

Предисловие	15
Для кого и о чем эта книга?	15
Структура книги	15
Благодарности	16
<b>Часть I. Arduino — общий обзор</b>	<b>17</b>
<b>Глава 1. Введение в Arduino</b>	<b>19</b>
1.1. Arduino — что это?	19
1.2. В чем преимущество Arduino?	20
1.3. История создания Arduino	20
<b>Глава 2. Обзор контроллеров семейства Arduino</b>	<b>22</b>
2.1. Arduino Pro Mini	23
2.2. Arduino Duemilanove	23
2.3. Arduino Nano	25
2.4. Arduino LilyPad	26
2.5. Arduino Uno	27
2.6. Arduino Mega2560	28
2.7. Arduino Leonardo	29
2.8. Arduino Due	30
<b>Глава 3. Платы расширения Arduino</b>	<b>31</b>
<b>Часть II. Среда разработки и язык программирования контроллеров Arduino</b>	<b>37</b>
<b>Глава 4. Среда программирования Arduino IDE</b>	<b>39</b>
4.1. Установка Arduino IDE в Windows	39
4.2. Установка Arduino IDE в Linux	41
4.3. Настройка среды Arduino IDE	41
<b>Глава 5. Программирование в Arduino</b>	<b>45</b>
5.1. Базовые знания	45
5.1.1. Цифровые выходы	45
5.1.2. Аналоговые входы	46
5.1.3. Широтно-импульсная модуляция	46
5.1.4. Память в Arduino	46
5.2. Структура программы	48
5.2.1. Функции setup() и loop()	48
5.3. Синтаксис и операторы	49
5.3.1. Управляющие операторы	49
5.3.1.1. Оператор if (условие) и операторы сравнения ==, !=, <, >	49
5.3.1.2. Оператор if..else	49
5.3.1.3. Оператор for	50
5.3.1.4. Оператор switch	51

5.3.1.5. Оператор while	51
5.3.1.6. Оператор do ... while	52
5.3.1.7. Оператор break	52
5.3.1.8. Оператор continue	52
5.3.1.9. Оператор return	53
5.3.2. Синтаксис	53
5.3.2.1. ; (точка с запятой) ; (semicolon)	53
5.3.2.2. {} (фигурные скобки) {} (curly braces)	53
5.3.2.3. Комментарии // (single line comment), /* */ (multi-line comment)	54
5.3.3. Арифметические операторы	54
5.3.3.1. = (assignment) = оператор присваивания	54
5.3.3.2. + (сложение), - (вычитание), * (умножение) , / (деление)	55
5.3.3.3. % (modulo)	55
5.3.4. Операторы сравнения	55
5.3.5. Логические операторы	55
5.3.5.1. && (логическое И)	55
5.3.5.2.    (логическое ИЛИ)	55
5.3.5.3. ! (логическое отрицание)	56
5.3.6. Унарные операторы	56
5.3.6.1. ++ (увеличение значения) / -- (уменьшение значения)	56
5.3.6.2. += , -= , *= , /=	56
5.4. Данные	56
5.4.1. Типы данных	56
5.4.1.1. boolean	57
5.4.1.2. char	57
5.4.1.3. byte	57
5.4.1.4. int	57
5.4.1.5. unsigned int	58
5.4.1.6. long	58
5.4.1.7. unsigned long	58
5.4.1.8. float	59
5.4.1.9. double	59
5.4.1.10. string — текстовые строки	59
5.4.1.11. Массивы	60
5.4.1.12. void	61
5.4.2. Константы	61
5.4.3. Переменные	62
5.4.3.1. Объявление переменных	62
5.4.3.2. Границы переменных	62
5.4.4. Преобразование типов данных	63
5.4.4.1. char()	63
5.4.4.2. byte()	63
5.4.4.3. int()	63

