



Оглавление

Посвящение.....	9
Благодарности.....	9
Здравствуйте!.....	10
Введение	11
О чем эта книга.....	11
Глава 1. Создай своего робота	13
Что такое роботы?.....	15
Устройство робота.....	20
Техника безопасности.....	21
Строим вибробота.....	23
Заключение.....	31
Глава 2. Роботы мира	33
Робот-акварелист (Watercolor Bot).....	33
Спарки.....	35
Подводный аппарат OpenROV с дистанционным управлением.....	36
Астродроиды.....	37
Установка для изготовления напитков.....	38
Модель марсохода.....	39
MindCub3г.....	40
Робот, балансирующий на мяче.....	41
LEGO-машина Тьюринга.....	42
Сэр Миксербот.....	43
Arc-O-Matic.....	44
Робот-яйцеварка.....	45
Легонардо.....	46
Сизиф.....	47
Светодиодная сфера.....	48
Музыкальный робот.....	49
Центрифуга с лавовой лампой.....	50

Quakescape	51
InMoov	52
Устройство для гибки проволоки	53
Робот для полива растений	54
Робот-страж Nerf	55
Желтый робот-барабанщик	56
Робот, выпекающий блины	57
Шар-грейфер	58
Пикколо: миниатюрный ЧПУ-бот	59
Ксилофон-бот	60
Робот, раздающий листовки	61
Робот-цветок	62
Кулербот	63
Заключение	64
Глава 3. Роботы на колесах	65
Все об электродвигателях	66
Колеса	70
⚙ Проект: самодельные колеса	75
Шасси	79
Источники питания	82
⚙ Проект: робот на колесном шасси	85
Заключение	90
Глава 4. В лучах солнца	91
Принцип работы солнечных батарей	92
ВЕАМ-робототехника	93
Три вида фотоэлементов для хобби-проектов	95
Прототипирование электрических схем	97
Использование солнечной энергии для зарядки аккумуляторов	108
⚙ Проект: солнечная панель своими руками	109
⚙ Проект: спиннер на солнечной батарее	113
Заключение	116
Глава 5. Управление роботом	117
Автономная работа	118
Управление электродвигателями	123
Управление роботом с помощью радиоаппаратуры	126
⚙ Проект: управление роботом с помощью Arduino	130
⚙ Альтернативный проект: замена платы для управления двигателем	137
Заключение	146

Глава 6. Введение в программирование	147
Что такое программирование?	148
Среда разработки Arduino (IDE)	151
Скетч Blink	153
Ищем примеры кода	155
Адаптируем пример кода	157
Простая отладка с помощью монитора последовательного интерфейса	157
Книжная полка программиста и создателя роботов	159
⚙ Проект: робот с ультразвуковым датчиком	160
Заключение	166
Глава 7. Освоение инфракрасного спектра	167
Область применения ИК-сигналов	168
Пассивное и активное инфракрасное излучение	169
Пульты дистанционного управления	170
⚙ Мини-проект: код для пульта дистанционного управления	173
⚙ Проект: управление роботом посредством инфракрасного излучения	175
⚙ Проект: робот-страж	179
Заключение	192
Глава 8. Наборы для конструирования	193
Варианты использования наборов для конструирования	195
Примеры наборов для конструирования	200
Рекомендации по выбору набора для конструирования	206
Индивидуальный набор для конструирования	212
Конструкции шасси	219
Заключение	248
Глава 9. Ящик с инструментами для конструирования роботов	249
Выбираем ящик для инструментов	250
Четыре примера ящиков для инструментов	256
Инструментарий	260
Начальные уроки по освоению работы на станках с ЧПУ	275
Заключение	290
Глава 10. Манипуляторы	291
Типы манипуляторов	292
Наборы для сборки манипуляторов	300
⚙ Проект: LEGO-клещи	303
⚙ Проект: клещи, вырезанные лазером	314
⚙ Проект: грейфер на кофейной гуще	321
Заключение	332

Глава 11. Плавающие роботы	333
Устройство плавающего робота	334
Батискафы	337
Проблема влажности	338
 Проект: плавающий фенбот	340
Заключение	354
Глава 12. Арт-боты	355
Типы арт-ботов	356
Преобразование изображения в G-код	363
 Проект: Ритер на колесном шасси	368
Заключение	388
Глоссарий	389

Посвящение

Моей бабушке Марион Лилли за неиссякаемое вдохновение и поддержку.

