

ПРЕДИСЛОВИЕ



С давних времен человечество мечтало о полетах по небу. И вот, спустя более чем век после полетов братьев Райт, у человечества появилась новая технология.

Это – дроны.

Дроны – это не просто хобби, но и технология, которая привлекает больше всего внимания в сфере бизнеса. Они таят в себе большие возможности, и возможно, вскоре благодаря дронам появятся новые бизнес-модели.

А раз дроны – это не простое развлечение, но технология, которая вскоре получит широкое распространение в сфере бизнеса, то они обречены на популярность. Рынок дронов, на котором появились и беспилотники для хобби, и большие, профессиональные модели, растет быстро, и на него выходят все новые и новые модели и производители.

Простыми моделями дронов может научиться управлять любой человек «прямо из коробки» через приложение на смартфоне.

Но с другой стороны, дроны могут послужить причиной несчастных случаев.

Растет количество аварий – беспилотник упал в толпу и нанес людям увечья; запущенный на взлетной полосе беспилотник помешал самолетам и т.п.

Чтобы дроны можно было спокойно и безопасно использовать в бизнес-сфере, разрабатываются меры и принимаются законы, которые регулируют их использование, определяют полетные зоны и методы полета. Удобство дронов делает их легкодоступным инструментом и для злоумышленников, поэтому, само собой, что и эта сфера будет регулироваться.

Однако меня, автора книги, беспокоит тот факт, что по мере усложнения законодательства дроны станут менее доступны для новичков, а следовательно, рост рынка остановится.

В 2016 году я основал компанию под названием «Drone College» и интернет-сообщество «Drone University» для обучения профессионалов и популяризации знаний о дронах. В настоящий момент у нас более 400 выпускников.

В ходе обучения я пришел к выводу, что легкая и простая книга о дронах нужна не только нашим студентам, но и всем желающим познакомиться с дронами. Так и появилась эта манга.

«Сложно ли управление дронами для начинающих?», «Будет ли так понятнее?», «А что, если для простоты излагать объяснения в таком порядке?» – весь мой опыт нашел отражение на страницах нашей книги.

Наконец я бы хотел поблагодарить студентов и выпускников, инструкторов и работников, которые поддерживали меня. Я хотел бы выразить вам глубочайшую благодарность. Я также хотел бы поблагодарить профессора Митиаки Танака из бизнес-

школы университета Риккё за неоценимую помощь и руководство в опубликовании книги. Я также благодарю автора манги и сценария Хосии Хирофуми, Аки Фукамори, художника и Trend Pro, а также издательство Ohmhsa за продакшн манги. Спасибо вам.

Я буду крайне рад, если эта книга поможет вам создать компанию, в которой будут использоваться дроны, и прийти к успеху.

Ноябрь 2019

Drone University of Japan

Исполнительный директор Нагура Синго

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	V
ПРОЛОГ. А ВОТ И ДРОНЫ!	1
ГЛАВА 1. БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ О ДРОНАХ	13
1. Примечание о законах, регулирующих полеты дронов в Российской Федерации.....	34
2. У какого производителя дроны лучше?.....	35
3. Почему у дронов разное количество пропеллеров?	36
4. История дронов.....	40
5. Популярные модели дронов	42
6. Устройство дрона	45
ГЛАВА 2. КАК ЗАПУСТИТЬ ДРОН?	51
1. ПОМНИТЕ! Пред- и послеполетные осмотры обязательны по закону!	80
2. Не забудьте об осмотре места полетов!	81
3. Ветер и дождь - главные враги дрона!.....	82
4. GPS - панацея от всего?.....	85
5. Незнание законов и правил не освобождает от ответственности!.....	87
6. Что необходимо для подачи уведомления (разрешения) о полете	96

**ГЛАВА 3. КАК СТАТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ
ОПЕРАТОРОМ ДРОНА?.....101**

1. Информацию о плане полета нужно собрать и уточнить
заранее! 122
2. Для безопасного полета необходим брифинг123
3. На что обратить внимание во время полета..... 136
4. Периодически проводите калибровку датчиков 139
5. Что нужно знать для безопасного полета.....142

**ГЛАВА 4. КОММЕРЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
ДРОНОВ.....147**

1. Доля рынка дронов в бизнесе 168
2. Прогноз роста сферы инспекции.....170
3. Большой опыт работы дронов в сельском хозяйстве172
4. Дроны в сфере логистики: рост ожиданий 175
5. Использование дронов в других общественно-важных
сферах176
6. Использование дронов в сфере строительства и работ,
где необходима высокая точность!178
7. Использование дронов для внутренних работ,
где не действует Закон о гражданской авиации179
8. Роль дронов в предотвращении преступлений..... 180
9. Использование дронов для аэрофотосъемки..... 180
10. При создании компании с использованием дронов
ориентируйтесь на стратегию государства 182
11. Воздушные такси..... 182

**ПРИЛОЖЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ ПОПРАВКИ
"ЗАКОНА О ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ"
И "ПОСТАНОВЛЕНИЯ О ПРИМЕНЕНИИ ЗАКОНА
О ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ"189**

ПРОЛОГ

А ВОТ И ДРОНЫ!





МЦЦ-ТЯН!

МЦЦ-ТЯН!



Ой!

Сорано Асука

КУДА ЖЕ ТЫ
ПОДЕВАЛАСЬ?



МЯУ!



ПОСТОЙ, ТЫ ПЛАЧЕШЬ?

ВЗЛЛЛЛ

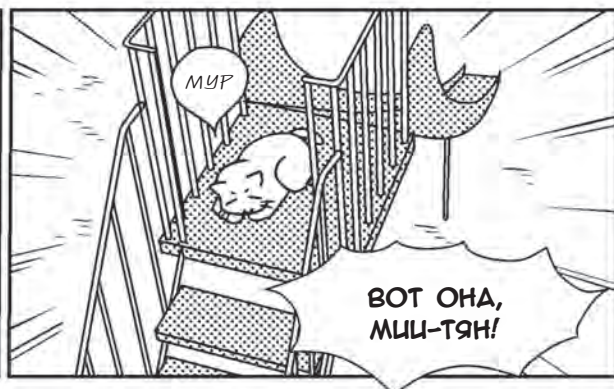
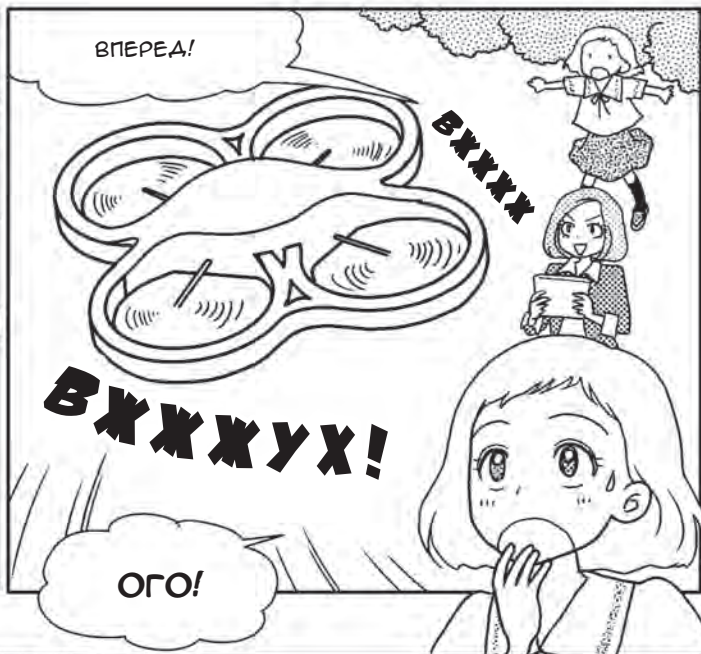


ЧТО-ТО СЛУЧИЛОСЬ?

