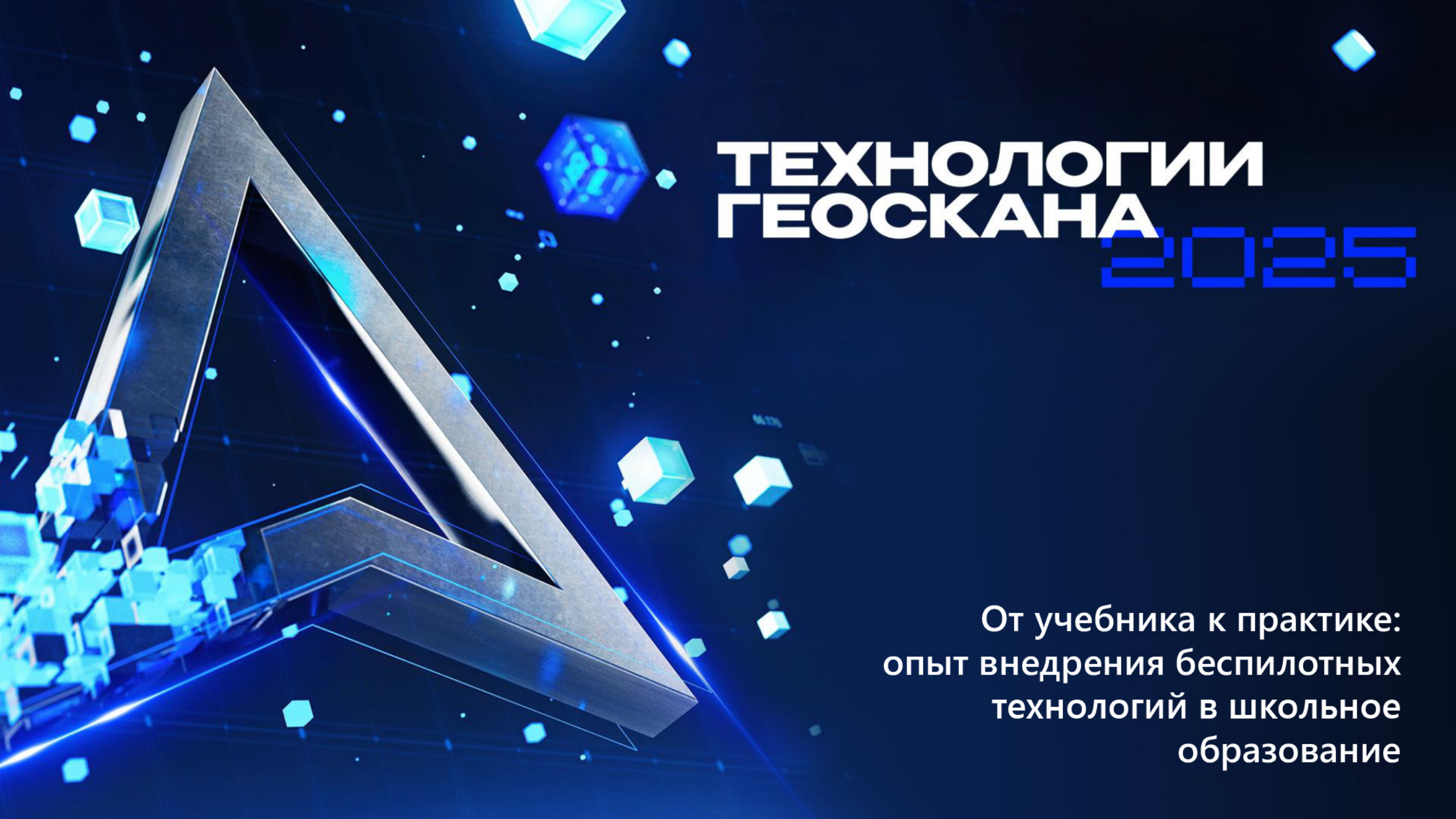


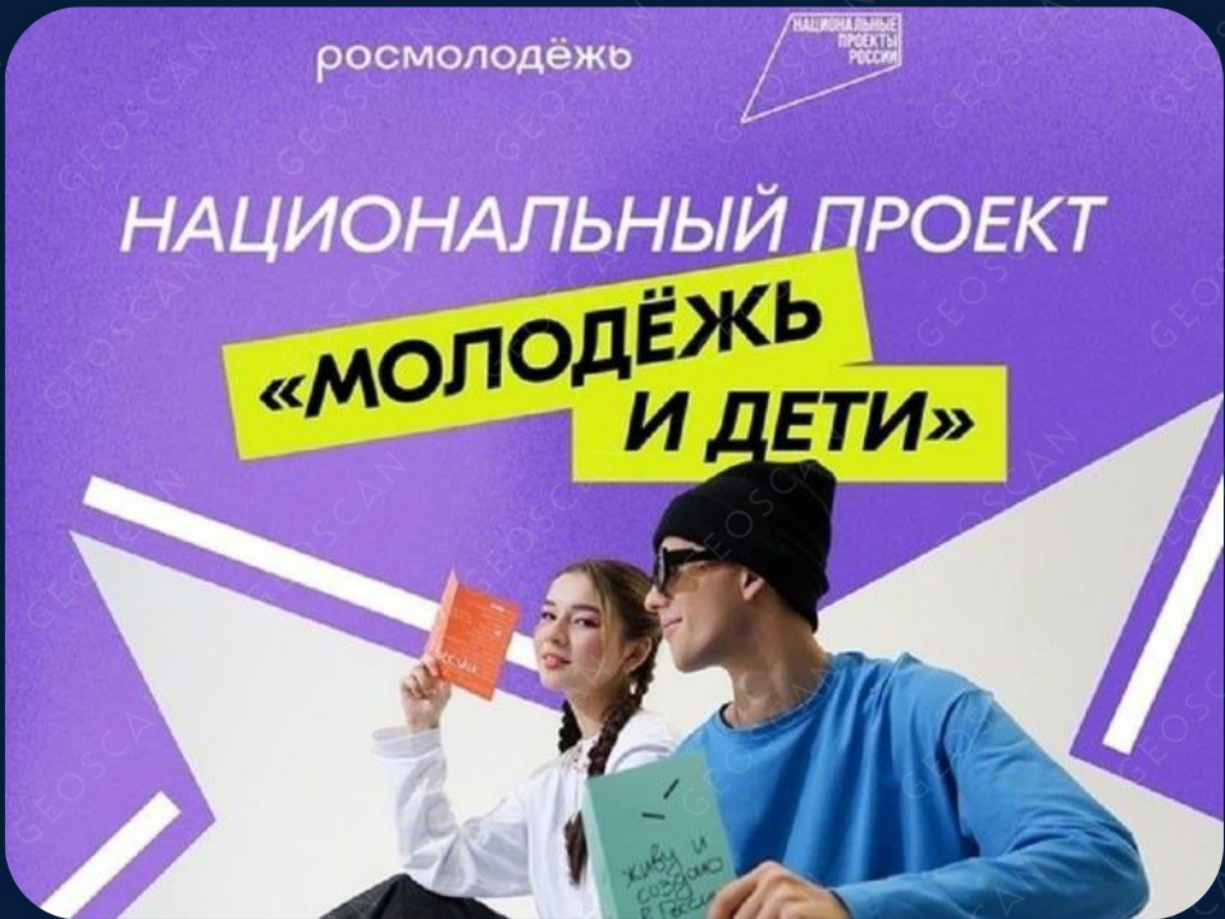


ТЕХНОЛОГИИ ГЕОСКАНА

2025

От учебника к практике:
опыт внедрения беспилотных
технологий в школьное
образование

Молодежь и дети



СТРУКТУРА НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «МОЛОДЁЖЬ И ДЕТИ»



ИТ-классы в московской школе



Что есть сейчас



КВАНТОРИУМ

Особенности издания



- ➔ **Актуальность.** Учебник составлен в 2024 году и содержит актуальную информацию о сфере БАС.
- ➔ **Практико-ориентированный подход.** Содержит практические задания, которые помогут читателям применить полученные знания на практике.
- ➔ **Доступность.** Материалы составлены простым языком для читателей с разным уровнем подготовки.

