

Дж. Бейктал

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

Дроны

Руководство
для начинающих



ЛАБОРАТОРИЯ

пилот

РОБОТОТЕХНИКА

Инженерно-технические кадры инновационной России

Конструируем роботов. Дроны

Руководство
для начинающих



BUILDING YOUR OWN DRONES

A BEGINNER'S GUIDE TO DRONES, UAVS AND ROVS

John Baichtal

que[®]

800 East 96th Street,
Indianapolis, Indiana 46240 USA

Дж. Бейктал

КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ

Дроны

Руководство
для начинающих

Перевод с английского
Ф. Г. Хохлова



Лаборатория знаний
Москва

УДК 621.86/.87
ББК 32.816
Б41

Серия основана в 2016 г.

Бейктал Дж.

Б41 Конструируем роботов. Дроны. Руководство для начинающих / Дж. Бейктал ; пер. с англ. Ф. Г. Хохлова. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 223 с. : ил. — (РОБОФИШКИ).

ISBN 978-5-00101-027-2

Это практическое руководство для тех, кто делает первые шаги в моделировании дронов, а Джон Бейктал — наиболее известный автор книг для начинающих моделистов. С его помощью, пользуясь пошаговыми инструкциями и многочисленными цветными иллюстрациями, вы построите с нуля роботов на базе квадрокоптера, ракеты, аэростата, корабля и вездехода с навигацией по RFID-меткам. Автор поможет вам укомплектовать набор инструментов и изучить основы электроники и программирования. Кроме того, в книге представлены лучшие образцы дронов-самodelок, наборы готовых деталей для самостоятельной сборки дронов и новейшие модели коммерческих дронов.

Для технического творчества в школе, дома и на занятиях в робототехнических кружках, а также для всех, кто увлекается робототехникой.

УДК 621.86/.87
ББК 32.816

12+

ISBN 978-5-00101-027-2

Авторизованный перевод англоязычного издания, под заглавием Building Your Own Drones: a Beginners' Guide to Drones, UAVs and ROVs ISBN: 078975598X; автор JOHN BAICHTAL; опубликованного Pearson Education, Inc, осуществляющим издательскую деятельность под торговой маркой QUE Publishing.

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. Русскоязычная версия издана ООО «Лаборатория знаний».

Authorized translation from the English language edition, entitled Building Your Own Drones: a Beginners' Guide to Drones, UAVs and ROVs ISBN: 078975598X; by BAICHTAL, JOHN; published by Pearson Education, Inc, publishing as QUE Publishing.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. Russian language edition published by BKL Publishers

Copyright © 2016 by John Baichtal.

© Перевод на русский язык, оформление, Лаборатория знаний, 2018

Оглавление

Посвящение.....	8
Благодарности.....	8
Здравствуйте!.....	9
Введение	10
Для кого эта книга.....	10
Как организован материал.....	10
Глава 1. История дронов	13
Что такое дрон.....	14
Три стихии деятельности дронов.....	15
Анатомия дрона.....	17
Заключение.....	18
Глава 2. Примеры самодельных дронов	19
Квадрокоптер из обода велосипедного колеса.....	19
Миниатюрный квадрокоптер, изготовленный на 3D-принтере.....	20
Канатоходец.....	21
Плавающие роботы.....	21
Радиоуправляемый аэростат.....	22
Квадрокоптер, оснащенный курсовой камерой.....	23
Управляемый трехколесный велосипед.....	24
Складной квадрокоптер.....	25
Миниатюрный квадрокоптер.....	26
Лодка с дистанционным управлением, изготовленная на 3D-принтере.....	27
Трикоптер.....	28
Вездеход, оснащенный колесами Mecanum (шведскими колесами) ..	29
Заключение.....	30

Глава 3. Обзор продаваемых моделей и комплектов для сборки	31
Квадрокоптер Parallax ELEV-8	31
Квадрокоптер DJI Phantom 2 Vision+	34
Подводный дрон OpenROV	36
Вездеход Nomad из модельного ряда Actobotics	37
Модель самолета Flack от фирмы Brooklyn Aerodrome	40
Заключение	42
Глава 4. Строим квадрокоптер, часть I: выбор рамы	43
Какую раму выбрать	44
⚙ Проект: рама из набора MakerBeam	49
Заклучение	54
Глава 5. Строим ракету	55
Любительское ракетомоделирование	56
Экспресс-руководство по Arduino	59
⚙ Проект: ракета, осуществляющая сбор данных	63
Заклучение	70
Глава 6. Строим квадрокоптер, часть II: двигатели и пропеллеры . .	71
Выбор двигателей	72
Выбор пропеллеров	75
⚙ Проект: установка двигателей и пропеллеров	77
Этапы установки двигателей и пропеллеров	78
Заклучение	80
Глава 7. Строим управляемый аэростат	81
Радиоуправление	82
⚙ Проект: управляемый аэростат	84
Автономное управление при помощи Arduino	94
Заклучение	98
Глава 8. Строим квадрокоптер, часть III: управление полетом	99
Подробнее об электронных регуляторах скорости	99
Приемник радиосигнала	105
Полетный контроллер	107
Установка управляющей электроники	110
Заклучение	114
Глава 9. Рабочее место моделиста	115
Инструмент для проектирования	115
Крепежный инструмент	117
Измерительный инструмент	118
Режущий инструмент	119
Инструмент для работы с проводами	120
Крепеж	121

