

УДК 004.312(075.8)

ББК 32.973 я73

П967

*Печатается по решению кафедры вычислительной техники
Института компьютерных технологий и информационной безопасности
Южного федерального университета (протокол № 6 от 10 февраля 2021 г.)*

Рецензенты:

заместитель директора ИРТСУ ИТА ЮФУ по научной работе,

доцент кафедры ВиРС ИРТСУ ИТА ЮФУ *С. И. Клевцов*

главный инженер проекта Engineering Bureau Franke International

(ООО "Инженерное Бюро Франке Интернешенал") *С. В. Кондратенко*

Пьявченко, А. О.

П967 Архитектура, основы программирования и применения AVR-микроконтроллеров и ARM-микросистем : учебное пособие : в 3 ч. / А. О. Пьявченко, В. Н. Пуховский ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022.

ISBN 978-5-9275-3429-6

Часть 3. – 151 с.

ISBN 978-5-9275-4102-7 (Ч. 3)

Учебное пособие содержит материалы по основам функциональной организации архитектуры, программирования и применения RISC-микроконтроллеров различной архитектуры, начиная с MegaAVR и заканчивая ARM-микроконтроллерными системами с жесткой архитектурой, имеющие отечественные функциональные аналоги. Пособие состоит из нескольких логически-завершенных и связанных между собою частей.

Третья часть пособия завершает изложение вопросов построения, программного управления и применения цифровых и аналоговых интерфейсов 8-битных AVR-микроконтроллеров с использованием среды Proteus. Основное внимание здесь уделено таким интерфейсам, как TWI (I2C), 1WI (1-Wire), особенностям их практического применения под управлением AVR-микроконтроллеров при подключении к ним различных периферийных модулей.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 09.05.01 – Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения, направлений 09.03.01, 09.04.01 («Информатика и вычислительная техника»), изучающих соответствующие разделы таких дисциплины, как «Техническое обеспечение автоматизированных систем», «Микроконтроллерные системы», «Основы построения и проектирования ARM-микросистем» и ряда других.

УДК 004.312(075.8)

ББК 32.973 я73

ISBN 978-5-9275-4102-7 (Ч.

3) ISBN 978-5-9275-3429-6

© Южный федеральный университет, 2022

© Пьявченко А. О., Пуховский В. Н., 2022

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
1. ИНТЕРФЕЙС TWI (I2C)	9
1.1. Краткие общие сведения	9
1.2. Формат посылки передаваемых данных	12
1.2.1. Поддерживаемый способ передачи данных	12
1.2.2. Условия старта и останова сеанса связи	13
1.2.3. Формат управляющего кадра	14
1.2.4. Структура сеанса связи	16
1.3. Организация обмена с несколькими ведущими	17
1.4. Структура модуля TWI	20
1.4.1. Состав модуля	20
1.4.2. Блок шинного интерфейса	20
1.4.3. Блок генератора скорости связи	22
1.4.4. Блок обнаружения адреса	23
1.4.5. Блок управления	23
1.5. Описание регистров TWI	24
1.5.1. Общие сведения	24
1.5.2. Регистр скорости связи шины TWI–TWBR	25
1.5.3. Регистр управления шиной TWI–TWCR	26
1.5.4. Регистр состояния TWI–TWSR	29
1.5.5. Регистр данных модуля TWI–TWDR	35
1.5.6. Регистр адреса модуля TWI–TWAR	37
1.6. Рекомендации по применению модуля TWI	38
1.7. Вопросы построения системы: организация мультимастер- ной магистрали	52
1.8. Общие замечания по расширенному стандарту i2C	53
1.9. Преимущества шины TWI (I2C)	60
1.10. Примеры применения шины TWI (I2C)	62
1.10.1. Общие сведения	62
1.10.2. Работа с модулями параллельного цифрового ввода/вы- вода	63

Содержание

1.10.3. Работа с модулем LCD	82
Контрольные вопросы к разделу 1	88
2. ИНТЕРФЕЙС 1-WIRE	91
2.1. Краткие сведения	91
2.2. Многоуровневая модель взаимодействия: физический уровень	92
2.3. Многоуровневая модель взаимодействия: канальный уровень	95
2.4. Многоуровневая модель взаимодействия: сетевой и транспортный уровни	100
2.4.1. Алгоритм взаимодействия	100
2.4.2. Уникальные коды устройств 1-Wire	103
2.4.3. Алгоритм обнаружения ведомых устройств на шине	105
2.5. Способы управления шиной	107
2.6. Примеры программно-аппаратного управления интерфейсом 1-Wire с применением AVR-микроконтроллера в качестве ведущего устройства	108
2.6.1. Общие сведения	108
2.6.2. Краткое описание датчика температуры DS18B20	108
2.6.3. Пример построения блока измерения температуры	120
Контрольные вопросы к разделу 2	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	148