Моей жене Элизе и детям Айлин Арден, Розмари и Джеку за терпение и участие в работе.

И наконец, моим братьям Шону и Виллу Филдс — представителям следующего поколения любителей робототехники. Надеюсь, что эта книга вас заинтересует!

Благодарности

Спасибо Джуду Дорнишу, Стивену Андерсону, Адаму Вольфу, Майклу Фрайерту, Джону Вилсону, Сьюзен Соларз, Акибе, Марку Фрауенфельдеру, Крису Бергеру, Майклу Крампусу, Алексу Диба, Брайану Джепсону, Бекке Штеффен, Дэйву Брайану, компании Actobotics, Эрику Вангу, Майку Хорду, компании Makeblock, Пэт Арнесон, Эрин Кеннеди, компании uFactory, Винделл Оскей, учебному центру Creative Robotics, ресурсу JohnEngineer, Мэтью Бекеру, Райли Харрисону, Лимор и Филу из Adafruit, Тайлеру Куперу, команде Beatty Robotics, компании Arcbotics, Дэвиду Лангу, Траммелу Хадсону, Питу Продолу, Даниэле Бенедеттелли, Брюсу Шапиро, Алексу Олмонту, Джону Эдгару Парку, Мигелю Валенсуэла, Питу МакКенна, Стиву Норрису и, конечно, Рику Кугену.

Отдельное спасибо моей маме Барбаре за работу над глоссарием и поддержку.

Я также выражаю благодарность своим товарищам, без которых я бы не обошелся: Райану-ст., Райану-мл., Дрю, Гэйбу, Нэду, Дэйву, Грэму и Джесс.

Здравствуйте!

Издание, которое вы держите в руках, не просто книга. Это приглашение в мир будущего, с некоторыми фрагментами которого вы встретитесь буквально завтра, другие сможете увидеть через 10–20 лет. То, что сегодня кажется фантастическим и невозможным, станет вполне привычным уже для следующего поколения жителей Земли.

Речь идет о роботах — умных машинах, все быстрее вытесняющих человека из многих сфер его деятельности. Эпоха применения примитивных механических рук-манипуляторов на конвейерах по сборке автомобилей давно позади. Сегодня устройства, оснащенные искусственным интеллектом, широко задействованы на высокоточных производствах, прокладывают оптимальные трассы для беспилотного грузового и пассажирского транспорта, выполняют предписанные пациентам клиник медицинские процедуры и даже проводят хирургические операции (разумеется, пока еще под контролем врачей).

Роботы уже пробуют себя в ролях композиторов и журналистов. Так, в 2016 г. искусственному разуму под названием «Гелиограф» (Heliograf) была поручена подготовка материалов для сайта газеты «The Washington Post», освещающих ход Олимпиады в Рио-де-Жанейро. Тогда Гелиограф бодро настроил более 300 публикаций. И читателям они пришлось по вкусу, потому что редакция уже готова поручить ему подготовку финансовых обзоров и прогнозов погоды в режиме реального времени.

Умных роботов, помощников человека, не нужно ждать — они уже здесь и сейчас. Необходимо учиться жить с ними в сообществе и правильно ставить перед ними задачи. Для этого нужно хорошо знать не только их возможности, но и устройство и основные принципы работы, определяемые заложенными в них программами.

И лучшего способа, чем самому собрать и запрограммировать робота под свою конкретную задачу, здесь нет. В этом и заключается главная цель книги «Конструируем роботов от А до Я».

Более того, любознательность и упорство, правильная организация своего времени и умение работать над ошибками, творческая мысль и твердая уверенность в успехе — все эти качества характера, вырабатываемые в процессе выполнения представленных здесь проектов, останутся с вами навсегда, помогут самостоятельно создавать свое будущее и стать по-настоящему успешным человеком.

Удачи вам на этом пути!

*Команда Программы «Робототехника:
инженерно-технические кадры инновационной России»
Фонда Олега Дерипаска «Вольное Дело»*

Введение

Роботы — невероятные машины. Самые сложные из них могут собирать автомобили и строить тоннели, реализовывать проекты, которые предъявляют особые требования не только к мощности и производительности, но и к точности. Возможно, вы слышали об экспериментальных роботах для хирургических операций, которые могут накладывать швы или делать надрезы.

