

УДК 004.42  
ББК 32.966:32.973  
ПЗ1

Рецензенты:

*Ю. П. Котелевский*, к. т. н., директор ООО НПФ «Аванстрой»;  
*В. А. Комаров*, к. т. н., руководитель направления Омского управления  
интеллектуальных АСУ ТП ООО «Автоматика-сервис»

**Пешко, М. С.**

ПЗ1 Программирование микроконтроллеров на базе архитектуры AVR на языке C++ : практикум / М. С. Пешко, А. П. Аверченко ; Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2022. – 88 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3429-1

Представлены краткие сведения об устройстве и структуре микроконтроллера архитектуры AVR. Рассмотрены приемы работы в современных интегрированных средах программирования микроконтроллеров, подходы к отладке программного обеспечения с применением JTAG отладчика-программатора. Приведены алгоритмы разработки программного обеспечения для периферийных устройств. Каждый из разделов снабжен краткой теоретической справкой и индивидуальными заданиями для самостоятельного выполнения.

Издание предназначено для обучающихся по направлениям 27.03.04 «Управление в технических системах» и 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

УДК 004.42  
ББК 32.966:32.973

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-3429-1

© ОмГТУ, 2022

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 5  |
| 1. МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ НА БАЗЕ АРХИТЕКТУРЫ AVR.<br>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ<br>И ОТЛАДКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА ЯЗЫКЕ C++ ..... | 6  |
| 1.1. Устройство микроконтроллеров на базе архитектуры AVR .....  | 6  |
| 1.2. Интегрированная среда разработки и отладки программного<br>обеспечения (IDE) Microchip studio .....                                       | 12 |
| 1.3. Отладка программного обеспечения для AVR микроконтроллеров<br>с помощью программатора-отладчика JTAG-ICE .....                            | 20 |
| 1.4. Облачная среда разработки и отладки программного обеспечения<br>AVR микроконтроллеров TinkerCAD .....                                     | 22 |
| 2. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВВОД-ВЫВОД МИКРОКОНТРОЛЛЕРА AVR ..  | 30 |
| 2.1. Внутреннее устройство и функциональные возможности<br>порта ввода-вывода .....  | 30 |
| 2.2. Программирование порта ввода-вывода в режиме «выход» .....  | 32 |
| 2.3. Программирование порта ввода-вывода в режиме «вход» .....   | 36 |
| 2.4. Программирование порта ввода-вывода с семисегментным<br>индикатором в параллельном режиме подключения .....                               | 40 |
| 2.5. Программирование порта ввода-вывода с семисегментным<br>индикатором в режиме подключения<br>через магистральную шину .....                | 47 |
| 3. СЧЕТЧИКИ-ТАЙМЕРЫ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ .....  | 52 |
| 3.1. Внутреннее устройство и функциональные возможности<br>8- и 16-битных таймеров-счетчиков. Регистры управления<br>таймером-счетчиком .....  | 52 |
| 3.2. Программирование таймера-счетчика в режиме «normal» .....   | 56 |
| 3.3. Программирование таймера-счетчика в режиме «СТС» .....  | 60 |
| 3.4. Программирование таймера-счетчика в режиме<br>ШИМ-генератора .....  | 63 |

|  |    |
|--|----|
| 4. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС<br>ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ UART/USART .....  | 68 |
| 4.1. Внутреннее устройство и функциональные возможности интерфейса<br>UART/USART. Регистры управления последовательным<br>интерфейсом UART/USART ..... | 68 |
| 4.2. Программирование интерфейса UART/USART<br>в режиме передачи большого объема данных (массивы) .....  | 78 |
| 4.3. Реализация возможностей кольцевого буфера FIFO<br>в работе интерфейса UART/USART .....  | 81 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 84 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....   | 85 |