

# СОДЕРЖАНИЕ

От автора .....	11
<b>Часть I. ВОТ ОНА КАКАЯ – ТЕХНИКА ЦИФРОВАЯ</b> .....	<b>13</b>
<b>Глава 1. Без микропроцессоров мир был бы скучным</b> .....	<b>14</b>
Как микропроцессор завоевал весь мир .....	14
Микропроцессор вырос до микроконтроллера .....	15
Процессор – сердце микропроцессорной системы .....	16
Что помнит память .....	17
Порты ввода и порты вывода .....	18
Алгоритм управления процессора .....	19
Все на свете можно описать цифрами .....	20
Что же такое микропроцессор .....	21
Постоянные запоминающие устройства .....	22
Оперативная память или оперативное запоминающее устройство .....	23
ПЗУ с электрическим стиранием информации или флэш-память .....	24
В чем же различия между микропроцессорами и микроконтроллерами .....	25
<b>Глава 2. Учимся считать по-другому</b> .....	<b>26</b>
Знакомая с детства десятичная система исчисления .....	26
Восьмиричная система исчисления .....	29
Шестнадцатеричная система исчисления .....	31
Двоичная система исчисления .....	32
Способы обозначения чисел в разных системах исчисления .....	33
Арифметическая операция сложения .....	35
Арифметическая операция умножения .....	37
<b>Глава 3. Электронные цифры для компьютера</b> .....	<b>38</b>
Представление чисел на ПК .....	38
Двухуровневый сигнал .....	41
Явление триггерного эффекта .....	42
<b>Глава 4. Логические элементы: простые и составные</b> .....	<b>44</b>
Знакомство с логическими элементами .....	44
Простой логический элемент «И» .....	46
Простой логический элемент «ИЛИ» .....	46
Простой логический элемент «НЕ», или инвертор .....	47
Таблица истинности .....	47
Составные логические элементы .....	48
Составные логические элементы «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ» .....	48
Составной логический элемент «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» .....	49
Составной логический элемент сумматор .....	50

<b>Глава 5. Простейшие триггеры</b> .....	<b>52</b>
Что такое триггер .....	52
Триггер Шмитта: четкое срабатывание .....	53
RS-триггер: схема и условное обозначение .....	54
RS-триггер: варианты подачи сигналов .....	55
RS-триггер: переключение триггера .....	56
RS-триггер: переход триггера из одного устойчивого состояния в другое .....	56
Борьба с дребезгом контактов .....	58
<b>Глава 6. Триггеры для хранения информации</b> .....	<b>61</b>
D-триггер: устройство и схемное обозначение .....	61
D-триггер: логика работы .....	62
Параллельный регистр .....	63
Параллельный регистр с расширенными возможностями .....	64
JK-триггер: устройство и работа .....	66
<b>Глава 7. Счетчики импульсов и делители частоты</b> .....	<b>67</b>
Работа делителя частоты .....	67
Счетчики прямого счета .....	70
Счетчики с обратным отсчетом .....	72
Делители с переменным коэффициентом деления .....	74
Таймеры: формируем различные интервалы времени .....	76
<b>Глава 8. Дешифраторы цифровых сигналов</b> .....	<b>78</b>
Устройство и принцип действия дешифратора .....	78
Селектор памяти ячеек ОЗУ .....	80
Каскадирование дешифраторов .....	83
Дешифратор для работы с двоично-десятичными числами .....	85
<b>Глава 9. Мультиплексоры: собираем сигнал с нескольких входов</b> .....	<b>86</b>
Как собирается сигнал с нескольких источников .....	86
Разнообразие мультиплексоров .....	87
Цифровые и аналоговые мультиплексоры .....	87
<b>Часть II. ШАГАЕМ ОТ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ К МИКРОКОНТРОЛЛЕРУ</b> .....	<b>89</b>
<b>Глава 10. Типовая схема микропроцессорной системы</b> .....	<b>90</b>
Структурная схема типичной микропроцессорной системы .....	90
ОЗУ и ПЗУ: в чем сходства и отличия .....	92
Динамическая память .....	92
Развитие постоянных запоминающих устройств .....	93
Порты ввода-вывода .....	95
Процессор и цифровые шины .....	96
Шина данных .....	97
Шина адреса .....	98
Шина управления .....	100
Принцип действия микропроцессорной системы .....	101