На первый взгляд все это похоже на вымысел из области научной фантастики. Может ли кто-то на самом деле изобрести такое хитроумное устройство? Конечно, может. Роботов создают люди. Так почему бы и вам не построить своего робота? Первая глава называется «Создай своего робота», потому что именно этому и посвящена книга. Вы узнаете о том, как сконструировать робота с нуля, познакомитесь с электродвигателями, контроллерами, грейферами, колесами и остальными компонентами, которые необходимы для создания первого робота.

Конечно, ваше творение не сможет строить тоннели или накладывать швы, но тот факт, что его создали вы, означает, что с имеющимся багажом знаний и при наличии нужных деталей можно построить *любого* робота.

О чем эта книга

Давайте ознакомимся с кратким содержанием каждой главы.

- **Глава 1** «Создай своего робота» начинается с извечного вопроса «Что такое робот?». Вы узнаете о разных видах роботов и попробуете сделать пару простых крутящихся роботов на вибромоторах.
- В **главе 2** «Роботы мира» вы познакомитесь с потрясающими роботами различных форм и конфигураций, которые были созданы умельцами со всего света.

- В **главе 3** «Роботы на колесах» вы построите робота на колесном шасси — платформе, которая будет служить вам на протяжении всей книги.
- В **главе 4** «В лучах солнца» вы сначала узнаете о солнечной энергетике, затем, опираясь на полученные знания, построите робота-спиннера.
- В **главе 5** «Управление роботом» вы откроете для себя два отличных способа управления роботом: с помощью микроконтроллера Arduino и с помощью классической радиоаппаратуры.
- В **главе 6** «Введение в программирование» вы освоите основные методы программирования, чтобы лучше изучить феномен Arduino.
- В **главе 7** «Освоение инфракрасного спектра» вы рассмотрите два способа применения инфракрасного излучения: пассивный на примере ИК-приемника, воспринимающего сигналы, и активный на примере обнаружения движения с помощью инфракрасного излучения.
- В **главе 8** «Наборы для конструирования» вы сравните конструкторы, состоящие из пластмассовых и металлических деталей, а также узнаете, как построить шасси из разных наборов для конструирования.
- В **главе 9** «Ящик с инструментами для конструирования роботов» вы ознакомитесь с инструментами, необходимыми для создания робота.
- В **главе 10** «Манипуляторы» вы познакомитесь с клешнями, грейферами и другими манипуляторами, с помощью которых роботы взаимодействуют с окружающим миром.
- В **главе 11** «Плавающие роботы» речь будет идти о роботах, которые прекрасно чувствуют себя в воде. У вас будет возможность сделать подобного робота.
- В **главе 12** «Арт-боты» вы познакомитесь с роботами-художниками и сами сделаете робота, который рисует мелом.

Создай своего робота

Роботами интересуются многие. Это факт! Что-то в этих милых электронно-механических друзьях привлекает нас. Может быть, то, что в результате программирования мы надеемся получить преданного домашнего робота-друга, который будет жарить яичницу и приносить тапочки.

Роботы окружают нас повсюду. Робот может быть не только игрушкой, но и настоящим производственным конвейером, который эти игрушки собирает. Роботы собирают автомобили и ползают по канализационным трубам в поисках утечек. Мы смотрим фильмы про невероятных киборгов, с которыми случаются увлекательные приключения и которые заводят новых друзей. Можно ли быть к ним равнодушным?

Эрин Кеннеди (Erin Kennedy), известная под ником RobotGrrl, — пример успешного человека, увлеченного робототехникой. Ее наиболее популярное творение называется «*RoboBrrd*» (рис. 1.1). Этот милый робот изначально был изготовлен из палочек для эскимо. Затем Эрин усовершенствовала конструкцию робота с помощью деревянных деталей, вырезанных лазером, и литого пластика. Эрин начала с нуля и совершенствовала свои навыки, экспериментируя с различными технологиями и материалами. Теперь она продает комплекты «*RoboBrrd*». Больше информации о проектах Эрин можно найти на сайте robobrrd.com.