Почему нужен учебник

В рамках модуля
«Робототехника»



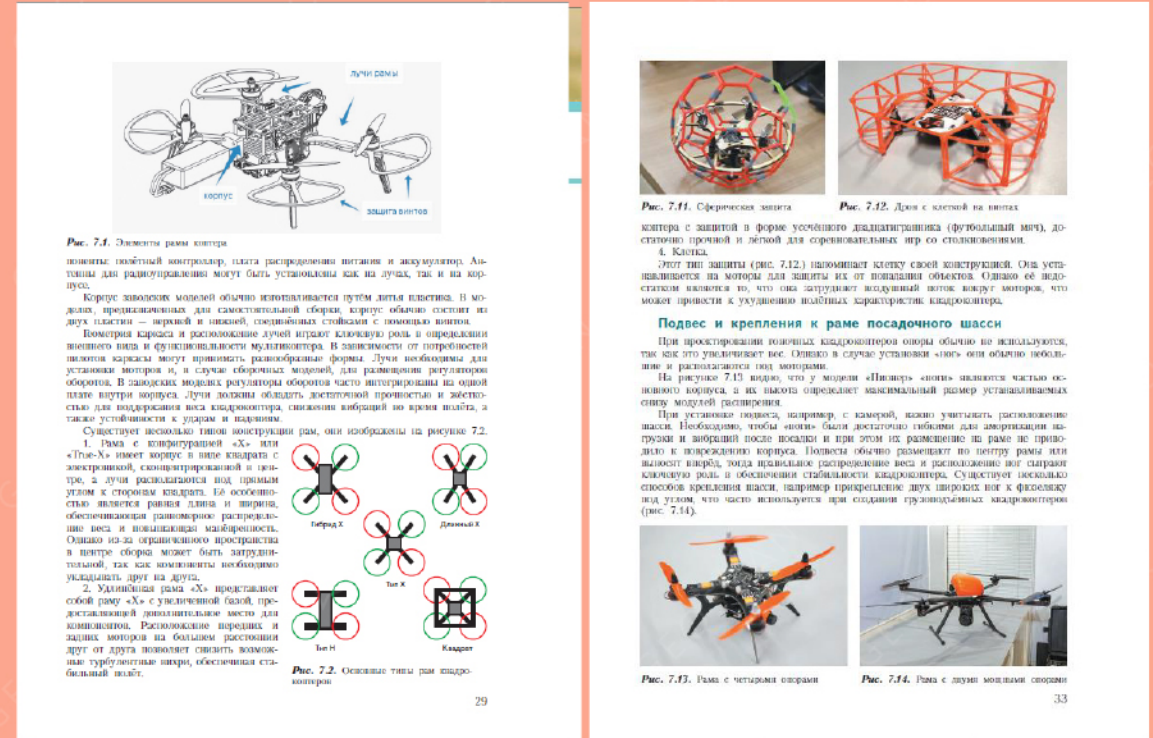
Внеурочная
деятельность



Самостоятельное
обучение



Учебник рассчитан на 34 часа. Может быть интересен как для применения в рамках общеобразовательной деятельности в рамках урока труд (технология), так и в учреждениях дополнительного образования, таких как кванториумы, точки роста, кружки по авиации и робототехнике.



Страницы учебника

Содержание

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В БЕСПИЛОТНУЮ АВИАЦИЮ

Параграфы главы



§1. Основные термины в беспилотной авиации.

§2. Развитие беспилотной авиации.

§3. Области применения беспилотных авиационных систем.



Введение в историю и области гражданского применения БАС.



ГЛАВА 1 ВВЕДЕНИЕ В БЕСПИЛОТНУЮ АВИАЦИЮ

§1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ В БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

Люди издавна мечтали о полетах в небе и стремились покорить воздушные просторы. При этом использовались многие изобретения, механизмы и учения. Яркими примерами таких мечтаний были раскаты флюгелей и филанов, в которых небо было украшено фантастическими летательными аппаратами — достаточно лишь посмотреть наверх. Хотя машины пока ещё не летают в небе, полёты стали доступны почти каждому, а слово «дрон», «аппарат», «БПЛА» на слуху почти у каждого. Речь, конечно же, идёт о современных летательных аппаратах. Но что для себя выбрать? Коптер, беспилотник, квадрокоптер, БПЛА, БВС?

Терминов и обозначений летательных аппаратов, которые способны без участия человека (или же с ним) находиться в воздухе, с развитием сферы беспилотных аппаратов становится всё больше и больше. Давайте попробуем разобраться во всем этом многообразии. Самое распространённое слово, которое вы можете услышать при описании летательного аппарата, — это «дрон».