<b>Глава 11. Алгоритм работы микропроцессорной системы. . . . .</b>	<b>103</b>
Возможности процессора . . . . .	103
Программа . . . . .	105
Процесс выполнения команды . . . . .	107
Рабочие регистры. . . . .	108
Команды микропроцессора . . . . .	109
Команды условного и безусловного перехода. . . . .	111
Команда организации цикла . . . . .	113
Команды перехода к подпрограмме . . . . .	115
<b>Глава 12. Специальные режимы работы микропроцессорной системы . . . . .</b>	<b>118</b>
Механизм прерываний . . . . .	118
Прямой доступ к памяти . . . . .	121
<b>Часть III. ЗНАКОМТЕСЬ: МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ AVR, ОСНОВА ПЛАТ ARDUINO . . . . .</b>	<b>125</b>
<b>Глава 13. Возможности и особенности построения микроконтроллеров AVR. . . . .</b>	<b>126</b>
Микроконтроллеры – кто они? . . . . .	126
Особенности новой серии микроконтроллеров . . . . .	127
Семейство микроконтроллеров AVR. . . . .	128
Таблица параметров микроконтроллеров . . . . .	129
Состав серии AVR . . . . .	135
Особенности серии AVR . . . . .	136
Внутренняя память . . . . .	137
Способы программирования Flash- и EEPROM-памяти . . . . .	139
Порты ввода-вывода . . . . .	140
Периферийные устройства . . . . .	140
Дополнительные устройства . . . . .	142
<b>Глава 14. Регистры: храним предварительные результаты вычислений . . . . .</b>	<b>143</b>
Регистры общего назначения (РОН) . . . . .	143
Регистры ввода-вывода . . . . .	145
Общие сведения . . . . .	147
<b>Глава 15. Память микроконтроллера . . . . .</b>	<b>147</b>
Память программ . . . . .	148
Оперативная память микроконтроллеров AVR . . . . .	151
Область памяти, совмещенная с набором регистров общего назначения (РОН). . . . .	153
Область памяти, совмещенная с регистрами ввода-вывода (РВВ). . . . .	153
Область внутреннего ОЗУ . . . . .	154
Область внешнего ОЗУ . . . . .	154
Энергонезависимая память данных (EEPROM). . . . .	154
<b>Глава 16. Дополнительные регистры и стековая память . . . . .</b>	<b>157</b>
Счетчик команд. . . . .	157
Указатель стека . . . . .	159
Организация стековой памяти. . . . .	159

<b>Глава 17. Подсистема ввода-вывода</b> .....	<b>162</b>
Назначение, состав, имена .....	162
Назначение и наименование специальных регистров .....	163
Принцип действия .....	164
Конфигурирование порта ввода-вывода .....	165
<b>Глава 18. Система прерываний</b> .....	<b>167</b>
Назначение системы прерываний .....	167
Управление системой прерываний .....	168
Алгоритм работы системы прерываний .....	169
Таблицу векторов прерываний для микроконтроллера ATmega328P .....	171
<b>Глава 19. Таймеры-счетчики</b> .....	<b>173</b>
Классификация встроенных таймеров .....	173
Сторожевой таймер .....	173
Таймеры общего назначения .....	174
Режимы работы таймеров .....	176
Режим Normal .....	177
Режим «Захват» (Capture) .....	177
Режим «Сброс при совпадении» (CTC) .....	178
Режим «Быстродействующий ШИМ» (Fast PWM) .....	180
Режим «ШИМ с точной фазой» (Phase Correct PWM) .....	183
Асинхронный режим .....	184
Предделители таймеров/счетчиков .....	185
<b>Глава 20. Встроенные периферийные устройства</b> .....	<b>188</b>
Аналоговый компаратор .....	188
Аналого-цифровой преобразователь .....	189
Последовательный канал (UART/USART) .....	192
Последовательный периферийный интерфейс (SPI) .....	193
Последовательный двухпроводный интерфейс (TWI) .....	195
<b>Глава 21. Программируемые переключатели режимов и ячейки защиты информации</b> .....	<b>196</b>
Конфигурационные ячейки .....	196
Ячейки защиты и идентификации .....	198
<b>Часть IV. МОДУЛЬ ARDUINO – КОНСТРУКТОР ДЛЯ ДОМОХОЗЯЕК</b> .....	<b>199</b>
<b>Глава 22. Модуль Arduino – первое знакомство</b> .....	<b>200</b>
Почему стал популярным модуль Arduino? .....	200
Как будем осваивать язык Arduino .....	201
<b>Глава 23. Модуль ARDUINO: осваиваем теоретически</b> .....	<b>202</b>
Кто и зачем создал модуль Arduino? .....	202
Как же удалось достичь такой популярности? .....	203
Первые варианты Arduino .....	204
Знакомимся с модулем Arduino UNO .....	207
Полезные упрощения в модуле .....	209
Группа аналоговых входов .....	210