Станки с числовым программным управлением	122
Заключение	126
Глава 10. Строим квадрокоптер, часть IV: системы электропитания	127
Выбор аккумулятора	128
Установка штепсельных соединителей	130
Изготовление жгутов из проводов	135
Подключение полетного контроллера и приемника радиосигнала ...	140
Заключение	142
Глава 11. Строим плавучий дрон	143
Реалии использования роботов на воде	144
Герметизация бортовой электроники	146
Организация ячеистой сети (Mesh-сети) XBee	149
⚙ Проект: лодка из пластиковых бутылок	150
Заключение	164
Глава 12. Строим квадрокоптер, часть V: дополнительное оборудование	165
Дополнительное оборудование	166
⚙ Проект: установка дополнительного оборудования	172
Заключение	178
Глава 13. Строим управляемый вездеход	179
Преимущества и недостатки вездеходов	180
Характеристики шасси	181
Навигация по RFID-меткам	186
⚙ Проект: вездеход, осуществляющий навигацию по RFID-меткам	188
Заключение	206
Глава 14. Строим квадрокоптер, часть VI: программное обеспечение	207
Программное обеспечение полетного контроллера	208
Конфигурирование полетного контроллера MultiWii	213
Проверка управляющего скетча MultiWii	214
Предполетный контрольный список	216
Заключение	217
Глоссарий	218

Посвящение

Моей бабушке Мэрион, которой остается два месяца до 98 лет. Несколько недель назад она лежала в больнице из-за проблем с сердцем, врачи посоветовали ей поменьше волноваться и отправили в хоспис. Бабушка не хотела расставаться с нами, но она почувствовала себя лучше, особенно благодаря уходу моей мамы и тети. Ее любовь к жизни и ее увлечение написанием книг воодушевляли меня.

Благодарности

Когда я думаю о своей семье, ярываюсь между двумя неоспоримыми фактами:

1. Арден, Розмари и Джек — лучшие дети на свете!
2. Ничто не имеет значения по сравнению с моей женой Элис. Я люблю тебя!

Что касается работы над книгой, я благодарен Уинделу Х. Оскею, Джонджинеру, Мэтью Бекеру, Райли Харрисону, Дэвиду Лэнгу, Трэмелу Хадсону, Анне Марии Томас, Питу Продоеллу, Брюсу Шапиро, Алексу Олмонту, Джону Эдгару Парку, компании Dexter Industries, Мигелю Валенсуэлле, Питу МакКенну, Стиву Норрису, Стивену Андерсону, компании MakeBeam, Джуду Дорнишу, компании SparkFun Engineering, Бруклинскому аэродрому, Адаму Вулфу, Майклу Фрайерту, Софи Кравитц, Кристине Жанг, Леноре Эдман, Рику Кагену, Сину Майклу Рэгену, Джону Уилсону, Сьюзен Соларз, Акибе, Марку Фрауэнфелдеру, Крису Бергеру, Майклу Крампусу, Алексу Диба, Брайану Джепсону, Бекке Стефен, Дэйву Брайану, компании Actobotics, Майку Хорду, компании Makeblock, Пату Арнесону и Эрин Кеннеди за содействие и поддержку. Прошу прощения, если я кого-то забыл!

Барбара, моя мама, составила глоссарий, и я очень признателен ей за это, и не только.

Здравствуйте!

Издание, которое вы сейчас держите в руках, не просто книга. Это вход в огромный увлекательный мир беспилотных устройств — радиоуправляемых, автономных, с дистанционным управлением, способных передвигаться во всех средах: в воздухе, по воде и под водой, по земле и даже под землей.

Сегодня дроны — а именно так называют эти устройства — пожалуй, одно из самых актуальных направлений развития мировой конструкторской и инженерной мысли. Неспроста еще совсем недавно малознакомая профессия — оператор дрона — сейчас входит в пятерку самых востребованных на рынке труда всех технологически развитых стран. И это только начало...

Итак, если вы — внимательный, терпеливый и аккуратный исследователь, настойчивый и смелый экспериментатор, любитель создавать своими руками невероятные по красоте и пользе конструкции, эта книга для вас.

Вообще-то «дрон» в переводе с английского означает «трутень». Возможно, появление этого термина применительно к беспилотникам имеет своей причиной непрерывное монотонное жужжание их двигателей. В русском же языке это слово также имеет два значения: прямое биологическое и личностное (если это человек). В первом случае это член пчелиного сообщества, во втором — лентяй и бездельник. И если наша книга вас заинтересовала и вы готовы последовательно, шаг за шагом, осваивать удивительный и во многом неожиданный мир устройств, работающих без непосредственного участия человека, то второе определение точно не про вас.