Самое привлекательное в робототехнике — то, что робота может сделать любой человек. Цель этой книги — убедить вас, читателей без специальных знаний и навыков, в том, что вы сами можете собрать настоящего сложного робота.

Откуда мы черпаем идеи о роботах? К сожалению, в основном из фильмов и телевизионных шоу, где показывают множество механических существ: от киборгов-убийц до экземпляров с блестящим искусственным интеллектом. Большинство из них нереально абсурдны, если не сказать, просто глупы.

Другие программы демонстрируют более реальные технологии и настоящих роботов в действии. В качестве примера можно привести шоу

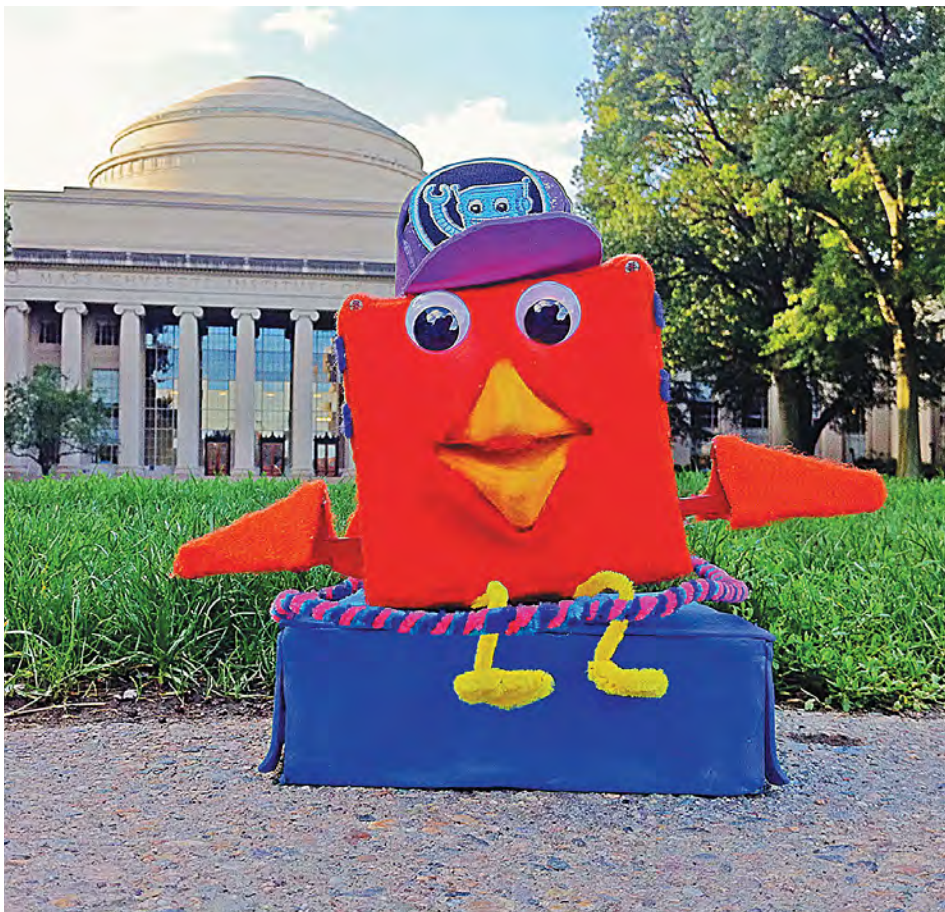


Рис. 1.1. «RoboBrrd» Эрин Кеннеди в Массачусетском технологическом институте (предоставлено Erin Kennedy)

битвы роботов, которые управляются операторами. Стороны сражаются до тех пор, пока один из роботов не выйдет из строя. Мы видим примеры по-настоящему полезных роботов в новостях: военные беспилотные летательные аппараты и роботы-саперы, помогающие спецназу обезвреживать мины и другое оружие. В этой книге вы познакомитесь не только с роботами, имеющими прикладное значение, но и с роботами для развлечения детей и взрослых.

Прежде чем приступить к оценке того, что считать настоящим роботом, нужно определиться, что мы понимаем под словом «робот». Затем мы проведем небольшой обзор различных типов роботов и составляющих компонентов. В конце главы мы выполним несколько забавных мини-проектов с использованием батареек и электродвигателей.