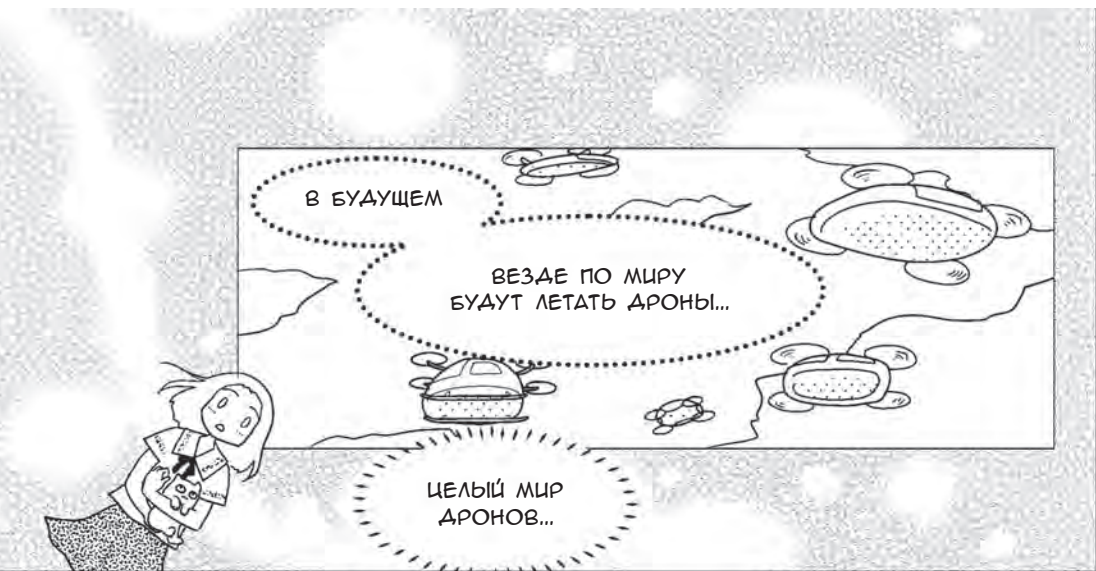
А КАКОЙ СЕГОДНЯ
КРАСИВЫЙ ЗАКАТ!

Тэма Харуми







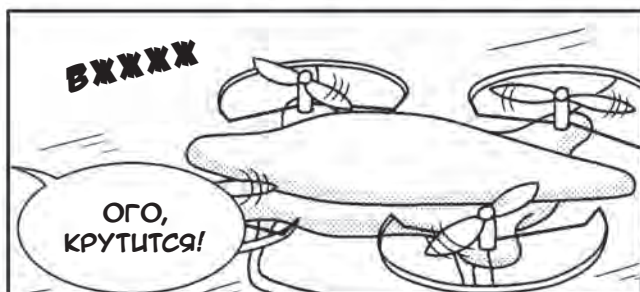






Наконец, купила! 🎵







ЗАПУСК ДРОНА
БЕЗ РАЗРЕШЕНИЯ

ПО ЗАКОНУ НАКАЗЫВАЕТСЯ
ШТРАФОМ ДО 500 ТЫСЯЧ ЦЕН.

НО РАНЬШЕ
ЗДЕСЬ МОЖНО БЫЛО
ЗАПУСКАТЬ ДРОНЫ.

НО С ТЕХ ПОР
БЫЛО МНОГО АВАРИЙ, СВЯЗАННЫХ
С БЕСПИЛОТНИКАМИ, ПОЭТОМУ
ЗАКОН ИЗМЕНИЛИ.

АВАРИЙ?

22 АПРЕЛЯ 2015 ГОДА
ДРОН БЫЛ НАЙДЕН
НА ТЕРРИТОРИИ РЕЗИДЕНЦИИ
ПРЕМЬЕР-МИНИСТРА.

ЭТО БЫЛО
НА САМОМ
ДЕЛЕ!

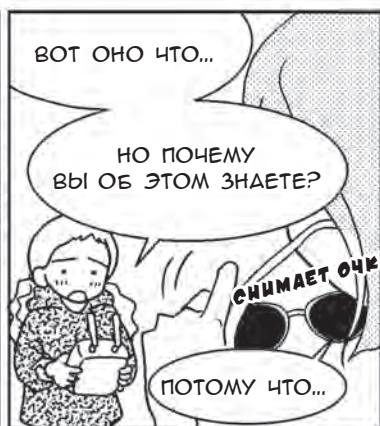
Небольшой дрон был обнаружен сотрудником администрации премьер-министра через 2 недели после приземления на крыше. Через несколько дней мужчина, запустивший дрон, явился с повинной и был обвинен в нарушении закона о хранении взрывчатых веществ и в действиях с целью воспрепятствования работе правительственных организаций¹.

А 9 МАЯ 2015 ГОДА
ДРОН УПАЛ НА ТЕРРИТОРИИ
БУДАИЙСКОГО ХРАМА
АЗЭНКОАЗИ В НАГАНО!

И ЭТО
ТОЖЕ БЫЛО
НА САМОМ
ДЕЛЕ!

Во время похоронной процессии в храме Дзэнкодзи неподалеку упал дрон. Люди не пострадали. Подросток (15 лет), который снимал церемонию и выкладывал в интернет, пришел в полицию и был поставлен на учет.

¹ В тексте не говорится, но к дрону была прикреплена капсула с радиоактивным песком из префектуры Фукусима. Источник: <https://www.japantimes.co.jp/news/2016/02/16/national/crime-legal/man-landed-drone-roof-japanese-prime-ministers-office-gets-suspended-sentence/>. – Прим. перев.





ГЛАВА 1

БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ О ДРОНАХ





ДО СВИДАНИЯ.
ПРИЯТНО БЫЛО
ПОЗНАКОМИТЬСЯ.



КСТАТИ, В МИРЕ
ДРОНОВ ПРОГРЕСС
ДВИЖЕТСЯ ОЧЕНЬ
БЫСТРО!



ГОСПОЖА
ДИРЕКТОР!



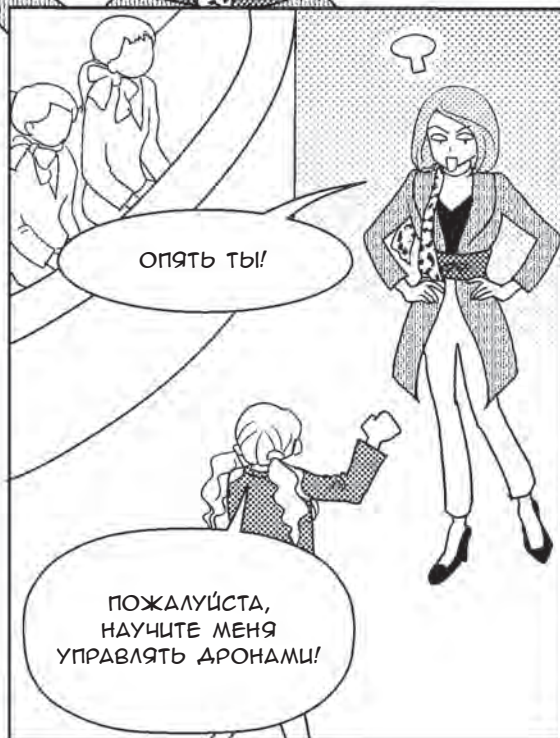
ПРИШЛА ДЕВУШКА,
КОТОРАЯ ХОЧЕТ
С ВАМИ ПОГОВОРИТЬ.