Более того, любознательность и упорство, правильная организация своего времени и умение работать над ошибками, творческая мысль и твердая уверенность в успехе — эти и другие чрезвычайно нужные в повседневной жизни качества характера, вырабатываемые в процессе выполнения проектов, представленных в книге Дж. Бейктала «Дрон своими руками», останутся с вами навсегда, помогут самостоятельно создавать свое будущее и стать реально успешным человеком.

Удачи вам на этом пути!

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

Введение

Слово «дрон» постоянно на слуху. Еще бы, ведь дроны играют все большую роль в нашей жизни. Можно просто наблюдать за тенью миниатюрных вертолетов, а можно взять и побольше узнать об этих интереснейших устройствах. Я предлагаю вам именно второе: в книге вы найдете множество первоклассных технических решений, в которых интересно разобраться.

Для кого эта книга

Книга адресована начинающим моделистам, которые увлекаются постройкой дронов. В ней рассматривается множество направлений в этой области, причем можно почерпнуть сведения не только об электронике, но и о двигателях, инструментарии и технологии изготовления рамы.

Как организован материал

Через всю книгу красной нитью проходит основная тема — постройка квадрокоптера. Главы, посвященные этой теме, чередуются с главами, где описана постройка управляемой ракеты, которая занимается сбором информации, аэростата и лодки, сделанной из пластиковых бутылок. Это дает возможность узнать и о других направлениях моделирования, не ограничиваясь одними лишь квадрокоптерами.

- **Глава 1** «История дронов» рассказывает об истории создания дронов, их применении и технических возможностях. Здесь же читатель познакомится с основной терминологией.

- В **главе 2** «Примеры самодельных дронов» описываются различные классы дронов, таких, как БПЛА (беспилотные летательные аппараты), батискафы (подводные аппараты с дистанционным управлением) и управляемые транспортные средства (роверы), построенные как начинающими, так и опытными моделистами.
- **Глава 3** «Обзор продаваемых моделей и комплектов для сборки» дает представление о том, что в настоящее время можно приобрести. Рассматривается множество моделей — от квадрокоптера с видеокамерой до управляемых подводных аппаратов.
- **Глава 4** «Строим квадрокоптер, часть I: выбор рамы» — это первая глава, посвященная постройке квадрокоптера. Из нее вы узнаете о различных типах рам и шасси и соберете раму из готовых деталей.
- **Глава 5** «Строим ракету» переключит вас с постройки квадрокоптера на сборку модели ракеты с Arduino в качестве основной полезной нагрузки на борту.
- В **главе 6** «Строим квадрокоптер, часть II: двигатели и пропеллеры» обсуждаются два ключевых компонента квадрокоптера. В ней даются советы по приобретению, а также по монтажу двигателей и пропеллеров на раме.
- В **главе 7** «Строим управляемый аэростат» вы узнаете, как построить автономного радиоуправляемого робота, который поднимается в небо на воздушном шаре, наполненном гелием.
- **Глава 8** «Строим квадрокоптер, часть III: управление полетом» рассказывает об управлении моделью в воздухе, когда большую часть работы выполняют полетные контроллеры и электронные регуляторы скорости моторов (далее по книге часто просто контроллеры или регуляторы).
- **Глава 9** «Рабочее место моделиста» знакомит вас с инструментами, которыми я пользовался при работе над проектами, рассмотренными в данной книге.
- **Глава 10** «Строим квадрокоптер, часть IV: системы электропитания» освещает очень важную тему: как организовать электропитание и произвести разводку для подачи питания на двигатели.
- В **главе 11** «Строим плавучий дрон» рассказывается о том, как из пластиковых бутылок построить корабль с дистанционным управлением.
- В **главе 12** «Строим квадрокоптер, часть V: дополнительное оборудование» даются советы, какое дополнительное оборудование (например, крепление камеры) следует приобрести, а какое изготовить самостоятельно.

- В **главе 13** «Строим управляемый вездеход» рассказывается о роботе, который использует для навигации радиочастотные метки.
- В **главе 14** «Строим квадрокоптер, часть VI: программное обеспечение» рассматривается программное обеспечение для управления полетом и прошивки автопилота, подробно описывается программное обеспечение автопилота, который используется в нашем квадрокоптере. Когда вы завершите чтение этой книги, ваш квадрокоптер будет полностью построен.
- Ну и, наконец, в «**Глоссарии**» вы найдете основные термины, которые используются в этой книге.

Если у вас возникли вопросы либо появилось желание больше узнать о рассмотренных проектах или о других моих книгах, то советую зайти на мою страничку в Фейсбуке www.facebook.com/baichtal. Можно также написать мне на электронную почту nerdyjb@gmail.com. Следите за моим твиттером [feed@johnbaichtal](https://twitter.com/feed@johnbaichtal). Удачи!

