

УДК 621.86/.87  
ББК 32.816  
Б41

*Серия основана в 2016 г.*

Ведущие редакторы серии *Т. Г. Хохлова, Ю. А. Серова*

**Бейктал Дж.**

Б41 Конструируем роботов на Arduino®. Первые шаги / Дж. Бейктал ; пер. с англ. О. А. Трефиловой. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2019. — 320 с. : ил. — (РОБОФИШКИ).

ISBN 978-5-00101-095-1

Это практическое руководство для тех, кто делает первые шаги в робототехнике на платформе Arduino. С этой книгой вы разберетесь в основах электроники, научитесь программировать в среде Arduino IDE, работать с печатными платами Arduino, инструментами, соблюдать правила безопасности и многому другому. Вы также сможете выполнить разнообразные проекты и оценить невероятный потенциал Arduino, который вдохновит вас на творчество и изобретения, ограниченные только вашим воображением.

Для молодых изобретателей и программистов, а также всех тех, кто увлекается робототехникой.

**УДК 621.86/.87  
ББК 32.816**

16+

---

*Издание для досуга*

Серия: «РОБОФИШКИ»

**Бейктал Джон**

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ НА ARDUINO®.  
ПЕРВЫЕ ШАГИ**

*Для детей старшего школьного возраста*

Ведущий редактор *Ю. А. Серова*

Руководители проекта от издательства *А. А. Елизаров, С. В. Гончаренко*

Научный консультант канд. пед. наук *Н. Н. Самылкина*

Ведущий методист *В. В. Тарапата*

Художники *В. Е. Шкериш, Я. В. Соловцова, И. Е. Марев, Ю. Н. Елисеев*

Корректор *Л. И. Трифонова*. Компьютерная верстка: *О. Г. Ланко*

Подписано в печать 22.05.18. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 26,00. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru, http://www.pilotLZ.ru

---

**ISBN 978-5-00101-095-1**

Авторизованный перевод англоязычного издания, под заглавием ARDUINO FOR BEGINNERS: ESSENTIAL SKILLS EVERY MAKER NEEDS, ISBN 0789748835; автор JOHN BAICHTAL; опубликованного Pearson Education, Inc, осуществляющим издательскую деятельность под торговой маркой QUE Publishing.

Copyright © 2014 by Pearson Education, Inc.

Все права защищены. Воспроизведение или распространение какой-либо части/частей данной книги в какой-либо форме, какими-либо способами, электронными или механическими, включая фотокопирование, запись и любые поисковые системы хранения информации, без разрешения Pearson Education, Inc запрещены.

© Перевод на русский язык, оформление, Лаборатория знаний, 2019

# Оглавление

Об авторе .....	8
Посвящение .....	9
Благодарности.....	9
<b>Введение</b> .....	10
О чем эта книга.....	11
Для кого эта книга .....	12
Как пользоваться книгой .....	12
<b>Глава 1. Знакомство с Arduino</b> .....	15
Arduino UNO: микроконтроллер для начинающих .....	15
Другие продукты Arduino.....	18
Электроника.....	19
Правила техники безопасности .....	29
В следующей главе .....	30
<b>Глава 2. Макетирование</b> .....	31
Сборка электрических схем с использованием макетных плат с гнездами, не требующих пайки.....	31
* Проект: мигающий светодиод на макетной плате.....	34
* Проект: лазерная сигнализация .....	37
* Проект: инфракрасный детектор.....	49
В следующей главе .....	52
<b>Глава 3. Работа с паяльником</b> .....	53
Паяльные принадлежности.....	55
Паяние.....	62
Распайка.....	65
Уборка.....	67
* Проект: кофейный столик со светодиодной лентой.....	68
В следующей главе .....	84

<b>Глава 4. Настройка беспроводного соединения</b> .....	85
Радиомодули XBee.....	86
Переходные платы для радиомодуля XBee .....	88
Компоненты радиомодуля XBee.....	88
Альтернативные беспроводные модули.....	90
❁ Проект: беспроводное включение светодиода.....	91
❁ Проект: беспроводной дверной звонок .....	95
В следующей главе .....	108
<b>Глава 5. Программирование Arduino</b> .....	109
Среда разработки Arduino.....	110
Скетч «Blink».....	118
Учимся на примере кода.....	121
Функции и синтаксис .....	126
Отладка с помощью монитора последовательного интерфейса .....	131
Все о библиотеках.....	133
Ресурсы для изучения программирования.....	135
В следующей главе .....	136
<b>Глава 6. Восприятие мира</b> .....	137
Урок: датчики (сенсоры).....	138
Знакомство с датчиками.....	140
❁ Проект: «Лампа настроения».....	146
❁ Проект: керфбэндинг.....	154
В следующей главе .....	154
<b>Глава 7. Управление жидкостью</b> .....	155
Урок: управление потоком жидкости .....	156
❁ Проект: емкость под давлением .....	159
❁ Проект: робот для полива растений .....	162
В следующей главе .....	174
<b>Глава 8. Ящик для инструментов</b> .....	175
Набор инструментов для начинающего мастера.....	176
Работа с деревом .....	183
Работа с пластиком.....	192
Работа с металлом.....	198
Программное обеспечение .....	208
Электронная техника и инструменты .....	213
В следующей главе .....	222

