

32.973

A50

CA-389994

Паоло Аливерти

# ИЗУЧАЕМ ARDUINO

## РУКОВОДСТВО ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

- КРАТКИЙ КУРС  
ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА C И C++
- ДАТЧИКИ, ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ  
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
- ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДИСПЛЕЯ  
И КОММУТАЦИОННОЙ ПЛАТЫ
- ARDUINO YÚN И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Паоло Аливерти

# ИЗУЧАЕМ ARDUINO

## РУКОВОДСТВО ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

- КРАТКИЙ КУРС  
ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА C И C++
- ДАТЧИКИ, ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ  
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
- ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДИСПЛЕЯ  
И КОММУТАЦИОННОЙ ПЛАТЫ
- ARDUINO YÚN И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Государственное бюджетное  
учреждение культуры  
«Оренбургская областная универсальная  
научная библиотека им. Н.К. Крупской»

МОСКВА  
2021

ca-389994

# Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>9</b>
Структура книги .....	10
Автор .....	11
Внимание! .....	11
<b>1 МИР ARDUINO</b>	<b>13</b>
История .....	15
Контроллеры, микроконтроллеры и микропроцессоры .....	18
Платы расширения .....	20
Энтузиасты и Arduino .....	21
Источники информации .....	24
<b>2 УСТРОЙСТВО И МОДЕЛИ ARDUINO</b>	<b>25</b>
Arduino Uno (или Genuino Uno) .....	26
Модели Arduino .....	30
Arduino и Atmel .....	47
Платы расширения и модули .....	49
<b>3 УСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ</b>	<b>57</b>
Скачивание и установка .....	59
Ваша первая программа .....	63
<b>4 ARDUINO И ЯЗЫК C/C++</b>	<b>71</b>
Учимся программировать .....	74
Язык C/C++ .....	79
<b>5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ARDUINO</b>	<b>105</b>
Скетч .....	105
Функция pinMode() .....	110

Функция delay()	113
Функция digitalWrite()	115
Функция digitalRead()	121
Функция analogWrite()	125
Монитор COM-порта	128
Функция analogRead()	132
Управление временем	134
Звуковое сопровождение	136
Измерение длины сигнала	141
Математические функции	143
Текстовые функции	146
Биты и байты	147
Преобразование типов	151
Функция sizeof()	152
<b>6 ПРОСТЫЕ КОМПОНЕНТЫ</b>	<b>153</b>
Подключение светодиода	153
Пульсирующий светодиод	156
Пульсирующий светодиод с помощью кода	158
RGB-светодиод	160
Кнопки	162
Цепь с кнопкой и без резистора	164
Кнопка на аналоговом входе	168
Использование сервоприводов	170
Индикатор	173
ЖК-дисплей	179
Регистр сдвига	186
Программные модули	191
Библиотеки	193
<b>7 ПРОДВИНУТОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ</b>	<b>199</b>
Прерывания	199
Хранение переменных в EEPROM	204
Ассемблер	208
Библиотека Scheduler.h	210
Таймер	212

Функция analogReference()	234
Загрузчик	235
Программирование микроконтроллеров AVR	238
<b>8 ДАТЧИКИ</b>	<b>249</b>
Переменные резисторы	249
Датчик угла поворота	251
Фоторезисторы	253
Датчики температуры	256
Датчик влажности	259
Датчик газа	261
Датчики магнитного поля	263
Датчики наклона	264
Пирозлектрические инфракрасные датчики движения	265
Емкостные датчики	266
Инфракрасные датчики расстояния	267
Ультразвуковые датчики расстояния	272
Акселерометры и гироскопы	274
Компасы	276
Беспроводные модули	277
Часы реального времени	278
Подключение микрофона и источника звука	282
RFID-модули	283
Карты памяти SD	285
Прочие датчики	289
<b>9 ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА</b>	<b>291</b>
Биполярные транзисторы	291
Реле	294
Полевые транзисторы	298
Управление шаговым двигателем	304
Оптически изолированные выходы	305
Цифровые потенциометры	306
Подключение ЦАП	309
Аудиовыход	312
Другие исполнительные устройства	312