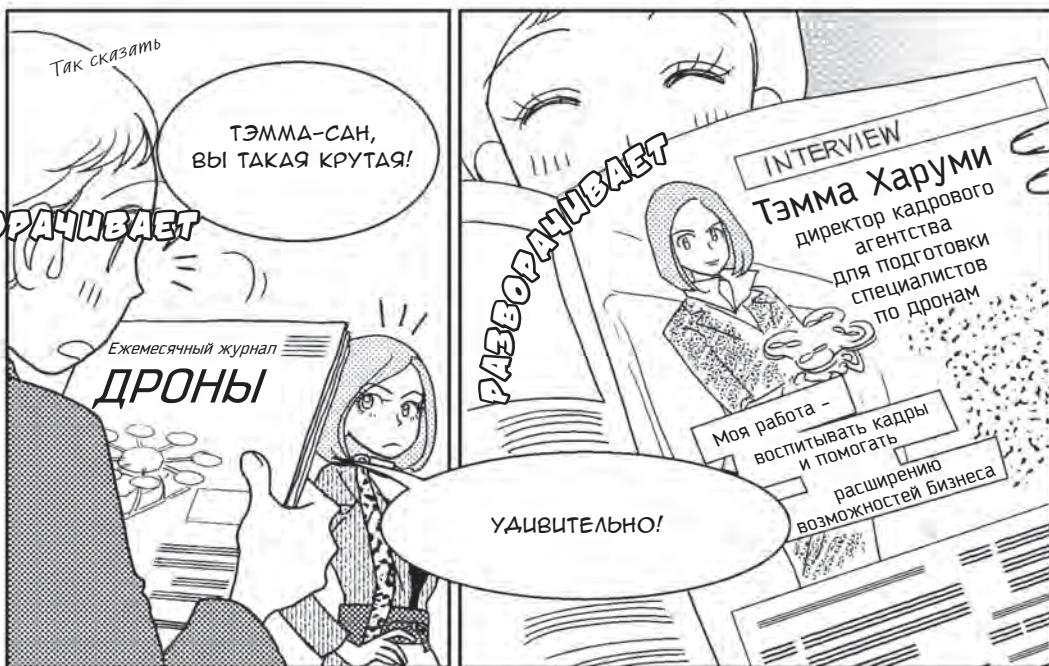


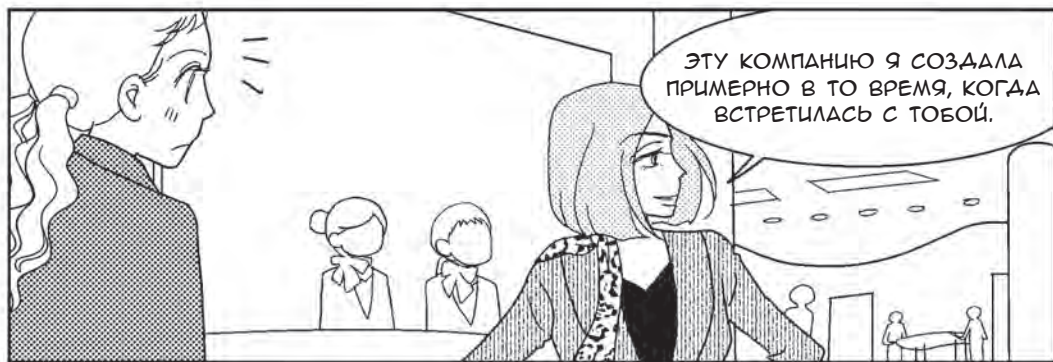
ЧТО-ТО
ВАЖНОЕ?

НАСТАИВАЕТ,
ЧТО ХОЧЕТ
ВСТРЕТИТЬСЯ...

ЧТО СКАЗАТЬ?
ОТПРАВИТЬ
ОБРАТНО?







И ЭТО БЫЛ
ЕДИНСТВЕННЫЙ ПОВОД,
ДА?



НУ, Я НАШЛА
В СЕБЕ ХРАБРОСТЬ,
ЧТОБЫ СДЕЛАТЬ ЕЩЕ
ОДИН ШАГ ВПЕРЕД.



ТОГДА ПОЛУЧАЕТСЯ,
ЧТО ЭТА ФИРМА
ПОЯВИЛАСЬ
БЛАГОДАРЯ МНЕ?



ЧТО?

РАЗВЕ ЭТО НЕ ТАК?

ВЕДЬ БЕЗ МЕНЯ
ЭТОЙ ФИРМЫ БЫ
НЕ БЫЛО?



В-ВИДИМО ТАК...

ТОГДА СЕГОДНЯ
Я ТОЖЕ НАШЛА В СЕБЕ
ХРАБРОСТЬ, ЧТОБЫ
СДЕЛАТЬ ШАГ ВПЕРЕД!





И СКОЛЬКО ТЫСЯЧ СТОИТ
ЭТА ИГРУШКА (ДРОН)?
НЕ БУДЬ ДУРОЧКОЙ.

Подруга

ЭТО
БЕССМЫСЛЕННО...

Семья

Друг

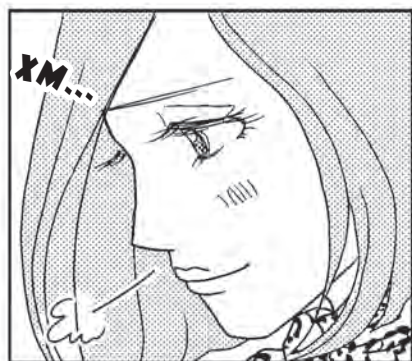
КОМПАНИЯ, КОТОРАЯ
ЗАНИМАЕТСЯ ДРОНАМИ?
ЧТО ЭТО ВООБЩЕ ТАКОЕ?
НЕ ДУМАЮ, ЧТО У ТЕБЯ
ЧТО-ТО ПОЛУЧИТСЯ.

КОГДА Я ДУМАЛА
ОСНОВАТЬ КОМПАНИЮ

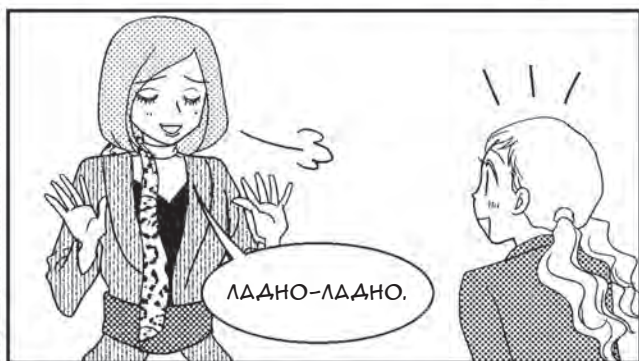
ВОТ ЧТО МНЕ
ГОВОРИЛИ...