<b>Глава 9. Ультразвуковая эхолокация</b> .....	223
Урок: ультразвуковая диагностика.....	224
❁ Проект: ультразвуковой ночник.....	226
❁ Проект: игрушка для кошки.....	228
Токарный станок 101.....	242
Техника безопасности при работе с токарным станком.....	244
В следующей главе.....	244
<b>Глава 10. Генерация звука</b> .....	245
Звуки электроники.....	246
❁ Проект: мелодичная кнопка.....	250
❁ Проект: звуковой генератор.....	253
В следующей главе.....	262
<b>Глава 11. Отсчет времени</b> .....	263
Сервер точного времени.....	264
Таймер Arduino.....	265
Модуль часов реального времени (RTC).....	266
❁ Проект: цифровые часы.....	266
❁ Проект: китайские колокольчики «Музыка ветра».....	270
Станки с числовым программным управлением (ЧПУ).....	280
В следующей главе.....	281
<b>Глава 12. Безопасная работа с высоким напряжением</b> .....	283
Урок: управление высоким напряжением.....	284
❁ Проект: контроллер для вентилятора.....	288
❁ Проект: лавовая лампа «Бадди».....	291
В следующей главе.....	298
<b>Глава 13. Управление электродвигателями</b> .....	299
Как управлять двигателями.....	300
Включаем двигатель с помощью TIP-120.....	303
❁ Проект: шаговый поворотник.....	305
❁ Проект: «Баблбот».....	308
<b>Глоссарий</b> .....	317

## Об авторе

Джон Бейктал начал свою литературную деятельность с написания постов для легендарного блога «GreekDad» ежемесячного журнала «Wired» (Сан-Франциско, США), а также статей для журнала «MAKE Magazine», который поклонники субкультуры DIY (от англ. *Do It Yourself* — «сделай это сам») считают своей библией. Благодаря этому Джон стал писать книги об электронных игрушках, инструментах и другой любительской электронике. Он является соавтором книги «The Cult of LEGO» (издательство «No Starch Press») и автором книг «Hack This: 24 incredible Projects from DIY movement» и «Basic Robot Building with LEGO Mindstorm's NXT 2.0» (обе книги вышли в издательстве «Que»). Позже он написал цикл статей «Make LEGO and Arduino Projects» для журнала «MAKE Magazine» в сотрудничестве с Адамом Вольфом и Мэтью Бекером. Джон Бейктал живет в Миннеаполисе, штат Миннесота, США. У него есть жена и трое детей.

## Посвящение

Посвящается Гарольду Бейкталу (1939–2013)

## Благодарности

Я хочу поблагодарить мою любимую жену Элизу за ее терпение и поддержку; всех моих друзей-электронщиков за ответы на мои бесконечные вопросы; мою маму, Барбару, за работу над глоссарием; и моих детей, Айлин Арден, Розмари и Джека, за их любознательность и интерес.

# Введение

Выбирая в магазине электронной техники нужное вам устройство, вы никогда не задумывались над тем, что могли бы сделать его сами и получить от этого удовольствие?

Такая перспектива может напугать, ведь нужно изучить основы электроники, узнать, как работает каждая деталь и как управлять устройством с помощью микроконтроллера. Чтобы соединить все компоненты, придется научиться паять, а чтобы запрограммировать микроконтроллер, нужно освоить кодирование. Чтобы собрать электронную аппаратуру, нужно обладать определенными навыками работы с инструментами.

Звучит устрашающе?

Технология, которая позволяет не только осуществить эти мечты, но и сделать это с удовольствием, называется «Arduino». Это небольшая плата с микроконтроллером, простая в освоении и легкая в программировании. Она управляет электродвигателями и принимает сигналы от датчиков.

Цель данной книги — помочь научиться работать с инструментами, познакомиться с их многообразием, изучить основы программирования и конструирования. Все проекты разработаны с использованием микроконтроллера Arduino UNO.

Работа над книгой расширила мой кругозор. Надеюсь, и вы получите ценный опыт. С помощью Arduino вы сможете создать множество интересных вещей, и проекты, представленные в этой книге, — лишь только начало. Желаю удачи и приятного времяпрепровождения!

## О чем эта книга

Эта книга написана с целью превратить простого обывателя в человека, увлеченного электроникой, моделированием и программированием.

- В **главе 1** «Знакомство с Arduino» вы найдете информацию об Arduino и электронике — именно то, что нужно для начала работы!
- В **главе 2** «Макетирование» в рамках проекта по электронике вы сделаете лазерную сигнализацию с помощью макетной платы, не требующей пайки.
- В **главе 3** «Работа с паяльником» вы научитесь соединять электронные детали с помощью паяльника. В рамках проекта вы сможете украсить кофейный столик светодиодной лентой.
- В **главе 4** «Настройка беспроводного соединения» вы узнаете о трех различных способах управления проектом с помощью беспроводных сигналов. На основе изученного материала вы сможете сделать беспроводной дверной звонок.
- В **главе 5** «Программирование Arduino» изложены основы управления Arduino с помощью программ, загруженных на плату. Я проведу подробный обзор программы Arduino, чтобы вы смогли изучить принцип работы с ней.
- В **главе 6** «Восприятие мира» вы познакомитесь с разнообразием датчиков и узнаете разницу между цифровыми и аналоговыми датчиками. Вы сделаете «Лампу настроения», которая меняет свой цвет в зависимости от уровня освещенности.
- В **главе 7** «Управление жидкостью» вы узнаете о трех способах перекачивания жидкости, один из которых ляжет в основу создания робота для полива растений.
- В **главе 8** «Ящик для инструментов» представлен широкий обзор инструментов, начиная с самых простых и привычных и заканчивая специальными инструментами для работ по дереву или металлу.
- В **главе 9** «Ультразвуковая эхолокация» вы узнаете, как с помощью неслышных для человеческого уха импульсов можно обнаруживать препятствия и измерять расстояния. Глава включает проект по созданию игрушки для кошки.
- В **главе 10** «Генерация звука» вы узнаете, как с помощью Arduino сочинить электронную музыку (также известную как «нойз»<sup>1</sup>), и сделаете портативный звуковой генератор.
- В **главе 11** «Отсчет времени» вы познакомитесь с тремя способами, которые использует Arduino, чтобы следить за временем, а также сконструируете колокольчики «Музыка ветра», которые звонят в определенный час.