История дронов

Представьте себе автомобиль без водителя или самолет без пилота, где человека заменяет компьютер. Это и есть дрон.

О дронах мы часто слышим в новостях, особенно это касается беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); они расстреливают цели, находясь на огромном расстоянии от человека, который ими управляет. Тем не менее дроны используются и в мирных целях.

Сокращение бюджета НАСА привело к тому, что на дистанционно управляемые исследовательские зонды обратили внимание. В первую очередь при создании марсоходов. Дистанционно управляемые вездеходы (**рис. 1.1**) превзошли ожидания специалистов НАСА.

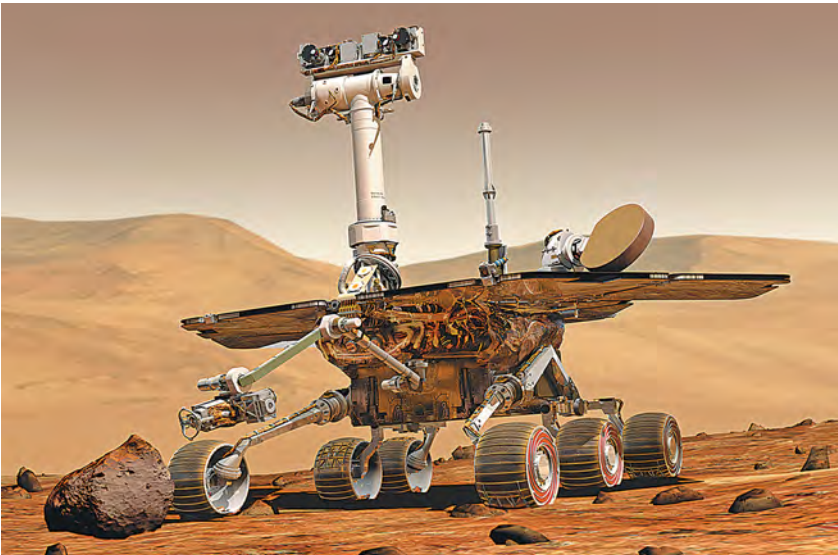


Рис. 1.1. Концепция марсохода в исполнении художника (предоставлено NASA/JPL/Cornel University)

Применение дронов на государственном уровне — это понятно, а пользуются ли ими обычные люди? Да. Энтузиасты и умельцы, владельцы малого бизнеса также успешно пользуются ими. Например, виноделы с помощью миниатюрных квадрокоптеров, оснащенных видеокамерами, осматривают листву виноградников, не выходя при этом из дома.

Применение квадрокоптеров обрушило бизнес, связанный с аэро-съемкой, так как отпала необходимость в больших вертолетах. Amazon и другие компании при помощи дронов отслеживают доставку грузов.

Цель этой книги — дать представление о современном уровне развития квадрокоптеров, БПЛА, дистанционно управляемых транспортных средств и другой техники, использующей технологию дронов, будь то ракета с акселерометром на борту, плавсредство или аэростат из майларовой пленки.

Следуя моим советам, вы построите свой собственный квадрокоптер или улучшите существующие модели.

Что такое дрон

Следует сразу сказать, что название «дрон» не совсем корректно.

Это слово означает «трутень» и навеяно, видимо, сходством жужжания пчелы и беспилотника. Как пчела бездумно выполняет свои действия, будучи управляема маткой, находящейся на расстоянии, так и роботизированный самолет с устройством управления, запрограммированным как автопилот, но с применением специальной технологии, совершает свои маневры.

Дроны делятся на два класса. Первый класс — это роботы, работающие автономно, но допускающие вмешательство оператора в определенные моменты. В остальное время автопилот перехватывает управление, что позволяет оператору управлять несколькими устройствами. Однако при необходимости оператор может взять управление на себя и отключить автопилот.

Второй класс — это квадрокоптеры и другие «вертолетоподобные» летательные аппараты. Их тоже часто называют дронами, хотя фактически это всего лишь радиоуправляемые аппараты, не являющиеся автономными. Возможно, такое совмещение терминологии произошло потому, что на базе квадрокоптеров удобно создавать различные автономные летательные аппараты.

Любители управляют целым роем квадрокоптеров, изобретая новые игры, в которых дроны сражаются друг с другом. Дроны могут нести различное оборудование — от камер и датчиков давления до ультразвуковых дальнометров. На рынке появились развивающие игры, дети и подростки собирают роботов на базе конструкторских наборов LEGO Mindstorms и VEX.

Мы присутствуем при возникновении нового явления и можем участвовать в этом. Давайте построим вместе несколько дронов.

Три стихии деятельности дронов

Дроны делятся на три типа в зависимости от среды, в которой они действуют:

- беспилотные летательные аппараты (БПЛА);
- дистанционно управляемые транспортные средства;
- вездеходы (роверы).

Рассмотрим каждый из этих типов.