5.4.4.4. long()	63
5.4.4.5. float()	64
5.5. Функции	64
5.5.1. Цифровой ввод/вывод	64
5.5.1.1. Функция pinMode	64
5.5.1.2. Функция digitalWrite()	64
5.5.1.3. Функция digitalRead()	65
5.5.2. Аналоговый ввод/вывод	66
5.5.2.1. Функция analogRead()	66
5.5.2.2. Функция analogReference()	67
5.5.2.3. Функция analogWrite()	67
5.5.3. Дополнительные функции ввода/вывода	69
5.5.3.1. Функция tone()	69
5.5.3.2. Функция noTone()	69
5.5.3.3. Функция shiftOut()	69
5.5.3.4. Функция pulseIn()	71
5.5.4. Работа со временем	72
5.5.4.1. Функция millis()	72
5.5.4.2. Функция micros()	72
5.5.4.3. Функция delay()	73
5.5.4.4. Функция delayMicroseconds()	74
5.5.5. Математические функции	75
5.5.5.1. Функция min(x, y)	75
5.5.5.2. Функция max(x, y)	75
5.5.5.3. Функция abs()	75
5.5.5.4. Функция constrain(x, a, b)	76
5.5.5.5. Функция map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)	76
5.5.5.6. Функция pow(base, exponent)	77
5.5.5.7. Функция sq(x)	77
5.5.5.8. Функция sqrt(x)	77
5.5.6. Тригонометрические функции	78
5.5.6.1. Функция sin(rad)	78
5.5.6.2. Функция cos(rad)	78
5.5.6.3. Функция tan(rad)	78
5.5.7. Генераторы случайных значений	78
5.5.7.1. Функция randomSeed(seed)	78
5.5.7.2. Функция random()	79
5.5.8. Операции с битами и байтами	79
5.5.8.1. Функция lowByte()	80
5.5.8.2. Функция highByte()	80
5.5.8.3. Функция bitRead()	80
5.5.8.4. Функция bitWrite()	80
5.5.8.5. Функция bitSet()	81

5.5.8.6. Функция bitClear()	81
5.5.8.7. Функция bit()	81
5.5.9. Внешние прерывания	81
5.5.9.1. Функция attachInterrupt	82
5.5.9.2. Функция detachInterrupt	82
5.6. Управление портами через регистры ATmega	83
<b>Часть III. Практическое применение Arduino</b>	<b>87</b>
<b>Глава 6. Arduino и набор функций Serial</b>	<b>89</b>
6.1. Функции библиотеки Serial	90
6.1.1. Функция Serial.begin()	90
6.1.2. Функция Serial.end()	90
6.1.3. Функция Serial.available()	90
6.1.4. Функция Serial.read()	91
6.1.5. Функция Serial.flush()	92
6.1.6. Функция Serial.print()	92
6.1.7. Функция Serial.println()	93
6.1.8. Функция Serial.write()	93
6.1.9. Функция Serial.peek()	93
6.2. Библиотека SoftwareSerial	94
6.2.1. Функция SoftwareSerial()	94
6.2.2. Функция SoftwareSerial.listen()	94
6.2.3. Функция SoftwareSerial.isListening()	95
6.2.4. Функция SoftwareSerial.overflow()	96
<b>Глава 7. Arduino и жидкокристаллические индикаторы</b>	<b>97</b>
7.1. Принцип работы модулей ЖКИ WINSTAR WH1604	98
7.2. Библиотека LiquidCrystal	103
7.2.1. Функция LiquidCrystal()	104
7.2.2. Функция begin()	105
7.2.3. Функция clear()	105
7.2.4. Функция home()	105
7.2.5. Функция setCursor()	105
7.2.6. Функция write()	106
7.2.7. Функция print()	106
7.2.8. Функция cursor()	107
7.2.9. Функция noCursor()	107
7.2.10. Функция blink()	107
7.2.11. Функция noBlink()	107
7.2.12. Функция display()	107
7.2.13. Функция noDisplay()	108
7.2.14. Функция scrollDisplayLeft()	108