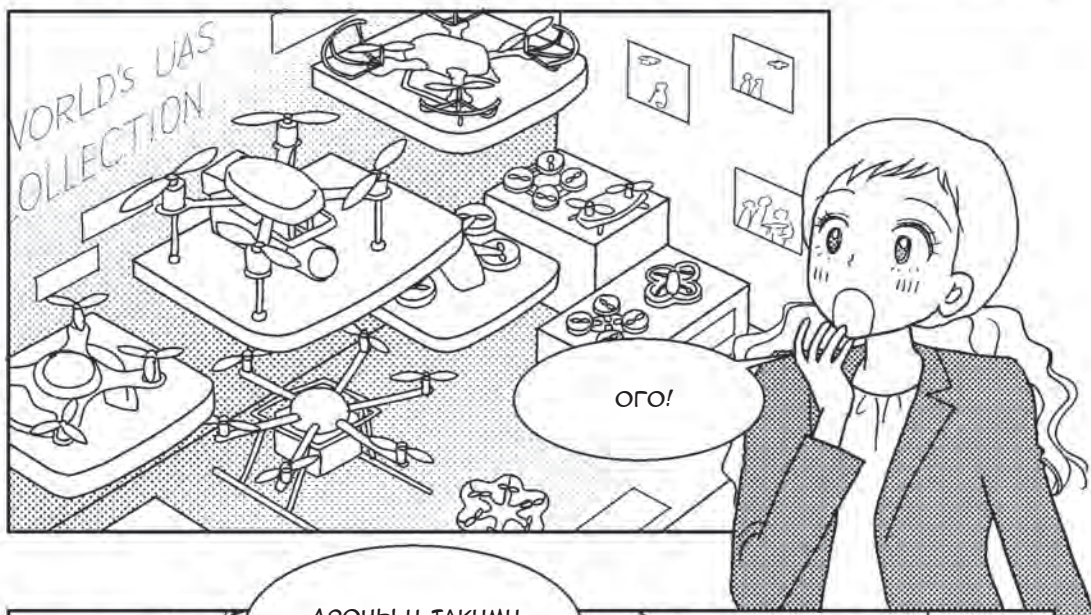
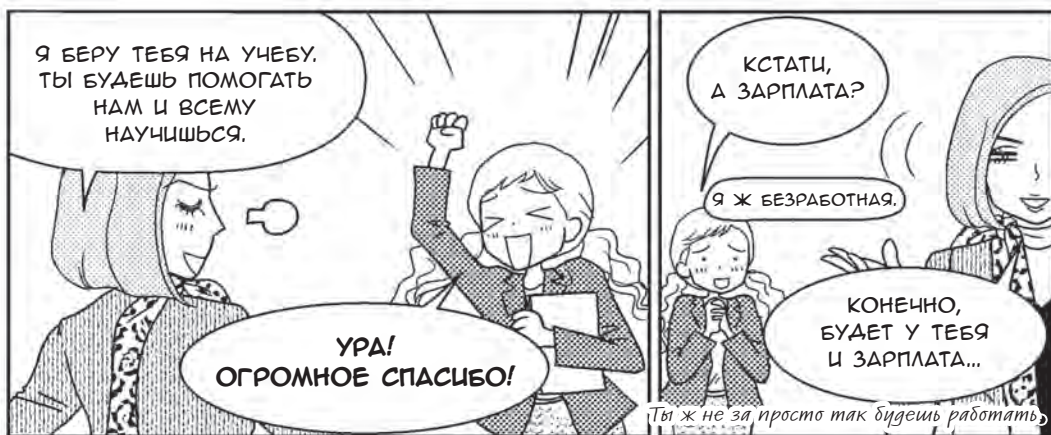
Я ТОЖЕ ХОЧУ, ЧТОБЫ ЭТОТ
ДЕНЬ СТАЛ СУДЬБОНОСНЫМ,
КАК И У ВАС, ТЭММА-САН!



ХМ...



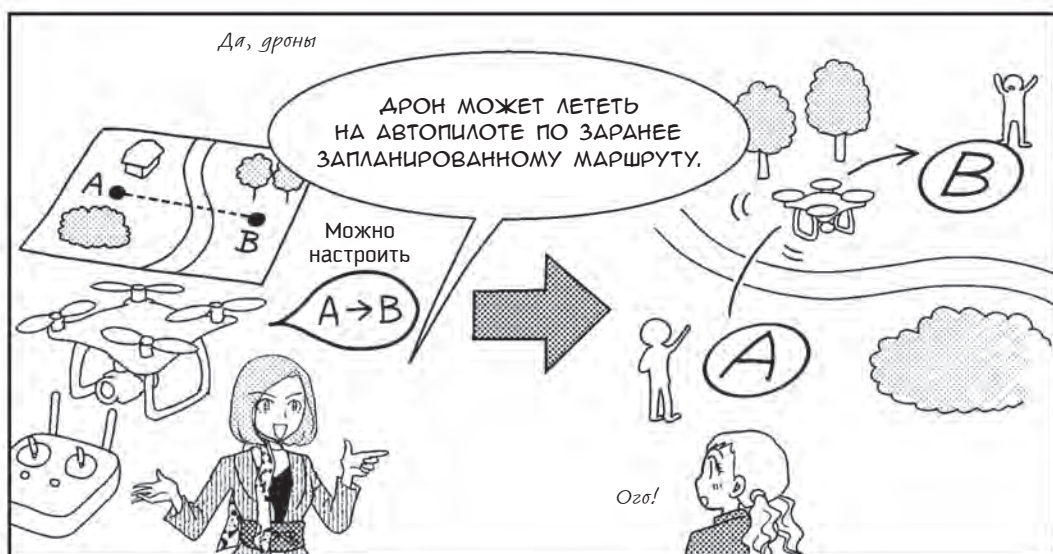
ЛАДНО-ЛАДНО.







Да, дроны







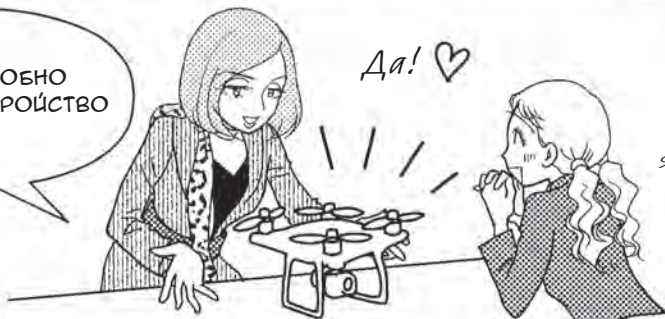
ДРОНЫ УСЛОВНО ДЕЛЯТСЯ
НА ДВЕ ГРУППЫ:

ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО
И ЛИЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.



ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДРОНАМИ С РАЗНЫМИ МАССАМИ НЕОБХОДИМО ПРИНИМАТЬ ВО ВНИМАНИЕ РАЗНЫЕ ЗАКОНЫ. НО ОБ ЭТОМ ПОЗЖЕ.

А ПОКА ПОДРОБНО РАССМОТРИМ УСТРОЙСТВО ДРОНА.



Да! ♥

Я так ждала! ♥
Настоящий дрон! ♪

Устройство дрона

Два пропеллера двух видов, которые вращаются по часовой и против часовой стрелки (если это квадрокоптер)

Пропеллеры

Ротор

При изменении скорости вращения, дрон может подниматься или опускаться

Система спутниковой навигации*

Принимает радиосигнал от спутников для определения положения дрона

Датчики

Нужны для стабилизации дрона во время полета

Компас

Устройство для определения правильности курса

Стабилизатор

Предохраняет камеру от тряски и удерживает ее в горизонтальном положении

Опора

Ножки, которые защищают камеру и стабилизатор при приземлении

Камера

У современных моделей дронов камера может снимать с разрешением 4K

ЗАПОМНИ,
КАК НАЗЫВАЮТСЯ
СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ДРОНА!

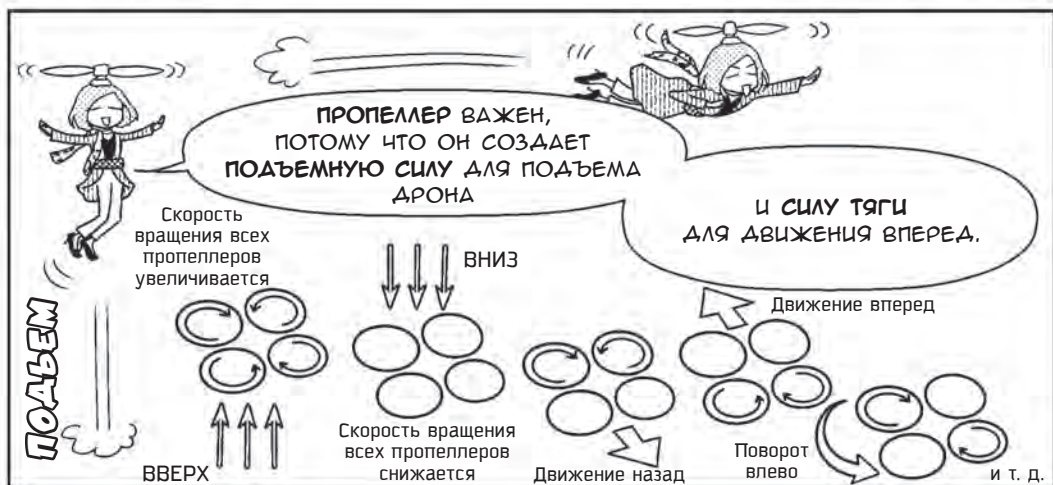
АГА!

