

# ДРОНЫ



ОТКРЫТИЕ МИРА  
НЕБЕСНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ



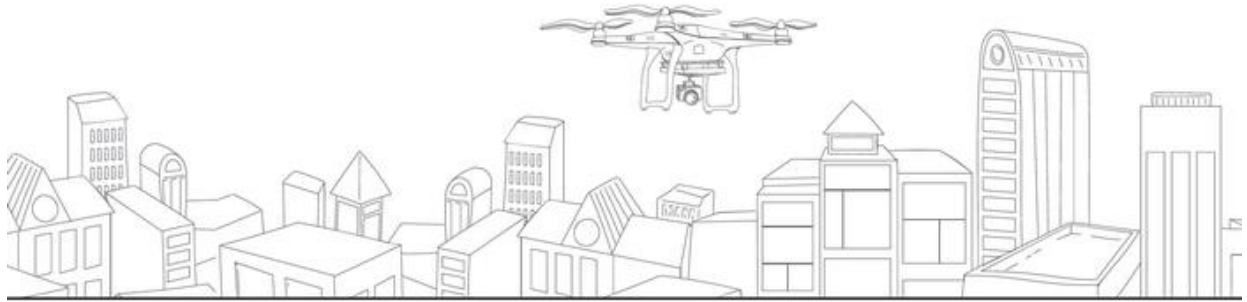
## Annotation

Данная книга освещает темы, связанные с созданием, развитием и применением дронов в современном обществе. В ней описываются различные типы дронов, их основные компоненты, включая системы управления и навигации. Кроме того, она предлагает обзор разных областей применения дронов, от промышленности до видеопроизводства, научных исследований и прочих сфер. Здесь вы узнаете о новаторских способах использования дронов и о новых возможностях, которые они нам открывают.

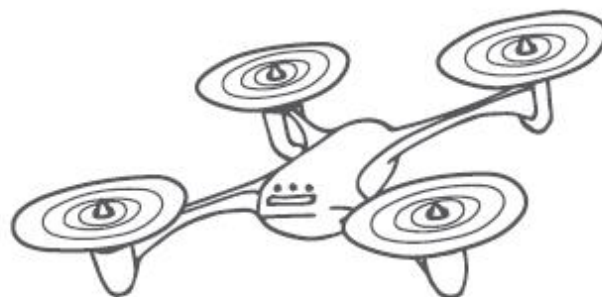
В формате PDF A4 сохранен издательский макет книги.

---

- [Дроны. Открытие мира небесных технологий](#)
    - 
    - [Глава 1](#)
      - [История развития дронов](#)
      - [Основные применения дронов](#)
      - [Типы дронов и их характеристики](#)
    - [Глава 2](#)
      - [Основные типы беспилотных летательных аппаратов](#)
      - [Различные системы навигации и управления](#)
      - [Примеры передовых технологий в области дронов](#)
    - [Глава 3](#)
      - [Аэрофотосъемка и кинематография](#)
      - [Строительство и архитектура](#)
      - [Сельское хозяйство](#)
      - [Медицина и спасательные операции](#)
      - [Логистика и доставка](#)
    - [Глава 4](#)
      - [Национальные и международные правила и ограничения](#)
      - [Конфиденциальность и безопасность данных](#)
      - [Дроны и частная собственность](#)
    - [Список источников](#)
-



# Дроны. Открытие мира небесных технологий



© Оформление. ООО «Издательство АСТ». 2023

# **Глава 1**

## **Введение в мир дронов**

## История развития дронов

Дрон – это передвижное устройство без пилота, способное выполнять различные задачи. Обычно под этим термином подразумевается летательный аппарат, который может быть заранее запрограммирован или управляем оператором с помощью дистанционного пульта.

Дроны являются важной частью жизни современного общества. Они используются в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, строительство, транспорт и даже в военных целях. Но как развивались эти удивительные устройства и как они стали неотъемлемой частью мирового сообщества? Давайте узнаем больше об истории развития дронов.

Ранние предшественники дронов – воздушные шары и змеи. Эти аэростатические аппараты использовались для различных целей, включая развлечения и научные исследования.