7.2.15. Функция scrollDisplayRight()	108
7.2.16. Функция autoscroll()	108
7.2.17. Функция noAutoscroll()	108
7.2.18. Функция leftToRight()	109
7.2.19. Функция rightToLeft()	109
7.2.20. Функция createChar()	109
7.3. Библиотека LiquidCrystalRus	111
<b>Глава 8. Библиотека EEPROM</b>	116
8.1. Функции библиотек EEPROM	116
8.1.1. Функция чтения EEPROM.read	116
8.1.2. Функция записи EEPROM.write	117
8.2. Примеры использования памяти EEPROM	118
8.2.1. Воспроизведение звука	118
8.2.2. Звонок с мелодиями	121
<b>Глава 9. Использование Arduino Leonardo в качестве USB-устройства</b>	126
9.1. Имитация клавиатуры на Arduino Leonardo	127
9.2. Имитация компьютерной мыши на Arduino Leonardo	129
<b>Глава 10. Arduino и 1-Wire</b>	133
10.1. Что такое 1-Wire?	133
10.2. Применение 1-Wire	136
10.3. Протокол 1-Wire	137
10.3.1. Описание интерфейса 1-Wire	137
10.3.2. Обмен информацией по 1-Wire	138
10.3.3. Протокол обмена информацией 1-Wire	141
10.4. Библиотека OneWire	143
10.4.1. Функция begin()	144
10.4.2. Функция requestFrom()	144
10.4.3. Функция beginTransmission()	144
10.4.4. Функция endTransmission()	145
10.4.5. Функция write()	145
10.4.6. Функция available()	145
10.4.7. Функция read()	146
10.4.8. Функция onReceive()	146
10.4.9. Функция onRequest()	146
10.5. Устройство iButton и программирование электронного замка	146
10.5.1. Поиск устройств 1-Wire и получение уникального кода	148
10.5.2. Режимы работы	150
10.5.3. Режим пользователя	151
10.5.4. Первоначальный ввод ключа в пустую базу	151
10.5.5. Просмотр, запись и удаление кодов ключей в режиме администратора	153

10.5.6. Блок-реле. Открывание замка	156
10.5.7. Проигрывание мелодий	157
<b>Глава 11. Arduino и цифровой датчик температуры DS18B20</b>	159
11.1. Описание датчика DS18B20	159
11.2. Использование библиотеки OneWire	162
11.3. Библиотека DallasTemperature	163
<b>Глава 12. Arduino и датчики температуры и влажности DHT</b>	165
12.1. Характеристики датчиков DH11, DH22	165
12.2. Подключение к Arduino	166
12.3. Библиотека DHT	167
<b>Глава 13. Сетевой обмен с помощью Arduino</b>	169
13.1. Устройство Arduino Ethernet shield	169
13.2. Библиотека Ethernet library	171
13.2.1. Класс Ethernet (Ethernet class)	171
Функция Ethernet.begin()	172
Функция Ethernet.localIP()	172
13.2.2. Класс IPAddress (IPAddress class)	172
Функция IPAddress()	172
13.2.3. Класс Server (Server class)	173
Функция ethernetServer()	173
Функция begin()	173
Функция available()	173
Функция write()	174
Функция print()	175
Функция println()	175
13.2.4. Класс Client (Client class)	175
Функция client()	176
Функция EthernetClient()	176
Функция connected()	176
Функция connect()	177
Функция write()	177
Функция print()	177
Функция println()	177
Функция available()	178
Функция read()	178
Функция flush()	178
Функция stop()	179
13.2.5. Класс EthernetUDP (EthernetUDP class)	179
Функция begin()	179

Функция read()	179
Функция write()	180
Функция beginPacket()	180
Функция endPacket()	181
Функция parsePacket()	181
Функция available()	182
Функция remoteIP()	182
Функция remotePort()	182
13.3. Домашняя метеостанция с доступом через Интернет	182
13.3.1. Устройство, настройка и отладка метеостанции	182
13.3.2. Создание виджета для планшетов с ОС Android	187
13.3.3. Размещение данных метеостанции на сайте	188
<b>Глава 14. Arduino и карта памяти SD</b>	<b>190</b>
14.1. Arduino-библиотека SD	190
14.1.1. Класс SD	190
Функция begin()	191
Функция exists()	191
Функция mkdir()	191
Функция rmdir()	191
Функция open()	191
Функция remove()	192
14.1.2. Класс File	192
Функция available()	192
Функция close()	193
Функция flush()	193
Функция peek()	193
Функция position()	194
Функция print()	194
Функция println()	194
Функция seek()	195
Функция size()	195
Функция read()	195
Функция write()	195
Функция isDirectory()	196
Функция openNextFile()	196
Функция rewindDirectory()	196
14.2. Запись показаний датчиков на SD-карту	196
<b>Глава 15. Arduino и светодиодные матрицы</b>	<b>202</b>
15.1. Светодиоды и светодиодные матрицы	202
15.2. Светодиодная матрица FYM-23881BUG-11	203
15.3. SPI-расширитель выходов 74НС595	204
15.4. Игра "Тетрис" на светодиодных матрицах FYM-23881BUG-11	206