Беспилотные летательные аппараты

Термин «беспилотный летательный аппарат» (БПЛА) относится к летающим дронам, например к таким, как Predator (**рис. 1.2**), то есть, если дрон передвигается и действует в воздухе, мы называем его БПЛА. Среди любителей наиболее популярны квадрокоптеры, поэтому мы сосредоточимся на этом типе БПЛА.

БПЛА чаще всего бывают радиоуправляемыми, то есть управляются радиосигналом с ручного пульта управления. Можно также использовать Wi-Fi и сотовую связь. Многие БПЛА оснащены GPS-приемниками, поэтому их маршрут можно нанести на карту.



Рис. 1.2. На примере дрона Predator мы многое узнали о дронах и их работе (предоставлено ВВС США)

Аппараты с дистанционным управлением

Аппарат с дистанционным управлением (ROV) — это подводный дрон, соединенный с судном или подводной лодкой кабелем для передачи данных, поскольку вода препятствует распространению радиоволн. ROV используются исследователями уже на протяжении многих лет (**рис. 1.3**).



Рис. 1.3. OpenROV исследует судно, потерпевшее кораблекрушение (предоставлено OpenROV)

Автомобили с дистанционным управлением

Эти радиоуправляемые автомобили с расширенными возможностями передвигаются по поверхности земли, выявляя препятствия при помощи различных датчиков. Их визитной карточкой являются гусеницы или «внедорожные» шины (**рис. 1.4**), позволяющие преодолевать неровности поверхности. Поскольку такие аппараты передвигаются по земле, для навигации можно использовать все типы датчиков, включая ультразвуковые, радиочастотные, а также датчики препятствия. В **главе 13** «Строим управляемый вездеход» вы построите свой вездеход.



Рис. 1.4. Вездеход, оснащенный камерой, «щеголяет» во внедорожных шинах (предоставлено Geoffrey Irons)

Анатомия дрона

Все дроны, изготовленные в домашних условиях, отличаются друг от друга, но всем им присуще нечто общее. Ниже перечислены детали квадрокоптера и показано, где что на нем расположено (рис. 1.5).

1. **Пропеллеры (или винты).** Обычно имеется по два обычных и два толкающих пропеллера, вращающиеся в противоположных направлениях.

2. **Рама.** Это наиболее точное название для корпуса дрона. Рама включает в себя различные элементы, например консоли (или лучи) для крепления двигателей и платформу или отсек для аппаратуры.

3. **Курсовая камера.** Камера с низким разрешением, отсылающая по радиоканалу изображение на землю.

4. **Полетный контроллер.** Автоматизирует некоторые функции в режиме ручного управления. Например, во многие устройства управления встраивается датчик уровня для сохранения горизонтального положения аппарата. Часто дроны снабжены программой, которая выполняется в случае потери управления.

5. **Приемник радиосигнала.** Эта маленькая коробочка преобразует радиосигналы в инструкции для полетного контроллера.

6. **Передний индикатор.** Оператору нужно знать, где носовая сторона зависшего аппарата, которая отнюдь не очевидна. Существует мно-

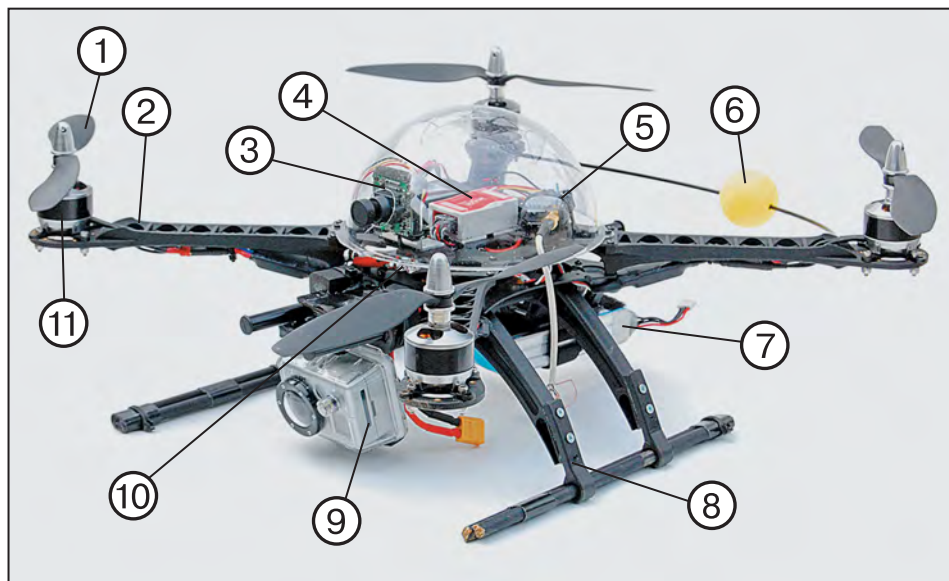


Рис. 1.5. Квадрокоптер — это комплекс деталей и оборудования (предоставлено Steve Lodefink)

жество решений: пропеллеры, покрашенные в разные цвета, светодиоды, светоотражающие материалы или, как на **рис. 1.5**, цветной шарик, которым отмечена хвостовая часть. Так что, решать вам.

