

Гололобов В. Н. , Ульянов В. И.

БЕСПИЛОТНИКИ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ



Наука и Техника, Санкт-Петербург

УДК 621.314:621.311.6
ББК 39.52, 32.85

Гололобов В. Н., Ульянов В. И.
Беспилотники для любознательных. – СПб.: Наука и Техника, 2018. – 256 с., илл.

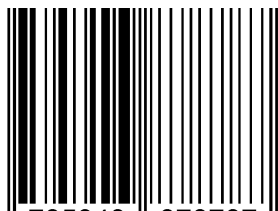
ISBN 978-5-94387-878-7

Книга поможет освоить управление беспилотными самолетами, вертолетами и мультикоптерами, ставшими особенно популярными в XXI веке. Сбылась мечта осуществлять виртуальный полет, видеть свой город сверху, снимать видео с большой высоты, наслаждаться воочию необычной панорамой, благодаря такому чудесному изобретению, как квадрокоптер. Для освоения навыков пилотирования в начале книги в ходе диалога рассматриваются основы устройства, работы и управления настоящими летательными аппаратами, такими как самолеты и вертолеты. Понимание этих основ поможет научиться управлять беспилотниками различных типов.

Рассматриваются характеристики наиболее популярных моделей квадрокоптеров. Даются полезные советы по их безопасной эксплуатации в различных погодных условиях.

Большое внимание уделено электронной начинке квадрокоптера для тех, кого больше интересует самостоятельное изготовление, настройка и ремонт. Каждый из компонентов квадрокоптера (или беспилотника) можно исследовать и настраивать с помощью общепринятых сегодня радиолюбительских инструментов. Рассмотрен и модуль Arduino, который может стать будущим полетным контроллером.

Книга предназначена для широкого круга любознательных читателей, увлеченных авиацией, беспилотными полетами, электроникой, микроконтроллерами и техническим творчеством.



9 785943 878787

ISBN 978-5-94387-878-7

Автор и издательство не несут ответственности за возможный ущерб, причиненный в ходе использования материалов данной книги.

Контактный телефон издательства
(812) 412-70-26

Официальный сайт: www.nit.com.ru

12+

© Гололобов В. Н., Ульянов В. И.
© Наука и Техника (оригинал-макет)

ООО «Наука и Техника».

Лицензия № 000350 от 23 декабря 1999 года.
198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать . Формат 70×100 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем 16 п. л.

Тираж 1200 экз. Заказ № .

Отпечатано с готовых файлов заказчика
в АО «Первая Образцовая типография»
филиал «УЛЬЯНОВСКИЙ ДОМ ПЕЧАТИ»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Это только присказка | 7 |
| Глава 1. Знакомьтесь: беспилотные летательные аппараты | 10 |
| С чего начинать работу с мультикоптером | 10 |
| Бикоптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 11 |
| Трикоптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 12 |
| Квадрокоптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 14 |
| Гексакоптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 15 |
| Октокоптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 17 |
| Соосные коптеры: конструкция, достоинства, недостатки | 18 |
| Мультикоптер: тангаж, крен, рыскание. | 19 |
| Глава 2. Почему летательные аппараты тяжелее воздуха умеют летать? | 22 |
| Союз винта и двигателя. | 22 |
| Крыло обеспечивает полет. | 23 |
| Как возникает подъемная сила | 25 |
| Глава 3. Органы управления самолетом | 27 |
| Внешние элементы управления | 27 |
| Взлетно-посадочная механизация крыла | 29 |
| Органы поперечного управления самолетом. | 30 |
| Органы непосредственного управления подъемной силой | 30 |
| Увеличение эффективного размаха крыла | 31 |
| Глава 4. Учимся управлять самолетом | 32 |
| Как самолет управляется по крену | 32 |
| Как самолет управляется по высоте | 34 |
| Как самолет поворачивает в полете. | 36 |
| Глава 5. Воздушные винты в авиации и не только.... | 37 |
| Первые воздушные винты | 37 |
| Воздушный винт Леонардо да Винчи. | 38 |
| Воздушный винт Михаила Ломоносова. | 39 |
| Современный воздушный винт | 41 |
| Воздушный винт на экраноплане | 42 |
| Аэросани – почти самолет, мчащийся по снежному полю | 43 |
| Как работает воздушный винт. | 44 |
| Геометрический шаг воздушного винта. | 48 |
| О длине и количестве лопастей | 49 |
| Как и зачем изменяется шаг винта на основных этапах полета | 50 |
| Регулятор постоянства оборотов. | 53 |
| О механизме поворота лопастей | 53 |
| Преимущества и недостатки воздушных винтов. | 56 |
| Импеллеры – кто они? | 58 |