Дрон (от англ. drone — трутень; родение, дукавание) — используется как синоним аббревиатуры БПЛА (или БЛА) — беспилотный летательный аппарат, представляющий собой летающее судно без пилота, которое управляется дистанционно из другого места с земли, с борта воздушного судна либо автономно, управляясь по заданной программе. Но кроме этих данных словосочетаний могут использоваться и множество других терминов, которые не являются друг на друга. Условно, слово «дрон» можно было бы отнести к тем, как называют аппараты в тех случаях, когда мы имеем в виду. Первые это было применимо для обозначения БПЛА в 1930-х гг., поскольку использовались беспилотные аппараты, будто обладающие разумом. С конца 1940-х — начала 1960-х гг. определение распространили и включили в него обозначения всех летательных аппаратов. В наши дни дронами называют все — от небольших БПЛА до квадрокоптеров, командировавшихся на заданном.

Коптер (англ. helicopter) — используется для обозначения летательного аппарата с различным количеством несущих винтов.

Беспилотник — это разговорное название БПЛА.

БВС (Беспилотное воздушное судно) — воздушное судно, управляемое, контролируемое и полёты пилотов, находящихся вне борта такого воздушного судна (иногда вылет).

3

БПЛА (вертолёт) Ка-137, разработанный в ОКБ Камова и предназначенный для решения широкого класса задач в интересах МЧС. Беспилотный вертолёт Ка-137 выполнен по осевой схеме. Шасси четырёхкопье. Корпус имеет шарообразную форму с диаметром 1,3 м. Оборудованный спутниковой навигационной системой и инфракрасным датчиком, Ка-137 движется по заранее намеченному маршруту автоматически и выходит в заданное место с точностью до 60 м.

Наше время

Развитие микроэлектроники и в настоящее время задаёт тенденцию к уменьшению размера беспилотников, увеличению автономности полёта и созданию всевозможных полётовых нагрузок. Тенденция развития движется к созданию «умных» систем, которые способны управлять целыми группами беспилотников, реагировать на внешние изменения плавно, роем. Ослабляется на весь опыт развития беспилотников, также можно сделать вывод, что БВС стали доступны для широкого круга пользователей.

Вопросы и задания

1. По каким признакам квадрокоптеры в современном мире не являются дронем? Что этому препятствует?
2. Назовите модели современных беспилотников. Какие у них бывают различия?
3. Подумайте, может ли летательный беспилотник работать на других планетах. Приведите примеры. Что для этого необходимо?
4. Назовите фамилии авиаконструкторов, которые заложили основы развития авиации в первой половине XX в.

§3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Беспилотные авиационные системы — комплексы, которые включают в себя как наземную станцию управления, на которую приходит информация с дрона и передаются команды управления, так и один или несколько беспилотных авиационных судов, которые автономно выполняют работы.

Пилотируемая авиация с начала своего зарождения применяется для выполнения различных работ по обеспечению потребностей населения: это и перевозка пассажиров и грузов, оказание медицинской помощи, и выполнение научно-исследовательских работ, и применение в сельском хозяйстве. Развитие беспилотников позволяет применять их более эффективно, получать более качественную информацию, затрачивать меньше средств на поддержание аппаратов в лёгком состоянии и обслуживающую инфраструктуру. На данный момент дроны всё больше заменяют пилотируемую авиацию на тех сферах, где она ранее применялась.

В гражданской сфере беспилотники используются для мониторинга и проверки инфраструктуры, земельных участков, лесов, в поиске пожаров, а также в сельском хозяйстве для оценки урожайности сельскохозяйственных культур и контроля состояния посевов. Они также применяются для поисково-спасательных операций, оказания медицинской помощи в отдалённых районах и для доставки лекарственных средств.

7

Страницы учебника

Содержание

Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО БЕСПИЛОТНИКОВ

Параграфы главы

- ➔ §4. Классификация беспилотных летательных аппаратов.
- §5. Подъемная сила. Воздушный винт и крыло.
- §6. Типовая конструкция.
- §7. Рама и защитные конструкции.
- §8. Аккумуляторные батареи и моторы.
- ➔ Глава знакомит с основными конструктивными элементами дронов.

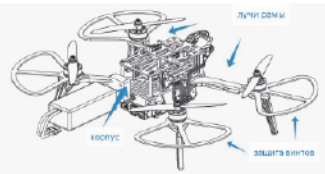


Рис. 7.1. Элементы рамы копитера

элементы: копитерный контроллер, плата распределения питания и аккумулятор. Антенны для радиопередачи могут быть установлены как на дрон, так и на корпус.

Корпус заволок моделей обычно изготавливается путем литья пластика. В моделях, предназначенных для самостоятельной сборки, корпус обычно состоит из двух частей — верхней и нижней, соединяемых с помощью винтов.