<sup>1</sup> Музыкальный жанр, в котором используются разнообразные звуки (чаще всего искусственного и техногенного происхождения). — *Прим. перев.*



- В **главе 12** «Безопасная работа с высоким напряжением» вы узнаете о трех способах безопасной работы с комнатной проводкой. Вы сделаете контроллер для лавовой лампы, с помощью которого лампа будет включаться и выключаться либо по расписанию, либо дистанционно.
- В **главе 13** «Управление электродвигателями» вы узнаете о способах управления электродвигателями и затем на основе полученных навыков сконструируете робота, пускающего мыльные пузыри.

## Для кого эта книга

Эта книга написана для молодых людей, которые только начинают работать с Arduino, поэтому пока не обладают обширными познаниями. От них требуются лишь любопытство и желание трудиться.

## Как пользоваться книгой

Книга написана доступным языком, и вам не понадобятся специальные инструкции для работы с ней. Тем не менее, поясню некоторые используемые вставки в тексте.

### СОВЕТ

Это полезные рекомендации, которые помогут сэкономить время.

### ДЛЯ СПРАВКИ

Это полезная, но не особо важная информация.

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Это предупреждение об опасности, грозящей при работе с оборудованием и инструментами.

## ПЕРЕЧЕНЬ КОМПОНЕНТОВ

Для каждого проекта в книге я привожу список деталей и приспособлений, которые понадобятся при конструировании.

- Arduino.
- Сервопривод.
- Сервонасадки (существует огромное количество насадок на ваш выбор).
- Модуль RTC «ChronoDot».
- Круглый стержень диаметром 6 мм и длиной около 20 см.
- Китайские колокольчики «Музыка ветра» (я использовал модель «Gregorian Chimes Soprano»).
- Фанера толщиной 5 мм для корпуса.
- Сосновые бруски для опорных блоков (25 мм).
- Крюк и гайка к нему.
- Саморезы для дерева № 8 × 12 мм.
- Саморезы для дерева № 6 × 50 мм.
- Саморезы для дерева № 4 × 12 мм.
- Болты 6 × 12 мм с фиксирующими шайбами и гайками, 24 шт.
- Болты 6 × 25 мм с фиксирующими шайбами и гайками, 12 шт.
- Дрель и разные сверла.
- Отрезная дисковая пила.
- Циркулярная пила.

## КОД

Если для выполнения проекта понадобится код (скетч), то в книге будет представлен соответствующий пример. Однако вам не нужно переписывать код из книги. Просто перейдите по ссылке <https://github.com/n1/Arduino-For-Beginners> и загрузите бесплатный код.

Перейдя по ссылке <https://github.com/n1/Arduino-For-Beginners>, вы сможете загрузить этот код и другие полезные файлы.

Пример кода:

```
int valve = 13;    // присваивает порту 13 значение «valve» (клапан)

int offhours = 0; // сколько часов до полива?
int offmins = 1;  // сколько минут до полива?
int spray = 10;   // длительность полива в секундах
```

```
void setup() {
    pinMode(valve, OUTPUT); // устанавливает порт valve в режим
                           // выхода (клапан открыт)
    Serial.begin(115200);
}

void loop() {
    int wait = (offmins * 60000) + (offhours * 3600000);
    // вычисляет миллисекунды

    digitalWrite(valve, HIGH);
    delay(spray * 1000); // длительность полива в миллисекундах
    Serial.println(offmins * 60000); // я использовал это при отладке
    digitalWrite(valve, LOW);
    delay(offmins * 60000); // прекращение полива на это количество
                           // миллисекунд
}
```

# Знакомство с Arduino

Что необходимо знать для успешного создания проектов, описанных в этой книге? Оказывается, многое. Хорошая новость заключается в том, что эта глава подготовит вас к открытиям. Здесь изложены основы электроники, советы по соблюдению правил техники безопасности, а также представлен обзор Arduino UNO. Давайте начнем!