Воздушные змеи были изобретены в Древнем Китае около 1000 года до н. э. Они использовались для развлечений, обучения и в военных целях.

Первоначально воздушные змеи были сделаны из дерева, бумаги и ткани. Они имели различные формы, такие как драконы, птицы и рыбы.

В средние века воздушные змеи стали популярными в Европе. Они использовались в военных играх и для обучения солдат. В Японии воздушные змеи стали символом культуры и искусства.

Воздушные шары были изобретены позднее в Европе благодаря работе братьев Монгольфье. Братья создали первый воздушный шар, наполненный горячим воздухом, в 1783 году. Этот шар назывался «Монгольфьер» и имел форму сферы. В том же году братья Монгольфье провели первый пилотируемый полет на воздушном шаре, открывая новые возможности для исследования атмосферы и транспортировки людей. Шар продержался в воздухе примерно 10 минут на высоте почти 300 метров и пролетел путь более километра.

Окрыленные успехом, братья начали думать о дальнейшем развитии проекта. Второй запуск стал еще более впечатляющим: к шару была прикреплена корзина, в которую поместили утку, барана и петуха в качестве первых пассажиров беспилотного аппарата.

В 1849 году произошло первое использование воздушных шаров в военных целях. С их помощью австрийские войска провели бомбежку Венецианской республики. Расположение Венеции не позволяло вести активные боевые действия, поэтому было решено начинить воздушные шары взрывчаткой с автоматической системой сбрасывания снарядов.

Во время Первой мировой войны воздушные шары использовались для разведки и наблюдения за вражескими позициями. Британский метеоролог Джеймс Глейшер также использовал воздушные шары для исследования большой высоты и сбора метеорологических данных.

Воздушные шары, позднее названные дирижаблями, сыграли значительную роль в истории авиации, но именно беспилотные аппараты стали настоящим открытием в военном деле.

Никола Тесла – известный изобретатель и инженер – внес значительный вклад в развитие радиоуправления и беспроводной связи. Одним из его наиболее известных устройств на радиоуправлении был «Автоматический дьявол», которое он продемонстрировал на выставке в Мэдисон-сквер-гарден в Нью-Йорке в 1898 году.

Система Теслы состояла из передатчика, который генерировал радиоволны, и приемника, который принимал эти волны и управлял движением механического судна в небольшом бассейне. Приемник был установлен на судне и включал в себя антенну, усилитель и исполнительный механизм.

Изобретение Теслы имело большое значение для развития радиоуправляемых устройств и систем. Оно стало основой для создания беспилотных моделей самолетов, кораблей и, в будущем, дронов.

Самые первые предпосылки создания дронов начались еще в XIX веке, когда братья Райт из США изобрели первый пилотируемый самолет. Братья Райт – Орвилл и Уилбер – изучали работы различных авиационных пионеров и проводили собственные эксперименты с моделями самолетов. Однако они столкнулись с проблемой, которую никто до них не смог решить – управление самолетом в воздухе.

Орвилл и Уилбер понимали, что для создания настоящего самолета им необходимо разработать новую систему управления. Они провели множество экспериментов с различными конструкциями и устройствами, чтобы найти оптимальное решение. Их исследования

включали в себя изучение аэродинамики, управление рулевыми механизмами и разработку специальных двигателей.

В 1903 году братья Райт наконец-то достигли своей цели. Они создали первый самолет, который смог взлететь и быть управляемым в воздухе. Этот самолет, названный «Флайер», был небольшим двухместным аппаратом с деревянным каркасом и тканевыми крыльями. Он был оснащен двигателем внутреннего сгорания и рулевыми механизмами, которые позволяли пилоту контролировать направление полета.

Первый полет «Флайера» состоялся 17 декабря 1903 года в Северной Каролине. Орвилл Райт стал первым пилотом, который управлял самолетом в воздухе. Полет продолжался всего 12 секунд, но это был огромный шаг вперед для авиации. Братья Райт продолжили улучшать свое изобретение и уже через несколько лет создали самолет, способный выполнять длительные полеты.