<b>10 КОММУНИКАЦИИ</b>	<b>313</b>
Немного теории .....	313
Последовательные интерфейсы .....	316
Программный COM-порт .....	321
Преобразователи напряжения .....	323
Шина I <sup>2</sup> C .....	325
Шина SPI .....	331
Интерфейсы RS232 и RS485 .....	334
Интерфейс Bluetooth .....	335
Технология ZigBee .....	341
Интерфейс Ethernet .....	341
Связь по Wi-Fi .....	350
Связь по GSM/GPRS .....	352
Что дальше? .....	354
<b>11 ARDUINO YÚN</b>	<b>355</b>
Arduino +Linux .....	355
Установка .....	357
Программирование через Wi-Fi-интерфейс .....	358
Дистрибутив OpenWrt-Yun .....	360
Консоль .....	366
Простой веб-сервер .....	369
Динамические веб-страницы .....	371
Сброс контроллера .....	375
Библиотека Bridge.h .....	376
Резюме .....	383
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>384</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ЧТЕНИЕ НОМИНАЛОВ РЕЗИСТОРОВ</b>	<b>385</b>
Ответы .....	388
<b>РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕСУРСЫ</b>	<b>389</b>
<b>ГЛОССАРИЙ</b>	<b>391</b>

# Введение

Эта книга очень долго шла к своему читателю. Я приступил к ее написанию в 2011 году, когда начал проводить курсы по Arduino. Я записывал все вопросы, сомнения и сложности, с которыми сталкивался в попытках изложить материал публике, не имеющей технического образования. Слушатели моих курсов не были инженерами. Их посещали дизайнеры, архитекторы, артисты и просто творческие личности. Думаю, что в годы учебы они очень редко сталкивались с электроникой. Благодаря их сомнениям, вопросам и более открытому взгляду на мир, нежели мой кругозор инженера, я очень многому научился. В частности, я научился смотреть на вещи с ранее непривычной для меня точки зрения.

Конечно же, много записей появилось из моих собственных проектов, которые я реализовал в те годы, начиная с покупки первого контроллера Arduino в 2009 году. Я помню, как был удивлен легкостью и доступностью этого решения. Я всегда «возился» с электроникой и прекрасно понимал, что запрограммировать контроллер — задача не из легких, потому что требуется специальное оборудование и технических знаний.

С Arduino многое изменилось: контроллер можно запрограммировать за несколько секунд, используя обычный USB-кабель. Более того, инструкции последовательные и настолько простые, что написание кода напоминает скорее программирование на JavaScript, нежели на языке C. Многие новички прозвали контроллер Arduino «швейцарским ножом». Он всегда присутствует в ящике для инструментов, и его используют в самых разных проектах: от гирлянд до устройств управления принтерами и дронами.

Руководство по Arduino является продолжением моей предыдущей книги «Электроника для начинающих. Самый простой пошаговый самоучитель», который в русском переводе выпустило издательство «Бомбо-ра». Многие мои ученики нуждались в том, чтобы понять основы электроники, прежде чем приступать к использованию Arduino. Соответственно,

# Мир Arduino

**Небольшая плата с микроконтроллером Arduino, разработанная в Италии, дает широкие возможности для создания всевозможных проектов. Контроллеры Arduino и Genuino могут быть использованы для прототипирования и производства дронов, 3D-принтеров и различных автоматизированных устройств. Для использования Arduino вам не нужно владеть особыми знаниями, а огромное сообщество единомышленников в Интернете готово прийти вам на помощь.**

Перед покупкой своего первого контроллера Arduino я прочитал книгу Массимо Банци «Arduino для начинающих волшебников»<sup>1</sup>, которая мне очень понравилась, так как я увидел много общего с ее автором, являющимся еще и отцом этой знаменитой платформы.

Я тоже с детства интересовался электроникой и микрокомпьютерами. В восьмидесятые годы у меня был компьютер Spectrum 48K. Когда я его распаковал, внутри коробки обнаружил пособие по программированию, потому что в ту эпоху считалось обычным делом пользоваться компьютером именно для программирования. Это были годы, когда журналы по электронике продавали в киосках, в магазинчиках для хобби и электроники. Мне было около десяти лет, когда я собрал свою первую электрическую цепь. Не помню, как именно я этому научился. В этом мне помогли две книги, которые я сохранил по сей день: L'Elettrotecnica figurata и Il manuale dell'inventore. Это две книги с картинками, они идеально

<sup>1</sup> По изд. М.: Рид Групп, 2012. — Прим. ред.