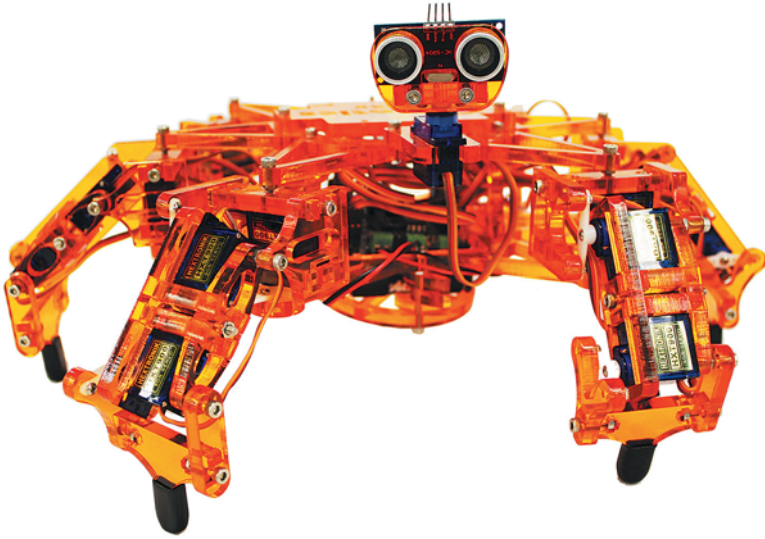
## Arduino UNO: микроконтроллер для начинающих

Представьте компьютер, размещенный на печатной плате размером меньше игровой карты. Согласитесь, было бы замечательно, если можно было бы добавить несколько датчиков для изучения окружающей среды, кнопки для подачи команд и электродвигатели, чтобы привести объект в движение. На самом деле это возможно. Устройство, которое я только что описал, — это Arduino, платформа на базе микроконтроллера.

На **рис. 1.1** изображен пример того, что можно сделать с ее помощью. Это шестиногий робот *Hexy* от компании *ArcBotics*, который базируется на платформе Arduino. Робот поставляется с 20 сервоприводами и движется посредством инверсной кинематики — концепции робототехники, которая упрощает движение посредством использования заданных команд, как, например, «двигаться вперед». Несомненно, такая продвинутая модель, как шестиногий робот *Hexy*, совершенно отличается от устройства с мигающей лампочкой!

Несмотря на достоинства Arduino, его нельзя назвать первым микроконтроллером для любителей. У Arduino были предшественники, но ни одному из них не удалось достичь такого успеха. Ни одна из плат компаний-конкурентов не была так же проста в использовании. В действительности, плата Arduino была разработана специально для художников, студентов и обычных умельцев, которые хотели просто освоить механизм, особенно не углубляясь в детали.

Источник: ArcBotics

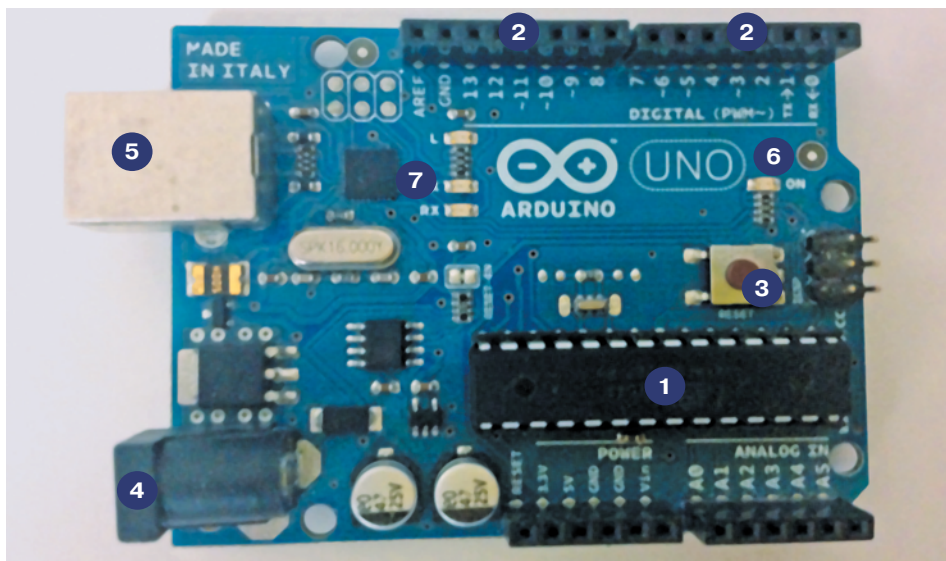


**Рис. 1.1.** Шестиногий робот *Hexy* компании *ArcBotics* демонстрирует возможности Arduino

Платформа Arduino совершенствуется: для нее разрабатывается множество проектов, сайтов и аппаратных средств. Такое разнообразие ресурсов сделало платформу более реальной, что привело к увеличению количества участников и проектов.

### **СОВЕТ** **МЫ ИСПОЛЬЗУЕМ UNO**

Проекты, описанные в этой книге, основаны исключительно на использовании платформы Arduino UNO. Несмотря на то что существуют другие варианты и версии платформ в линейке Arduino, UNO является платой по умолчанию, поэтому в этой книге внимание сосредоточено именно на ней. Некоторые версии платформы Arduino больше по размеру и обладают большими возможностями, некоторые меньше и могут разбираться. UNO не только считается золотой серединой, но и оценивается большинством как базовая модель. В **главе 8** «Ящик для инструментов» вы найдете описание других моделей.



**Рис. 1.2.** Arduino, имея размер игровой карты, состоит из следующих блоков: 1 — микроконтроллер ATmega328; 2 — пины; 3 — кнопка сброса; 4 — разъем питания; 5 — USB-разъем; 6 — индикатор питания; 7 — индикаторы данных

Что именно вы получаете при покупке Arduino? Проведем небольшой обзор платы и ознакомимся с ее особенностями (см. **рис. 1.2**).

Arduino UNO состоит из печатной платы с микроконтроллером и других различных компонентов, прикрепленных к ней. На **рис. 1.2** изображены основные компоненты.