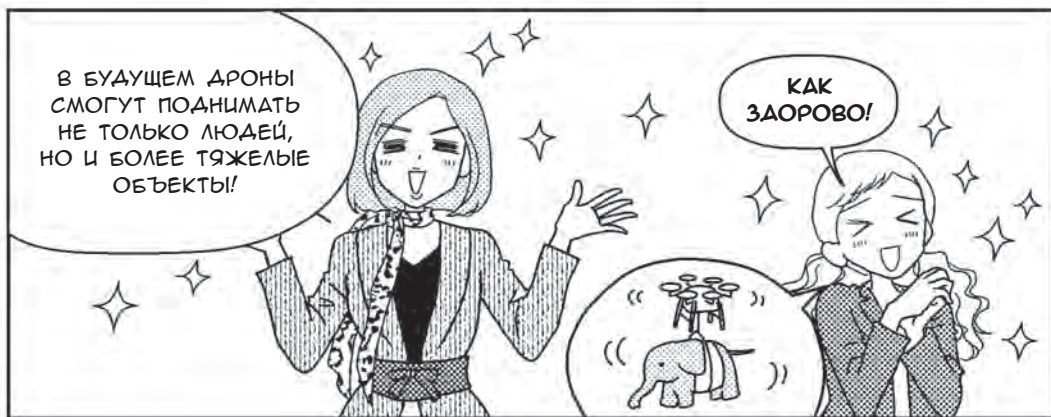
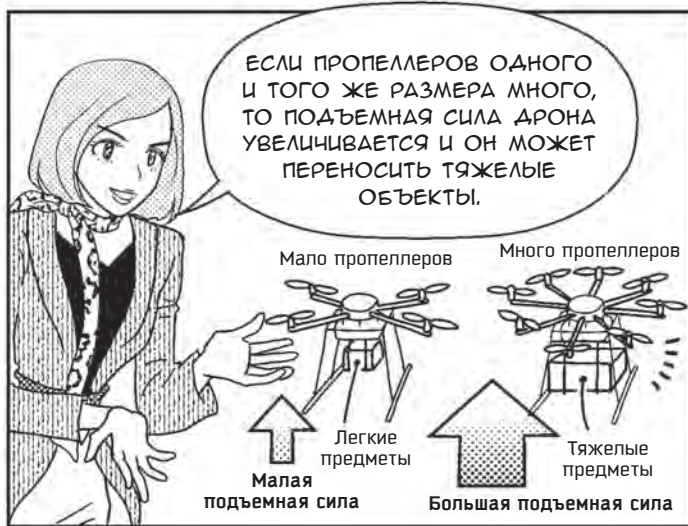
* Устанавливается на дроны, которые предназначены для полетов вне дома.

НА ДРОНАХ
УСТАНАВЛИВАЕТСЯ СИСТЕМА
GPS, КОТОРАЯ ПОЗВОЛЯЕТ
ПОНЯТЬ, ГДЕ ОН НАХОДИТСЯ,

И КОМПАС,
КОТОРЫЙ ПОМОГАЕТ
ОПРЕДЕЛИТЬ КУРС.

А ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ
В ПРОСТРАНСТВЕ ПОЗВОЛЯЕТ
ДРОНУ ВИСЕТЬ НА МЕСТЕ ДАЖЕ
ПРИ ПОРЫВАХ ВЕТРА.







В РАЗНЫХ СТРАНАХ
ЗАКОНЫ МОГУТ
РАЗЛИЧАТЬСЯ,
НО ЕСТЬ И ОБЩИЕ
НОРМЫ.

Бесполетные зоны – запрет на полеты малоразмерных БПЛА в определенных местах.

Правила полетов – свод законов и правил о полетных зонах, для которых необходимо разрешение, о получении разрешения на полет и уведомлении о полетах.

Запрет на опасные полеты – запрещено запускать дроны над местами массового скопления людей, близко подлетать к людям и т. д.

Защита персональных данных – запрет на разглашение персональных данных, полученных при съемке с дрона.

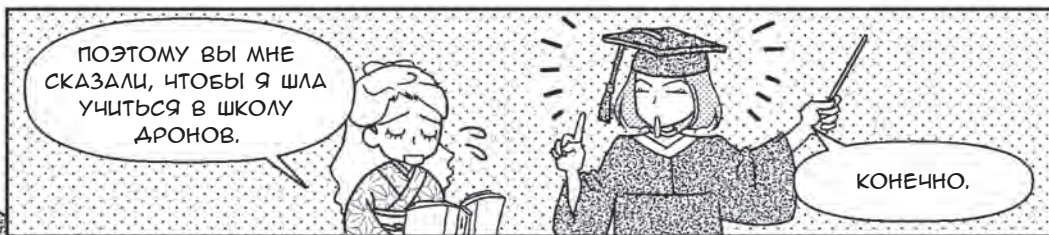
Защита частной собственности – запрет полетов над частными территориями без согласия владельца.

Закон о радиочастотах – о разрешенных для использования радиочастотах.

Местные законы и правила – в некоторых регионах могут быть приняты дополнительные законы и правила.

Внимательно изучи законы и правила перед запуском дрона!





ЧТО ЭТО ЗНАЧИТ?

СОГЛАСНО ВОЗДУШНОМУ КОДЕКСУ ВСЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ МАССОЙ ВЫШЕ 250 ГРАММОВ НУЖНО РЕГИСТРИРОВАТЬ И ПОЛУЧАТЬ РАЗРЕШЕНИЕ НА КАЖДЫЙ ПОЛЕТ.

Определение объекта

Нужна регистрация	Масса устройства вместе с батареей суммарно превышает 250 граммов
Не нужна регистрация	Масса устройства вместе с батареей суммарно ниже 250 граммов



ТО ЕСТЬ ЛУЧШЕ ВСЕГО
ТРЕНИРОВАТЬСЯ
НА ЛЕГКИХ ДРОНАХ!

ХОРОШАЯ ИДЕЯ!



МНОГие ТАК ДУМАЮТ,
НО ЭТО ВО ВСЕ НЕ ЗНАЧИТ,
ЧТО НА ЛЕГКИЕ ДРОНЫ
НЕ ДЕЙСТВУЮТ ДРУГИЕ
ЗАПРЕТЫ!

Ой!

**НЕЛЬЗЯ
ЗАПУСКАТЬ
ДРОНЫ
ПРОСТО ТАК!**



Правила безопасности

**ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ
И ЗАЩИТЫ ЧАСТНОЙ ЖИЗНИ
РАСПРОСТРАНЯЮТСЯ
НА ВСЕ ДРОНЫ!**

*К радиуправляемым устройствам
это тоже относится!*



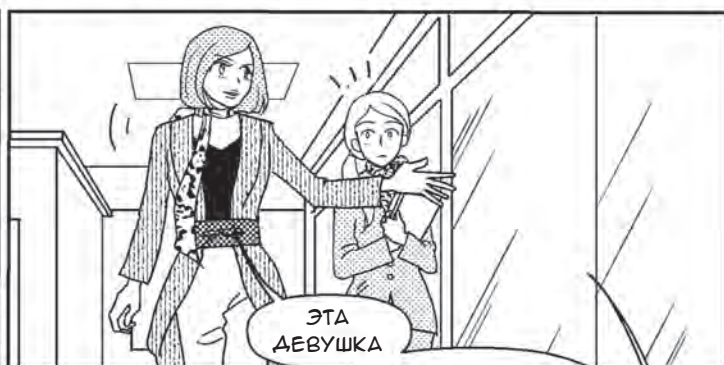
ТО ЕСТЬ Я ДОЛЖНА
ТОЧНО ЗНАТЬ
ВСЕ ЗАКОНЫ...