Что такое роботы?

Глупо спрашивать, что такое робот. Все знают, что это! Однако чем больше мы углубляемся в этот вопрос, тем более расплывчатым он становится. Является ли автомобиль роботом? Большинство людей ответили бы «нет»: это транспортное средство, которое управляется водителем. Тем не менее у автомобиля есть роботоподобные атрибуты, такие, как компьютер и двигатель. Является ли аниматронная игрушка в виде пингвина на **рис. 1.2** роботом? У пингвина есть двигатели и микроконтроллер, поэтому ответ «да».

А смартфон — это робот? У него есть датчики, его можно запрограммировать, и он работает от аккумулятора. Тем не менее никто не назвал бы это устройство роботом. Кондиционер воздуха включает компрессор и вентилятор, когда помещение нагревается, но никто не называет кондиционер роботом.

Давайте посмотрим правде в глаза: у понятия «робот» нет точного определения, и всегда будут споры по поводу того, что является роботом. Тем не менее можно выделить некоторые критерии, позволяющие уточнить определение понятия.

- Робот должен передвигаться каким-либо способом. Никто никогда не назовет неодушевленную коробку на полке роботом. Вспомните какого-нибудь робота, о котором вы слышали или которого видели в кино. Не имеет значения, катятся ли они, плавают, скользят или просто протягивают руку, чтобы что-то схватить, — все роботы осуществляют какое-либо движение.



Рис. 1.2. У этого аниматронного робота под перьями есть мотор и другая электроника

- Робот реагирует на окружающую среду посредством запрограммированных команд, с помощью датчиков или системы радиуправления. Робот будет делать что-то только согласно предписанным инструкциям. С помощью программируемого микроконтроллера, например Arduino, можно задать роботу команду для выполнения. Обратитесь к **главе 5** «Управление роботом», чтобы узнать больше о линейке Arduino.
- В строгом смысле этого слова у робота должна быть цель или задача, которую нужно решить. Например, арт-бот (описанный в разделе «Типы арт-ботов» далее в этой главе) рисует фигуры в соответствии с заданной программой. Вакуумный робот Roomba чистит полы. И даже если миссия робота — следовать за линией на полу, он должен приносить пользу.

Однако, опираясь на эти критерии, по-прежнему довольно сложно дать точное определение понятия «робот». В конце концов оно сводится к следующему: если вам кажется, что это робот, называйте его роботом!

Мифы о роботах

Многие сведения о роботах ошибочны, возможно, потому, что вымышленные роботы гораздо эффектнее настоящих. Никто не захочет смотреть на скучного робота в кино или на телевидении. Ниже приведены некоторые характерные особенности, которые вы просто не найдете в настоящем роботе, по крайней мере в эту эпоху.

- **Чувствительность.** Извини, Хэл (цитата из классической научной фантастики об умном компьютере), ничего, даже отдаленно напоминающего истинный интеллект, не было создано. Компьютерам сейчас трудно обманывать людей. Даже роботы, способные скопировать манеры поведения человека, только подражают, используя сложные программы для моделирования интеллекта. В конце концов это просто симуляция.
- **Человекоподобие.** Со времен черно-белого научно-фантастического кино существует привычный стереотип «механического человека». Печальная правда заключается в том, что гораздо проще сделать катящегося, а не шагающего робота. Тем не менее человекоподобные роботы существуют, с одним из них вы познакомитесь в **главе 2** «Роботы мира».
- **Практическая значимость.** Еще одна плохая новость заключается в том, что большинство роботов абсолютно бесполезны с практической точки зрения. К примеру, вместо робота Розы из мультфильма

«Джетсоны»¹ у нас есть робот-пылесос Roomba — яркий представитель бытовой робототехники, который может лишь чистить пол. Как правило, роботы хорошо выполняют только одну задачу.

Типы роботов

Более подробную информацию о конкретных типах роботов вы найдете в **главе 2**. Тем не менее давайте рассмотрим основные категории.