- **Микроконтроллер ATmega328** — «мозг» платы. ATmega328 имеет флеш-память объемом 23 кб, оперативное запоминающее устройство 2 кб и тактовую частоту 16 МГц. Такие характеристики не впечатляют, но для программ Arduino этого достаточно.
- **Пины.** К этим небольшим портам присоединяются провода. Например, можно подключить кнопку или электродвигатель. Функции пинов различаются; позже мы рассмотрим эти различия.
- **Кнопка сброса.** Если система не работает, нажмите на эту кнопку. Произойдет перезагрузка Arduino и автоматический перезапуск программы, загруженной на платформу.
- **Разъем питания.** Он соответствует сетевому адаптеру 9 В диаметром 2,1 мм с центрально-положительным пином. Вы также можете присоединить батарейку напряжением 9 В с соответствующим штекером. В **главе 8** мы рассмотрим различные способы подключения питания к вашим проектам Arduino.

- **USB-разъем.** Через этот разъем с помощью USB-кабеля, который часто используется для подключения принтера и других периферийных устройств, подается питание и осуществляется передача данных. Таким образом, вы можете создать проект без использования батареек.
- **Индикатор питания.** Этот индикатор загорается, когда плата получает питание.
- **Индикаторы данных.** Эти светодиоды мигают, когда данные загружаются на плату.

## СОВЕТ

### ЗАГРУЗКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ARDUINO

Из этой главы вы не узнаете, как запрограммировать Arduino, но вы можете научиться загружать программное обеспечение. Оно совместимо с операционными системами Windows, Macintosh и Linux и абсолютно бесплатно. Перейдите по ссылке <http://arduino.cc/en/Main/Software> и следуйте указаниям.

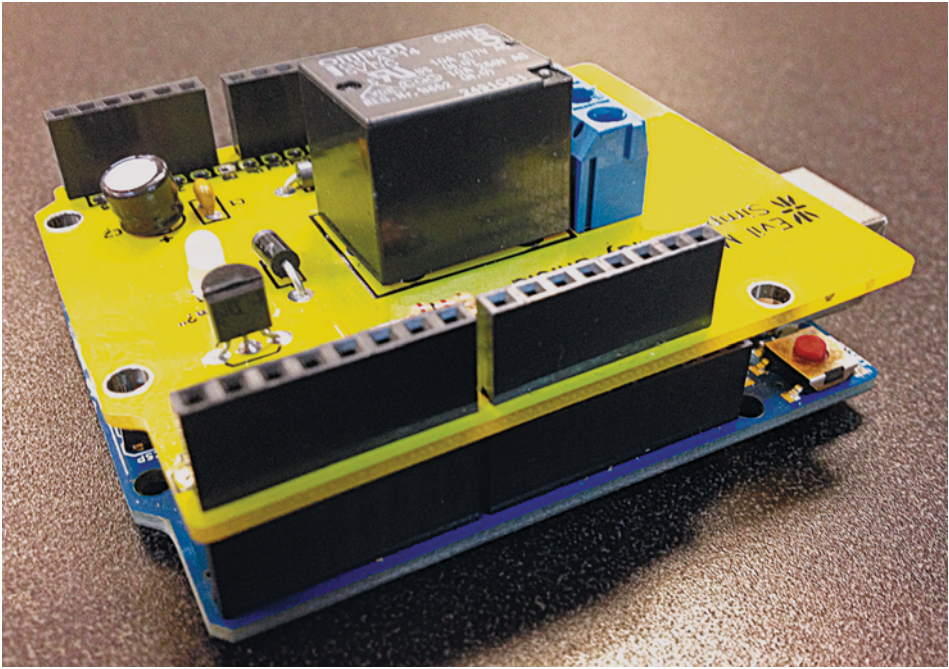
Более подробно о процессе загрузки рассказано в **главе 5** «Программирование Arduino».

## Другие продукты Arduino

Как уже было упомянуто, существует целая экосистема версий платформы Arduino, а также дополнительные платы расширения (shields<sup>1</sup>). Версии Arduino весьма разнообразны и включают как более мощные платформы для выполнения крупных проектов, так и небольшие для малых проектов, а также дополнительные платы расширения, которые позволяют, например, воспроизводить музыку и устанавливать интернет-соединение для определения координат посредством GPS.

Зачастую бывает, что проект, который вы обдумываете, уже кто-то реализовал и создал соответствующую плату расширения. Если вы хотите добавить в ваш проект определенные возможности, то сначала узнайте, нет ли соответствующей платы — не стоит загружать себя лишней работой. Еще лучше, когда платы можно скомпоновать стопкой и постепенно выстроить более сложные конструкции.