Геометрия каркаса и расположение лучей играют ключевую роль в определении внешнего вида и функциональности мультикопитера. В зависимости от потребностей полетов каркасы могут принимать разнообразные формы. Лучи необходимы для установки моторов и, в случае сборки моделей, для размещения регуляторов оборотов. В заволокных моделях регуляторы оборотов часто интегрированы на одной плате внутри корпуса. Лучи должны обладать достаточной прочностью и жесткостью для поддержания веса квадрокопитера, снижения вибраций во время полета, а также устойчивости к ударам и падениям.

Существует несколько типов конструкции рам, они изображены на рисунке 7.2.

1. Рама с конфигурацией «X» или «Plus-X» имеет корпус в виде крестовидной, сконцентрированной и центральной, а лучи располагаются под прямым углом к сторонам крестовидной. Их особенностью является равная длина и ширина, обеспечивающая равномерное распределение веса и повышенная маневренность. Однако из-за ограниченного пространства в центре сборки может быть затруднительно установить друг на друга.



Рис. 7.2. Основные типы рам квадрокопитера

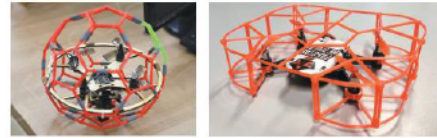


Рис. 7.11. Сферическая защита

Рис. 7.12. Дрон с клеткой на копиле

копитера с защитой в форме усеченного дедедизагидрифта (футбольный мяч), достаточно прочной и легкой для соревнованиях игр со столкновениями.

4. Клетка.

Этот тип защиты (рис. 7.12.) напоминает клетку своей конструкцией. Она устанавливается на моторы для защиты их от попадания объектов. Однако ее недостаток заключается в том, что она затрудняет воздушный поток вокруг моторов, что может привести к ухудшению полетных характеристик квадрокопитера.

Подвес и крепления к раме посадочного шасси

При простроировании копитерных квадрокопитеров опоры обычно не используются, так как это увеличивает вес. Однако в случае установки «ног» или обычно называемых «расширителями» для моторов.

На рисунке 7.13 видно, что у модели «Пиллер» «ноги» являются частью основного корпуса, а их высота определяет максимальный размер устанавливаемых сенсоров модулей расширения.

При установке сенсоров, например, с камерой, можно учитывать расположение шасси. Необходимо, чтобы «ноги» были достаточно гибкими для амортизации ударов и вибраций после посадки и при этом их размещение на раме не приводило к повреждению корпуса. Подвесы обычно размещают по периметру рамы или вблизи моторов, обеспечивая равномерное распределение веса и расположение ног играют ключевую роль в обеспечении стабильности квадрокопитера. Существуют несколько способов крепления шасси, например прикрепление двух широких ног к фюзеляжу под углом, что часто используется при создании грузовых дронов квадрокопитера (рис. 7.14).



Рис. 7.13. Рама с четырьмя опорами

Рис. 7.14. Рама с двумя длинными опорами

Страницы учебника

Содержание

Глава 3. ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПОНЕНТ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА

Параграфы главы

- ➔ §9. Полетный контроллер.
- §10. Инерциальная система.
- §11. Системы связи.
- §12. Полезная нагрузка.

➔ В главе рассмотрены принципы работы электронных компонентов в составе БВС.

это функционирует на базе передачи сигналов посредством электромагнитных колебаний разной частоты. Радиосвязь на беспилотном воздушном судне чаще всего используется для передачи сигналов управления, передачи видеолокационного изображения с камеры.

Как это работает?

Для любой радиосвязи существует источник, который эту волну излучает, а также приемник, который эту волну принимает. Для того чтобы передать информацию за счет радиосвязи, высокочастотные колебания определенной частоты формируются в передатчике. Затем на колебания накладывается сигнал, который необходимо передать. Этот процесс называется модуляцией. Сформированный таким образом сигнал излучается антенной в виде радиоволны. Этот же сигнал принимается антенной приемника, проходит систему фильтров, выделяющую из множества сигналов именно тот, который нам нужен, а сенсор в свою очередь выдает из него модулирующий сигнал (т. е. сами данные, которые были переданы).

В зависимости от частоты передатчика излучаемый сигнал обладает разными характеристиками относительно дальности распространения, рассеивания, способности отражаться и огибать препятствия. Как известно, радиоволны распространяются в воздушной среде, а почти и вода для них непрозрачны. Однако, благодаря эффекту отражения, возникает связь между точками земной поверхности, но линиями прямой видимости (в частности, находящимися на большом расстоянии).