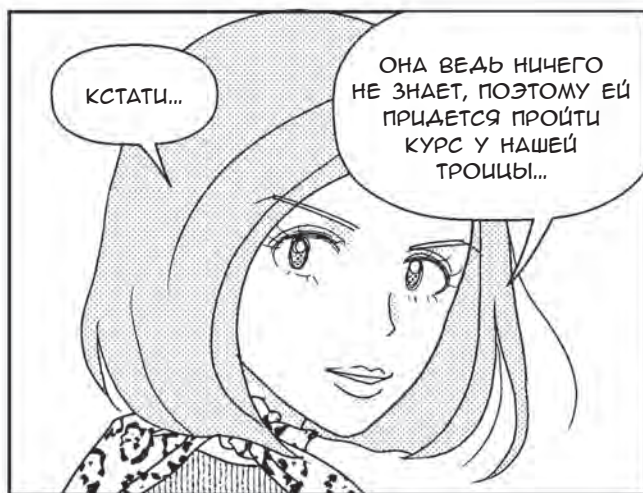


КОНЕЧНО!

НЕЗНАНИЕ ЗАКОНОВ
НЕ ОСВОБОЖДАЕТ
ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ...

Да





1. ПРИМЕЧАНИЕ О ЗАКОНАХ, РЕГУЛИРУЮЩИХ ПОЛЕТЫ ДРОНОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В России все законы, относящиеся к летательным аппаратам сведены в **Воздушный кодекс РФ** и дроны не исключение.

Основу правовой базы составляет постановление Правительства РФ № 138 от 11.03.2010. Согласно его второму параграфу, **беспилотный летательный аппарат** – летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов.

Кроме того, любой дрон, подлежащий регистрации, считается полноценным воздушным судном, а его владелец (оператор) автоматически становится командиром воздушного судна.

Дроны весом более 250 граммов подлежат постановке на учет с получением регистрационного номера. Для запуска таких дронов нужно предварительно получить разрешение на полеты, а непосредственно перед запуском уведомить зонального диспетчера по контролю за воздушным движением.

Процедура регистрации и получения разрешения на полет только кажется сложной. На самом деле достаточно пройти ее один раз, чтобы научиться.

Иными словами, дроны – это такие же воздушные суда, как и те, которые находятся на службе авиакомпаний или же используются в военных действиях. Отличие лишь в том, что на их борту нет оператора (пилота). Поэтому на территории России беспилотные летательные аппараты должны эксплуатироваться строго в соответствии с Воздушным кодексом РФ.

2. У КАКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ДРОНЫ ЛУЧШЕ?



Дроны бывают разные. По способу применения их можно разделить на три основные категории:

- 1) дроны для военных и оборонных целей (например, модель General Atomics Predator RQ-1);
- 2) дроны для личного пользования\хобби (например, модель DJI MAVIC 2 PRO);
- 3) дроны для коммерческих целей (например, модель PF1).

Изначально дроны разрабатывались и развивались для военных и оборонных целей (1). Их придумали для разведки и атаки, чтобы не подвергать опасности пилотов. На самом деле, разведка и бомбардировка при помощи беспилотников велась еще со времен войны в Персидском заливе 1990 года.

Однако в последнее время все внимание концентрируется на целях 2 и 3. Такие дроны разрабатывают компании DJI (штаб-квартира – Китай, Шэньчжэнь), Parrot (штаб-квартира – Франция) и 3D Robotics (штаб-квартира в Беркли, Калифорния, США). У каждого производителя есть свои особенности. Так, DJI производит более 70 % мультикоптеров в мире и является лидером в этой области; eBee (дрон самолетного типа с фиксированными крыльями), который является продуктом компании senseFly (подразделения компании Parrot), используется для широкоформатной съемки; также многое обещают и продукты японских компаний Autonomous Control Systems Laboratory Ltd и Prodrone Co., Ltd, которые проводят исследования и выпускают дроны по заказу в зависимости от грузоподъемности для использования в сферах логистики и инспекции, где важна прочность.

3. ПОЧЕМУ У ДРОНОВ РАЗНОЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОПЕЛЛЕРОВ?



Модели дронов бывают такими:

- 1) однороторные (один ротор – один пропеллер для создания подъемной силы, винтокрылый летательный аппарат);
- 2) мультикоптер (несколько роторов – несколько пропеллеров для создания подъемной силы, винтокрылый летательный аппарат);
- 3) модели с вертикальным взлетом и посадкой (Vertical Take-Off and Landing Aircraft, комбинация винтокрылых летательных аппаратов и устройств с неподвижными крыльями).

Вдобавок, мультикоптеры в зависимости от количества роторов (то есть моторов) делятся на следующие категории:

- трикоптер → три пропеллера;
- квадрокоптер → четыре пропеллера;
- гексакоптер → шесть пропеллеров;
- октокоптер → восемь пропеллеров.

При использовании одинаковых пропеллеров, чем больше пропеллеров, тем выше подъемная сила. Если дрон переносит тяжелое оборудование, например, камеру, то устройство с большим количеством пропеллеров будет устойчивее.

С другой стороны, устройство с меньшим количеством пропеллеров будет дешевле и эффективней благодаря простой конструкции.



*Дрон с одним пропеллером YAMAHA FAZER R:L31
(Источник фотографии: Yamaha Motor Co., Ltd)*



*Трикоптер (3 пропеллера) YI Technology Erida
(Фотография с сайта YI Technology)*



*Квадрокоптер (четыре пропеллера) DJI Mavic 2 Pro
(Источник фотографии: DJI JAPAN Co., Ltd.)*



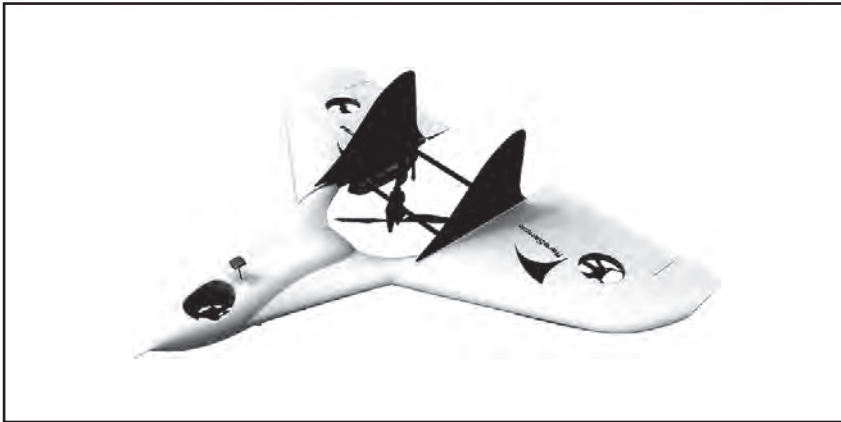
*Гектакоптер (6 пропеллеров) ACSL PF1
(Источник фотографии: Autonomous Control Systems Laboratory, Inc.)*



*Октакоптер (8 пропеллеров) DJI AGRAS MG-1P RTK
(Источник фотографии: DJI JAPAN Co., Ltd.)*



*Октакоптер (8 пропеллеров) YMR-08: L80
(Источник фотографии: Yamaha Motor Co., Ltd.)*



Модель дрона с вертикальным взлетом Aerosense AS-DT01-E
(Источник фотографии: Aerosense Corporation)

4. ИСТОРИЯ ДРОНОВ



История развития дронов показывает, как менялось их устройство, назначение и другие признаки.

Считается, что первым беспилотным аппаратом была разработанная в 1918 году воздушная торпеда Кеттеринга (Kettering bug).

4.1. Воздушная торпеда («жук») Кеттеринга

Воздушная торпеда Кеттеринга – беспилотная воздушная торпеда, которая появилась в 1918 году во время Первой мировой войны.