<sup>1</sup> Среди людей, работающих с платформой Arduino, также распространен вариант перевода «шилд», однако такое калькирование уместно скорее в разговорной речи, более правильный перевод — «плата расширения». — *Прим. перев.*



**Рис. 1.3.** Плата расширения с реле от *Evil Mad Science* вставляется в разъемы Arduino и позволяет управлять цепью высокого напряжения

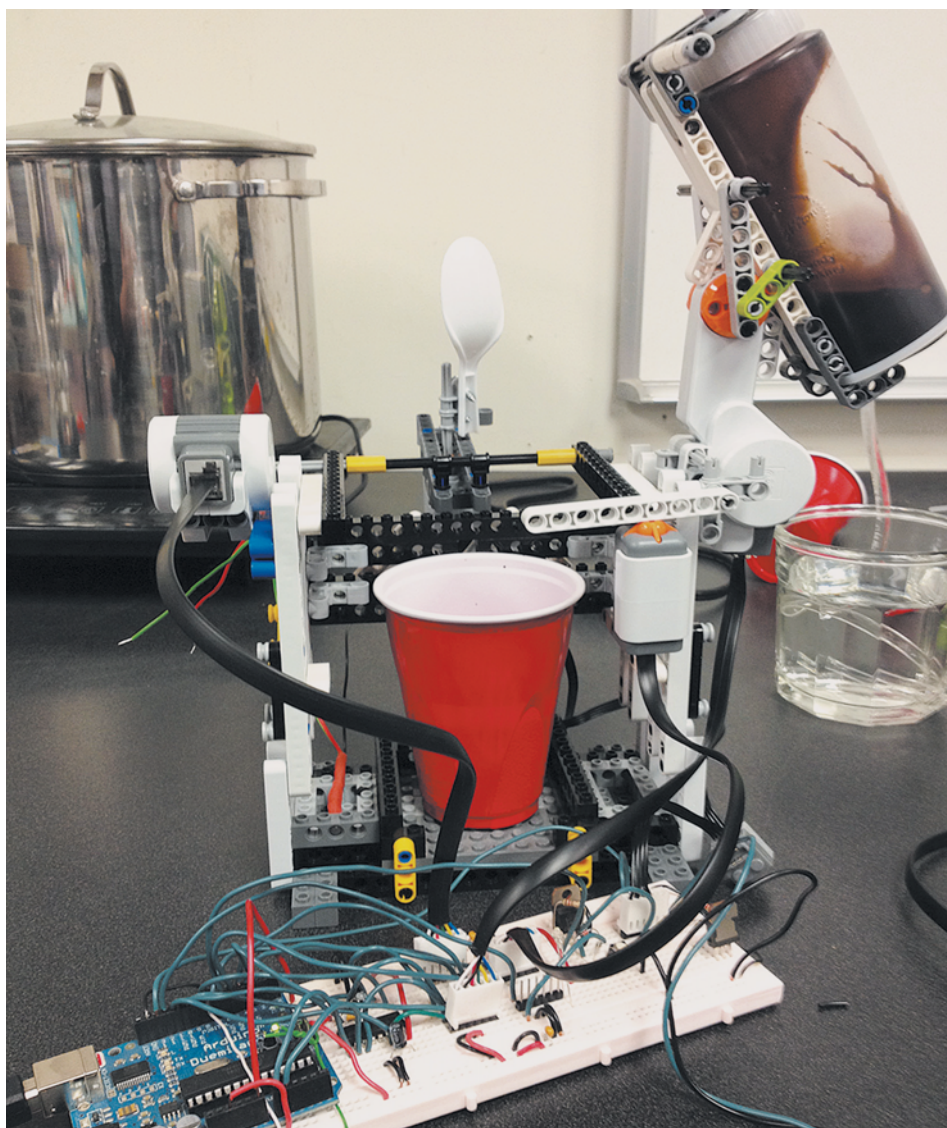
Примером платы, размещенной поверх Arduino, служит плата расширения с реле (*relay shield*) (см. **рис. 1.3**). Плата, разработанная умельцами из *Evil Mad Science LLC*, использует реле, чтобы управлять цепью высокого напряжения. Например, ее можно использовать, чтобы безопасно включать лампу, подключенную к комнатной проводке.

Хотите узнать больше о платах расширения? В **главе 8** мы более подробно рассмотрим их и другие дополнительные платы.

## Электроника

Arduino — это здорово, но чтобы создать что-то интересное, понадобятся дополнительные электронные компоненты. В проекте, представленном на **рис. 1.4**, для изготовления шоколадного молока используются электродвигатели LEGO и аквариумная помпа под управлением Arduino. В **главе 7** «Управление жидкостью» я покажу, как сделать простой насос. Далее представлен краткий обзор наиболее распространенных компонентов.





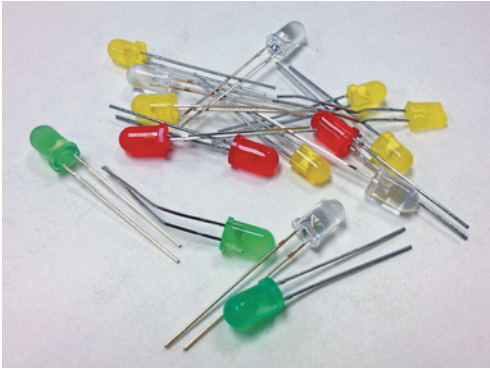
**Рис 1.4.** Для создания интересного проекта понадобится не только Arduino

### **ДЛЯ СПРАВКИ ЭТО ТОЛЬКО ОБЗОР**

Существует большое разнообразие электронных компонентов. О некоторых я расскажу в книге позже, некоторые вам придется изучить самостоятельно. Цель, которую я преследую в следующих разделах, — познакомить вас с основными из них.

## Светодиоды

Светодиоды (см. **рис. 1.5**) — это индикаторы в мире Arduino. Они бывают различных цветов и светят с разной степенью интенсивности. Некоторые обладают такими дополнительными особенностями, как мерцание или способность менять цвет в зависимости от входных данных программного обеспечения. Светодиоды, которые могут менять цвет, называются **RGB-светодиодами** (*red-green-blue*). Они понадобятся вам позже.