Физика волны

На рисунке 11.2 представлены основные элементы волны.

Волна — это возмущения среды, которые движутся с определенной формой и постоянной скоростью. У каждой волны есть свои свойства и характеристики.

Длина волны — расстояние между двумя ближайшими точками, которые колеблются в одинаковых фазах.

Период — время, за которое совершается одно полное колебание.

Амплитуда — максимальное смещение колеблющейся точки от равновесного положения.

Частота — количество полных колебаний за единицу времени.

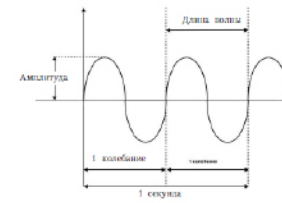


Рис. 11.2. Физика волны

РАЗЬЕМЫ MMCX

MMCX легче и компактнее (рис. 11.14), чем SMA, но значительно прочнее UFL. Они более «экзотичны», и их можно использовать около 100 раз. Все больше видеопередатчиков оснащаются этими разъемами, так что можно ожидать, что они будут популярны в ближайшем будущем.

Вопросы и задания

1. Что такое радиосвязь?
2. Перечислите основные виды антенн.
3. Перечислите основные характеристики радиоволны.
4. Что увеличивается с увеличением длины радиоволны?
5. Что меняется у антенны с изменением частоты, на которой антенна должна работать?



Рис. 11.14. Разъем MMCX

§12. ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА

Вначале следует пояснить разницу между теоретическими понятиями полезной и полезной нагрузки беспилотника.

Полезная нагрузка беспилотника — общий термин, обозначающий все компоненты и оборудование, которые устанавливаются на беспилотное воздушное судно с целью выполнения конкретной задачи. Это могут быть различные сенсоры (данные, радары, лидары и т. д.), устройства связи, полетные грузы (контейнеры для доставки, датчики и т. д.) и другие компоненты, необходимые для сбора данных, выполнения миссий или осуществления других функций.

Целевая нагрузка беспилотника — часть полезной нагрузки, непосредственно связанная с целью миссии или задачей, которую выполняет БВС. Например, если цель миссии — аэрофотосъемка, то целевая нагрузка может включать в себя камеру высокого разрешения и другие сенсоры для сбора геопространственных данных. Если задача — доставка груза, то целевая нагрузка будет состоять из контейнера или других устройств, предназначенных для переноса груза.

Часто эти понятия путают и под полезной нагрузкой подразумевают исключительно полезную, закрепленную сверху БВС. Согласно нормам сертификации, предлагается рассматривать всю телеметрическую составляющую нагрузки беспилотника как полезную (рис. 12.1). Однако следует учитывать, что конструктивно она может быть реализована как стационарная (выстрел), так и мобильная (мобильная) относительно основного устройства.



Рис. 12.1. БВС беспилотник как полезная нагрузка

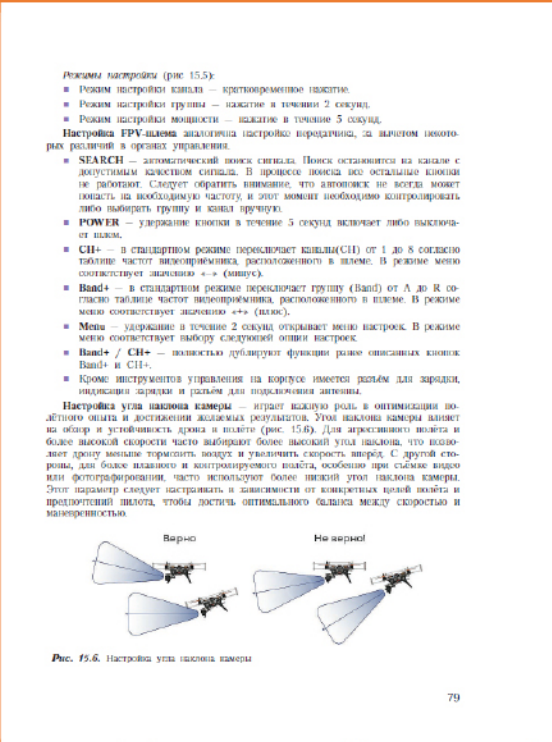
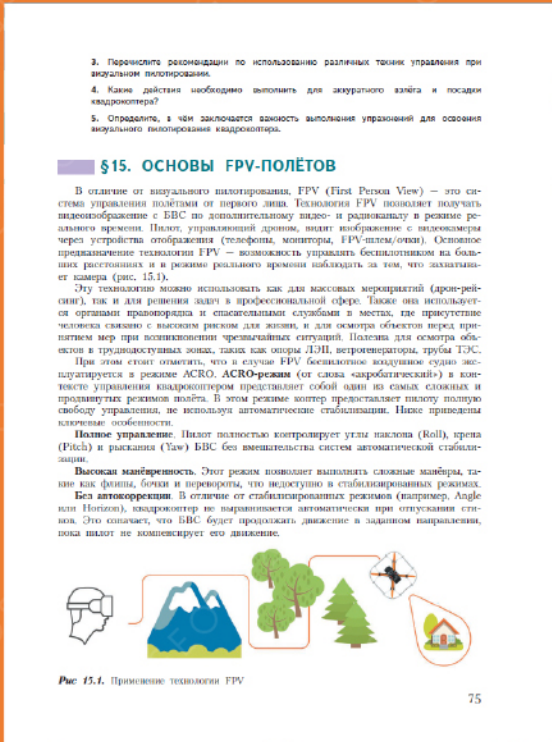
Страницы учебника