7. **Источник питания.** Чаще всего это литиево-полимерный аккумулятор, который питает двигатели и бортовую электронику.

8. **Посадочные шасси.** Квадрокоптерам, к которым снизу подвешена камера или другое оборудование, нужны посадочные шасси, на которые они могут совершить посадку. Модели, не оснащенные штативом, не нуждаются в шасси и приземляются прямо на раму.

9. **Штатив.** Подвижная платформа для крепления камеры. Сервомоторы позволяют оператору вращать и наклонять камеру во время полета.

10. **Электронные регуляторы скорости** вращения пропеллеров (ESC). Преобразуют постоянный ток в переменный для бесщеточных двигателей, а также включают блоки питания двигателей. Ставят по одному на каждый двигатель. Программно-аппаратное обеспечение ESC можно менять, чтобы варьировать режимы работы двигателей. Например, контроллеры чаще всего запрограммированы так, чтобы снижать обороты двигателя перед остановкой.

11. **Двигатели.** Применяются двигатели, работающие как от постоянного, так и от переменного тока. Существует множество вариантов и ценовых категорий, в том числе и класса «премиум» для состоятельных моделлистов. В **главе 6** «Строим квадрокоптер, часть II: двигатели и пропеллеры» подробно рассматриваются двигатели, подходящие для широкого круга любительских моделей.

Заключение

Из этой главы вы узнали о дронах, их общих характеристиках. В **главе 2** «Примеры самодельных дронов» вы узнаете, какое еще применение дронам нашли люди. Вы будете удивлены многообразию решений.

Примеры самодельных дронов

Итак, у вас появилась идея построить свой собственный дрон. Отлично. Предлагаю оценить, что в этом направлении уже сделано. 12 проектов, рассмотренных в данной главе, — это лишь небольшая подборка прекрасных самоделок из того, что существует в природе.

Квадрокоптер из обода велосипедного колеса

Этот проект наглядно демонстрирует, что раму квадрокоптера можно изготовить практически из чего угодно, лишь бы это было достаточно прочным и легким. Квадрокоптер, построенный Сэмом Леем (Sam Ley), имеет неплохие летные данные и пережил несколько аварий (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Сэм Лей (Sam Ley) остроумно использовал подручные материалы для изготовления рамы (предоставлено Sam Ley [CC-A])

В **главе 4** «Строим квадрокоптер, часть I: выбор рамы» я расскажу, как приобрести или изготовить раму квадрокоптера. Прежде чем вы примете какое-то решение, еще раз посмотрите на этот оригинальный квадрокоптер и убедитесь, какое множество вариантов имеется у вас в запасе.

Миниатюрный квадрокоптер, изготовленный на 3D-принтере

Этот летательный аппарат, изготовленный пользователем Brendan22 ([thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)), имеет множество конфигураций. Одна из них — четырехвинтовой мини-квадрокоптер (**рис. 2.2**). Этому же пользователю принадлежит модель T-6. Она имеет три луча, на каждом из которых смонтировано два мотора с пропеллерами. Ознакомиться с разработками этого пользователя можно по ссылке <http://www.thingiverse.com/Brendan22/>.

Еще один пример самодельной рамы, который вы можете рассмотреть и взять на вооружение, вы встретите, когда будете изучать **главу 4** и строить собственный дрон. Вы сэкономите уйму времени, если будете черпать идеи из доступных интернет-ресурсов, подобных Thingiverse, чтобы изготовить необходимые детали. Конечно, если у вас есть 3D-принтер.



Рис. 2.2. Есть идея конструкции рамы? Просто изготовьте ее на 3D-принтере (предоставлено Brendan22)

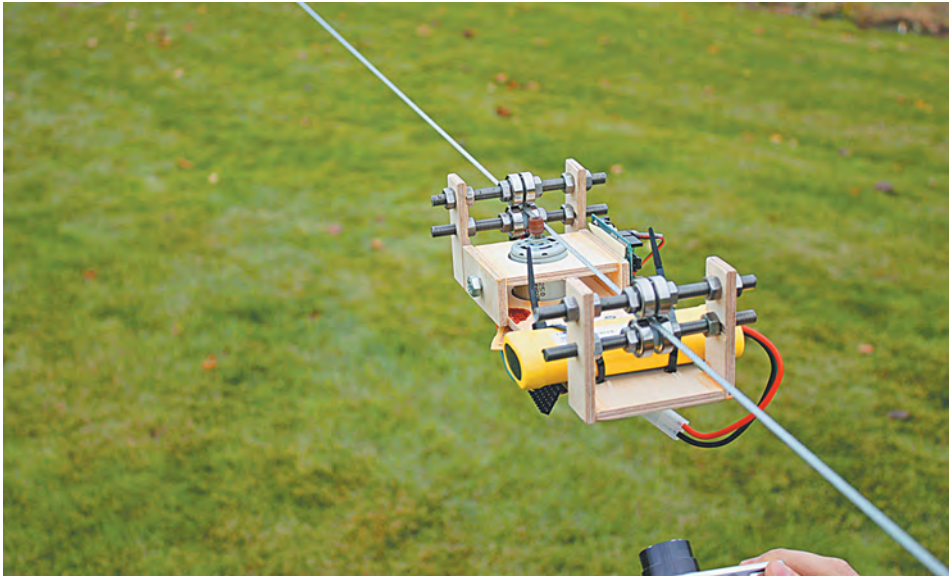


Рис. 2.3. Робот-канатоходец перемещается по веревке туда и обратно (предоставлено Pat Arneson)