**Рис. 1.5.** Светодиоды — лампочки в мире электроники

## Кнопки и переключатели

Человек задает команды Arduino посредством кнопок и переключателей (**рис. 1.6**). Благодаря их великому множеству, можно подобрать правильную конфигурацию проекта, над которым вы работаете. С помощью переключателей можно сделать всевозможные интересные вещи. Например, поочередно использовать две подпрограммы.



**Рис. 1.6.** С помощью кнопок и переключателей можно задавать Arduino команды

## Потенциометры

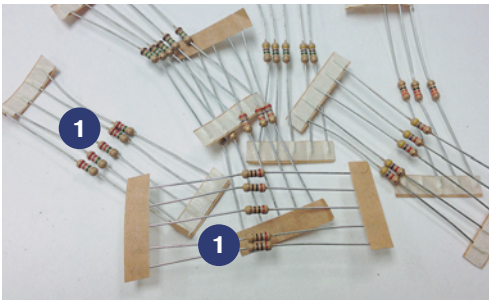
С помощью этих элементов можно менять сопротивление в цепи, а значит и ток. Например, яркость светодиода можно сделать более интенсивной или менее интенсивной. С помощью потенциометров также можно управлять данными, если запрограммировать порядок выполнения действий в зависимости от положения регулятора. На **рис. 1.7** представлены различные технические варианты исполнения потенциометров.



**Рис. 1.7.** Потенциометры позволяют управлять параметрами электрической цепи путем вращения регулятора

## Резисторы

Нельзя не согласиться с тем, что электричество — друг электронных компонентов. Однако слишком большое количество электрического тока может привести к их повреждению. Вот для чего нужны резисторы. Эти небольшие элементы ограничивают величину электрического тока. Единица измерения сопротивления — Ом. На **рис. 1.8** изображены резисторы, которые часто используются в конструкторских проектах. Их маркируют с помощью цветных полосок, таким образом можно определить величину сопротивления резистора. Подробнее о цветовой маркировке можно узнать в **главе 8**.

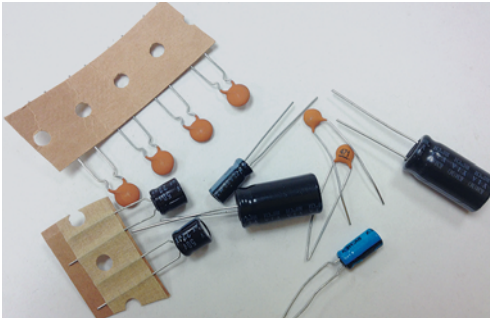


**Рис. 1.8.** Резисторы ограничивают величину электрического тока:

1 — цветные полосы обозначают величину сопротивления резистора в Омах

## Конденсаторы

Конденсаторы — это накопители электрического заряда, поэтому их используют в качестве регулятора времени, потому что в паре с резисторами конденсатор разряжается с предсказуемой частотой. Из-за этой предсказуемости конденсаторы также используются для того, чтобы «улучшить» электронный сигнал. На **рис. 1.9** представлены различные варианты исполнения конденсаторов.

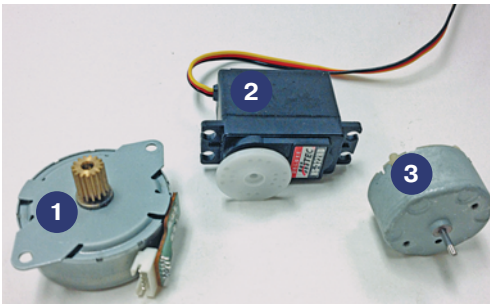


**Рис. 1.9.** Конденсаторы накапливают и отдают небольшое количество электрического заряда

## Электродвигатели

На **рис. 1.10** представлены три основных вида электродвигателей, которые вам предстоит изучить.

- **Шаговые электродвигатели.** Вместо совершения хаотичного вращения шаговый электродвигатель вращается «шажками». Это позволяет управлять параметрами движения, поэтому данный тип двигателей применяется при автоматизированных фрезеровочных работах и при выполнении других задач, которые требуют постоянного контроля.



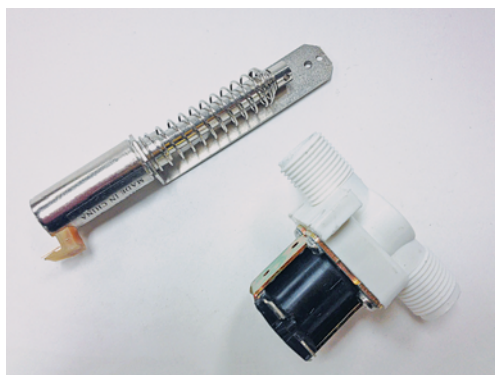
**Рис. 1.10.** Шаговые двигатели, сервоприводы и электродвигатели постоянного тока — основные виды электродвигателей в электронике:

1 — шаговые двигатели; 2 — сервоприводы; 3 — электродвигатели постоянного тока

- **Сервоприводы** — это электродвигатели со встроенными «энкодерами», которые отправляют информацию о местонахождении обратно на микроконтроллер. Сервоприводы зачастую используются в роботах, где управление электродвигателем играет второстепенную роль.
- **Электродвигатель постоянного тока** нельзя контролировать, так как нет обратной связи с микроконтроллером. Если ток есть, двигатель вращается. Если тока нет, то двигатель останавливается. Электродвигатели постоянного тока используются в проектах, где положение вала не имеет значения, например, в вертолете с дистанционным управлением.