- **Аниматронные роботы.** Это старичок Тедди Ракспин² (Teddy Ruxpin) и легион других игрушечных животных с махающими конечностями и вращающимися глазами. Большинство этих игрушек было разобрано радиолюбителями, и сейчас внутреннюю составляющую роботов (электронные схемы) можно найти в Интернете. (Пингвин на **рис. 1.2** — пример аниматронного робота.)
- **Роботы-пылесосы.** Наиболее известный пример — робот Roomba. Если вы не понимаете, о чем идет речь, представьте себе моторизованные щетки, которые чистят пол без вашего участия.
- **Боевые роботы.** Это настоящая война, или, точнее, битва двух дистанционно управляемых роботов с использованием разнообразного оружия. Иногда их называют Баттлботами (BattleBots) в честь одного из первых реалити-шоу, осветивших этот жанр развлекательного зрелища.
- **Дроны/Телеуправляемые подводные аппараты.** Можно ли считать роботами дистанционно управляемые летательные аппараты? В принципе да. Есть категория людей, увлекающихся дронами, которые конструируют дистанционно управляемые вертолеты, самолеты, катера и даже подводные аппараты. Телеуправляемые подводные аппараты считаются роботами.
- **Фудботы и дринкботы.** Эти роботы готовят еду и напитки. Пример — робот-бармен; человек выбирает напиток из меню, а робот смешивает разные составляющие, чтобы приготовить коктейль.
- **Человекоподобные роботы (роботы-андроиды).** Редкость. Все потому, что создание двуногого шагающего робота — это очень сложная задача и совершенно бесполезное занятие (за исключением внешнего эффекта, конечно). Зачем все эти сложности, когда

¹ «Джетсоны» («The Jetsons») — американский научно-фантастический мультфильм студии «Ханна-Барбера», действие которого происходит в 2060-х гг. — *Википедия*.

² Тедди Ракспин (англ. Teddy Ruxpin) — один из наиболее популярных в США детских персонажей из мира мультсериалов и игрушечной индустрии. Впервые Тедди Ракспин появился в 1985 г. как аниматронный плюшевый мишка. — *Википедия*.



Рис. 1.3. Внешне WowWee Tribot похож на человекоподобного робота

можно просто добавить колеса? Существуют роботы, отдаленно похожие на человека, как WowWee Tribot на **рис. 1.3**.

- **Устройства с числовым программным управлением (ЧПУ).** Люди, увлеченные робототехникой, любят автоматизированные устройства, которыми можно с точностью управлять с экрана компьютера, например 3D-принтеры, создающие 3D-объекты путем послойного нанесения пластика.

Роботы в реальном мире

Люди пока не создали разумных роботов-ремонтников и человекоподобных роботов, способных говорить на любом языке мира, но у нас действительно есть несколько замечательных примеров.

- **Освоение космоса: планетоходы (роверы).** Все знают, как технически совершенны марсоходы и насколько они были успешны в изучении Красной планеты. Отправлять роверов на удаленные космические объекты дешевле, безопаснее и надежнее, чем посылать людей. К тому же они роботы!
- **Обезвреживание бомб: роботы-саперы.** Эти роботы взрывают или обезвреживают подозрительные пакеты, чтобы не подвергать опасности саперов-людей. Как правило, роботы-саперы оснащены пневматической пушкой, чтобы разорвать бомбу в клочья; цель состоит в том, чтобы оградить взрывчатые компоненты от детонации.

- **Сельскохозяйственные беспилотники (дроны).** Оказывается, лучший способ проверки состояния определенных сельскохозяйственных культур — визуальный. Для этого над полем с засеянной культурой запускают беспилотный летательный аппарат, который передает фермеру изображение внешнего вида посевов. Беспилотник летит на большой высоте, анализируя цвет листы растений. Обнаружив проблемный участок на поле, дрон снижается, чтобы увеличить изображение посевов, и записывает координаты GPS, по которым фермер определяет местонахождение участка.
- **Производство.** Впервые роботы стали применяться именно на производстве. Их назвали роботами PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly) — программируемая универсальная машина для сборки. Эти роботы выполняют повторяющиеся операции, например штампуют двери автомобиля.
- **Гусеничные тоннельные роботы.** Эти роботы выполняют задачу, с которой не может справиться человек: они перемещаются по трубам, проверяя их целостность. Роботы оснащены различными датчиками и камерами, которые позволяют выполнять работу качественно.
- **Роботы-пылесосы.** Как и пылесос Roomba на рис. 1.4, эти роботы жужжат по комнате, подметая или моя пол. Роботы-пылесосы — это один из немногих примеров бытовых роботов, которые действительно помогают людям.