Канатоходец

Робот-автомат, изготовленный Майком Хордом (Mike Hord), передвигается по бельевой веревке или кабелю до конца, а затем обратно (**рис. 2.3**). Это предельно простой дрон, и все же это дрон. У него простейшая система управления — ультразвуковой датчик, который сигнализирует контроллеру, что необходимо изменить направление вращения двигателя, — и все.

Этот робот является примером того, что дроны могут выглядеть как угодно. В четырех главах этой книги рассматриваются дроны, не относящиеся к квадрокоптерам: ракета, аэростат, лодка и вездеход.

Плавучие роботы

Это проект Стефана Келли, Софиан Одри и Самуэля Ст. Обина (Stephen Kelly, Sofian Audry, Samuel St Aubin). В его рамках создано множество плавучих роботов (**рис. 2.4**), которые перемещаются по водоему, поддерживая связь между собой посредством инфракрасных и звуковых сигналов. Интересно то, что они ведут себя как неизвестные доселе жи-

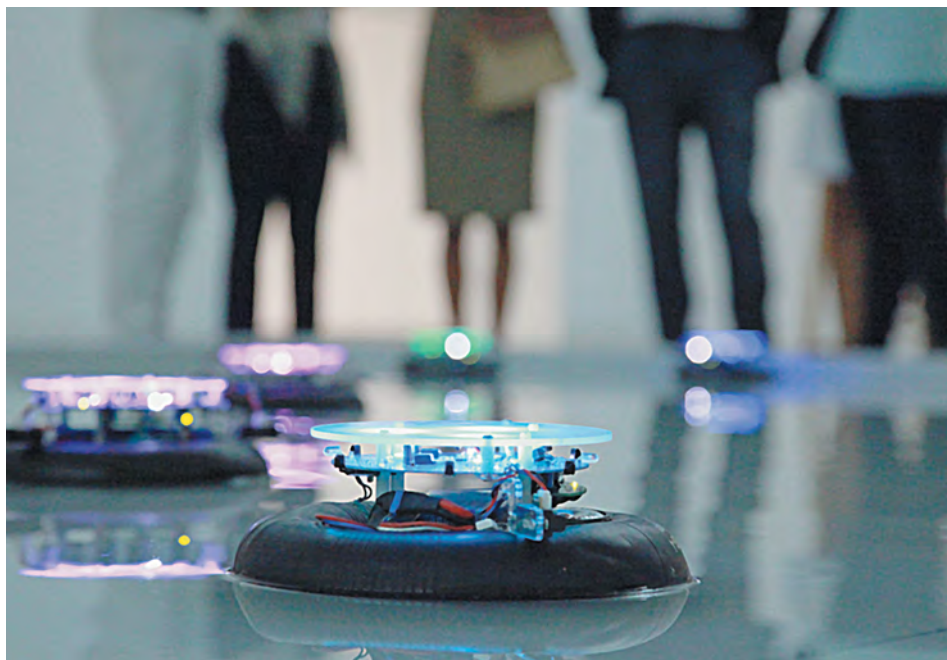


Рис. 2.4. Эти автономные роботы ведут себя, как живые существа (предоставлено Beatriz Orviz, LABoral, Испания)

вые существа. С этим проектом можно ознакомиться по ссылке <http://vessels/perte-de-signal.org/project/>.

В **главе 11** «Строим плавучий дрон» подробно рассматривается дрон, в котором для движения используется ... компьютерный вентилятор. Такие тихоходные лодочки вполне подходят для испытаний в домашних условиях.

Радиоуправляемый аэростат

Аэростат, построенный студентами и преподавателями факультета робототехники университета Айдахо (Idaho State University), имеет два двигателя постоянного тока для вращения пропеллеров. Каждый двигатель снабжен сервоприводом, что позволяет поворачивать двигатели независимо друг от друга (**рис. 2.5**). Управление осуществляется пультом дистанционного управления. На борту аэростата установлены платы XBee (на основе технологии Wi-Fi. — *Прим. пер.*), через связь с которыми осуществляется управление. Подробнее с этим проектом можно ознакомиться по ссылке <http://www.thingiverse.com/thing:98815>.



Рис. 2.5. Аэростат с гондолой, изготовленной на 3D-принтере (предоставлено Geran Call)

В **главе 7** «Строим управляемый аэростат» вы прочитаете, как построить двухмоторный аэростат с гондолой, которая вырезана лазерным резаком из дерева. Управление осуществляется бортовым приемником радиосигнала.