15.4.1. Управление изображением на светодиодных матрицах	208
15.4.2. Фигуры игры "Тетрис"	209
15.4.3. Управление фигурами игры "Тетрис"	211
15.4.4. Проверка столкновения фигур	213
15.5. Светодиодная матрица RGB	215
15.6. RGB-ночник, управляемый с помощью движения рук	216
<b>Глава 16. Arduino и управляемые светодиодные ленты RGB</b>	<b>221</b>
16.1. RGB-светодиодная лента WS2812	221
16.2. Arduino-библиотека Adafruit_NeoPixel	223
16.3. Создание табло результатов ЧМ-2018 по футболу на RGB-ленте WS2812	224
<b>Глава 17. Работа Arduino с вендинговыми аппаратами</b>	<b>230</b>
17.1. Купюроприемник ICT серий A7 и V7	230
17.2. Подключение купюроприемника ICT V7 к Arduino	234
17.3. Скетч для получения номинала принимаемой купюры	236
17.4. Монетоприемник СН-926	237
Настройка монетоприемника	238
Калибровка монетоприемника	239
17.5. Подключение монетоприемника к Arduino	239
17.6. Написание скетча	240
<b>Глава 18. Arduino и радиочастотная идентификация (RFID)</b>	<b>242</b>
18.1. Радиочастотная идентификация	242
18.2. Датчик считывания RFID-карт	245
18.3. Скетч для считывания RFID-карт	247
<b>Глава 19. Arduino и датчики расстояния</b>	<b>250</b>
19.1. Ультразвуковые дальномеры HC-SR04	250
19.2. Принцип работы ультразвукового дальномера HC-SR04	251
19.3. Библиотека Ultrasonic	251
19.4. Инфракрасные датчики расстояния Sharp	252
19.5. Подключение датчиков Sharp к Arduino	255
<b>Глава 20. Arduino и передача данных в инфракрасном диапазоне</b>	<b>256</b>
20.1. Обмен данными в инфракрасном диапазоне	256
20.2. Протоколы для ИК-пультов	258
20.2.1. Протокол RC5	258
20.2.2. Протокол NEC	259
20.2.3. Протокол JVC	261
20.2.4. Протокол Sony	262



20.3. Подключение ИК-приемника	263
20.4. Библиотека IRremote	263
20.5. Скетч для получения кодов ИК-пульта	265
<b>Глава 21. Создаем робота</b>	<b>271</b>
21.1. Ходовая часть	271
21.2. Драйвер двигателей L293D	274
21.3. Массив возможных состояний моторов	277
21.4. Разработка скетча движений робота	279
21.5. Движение робота по линии в автономном режиме	282
<b>Глава 22. Arduino и шаговые двигатели</b>	<b>291</b>
22.1. Управление шаговым двигателем	292
22.2. Arduino-библиотека Stepper	293
22.2.1. Функция Stepper()	293
22.2.2. Функция setSpeed(rpm)	293
22.2.3. Функция step(steps)	294
22.3. Пример использования библиотеки Stepper	294
22.4. Arduino-библиотека AccelStepper	296
<b>Глава 23. Arduino и сервоприводы</b>	<b>297</b>
23.1. Сервоприводы	297
23.2. Arduino-библиотека Servo для управления сервоприводом	300
23.2.1. Функция attach()	301
23.2.2. Функция detach()	301
23.2.3. Функция write(int)	302
23.2.4. Функция writeMicroseconds(int)	302
23.2.5. Функция read()	302
23.2.6. Функция attached()	302
23.3. Робот-паук на сервоприводах	303
23.4. Скетч для управления роботом-пауком	307
<b>Глава 24. Arduino и Bluetooth</b>	<b>312</b>
24.1. "Голубой зуб"	312
24.2. Модуль Bluetooth HC-05	312
24.3. Управление роботом с Android-устройства по Bluetooth	318
<b>Глава 25. TV-выход на Arduino</b>	<b>327</b>
25.1. Схема подключения	327
25.2. Arduino-библиотека TVOut	327
25.2.1. Функция установки режима begin()	328
25.2.2. Функции задержки	328
Функция delay()	328
Функция delay_frame()	328
25.2.3. Функции получения параметров	329
Функция hres()	329