Рис. 1.4. Робот-пылесос Roomba не совсем точно соответствует образу робота-горничной. А где же фартук с оборками?

Устройство робота

Несмотря на особенности конфигураций, у роботов есть общие элементы. Например, всем роботам (кроме, может быть, одного очень странного кляксообразного бота) необходима некая база для крепления разнообразных компонентов. Все они нуждаются в источниках питания и определенной миссии, будь то следование начерченной на земле линии или движение по кругу. Следуйте условным обозначениям на **рис. 1.5**, чтобы изучить внутренние составляющие робота.

- **«Тело».** Оболочка или корпус, которые служат «кожей» робота. Во многих случаях это просто косметическая деталь, которая может служить основой для крепления различных датчиков и других компонентов.
- **Шасси.** Это жесткая рама, к которой крепятся все остальные элементы, что придает роботу базовую структуру и жесткость.
- **Система управления.** Всем роботам, кроме самых простых, нужна система управления, будь то микроконтроллер, осуществляющий запуск программы, или беспроводной контроллер, посылающий сигналы к антенне.
- **Манипуляторы.** Что делает робот? У большинства роботов есть цель. Иногда эта цель заключается в перемещении или захвате объекта. Для ее достижения у робота есть роботизированная рука, так-

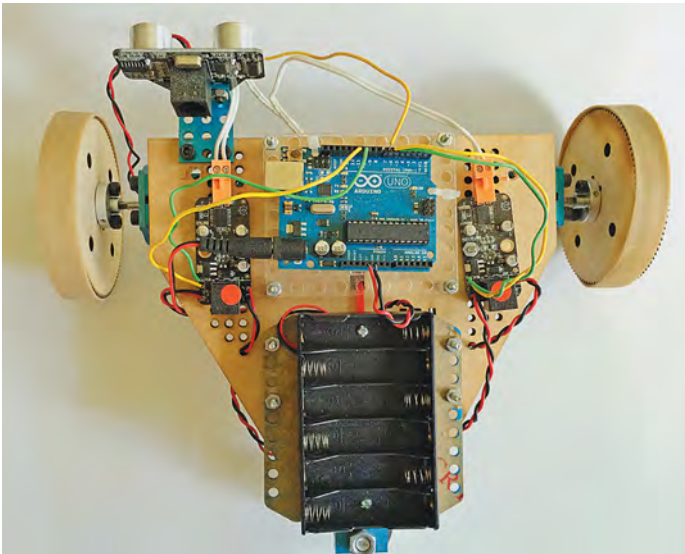


Рис. 1.5. Роботы состоят из различных компонентов, таких, как двигатели, датчики и колеса

же известная как манипулятор. Манипулятор помогает роботу взаимодействовать с окружающим миром.

- **Электродвигатели (моторы).** Для движения роботу нужен электродвигатель. В этой книге вы познакомитесь с многообразием двигателей, используемых в хобби-проектах по робототехнике и в игрушках.
- **Питание.** Как обеспечить питанием различные компоненты робота? Каждый робот должен получать энергию для функционирования. Источником напряжения могут служить аккумуляторная батарея, солнечные панели или простой удлинитель, подключенный к розетке.
- **Датчики.** Многие роботы оснащены датчиками, которые, например, помогают предотвратить столкновение со стеной либо по-разному реагировать на темноту или на свет, а также сообщают, что робот перевернулся.
- **Колеса.** Роботы должны иметь возможность передвигаться, ведь они созданы для этого! Речь идет о колесах различной конфигурации. В **главе 3** «Роботы на колесах» вы познакомитесь с разными типами колес, используемых в проектах по робототехнике.

Техника безопасности

Прежде чем приступить к первому проекту, давайте рассмотрим основные моменты очень важной темы: какие меры безопасности необходимо соблюдать, чтобы вы могли строить роботов долго и счастливо. Если все делать правильно, правила безопасности не будут вам в тягость; по сути, они станут частью вашего рабочего процесса. Я автоматически надеваю очки (**рис. 1.6**) при работе с электрическим инструментом, и это вошло в привычку. Это как не забыть телефон при выходе из дома.