# Устройство и модели Arduino

**В этой главе мы разберем, из чего состоит Arduino, рассмотрим основные компоненты и их функции. Мы поговорим про входы и выходы и увидим множество существующих вариаций модельного ряда.**

Arduino — это контроллер, собранный на микроконтроллере ATmega328P. Что такое микроконтроллер? Это слово очень напоминает другой термин — «микропроцессор». Но это разные понятия. Современные компьютеры создаются на основе микропроцессора, то есть специальной микросхемы, выполняющей вычисления и обработку информации. Для функционирования микропроцессора необходимы такие компоненты, как оперативная память, жесткий диск и периферийные устройства. Микроконтроллер, напротив, это маленький компьютер, содержащий микропроцессор, встроенную оперативную память, память для хранения информации и периферийные устройства для взаимодействия с окружающим миром.

Микроконтроллеру почти ничего не нужно для работы: ему требуются лишь два контакта, по которым подается электропитание. Как уже упоминалось, контроллер Arduino Uno собран на основе микроконтроллера ATmega328, разработанного компанией Atmel.

Программное обеспечение на компьютер устанавливается просто. Для программирования микроконтроллера, как правило, необходимы специальные инструменты. Но для Arduino достаточно USB-кабеля, потому что программирование микроконтроллера выполняет интегральная микросхема и специальная программа-загрузчик, предустановленная на ATmega328.

## Arduino и язык C/C++

**Чтобы использовать Arduino, далеко не всегда достаточно подключить несколько компонентов и скопировать код скетча. Очень важно уметь программировать и понимать, как разделить вашу задачу на простые части. Язык программирования состоит из циклов, переменных, условных конструкций и т. д. Все эти инструменты нужны, чтобы решать задачи логически и систематически.**

Большинство учебников снабжают читателей основными инструкциями языка программирования, не фокусируясь на задачах. Я решил включить в книгу раздел по теории программирования (который может показаться сложным для некоторых читателей), чтобы покрыть этот важный для Arduino, но часто упущенный аспект. Этот раздел — введение в программирование для общего представления.

Для программирования контроллеров используется язык C (произносится как «Си»). Это «язык высокого уровня», но он не так прост для новичков. Некоторые контроллеры поддерживают еще более сложные языки, такие как язык ассемблера, очень близкий к машинному коду микропроцессора. Язык C++ — это современная версия C, по большей части наследующая его синтаксис. Для удобства команда разработчиков использовала в IDE язык C++, что значительно облегчает программирование Arduino.

Язык C появился в 1970-х годах, когда его впервые использовали при разработке операционной системы UNIX. Он распространился благодаря книге «Язык программирования C», написанной Брайаном Керниганом и Деннисом Ритчи в 1978 году. Это мощный, но не очень простой для

## Датчики

**В проектах вам могут понадобиться датчики для регистрации различных физических, химических и механических явлений. Ваши проекты могут взаимодействовать с пользователем и на основе этого вы создадите новые фантастические решения. Arduino может без труда анализировать данные от множества разных цифровых и аналоговых датчиков.**

### Переменные резисторы

Самый простой аналоговый датчик — это переменный резистор, меняющий сопротивление. В зависимости от конструкции это может быть как подстроечный резистор, меняющий свое сопротивление в небольших пределах, так и потенциометр, у которого сопротивление на среднем выводе меняется от 0 Ом до максимального значения данного потенциометра. Эти устройства можно использовать для внешнего управления напряжением в электрической схеме. Как правило, потенциометры используются для коррекции напряжения в схеме и соединяются со схемой проводами. С помощью этих элементов регулировка происходит довольно часто. Подстроечные резисторы устанавливаются прямо на плате. И используются для точной калибровки, которая выполняется довольно редко. Подстроечные резисторы можно также использовать для эмуляции аналоговых датчиков при изучении поведения Arduino.

Как уже говорилось ранее, переменные резисторы могут изменять свое сопротивление, от 0 Ом до предустановленного максимального значения данного элемента. Зависимость изменения сопротивления от угла поворота оси может быть или линейной или логарифмической. На рис. 8.1 показано,

**Конец ознакомительного фрагмента**

**Уважаемый читатель!**

**Размещение полного текста данного  
произведения невозможно в связи с ограничениями  
по IV части ГР РФ.**

**Эту книгу вы можете почитать в Оренбургской  
областной универсальной научной библиотеке  
им. Н. К. Крупской по адресу: г. Оренбург,  
ул. Советская, 20; тел. для справок: (3532) 60-61-28**