Она представляла собой массово производимое устройство, которое прикреплялось к корпусу из дерева и папье-маше. Перед запуском заранее рассчитывали количество оборотов пропеллера, необходимое для достижения цели, и когда срабатывал счетчик оборотов, пружинный механизм выбивал шпильки, которые держали крылья, двигатель отключался и устройство падало. Торпеда несла 180 фунтов (81 кг) взрывчатого вещества.

4.2. De Havilland DH.82B Queen Bee

De Havilland DH.82B Queen Bee – учебный самолет-мишень, разработанный в 1935 году для военно-тренировочных целей.

Это модификация пилотируемого самолета De Havilland DH.82 Tiger Moth, которая допускала беспилотный полет благодаря наличию в задней кабине пневматического сервопривода с радиоуправлением, связанного с Y-образным штурвалом.

4.3. BQ-7

BQ-7 – модификация бомбардировщика B-17, главного бомбардировщика армии США в годы Второй Мировой войны. BQ-7 называли, и до сих пор называют «дроном». В ходе секретного «Проекта Афродита» на европейском фронте Второй мировой войны, эту модификацию разработали для переноски большого количества взрывчатки. Необходимость контроля за состоянием фюзеляжа и дистанционного пилотирования привела к установке телевизионных камер и радиоуправления.

Один из главных недостатков BQ-7 заключался в том, что нельзя было удаленно деактивировать защитный предохранитель боевого заряда.

4.4. RQ-1 Predator (Хищник)

В 1995 году появился первый беспилотник, который можно было использовать в условиях боевых действий. Это RQ-1 Predator. R означает «Reconnaissance» (разведка), Q – обозначение беспилотников у ВВС США, 1 – первый беспилотный разведывательный летающий аппарат.

В 2005 году буква R в названии модели были изменена на M (Multi), чтобы отразить модификацию беспилотника, у которой появилась возможность нести оружие.

Очевидно, что дроны должны обладать такими функциями: стабильный управляемый или автономный полет, дистанционное управление и возвращение на базу для заправки и обслуживания.

5. ПОПУЛЯРНЫЕ МОДЕЛИ ДРОНОВ



Теперь поговорим о самых крупных производителях беспилотников для личного и коммерческого использования, которые сегодня лидируют на рынке.

В 1989 году компания Keyence (штаб-квартира – Осака, Япония), запустила первый коммерческий дрон GyroSaucer E-170, который стал продаваться в Японии. Однако мировым «хитом» в мире дронов стала модель AR.Drone французской компании Parrot, которая вышла в 2010 году, а затем, в 2012 появился дрон Phantom китайской компании DJI.

5.1. AR.Drone

Стабильный полет AR.Drone обеспечивается благодаря шести-осному гироскопу и ультразвуковому датчику для измерения высоты. Кроме того, используя смартфон или планшет как контроллер и наклоня экран, можно интуитивно управлять дроном; он также оснащен функцией FPV (в полете передаются изображения с камер, установленных спереди и сзади дрона). Дрон можно спокойно запускать дома благодаря защите пропеллера из вспененного полипропилена. Благодаря таким качествам эта модель стала очень популярной сразу после начала продаж.

Каждый год появляются новые, улучшенные модели, и параметры камеры, время и качество полета радикально изменились в лучшую сторону. Более того, если вы регистрируетесь в «AR.Drone Academy» – сообществе пользователей AR.Drone, то сможете делиться видео и данными о полете с операторами AR.Drone со всего мира, а также записывать маршрут полета и визуализировать его в 3D.

В настоящее время для аэрофотосъемки используется Bebop Drone. Он управляется на частотах в 2,4 и 5 ГГц (в Японии для использования частоты в 5 ГГц необходима лицензия), может летать в пределах 2 км, и оборудован 14-мегапиксельной камерой с широкоугольным объективом, которая позволяет снимать видео с полем обзора в 180°.

Компания senseFly, которая производит модели дронов с неподвижным крылом, такие как eBee, является коммерческим под-

разделением Parrot Group. В настоящий момент senseFly является лидером в сфере картографирования при помощи дронов.

5.2. Phantom

Серии моделей с оптимальной стоимостью Phantom принадлежит главная заслуга в распространении дронов по всему миру. Первые модели весили около 1 кг, имели продолжительность полета в 10 минут, а также были оборудованы подвесом для крепления экшн-камеры GoPro.

Однако вскоре появилась модель Phantom 2, параметры которой были значительно улучшены – продолжительность полета составила 25 минут, появились режимы полета по точкам и висения, а также автоматическое возвращение и приземление. К ней также можно было присоединить стабилизатор камеры, необходимый для аэрофотосъемки. Благодаря Phantom 2 дроны стали широко применяться для съемок.

Год от года модели Phantom становились все лучше и лучше. У Phantom 4 появилась передняя камера с функцией автоматического избегания препятствий, кнопки на пульте управления для пуска и остановки записи видео, а также круговой индикатор для управления углом поворота камеры.

DJI, компания-производитель моделей Phantom, является крупнейшим мировым производителем мультикоптеров с линейками небольших беспилотников Spark и Mavic, крупных беспилотников в серии Inspire и с профессиональной серией Matrice. Штаб-квартира компании находится в Шэньчжэне, который называют китайской «Кремниевой долиной»

5.3. ACSL

ACSL, первая японская компания-производитель дронов, которая вышла на Токийскую фондовую биржу в 2018 году, с момента своего запуска в ноябре 2013 года открыла новую эру воздушных технологий в Японии благодаря использованию наработок и в сфере технологии полностью автономных дронов, которые выпускаются с 1998 года в лаборатории Кэндзо Нонами, почетного профессора университета Тиба.

Модель ACSL-PF1, которая целиком производится в Японии, может модифицироваться под разные цели:

- для инспекционных полетов на нее можно установить камеру и стабилизатор;
- для логистики – специальный держатель;
- для полевых работ – распылитель;
- для геодезических целей – лазерный дальномер.

Эта модель может похвастаться высокой устойчивостью – тесты на непрерывный полет на протяжении 100 часов с питанием от электрической сети не показали поломок. Кроме того, взлет, полет и приземление могут происходить полностью автономно.

5.4. YMR

Организация по развитию авиационных технологий в сфере сельского, лесного и рыболовного хозяйства, которая подчиняется Министерству сельского хозяйства, лесных угодий и рыбного промысла Японии, с 1980 года занимается разработкой методики использования дронов для распыления агрохимических удобрений с целью оптимального внесения строго в нужных местах. Система получила название RCASS (Remote Control Spray System, система дистанционного управления распылением удобрений). Сначала для этой цели был создан беспилотный вертолет с системой соосных несущих винтов, затем производство было передано компании Yamaha Motor Co., Ltd, которая разработала первый в мире уникальный беспилотный вертолет для промышленного применения. Однако из-за сложной конструкции, массы, превышающей 100 кг, недостаточно стабильного управления и высокой стоимости, он не получил применения на практике, и в марте 1988 года разработка была заморожена.

Параллельно RCASS, в 1985 году компания Yamaha Motor в сотрудничестве с известным производителем моделей вертолетов Hirobo начала разработку беспилотного вертолета с рулевым винтом. В 1987 году была завершена работа над первым промышленным беспилотным вертолетом Yamaha для промышленного применения – моделью R-50 (L09). Эта модель с грузоподъемностью в 20 кг стала первым в мире серийным беспилотным вертолетом для промышленного распространения удобрений и агрохимикатов.

С этого момента модель претерпевала различные улучшения, и теперь YMR-08, мультикоптер компании Yamaha, используется во всем мире.

6.1. Почему дроны летают?

У вертолетов и дронов одинаковый принцип полета. Когда ротор мотора вращается, вместе с ним вращается и пропеллер, создавая разницу в давлении воздуха между верхней и нижней поверхностями пропеллера. Если давление воздуха под нижней поверхностью пропеллера превышает давление над его верхней поверхностью, то появляется сила, которая тянет пропеллер вверх (подъемная сила, которая направлена вертикально вверх). Поэтому аппарат поднимается в воздух.