Содержание

Глава 4. ОСНОВЫ РУЧНОГО ПИЛОТИРОВАНИЯ

Параграфы главы

- ➔ §13. Техника безопасности при использовании беспилотного воздушного судна.
- §14. Визуальное пилотирование.
- §15. Основы FPV-полетов.
- ➔ Данная глава познакомит с правилами безопасности и даст практические советы по первым полетам на дронах.



Страницы учебника

Содержание

Глава 5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ПОЛЕТОВ

Параграфы главы

- ➔ §16. Глобальные и локальные системы позиционирования.
- §17. Среды для визуального программирования автономного полета.
- §18. Возможности программирования беспилотников на языке Python (+ ROS).
- §19. Компьютерное зрение.
- ➔ Современный дрон — не просто летающая игрушка, а автономный робот. Данная глава знакомит с возможностями программирования летающей робототехники.



Содержание

Глава 6. ТРЕНДЫ И ПРОФЕССИИ В МИРЕ БЕСПИЛОТНИКОВ

Параграфы главы

- ➔ §20. Основные технологические тренды в развитии беспилотных систем.
- §21. Профессии в мире беспилотных авиационных систем.
- ➔ Глава, направленная на профессиональное самоопределение и выбор темы для проектов в сфере БАС.

вертолетного типа, и компания «Транспорт будущего», которая выпускает серию дронов для решения задач в агросекторе (рис. 20.2), доставке больших и малых грузов, а также разрабатывает беспилотник с 16 винтомоторными группами для автономной доставки людей в формате такси.



Рис. 20.2. Аэродром «Пасар» S-80 компании «Транспорт будущего»

Другой сферой применения, где необходимы тяжелые аппараты является сельское хозяйство. Если малые дроны используются для анализа посевов, то аппаратами тяжелого класса нужны для обработки сельскохозяйственных культур, подобные аппараты оснащаются распылительными форсунками и баком для жидкостей, и который может быть водным или химическим раствором. Применение БАС позволяет проводить обработку с более высокой точностью там, где это действительно необходимо, тем самым расходуя ресурсы более бережно, чем при применении большой пилотируемой авиации. Также при использовании БАС не увеличивается часть посевов, так это происходит при использовании наземного транспорта.

Основным ограничением к более широкому внедрению подобных систем является на данный момент несовершенство нормативно-правовой документации, которая регламентирует эксплуатацию и производство аппаратов тяжелее 30 кг, поскольку к ним аппаратом пока еще применяются также же нормы, как к пилотируемой авиационной технике. Тем не менее национальный проект БАС направлен на усовершенствование регламентирующей документации и создание единой инфраструктуры, в которой можно бы одновременно эксплуатировать все виды авиационной техники.

Автоматизация процессов организации воздушного движения

Внедрение БАС зависит не только от технологий, но и от наличия барьеров в административных согласованиях и законодательной возможности использования БАС над различной территорией. Необходимо не только обеспечить простоту согласования полетов беспилотников, но и, что самое важное, обеспечить безопасность полетов БАС в едином воздушном пространстве не только для самих дронов, но и для всех участников воздушного движения, среди которых в том числе находятся «обычные» авиационные аппараты.