Квадрокоптер, оснащенный курсовой камерой

Квадрокоптер, построенный Стивом Лоудфинком (Steve Lodefink) (**рис. 2.6**), теперь уже не выглядит таким симпатичным — буквально после того как была сделана эта фотография, он упал с большой высоты и разбился. Он был оснащен двумя камерами: курсовой камерой низкого разрешения и камерой GoPro Hero2 для съемки в высоком разрешении.



Рис. 2.6. У этого симпатичного квадрокоптера вышла из строя система питания, и он рухнул на землю (предоставлено Steve Lodefink)

Глядя на фотографию, понимаешь, почему подобные модели так популярны. По мере чтения этой книги вы сможете шаг за шагом построить квадрокоптер, правда, поменьше и попроще, чем у Стива.

Управляемый трехколесный велосипед

Рама и колеса этого трехколесного велосипеда (**рис. 2.7**) изготовлены на 3D-принтере. У модели имеются управляемые передние колеса и заднее колесо, снабженное двигателем. Движение задается стандартным устройством дистанционного управления. Подробнее с этой моделью можно ознакомиться по ссылке <http://www.thingiverse.com/thing:499130>.

Дроны, которые перемещаются по поверхности, называются вездеходами или роверами. В **главе 13** «Строим управляемый вездеход» вы ознакомитесь с постройкой подобной модели. У вездеходов совершенно иные задачи и возможности по сравнению с летательными аппаратами, и создавать их очень увлекательно.

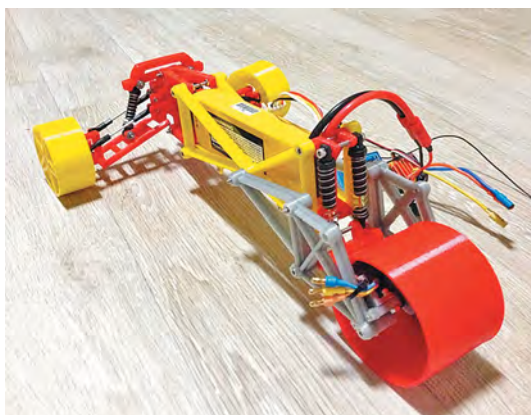


Рис. 2.7. Трехколесный велосипед, рама и колеса которого изготовлены на 3D-принтере (предоставлено cupidmoon)

[. . .]

Издание для дополнительного образования
Серия: «РОБОФИШКИ»

Бейктал Джон

**КОНСТРУИРУЕМ РОБОТОВ. ДРОНЫ.
РУКОВОДСТВО ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ**

Для детей старшего школьного возраста

Ведущий редактор *Т. Г. Хохлова*

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

Научный консультант *Н. Н. Самылкина*

Ведущие методисты *В. В. Тарапата, А. А. Салахова*

Художники *В. А. Прокудин, Я. В. Соловцова, И. Е. Марев*

Технический редактор *Т. Ю. Федорова*. Корректор *Н. В. Бурдина*

Компьютерная верстка: *В. И. Савельев*

Подписано в печать 27.06.17. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 18,2. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

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

СТАТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЕМ ЛЕГКО!

ДЖОН БЕЙКТАЛ – САМЫЙ ИЗВЕСТНЫЙ АВТОР КНИГ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ МОДЕЛИСТОВ!

Вы, конечно, слышали о дронах и даже видели их. Настало время построить собственный – это гораздо легче, чем кажется. Чтобы создать дрон, совсем необязательно быть всезнающим и все умеющим экспертом. Автор научит вас всем тонкостям этого увлекательнейшего дела. Описание каждого этапа постройки модели сопровождается пошаговыми инструкциями и многочисленными цветными фото.

Итак, вперед!

- ◆ Узнайте, что же такое дроны и чем они привлекательны.
- ◆ Прочитайте о наиболее интересных проектах – от миниатюрных квадрокоптеров, изготовленных на 3D-принтере, до разнообразных плавучих дронов.
- ◆ Познакомьтесь с готовыми наборами деталей: Parallax ELEV-8, DJI Phantom 2 Vision+, OpenROV, Acrobotics Nomad, Brooklyn Aerodrome Flack и др.
- ◆ Вооружитесь нужным инструментом.
- ◆ Постройте роботов на базе ракеты, корабля и автомобиля.
- ◆ Создайте радиоуправляемую модель аэростата, а потом переделайте ее в полностью автономную, встроив плату Arduino.
- ◆ Научите робота-вездехода навигации по RFID-меткам.
- ◆ И наконец, постройте квадрокоптер!
- ◆ Изучите основы электроники и программирования, чтобы ваша модель «оживла»!

Не пропусти интересные проекты на платформах

LEGO® MINDSTORMS® Education EV3

и **ScratchDuino!**

info@pilotLZ.ru

www.pilotLZ.ru

EAC