Более того, если пропеллеров несколько и скорость вращения их роторов можно менять, то летательный аппарат может двигаться вверх или вниз, влево или вправо, вперед или назад. Если вы посмотрите на пропеллеры дрона в процессе полета, вы увидите, что соседние пропеллеры вращаются в разные стороны.

Когда дрон летит вперед, то он движется с легким наклоном в направлении полета. Точно так же дрон наклоняется при полете в других направлениях. Это происходит потому что скорость вращения роторов в направлении движения падает. При повороте квадрокоптера вокруг его вертикальной оси (поворот по курсу) меняется скорость вращения диагонально расположенных пропеллеров. За счет этого возникает реактивный крутящий момент.

6.2. Принципы работы дрона

Дроны летают благодаря моторам, которые вращают пропеллеры. Моторы в мультикоптерах, например серии DJI Phantom, называются бесколлекторными (бесщеточными) двигателями.

У бесколлекторных двигателей, как ясно из названия, нет коллектора. Напротив, коллекторным двигателям, вроде тех, о которых вам рассказывали на уроках физики в школе, для вращения необходимы щетки (скользящие контакты) и коллектор, которые изнашиваются во время эксплуатации. Для вращения бесколлекторного двигателя требуется специальное электронное устрой-

ство. Более того, в такой двигатель можно установить датчик Холла для проверки вращения мотора, что помогает поддерживать стабильную скорость, а в случае возникновения нестандартных ситуаций – перегрузки, заклинивания, обрыва одного из проводов и т. п. – подать сигнал и остановить мотор. Другие достоинства включают в себя возможность плавной регулировки скорости вращения, высокий крутящий момент и экономию энергии батареи.

Оборотами ротора бесколлекторного двигателя управляет электронный регулятор хода (ЭРХ, ESC, electronic speed controller). Каждому двигателю нужен свой ЭРХ, поэтому у дронов обычно столько же регуляторов хода, сколько двигателей.

К выходу ЭРХ подключены три силовых провода, по которым течет ток, питающий обмотки двигателя. Ротор вращается благодаря тому, что ЭРХ в нужный момент меняет направление и силу тока в обмотках в соответствии с положением ротора. То есть в бесколлекторном моторе ЭРХ играет роль коллектора и щеток коллекторного мотора.

С другой стороны, на входе ЭРХ тоже три провода, два из них силовые – положительный и отрицательный от источника питания, а третий – сигнальная линия по которой поступают управляющие сигналы от контроллера полета (КП, Flight Controller). КП связан с гироскопом, акселерометром, барометром, ультразвуковым датчиком расстояния, магнитным компасом, GPS и другими устройствами, которые собирают информацию для полета.

6.3. Датчики дрона

1. Гироскоп и акселерометр

Гироскоп измеряет скорость изменения угла наклона летательного аппарата и важен для его динамической стабилизации. Акселерометр похож по назначению на гироскоп, но он измеряет ускорения, зависящие от угла наклона дрона. Комбинируя показания гироскопа и акселерометра можно измерять как угол, так и скорость наклона и парировать крен в противоположном направлении, тем самым позволяя дрону стабильно парить параллельно земле. Другими словами, это самые важные датчики для стабилизации дрона в полете.

2. Барометр и ультразвуковой дальномер

Барометр измеряет атмосферное давление, которое снижается по мере набора высоты, и применяется для оценки высоты полета дрона. Поскольку барометр измеряет только давление воздуха, он может неправильно функционировать, когда оно меняется во время порывов ветра.

Ультразвуковой дальномер тоже применяется для измерения высоты дрона. Точности барометра недостаточно для измерения высоты у поверхности земли и безопасной автоматической посадки. Поэтому и нужен ультразвуковой дальномер, который точно измеряет небольшие (до 2–3 м) расстояния. Благодаря использованию барометра на высоте и ультразвукового дальномера у поверхности земли, можно держать под контролем высоту дрона во всех ситуациях.

3. Датчик магнитного поля (компас)

Датчик магнитного поля, который также называют компасом, использует естественный магнетизм Земли (геомагнетизм), чтобы измерить угол между направлением дрона и направлением на север. Однако положение магнитного севера геомагнитного поля отличается от истинного географического севера на карте, и величина этого отклонения зависит от места и времени. Например, в Саппоро (на севере Японии) направление на магнитный север отличается от направления на истинный север примерно на 9° к востоку, в то время как в Наха (на юге Японии) эта разница составляет примерно 5° (информация с сайта Государственной палаты по геопространственной информации Японии). Следовательно, при смене места полетов дрона, необходимо провести калибровку компаса и внести в настройки контроллера полета разницу между магнитным и истинным севером.

4. ИИБ (Инерциальный измерительный блок)

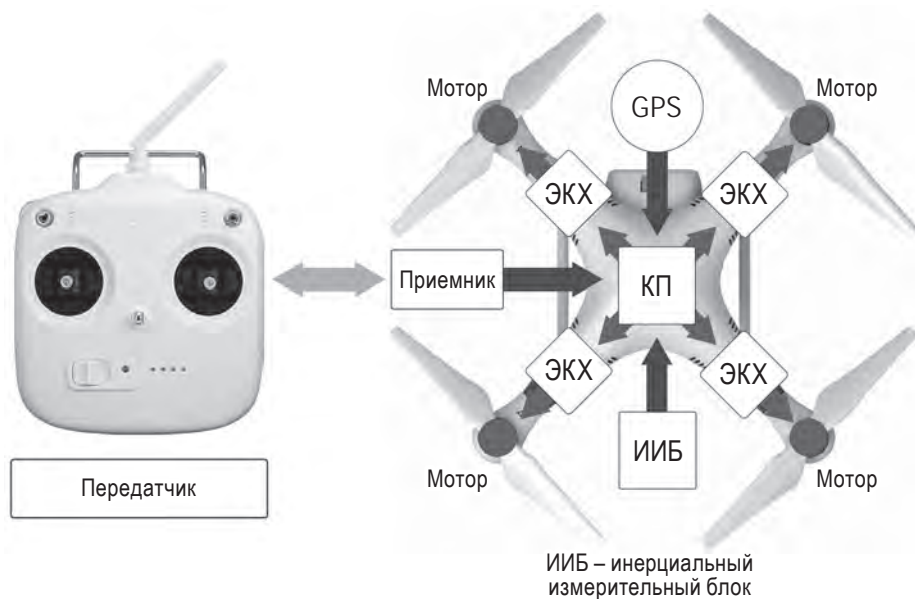
GPS – это спутниковая система США, одна из глобальных спутниковых навигационных систем (GNSS, Global Navigation Satellite System). Информация о положении дрона извлекается из сигнала GPS, аналогично тому, как это происходит в системах автомобильной навигации или смартфонах. Благодаря GPS можно определить широту и долготу контрольных точек для автопилота, зафиксировать координаты «домашней» точки взлета и заставить дрон парить на одном месте.

Это **навигационная спутниковая система** – ей оборудованы дроны, которые предназначены для использования вне дома. Однако иногда возникают потери связи – аналогично ситуациям, когда система навигации в автомобиле не может определить координаты, если машина проезжает через туннель. Поэтому для безопасного управления дроном важно обращать внимание на состояние сигнала GPS.

Боле того, некоторые мультикоптеры, например Phantom, для определения своих координат кроме сигнала GPS могут получать сигналы российской спутниковой системы ГЛОНАСС.

В целом датчики, которые измеряют положение дрона в пространстве, называются ИИБ (Инерциальный измерительный блок, Inertial Measurement Unit).

В ситуациях, когда КП выдает сигналы наподобие «Ошибка ИИБ», «Стабилизация невозможна», «Компас не настроен» и т. д., необходимо провести процедуру калибровки ИИБ. Обязательно проводите ее перед съемками или перед полетом.



Устройство дрона

Для заметок