- **Одежда.** Надевайте свободную и удобную одежду, чтобы вам было удобно повернуться и взять необходимый инструмент. Одежда должна защищать вашу кожу от пыли и грязи. Перед началом работы с мощным электроинструментом убедитесь, что рукава не свисают, чтобы их не затянуло движущимися частями инструмента.
- **Глаза.** У вас обязательно должны быть защитные очки: разлетающиеся осколки поломанного сверла могут попасть в глаза. Очки не обязательно носить постоянно, но если во время работы во все стороны полетят щепки и стружка, то лучше защитить глаза. Обычные очки не подойдут, нужны специальные с боковой защитой глаз.
- **Уши.** При работе с электроинструментом или устройствами с таким же постоянным уровнем шума позаботьтесь о защитных на-



Рис. 1.6. Обеспечение персональной защиты с помощью специальных средств — важная часть работы с инструментами

ушниках, иначе вы можете повредить слух. Это заболевание называется «потеря слуха от воздействия шума». Например, профессиональные садовники постоянно носят защитные наушники, когда подстригают газон.

- **Волосы.** Если у вас длинные волосы, просто необходимо собрать их в хвост или убрать за уши, а еще лучше спрятать под головной убор (берет или косынку). Если волосы попадут в работающий инструмент, то их в лучшем случае вырвет с корнем.
- **Ноги.** Всегда работайте с инструментом в обуви, предпочтительно в тяжелых рабочих ботинках. Хотите, чтобы вам на голую ногу упал молоток или раскаленный до 340 градусов паяльник? Сомневаюсь. Не говоря уже о том, что очень часто в мастерской валяются щепки, винты, гвозди и другие вещи, на которые больно наступать.
- **Ювелирные изделия.** Неплохо было бы снять с рук любой проводящий металл. Речь идет о золотых украшениях, если они у вас есть. Позвольте мне высказать следующую мысль: в мире электроники нужно исключить случайные проводящие предметы! Кроме того, золото имеет низкую температуру плавления, поэтому лучше держать его подальше от паяльника.

Это базовые правила. Всегда помните о безопасности, но не до такой степени, чтобы бояться собственной тени. В конце концов вам решать, какие меры предосторожности предпринять в той или иной ситуации. Хотите узнать больше? Более подробно о средствах обеспечения безопасности вы узнаете в **главе 9** «Ящик с инструментами для конструирования роботов».

Строим вибробота

Наш первый проект — вибробот, наверное, самый простой из роботов — он даже не может катиться. Вместо этого он перемещается по кругу с помощью вибромотора. Классический представитель виброботов — брилстлбот (bristlebot), также известный как брашбот (brushbot). Робот изготовлен из зубной щетки с отрезанной ручкой (**рис. 1.7**) и двигателя с эксцентриком (от мобильного телефона или пейджера), благодаря которому телефон вибрирует, когда находится на беззвучном режиме.

Вибродвигатель, в сущности, представляет собой обычный двигатель со смещенным на роторе центром масс, что заставляет мотор вибрировать при подключении питания. Двигатель соединен с литиевой батареей, и обе детали прикреплены к «спинке» зубной щетки двусторонним скотчем. Давайте запустим устройство и посмотрим, как робот жужжит!

Принцип работы состоит в том, что щетинки зубной щетки обладают недостаточным сцеплением с поверхностью, чтобы удерживать щетку в тот момент, когда двигатель начинает вибрировать. В результате робот движется стремглав по поверхности без всякой логики и инстинкта самосохранения.

В этой главе вы создадите двух баззботов (buzzbot). Первый вибробот из сейвера для пиццы (pizza saver¹), небольшого пластикового столика, использует вибрацию двигателя. Второй баззбот несколько сложнее: он перемещается благодаря вращению компьютерного вентилятора.



Рис. 1.7. Bristlebot — самый простой из существующих роботов (предоставлено Windell H. Oskay, www.evilmadscientist.com)

¹ Специальное устройство для транспортировки пиццы, похожее на миниатюрный столик на трех или четырех ножках, которое устанавливается по центру пиццы перед закрытием крышечкой и защищает продукт от деформации. — *Прим. пер.*

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине «Электронный универс»
(e-Univers.ru)