Функция vres()	329
Функция char_line()	329
25.2.4. Основные графические функции	329
Функция set_pixel()	329
Функция get_pixel()	330
Функция fill()	330
Функция clear_screen()	330
Функция invert()	331
Функция shift_direction()	331
Функция draw_line()	331
Функция draw_row()	331
Функция draw_column()	332
Функция draw_rect()	332
Функция draw_circle()	333
Функция bitmap()	333
25.2.5. Функции вывода текстовой информации	333
Функция select_font()	334
Функция print_char()	334
Функция set_cursor()	334
Функция print()	334
Функция println()	335
25.2.6. Функции вывода аудио	335
Функция tone()	335
Функция noTone()	335
25.3. Создание пользовательских шрифтов	336
25.4. Создание графических примитивов	337
25.5. Создание простейшей игровой консоли	340
25.6. Разработка игры для игровой консоли	342
25.6.1. Создание переменных игры	342
25.6.2. Управление положением "игрока" с помощью джойстика	343
25.6.3. Генерация и перемещение объектов-цифр	345
25.6.4. Проверка столкновения "игрока" и объектов-цифр	346
25.6.5. Счетчик баллов "игрока"	347
25.6.6. Переход на новый уровень	348
25.6.7. Отображение данных игры на табло	348
25.6.8. Звуковое сопровождение игры	349
25.6.9. Основной цикл игры	349
25.6.10. Добавляем меню для выбора игр	350
<b>Глава 26. Arduino и радиоуправление</b>	<b>352</b>
26.1. Принципы формирования радиосигнала	353
26.2. Установка связи приемника с передатчиком	355
26.3. Разработка скетча приема команд для Arduino	356

<b>Глава 27. Arduino и беспроводной радиомодуль NRF24L01</b>	359
27.1. Радиомодуль NRF24L01	359
27.2. Библиотека для работы с модулем NRF24L01	360
27.2.1. Параметры библиотеки Mirf	361
27.2.2. Функции библиотеки Mirf	361
Функция init()	361
Функция setRADDR()	361
Функция setTADDR()	361
Функция config()	361
Функция dataReady()	362
Функция getData()	362
Функция send()	362
Функция isSending()	362
27.3. Пример соединения двух плат Arduino с помощью модуля NRF24L01	363
<b>Глава 28. Работа Arduino с USB-устройствами</b>	366
28.1. Интерфейс USB	366
28.2. USB Host Shield	367
28.3. HID-устройства USB	368
28.4. Подключение HID-мыши USB	371
28.5. Использование HID-устройства (руль Defender) для управления роботом	371
28.6. Управление iRobot Create с помощью беспроводного геймпада через Arduino	381
<b>Глава 29. Arduino и ROS</b>	388
29.1. Что такое ROS?	388
29.2. Дистрибутивы ROS	389
29.3. Установка ROS	389
29.4. Узлы и темы в ROS	390
29.5. Пакет roserial	391
29.6. Подготовка сообщения (publisher) на Arduino	392
29.7. Создание подписки (subscriber) на Arduino	395
29.8. Связь через ROS двух плат Arduino	397
<b>Глава 30. Голосовое управление</b>	400
30.1. Управление электроприборами с помощью радиорозеток UNIEL	400
30.2. Радиомодули FS1000A	402
30.3. Модуль распознавания голоса Voice Recognition Module V2	405
30.3.1. Обучение модуля	405
30.4. Система голосового управления	408
Приложения	415
Приложение 1. Список использованных источников	417
Приложение 2. Начальная школа	418

Плавное регулирование яркости	418
Урок 2. Подключение кнопки	421
Урок 3. Работа с монитором порта	425
Урок 4. Подключение датчика температуры и влажности, работа с монитором порта	428
Урок 5. Подключение модуля часов	431
Урок 6. Работа с жидкокристаллическим экраном модуляции	433 435
Урок 8. Подключение фоторезистора	438
Урок 9. Подключение фоторезистора и 8-ми светодиодов	440
Проект 1. Бегущий огонек	443
Проект 2. Секундомер	444
Проект 3. Тренер	448
Проект 4. Цветная температура	453
Проект 5. Метеостанция	455
Приложение 3. Описание электронного архива	462