1	Команда аналогового вывода .....	211
	Контакты питания «Power» .....	213
	Поддерживаемые языки программирования .....	213
	Для чего нужно специальное приложение .....	
<b>Глава 24. Среда разработки IDE</b> .....		<b>215</b>
	«Среда разработки Arduino IDE»? .....	215
	Команды и функции языка Arduino .....	216
	Внутренние библиотеки .....	218
	Скачиваем программный пакет с сайта разработчика .....	219
	Варианты установочных пакетов для Windows .....	220
	Запуск программы .....	221
	Основное окно среды разработки .....	222
	Панель инструментов .....	224
	Выбор номера COM порта в настройках программы .....	225
	Выбор типа используемой платы Arduino .....	226
	Скетч: открытие, сохранение, загрузка .....	227
	Организация обмена информацией между программой на Arduino и компьютером .....	228
<b>Часть V. ПОЛЕЗНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ARDUINO – СВОИМИ РУКАМИ</b> .....		<b>231</b>
<b>Глава 25. Простейшая программа «Hello, world!»</b> .....		<b>232</b>
	Постановка задачи .....	232
	Схема .....	233
	Алгоритм .....	236
	Первый вариант программы .....	238
	Второй вариант программы .....	246
<b>Глава 26. Переключаемый светодиод</b> .....		<b>255</b>
	Постановка задачи .....	255
	Схема .....	255
	Алгоритм .....	256
	Первый вариант программы .....	256
	Второй вариант программы .....	260
	Третий вариант программы .....	262
<b>Глава 27. Боремся с дребезгом контактов</b> .....		<b>265</b>
	Постановка задачи .....	265
	Схема .....	267
	Антидребезг простыми средствами .....	267
	Алгоритм .....	267
	Программа .....	268
	Применение внешней библиотеки Button .....	270
	Метод проверки ожидания стабильного состояния сигнала .....	276
	Метод фильтрации сигнала по среднему значению .....	276
<b>Глава 28. Мигающий светодиод</b> .....		<b>278</b>
	Постановка задачи .....	278
	Схема .....	278

Алгоритм.....	279
Программа.....	279
<b>Глава 29. Бегущие огни.....</b>	<b>282</b>
Постановка задачи.....	282
Схема.....	283
Алгоритм.....	283
Первый вариант программы.....	285
Второй вариант — используем один универсальный цикл.....	291
<b>Глава 30. Альтернативные способы формирования задержки.....</b>	<b>295</b>
Постановка задачи.....	295
Схема.....	297
Алгоритм.....	297
Первый вариант программы.....	298
Второй вариант программы.....	301
<b>Глава 31. Работа с прерываниями по таймеру.....</b>	<b>308</b>
Постановка задачи.....	308
Схема.....	311
Используем внешнюю библиотеку прерываний по таймеру.....	311
Алгоритм.....	313
Программа.....	313
Совместное использование таймера 0.....	317
<b>Глава 32. Формирование звука.....</b>	<b>326</b>
Постановка задачи.....	326
Схема.....	328
Алгоритм.....	330
Программа.....	330
<b>Глава 33. Ввод аналоговой информации.....</b>	<b>335</b>
Постановка задачи.....	335
Схема.....	336
Алгоритм.....	337
Программа.....	339
<b>Глава 34. Вывод аналоговой информации.....</b>	<b>342</b>
Широтно-импульсная модуляция.....	342
Простейший способ аналогового вывода.....	345
Схема.....	345
Алгоритм.....	346
Программа.....	347
Более сложный пример аналоговой индикации.....	348
Схема.....	349
Алгоритм.....	349
Программа.....	351
<b>Глава 35. Передача данных из Ардуино на компьютер.....</b>	<b>357</b>
Постановка задачи.....	357
Схема.....	358

<b>Глава 41. Arduino shields или платы расширения</b> .....	<b>456</b>
* Плата расширения Arduino WiFi .....	456
Плата расширения Xbee Shield .....	457
Плата расширения Arduino Motor .....	458
Плата расширения Ethernet Shield .....	459
<b>Часть VII. ПОЛЕЗНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
<b>ПО СОВРЕМЕННЫМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМ</b> .....	<b>461</b>
<b>Приложение 1. Основные операторы языка Arduino</b> .....	<b>462</b>
Главные функции .....	462
Управляющие операторы .....	462
Операторы цифрового ввода/вывода .....	464
Операторы аналогового ввода/вывода .....	464
Операторы времени .....	465
Расширенный ввод/вывод .....	465
Работа с последовательным портом .....	466
<b>Приложение 2. Типы данных в Arduino IDE</b> .....	<b>467</b>
<b>Приложение 3. Сводная таблица команд Ассемблера</b>	
<b>микроконтроллеров AVR</b> .....	<b>469</b>
Группа команд логических операций .....	469
Группа команд арифметических операций .....	470
* Группа команд операций с разрядами .....	470
Группа команд сравнения .....	471
Группа команд операций сдвига .....	472
Группа команд пересылки данных .....	472
Группа команд управления системой .....	474
Группа команд передачи управления	
(безусловная передача управления) .....	474
Группа команд передачи управления	
(пропуск команды по условию) .....	475
Группа команд передачи управления	
(передача управления по условию) .....	475
<b>Подводя итоги, или о виртуальном диске</b> .....	<b>477</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>478</b>
<b>Список ссылок на ресурсы сети Интернет, используемые в книге</b> .....	<b>478</b>