Для автоматизации и упорядочивания данных процессов эксплуатанты, заказчики услуг и законодатели должны работать сообща. Например, это создание системы управления движением беспилотных летательных аппаратов (от англ. UTM – Unmanned Aircraft System Traffic Management). В такой системе можно в реальном времени наблюдать каждый летательный аппарат, его траекторию полета, статус, иногда владельца. Эти системы позволяют проводить мониторинг обстановки в воздушном пространстве, предотвращать столкновения воздушных судов, планировать полеты. Сейчас беспилотники по всему миру еще не внедрены в общую систему мониторинга воздушного движения, в России есть несколько компаний, которые занимаются разработкой подобных сервисов.

Вот несколько из них: Флай Дрон, Аэроскан. Обе компании разрабатывают UTM-системы для управления согласованности полетов дронов. Если раньше полеты

мистами встроенного программного обеспечения или Embedded-программистами. Это люди, которые могут заниматься написанием кода на микроуровневых языках программирования для процессоров микроконтроллеров, обеспечивая работу высокоскоростных интерфейсов, работу датчиков и исполнительных устройств, например драйвер управления бесколлекторным мотором.

Есть очень востребованные на рынке Embedded C++ -программисты, которые пишут программное обеспечение для микроконтроллеров на базе ARM-ядра, самый частый пример – это STM32 и его аналоги, разрабатывают новые алгоритмы управления, которые, например, позволяют квадрокоптеру удерживать себя в воздухе, а также протоколы общения как в рамках одного устройства, так и, например, для связи с наземной станцией управления.

Но каждое устройство можно реализовать на микроконтроллерах, иногда необходимо больше вычислительных мощностей, больше памяти, большее количество интерфейсов, но при этом нужно сохранить массогабаритные характеристики, в таком случае приходится к использованию микроконтроллерных модулей. Для работы и интеграции таких модулей нужны Embedded Linux-программисты, которые глубоко разбираются в возможных системах и имеют опыт в сборке дистрибутивов под данную операционную систему для реализации на конкретной аппаратной платформе.

Специалистам подобного профиля достаточно просто жить на высшем уровне такие языки программирования как, C++ и чистый C, так как их код работает на весьма малопроизводительных устройствах. Надо уметь оптимизировать код под конкретную архитектуру и знать основы функционирования шифровых и аналоговых устройств. Поскольку их код придется интегрировать и отлаживать на конкретном, но не всегда таком же производительном устройстве, как, например, персональный компьютер.

Разработка программного обеспечения

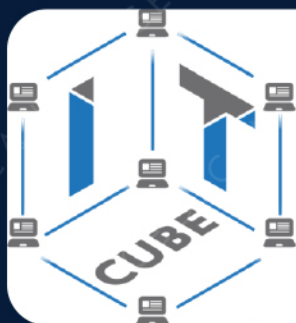
Беспилотная авиационная система состоит не только из детального аппарата, который находится в воздухе, сюда же включаются и наземная станция управления и системы мониторинга БАС в небе, а также другие специфические программные обеспечения, которое не запускается непосредственно на беспилотнике. Это может быть мобильное приложение для управления и программирования дрона, программа для компьютера, база данных, которая находится на сервере, интернет-сайт для выдачи документов для согласования полетов. Всем этим заняты специалисты, создающие приложения и сервисы для управления БАС, обработки данных и взаимодействия с пользователями (рис. 21.3).

Это программисты, которые разрабатывают наземные станции управления, сервисы по обработке данных и геоинформационные системы, пишут ПО для анализа и визуализации данных. Их основной инструмент – это высокоуровневые языки программирования: Java, Python, C#, JavaScript или Swift и Java, Kotlin, если говорить о мобильных разработках. И не имея большого опыта кода часто работают с данными языками, и в зависимости от конкретной специализации они должны уметь работать с определенными программными библиотеками и программными интерфейсами, сетевыми протоколами, базами данных.



Рис. 21.3. Коллектив разработчиков в момент обсуждения нового функционала

От учебника к практике



**ЛИЦЕЙ
НАДЕЖДА
СИБИРИ**

От учебника к практике

ТЕХН ГТО



Спасибо за внимание!



GEOSCAN

Дмитрий Швецов

Руководитель группы методического
сопровождения ГК «Геоскан»

d.shvetsov@geoscan.ru

Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22л

Москва, Колпачный переулок, д. 6, стр. 3

8 800 333-84-77, +7 812 363-33-87

info@geoscan.ru

geoscan.ru