| | |
|--|------------|
| Глава 6. Как устроен вертолет | 60 |
| Основные отличия вертолета от самолета | 60 |
| Фюзеляж | 61 |
| Взлетно-посадочные устройства | 61 |
| Крыло и оперение | 62 |
| Силовая установка и трансмиссия | 63 |
| Система управления вертолетом | 64 |
| Глава 7. Особенности воздушных винтов вертолета | 66 |
| Винты: несущий и рулевой | 66 |
| Реактивный момент и борьба с ним | 69 |
| Глава 8. Принцип работы вертолета | 75 |
| Создание подъемной силы лопастью несущего винта | 75 |
| Этапы взлета вертолета и горизонтальный полет | 77 |
| Автомат перекоса кольцевого типа | 79 |
| Рычаг «ШАГ-ГАЗ», ручка управления и корректор | 82 |
| Глава 9. Учимся пилотировать вертолет | 83 |
| Основные режимы полета | 83 |
| Взлет | 83 |
| Движение вперед | 84 |
| Режим висения | 84 |
| Движение вертолета назад и боком влево-вправо | 89 |
| Управление силой тяги рулевого винта | 91 |
| Глава 10. Снижение вертолета при отказе двигателя | 92 |
| О пользе авторотации | 92 |
| Автожир и рекорды Жана Буле | 93 |
| Глава 11. Беспилотники: какие же они разные..... | 94 |
| Здравствуй, эра беспилотников | 94 |
| Насколько большим должен быть беспилотник, чтобы его назвали малым? | 95 |
| Давайте разберемся в терминологии | 96 |
| Знакомьтесь, платформа первая: вертолетная | 97 |
| Мультироторная (мультивинтовая) платформа | 98 |
| Самолетная платформа | 99 |
| Летающее крыло | 100 |
| Беспилотник со складывающимися в полете крыльями | 101 |
| Беспилотник научился приземляться как птица | 102 |
| О степени готовности беспилотников к полету | 103 |
| Глава 12. Выбор оптимального квадрокоптера | 105 |
| Какой марки коптер вы ищите? | 105 |
| Фото-видеокамера | 108 |
| Время полета | 109 |
| Дальность и безопасный маршрут полета | 112 |

| | |
|--|------------|
| Запасные части | 112 |
| Квадрокоптер ценовой категории 35\$ Hubsan X4 (H107L). | 113 |
| Квадрокоптер ценовой категории 50\$ Syma X5HC. | 114 |
| Квадрокоптер ценовой категории 100\$ UDI U818A. | 115 |
| Квадрокоптер ценовой категории 105\$ Syma X8G. | 116 |
| Квадрокоптер ценовой категории 110\$ Holy Stone F181 RC | 117 |
| Квадрокоптер ценовой категории 700\$ 3DR Solo | 118 |
| Квадрокоптер ценовой категории 800\$ Q500 Typhoon. | 119 |
| Квадрокоптер ценовой категории 1000\$ DJI Mavic Pro. | 121 |
| Квадрокоптер ценовой категории 2000\$ DJI Phantom 4 PRO | 122 |
| Особенности гоночных квадрокоптеров. | 123 |
| Гоночный квадрокоптер HobbyKing TBS Vendetta 240. | 123 |
| Гоночный квадрокоптер Eachine Racer 250 | 124 |
| Гоночный квадрокоптер ARRIS X-Speed 250B RTF. | 125 |
| Гоночный квадрокоптер ImmersionRC Vortex 250 Pro | 126 |
| Гоночный квадрокоптер Lumenier QAV210-RTF Charpu Edition | 127 |
| Глава 13. Что у квадрокоптера внутри? | 129 |
| Функциональная схема любительского квадрокоптера. | 129 |
| Работа пульта управления: протоколы. | 130 |
| Двигатели: легче и мощнее | 132 |
| Аккумуляторы: питают все | 134 |
| Гироскоп и акселерометр: укажут точное положение. | 137 |
| Полетный контроллер – всему голова. | 137 |
| Функциональная схема продвинутого беспилотника. | 138 |
| Глава 14. Квадрокоптер в воздухе | 142 |
| Как квадрокоптер разбирается со своими винтами? | 142 |
| Акселерометр и электронный гироскоп | 142 |
| Интерфейс – главный посредник. | 143 |
| Какие сигналы на шине видит осциллограф | 150 |
| Глава 15. Приручаем модуль трехосевого гироскопа и акселерометра MPU-6050 | 154 |
| Модули гироскопа, акселерометра и барометра. | 154 |
| Принцип действия гироскопа | 156 |
| Подключаем гироскоп. | 157 |
| Может проще создать вертолет? | 168 |
| Глава 16. Беспилотник без присмотра. | 170 |
| Самостоятельный полет беспилотника | 170 |
| Возможности датчиков расстояния | 171 |
| Используем ультразвуковой датчик. | 173 |
| Глава 17. Высота полета или модуль барометра | 178 |
| Используем модуль барометра | 178 |
| Определение высоты в реальном самолете | 182 |

| | |
|--|------------|
| Глава 18. Прокладываем и контролируем маршрут, используем GPS. . . . | 189 |
| Глава 19. Бортовой компьютер – командир квадрокоптера. | 194 |
| Глава 20. Связь «земли» с «пилотом» беспилотника | 212 |
| Радиосвязь в управлении беспилотником | 212 |
| Стандарты передачи управляющего сигнала | 214 |
| Глава 21. Знакомьтесь: модули радиосвязи с частотами 2,4 ГГц и 433 МГц. . . . | 217 |
| Глава 22. Рассмотрим ближе пульт управления беспилотником | 227 |
| Кнопка – простейший элемент управления. | 227 |
| Сложнее – с работой джойстиков. | 228 |
| Замечание по самостоятельной разработке пульта управления. | 233 |
| Глава 23. В завершении поговорим о «непонятках» | 235 |
| Нюансы управления с помощью PWM сигналов микроконтроллера | 235 |
| Электронный регулятор скорости. | 238 |
| Моделирование компонентов PID-регулятора | 241 |
| Глава 24. Глава последняя: когда ж наступит лето?! | 247 |
| Использованная литература и Интернет-ресурсы | 248 |