## Соленоиды

В отличие от электродвигателя, соленоид (см. **рис. 1.11**) с помощью электромагнита обеспечивает возвратно-поступательное движение сердечника. Соленоиды приводят в движение клапаны в двигателях: когда ток проходит через обмотку соленоида, клапан открывается. В отсутствие тока клапан закрыт.



**Рис. 1.11.** Соленоиды внешне похожи на электродвигатели, но обеспечивают возвратно-поступательное движение вала

## Пьезодинамики

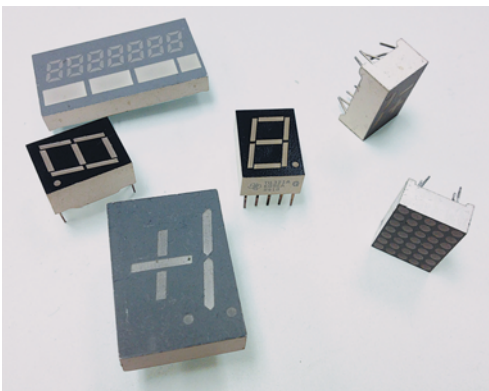
Основным звукоизлучателем в электронных комплектах служит пьезоэлемент, представленный на **рис. 1.12**. Вы подаете ток, и появляется звук. Довольно просто!



**Рис. 1.12.** Хотите создать звук с помощью Arduino? Подключите один из этих пьезоэлементов

## Семисегментный индикатор

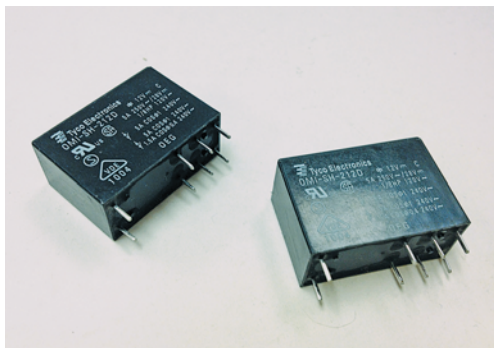
Хотите включить в свой проект дисплей, который будет отображать буквы и цифры? Классический выбор — семисегментный индикатор, состоящий из нескольких светодиодов (обычно семи), которые можно включать в разных комбинациях, составляя букву или цифру. Существует множество различных вариантов исполнения (**рис. 1.13**), однако принцип работы устройств одинаков.



**Рис. 1.13.** Каждый индикатор состоит из нескольких сегментов-светодиодов, из которых можно составить буквы или цифры

## Реле

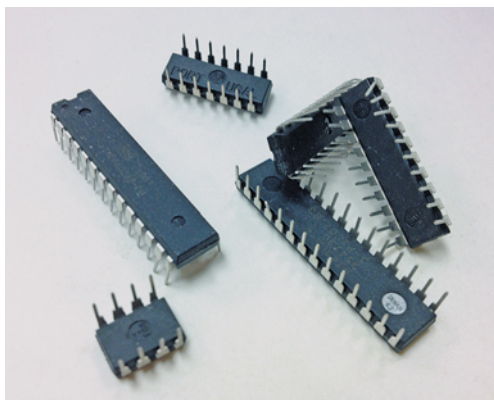
Реле (см. **рис. 1.14**) похожи на электронные переключатели. Когда программа посылает на реле ток управления, другая схема активируется. Например, если вы хотите управлять лампой, подключенной к комнатной проводке без необходимости соприкоснуться напрямую с переменным током, можно использовать реле в паре с Arduino! На **рис. 1.3**, представленном ранее, изображена плата с расширением для Arduino, с помощью которой можно управлять реле.



**Рис. 1.14.** Реле — переключатели, управляемые с помощью Arduino, которые могут запускать схемы по команде

## Интегральные схемы

Название «интегральная схема» (ИС) (см. **рис. 1.15**) говорит само за себя: это схема, заключенная в чип. Использование ИС упрощает ваши проекты — предполагается, что вы сможете найти правильную ИС. В качестве примера ИС можно привести микроконтроллеры, например, ATmega328, используемый в Arduino, таймеры, усилители.



**Рис. 1.15.** Интегральные схемы как совокупность электрических цепей умещаются в маленьком чипе

# СТАТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ ЛЕГКО!

Хочешь создать своего персонального робота, учиться и играть вместе с ним? Нет ничего проще! Книги серии **«РОБОФИШКИ»** познакомят тебя с удивительным миром робототехники.

**«Конструируем роботов на Arduino®. Первые шаги»** – практическое руководство для тех, кто уже освоил начальные ступени робототехнического творчества и хочет двигаться дальше.

Прочитав эту книгу, ты научишься:

- ◆ делать лазерную сигнализацию, которая будет защищать твой дом от непрошенных гостей;
- ◆ использовать беспроводную связь для создания дверного звонка;
- ◆ собирать робота для полива растений, который сэкономит твое время;
- ◆ делать «Лампу настроения», меняющую свой цвет в зависимости от освещенности, и многому другому.

Не пропусти интересные проекты на платформах **LEGO® MINDSTORMS® Education EV3** и **ScratchDuino!**

info@pilotLZ.ru  
www.pilotLZ.ru

**EAC**