. Программа обслуживания буферов .....	82
3.4.3. Отладка программы обслуживания буферов .....	84
3.5. Подключение внешней памяти 512 Кбайт к микроконтроллеру ATmega8535 .....	87
3.6. Схема подключения ОЗУ к микроконтроллеру ATmega8535.....	87
3.6.1. Описание схемы .....	89
3.6.2. Запись в ячейку .....	90
3.6.3. Считывание из ячейки .....	90
3.7. Программа записи данных в ОЗУ 512 Кбайт .....	91
3.7.1. Отладка программы .....	95
3.7.2. Подпрограмма установки адреса SetAddr.....	97
3.7.3. Подпрограмма копирования байта из внутреннего ОЗУ DataSt .....	98
3.7.4. Подпрограмма копирования данных из внешней памяти во внутреннее ОЗУ DataLd .....	99
<b>Глава 4. Устройство динамической индикации на 7-сегментных индикаторах .....</b>	<b>100</b>
4.1. Принцип динамической индикации .....	100
4.2. Восьмиразрядное устройство отображения цифровой информации .....	102
4.2.1. Схема управления восьмиразрядным индикатором.....	102
4.2.2. Программа организации бегущей строки.....	105

4.2.3. Описание программы.....	108
4.3. Устройство управления двумя печами .....	114
4.3.1. Работа устройства .....	114
4.3.2. Программа управления двумя печами.....	116
4.3.3. Работа с устройством управления двумя печами.....	152
4.3.4. Особенности работы EEPROM микроконтроллера.....	154
<b>Глава 5. Связь микроконтроллера с компьютером.....</b>	<b>157</b>
5.1. Схема контроллера, обеспечивающая связь с COM-портом компьютера .....	157
5.2. Программное обеспечение связи по каналу RS-232 .....	160
5.2.1. Протокол обмена.....	161
5.2.2. Общие положения .....	161
5.2.3. Структура сообщения .....	162
5.2.4. Передаваемые сообщения (команды компьютера и ответы контроллера).....	162
5.2.5. Программа для микроконтроллера .....	163
5.2.6. Отладка работы UART в AVR Studio .....	185
5.3. Канал RS-232: программное обеспечение для компьютера .....	187
5.3.1. Минимальные сведения о Delphi .....	188
5.3.2. Программа обмена данными с микроконтроллером .....	189
5.3.3. Описание работы программы.....	197
5.3.4. Сохранение, запуск, использование программы .....	201
5.4. Программа-монитор связи через COM-порты .....	201
5.5. Использование функций Windows API для обращения к COM-порту .....	206
<b>Глава 6. Организация аналоговых выходов для микроконтроллера.....</b>	<b>209</b>
6.1. Преобразование кода в ширину импульса.....	210
6.1.1. ЦАП и генератор пилообразного напряжения с PWM .....	210
6.1.2. Таймер T1 микроконтроллера в режиме PWM.....	210
6.1.3. Программа для генератора PWM.....	211
6.2. Преобразование кода в амплитуду импульса .....	214
6.2.1. Генератор пилообразного напряжения.....	214
6.2.2. Программа для генератора пилообразного напряжения .....	217
6.2.3. Генератор синусоидального сигнала .....	221
6.2.4. Программа для генератора синусоидального сигнала .....	223
6.3. Определение пространственного модуля сигнала .....	228
6.3.1. Алгоритм программы.....	228
6.3.2. Листинг программы вычисления модуля.....	229
6.4. Цифровой фильтр .....	243
6.4.1. Листинг C-программы цифрового фильтра .....	245
<b>Приложение 1. Как получить необходимые материалы через сеть Internet .....</b>	<b>253</b>
<b>Приложение 2. Устройства, облегчающие отладку контроллера в составе системы .....</b>	<b>255</b>
<b>Приложение 3. Программатор .....</b>	<b>261</b>
<b>Приложение 4. 8-разрядные RISC-микроконтроллеры фирмы Atmel.....</b>	<b>284</b>