Изобретение братьев Райт стало отправной точкой для развития авиации. Они показали, что полет человека возможен, и вдохновили многих других ученых и изобретателей продолжать исследования в этой области.

На основе работ братьев Райт и Николы Теслы в 1916 году был создан первый беспилотный летательный аппарат «Воздушная мишень» от компании Ruston Proctor.

«Воздушная мишень» представляет собой уникальное историческое достижение в области военной техники. Эта мишень использовалась в начале XX века для тренировки артиллеристов и пилотов.

Изобретение было разработано британским радиоинженером Арчибальдом Лоу в ответ на необходимость поражения воздушных целей, особенно цеппелинов. Противовоздушная оборона включала использование зенитных орудий и аэропланов для противодействия нападениям с воздуха. Одной из главных проблем было то, что цеппелины чаще всего атаковали Великобританию ночью. В связи с этим Арчибальдом Лоу была предложена идея использования радиоуправляемых снарядов для уничтожения цеппелинов.

Эта воздушная мишень представляла собой небольшой самолет, который мог летать на заданной высоте и скорости, имитируя движение вражеского самолета. «Мишень» была оснащена специальными

механизмами, которые позволяли ей изменять свою траекторию и скорость, чтобы создать более реалистичные условия для тренировки. Устройство имело размах крыла около 4,2 метра и запускалось в воздух с помощью катапульты. Внутри «мишени» находилось около 40 килограммов взрывчатки, которая должна была пробить оболочку цеппелина и воспламенить водород внутри него. В случае промаха снаряд должен был быть направлен к земле и приземлен на ровную площадку для повторного использования.

Однако проект был закрыт осенью 1917 года, так как считалось, что снаряды обходятся слишком дорого, а угроза воздушных нападений сместилась с цеппелинов на другие виды воздушных судов. Ко всему прочему, ни одно из тренировочных испытаний «мишени» не окончилось успехом.

Сегодня «Воздушная мишень» является важным историческим артефактом, отражающим ступень в развитии военной беспилотной техники.

Год спустя американским инженером Чарльзом Кеттерингом была создана «воздушная торпеда Кеттеринга». Ее основная цель заключалась в том, чтобы атаковать вражеские цели, не подвергая пилота опасности. Это было особенно важно в условиях, когда воздушные сражения становились все более интенсивными и опасными. Воздушная торпеда Кеттеринга была еще одним из первых беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для военных целей.

Торпеда Кеттеринга оснащалась автопилотом, который использовал гироскопические системы для управления полетом. Конструкция торпеды включала в себя крылья, удерживаемые стойками и расчалками. При запуске крылья отделялись от торпеды, после чего та падала вниз для поражения цели.

Первый полет торпеды Кеттеринга состоялся 2 октября 1918 года, но он был неудачным. Впрочем, торпеда все же взлетела с катапульты. Планировалось заказать большую партию таких торпед для использования против Германии в 1919 году, но затем война закончилась, и заказ не был выполнен.

1933 год стал прорывом для беспилотных летательных аппаратов, управляемых с помощью радио. DH.82B Queen Bee, разработанный инженерами Великобритании, успешно использовался армией в

качестве мишеней с 1934 по 1943 год. Этот аппарат благодаря дистанционному управлению и простоте в использовании многократно становился прекрасным помощником для обучения будущих пилотов и зенитчиков.

С началом Второй мировой войны беспилотные аппараты стали массово производиться для нужд армии в СССР, США и Германии. Воюющие стороны видели преимущества беспилотной авиации перед пилотируемыми аппаратами и часто прибегали к использованию новых технологий. К примеру, в 1939 году США массово выпустили более 14 тысяч радиоуправляемых летательных аппаратов типа Target, а Германия разработала радиоуправляемые бомбы Henschel Hs 293 и Fritz X.

Во время «холодной» войны технология беспилотных летательных аппаратов продолжала развиваться, хотя они в основном считались ненадежными и дорогостоящими новинками. В США были разработаны беспилотные самолеты-разведчики: Lockheed D-21 и Ryan Firebee. В то же время в СССР были созданы беспилотные ракеты: «Ласточка» и «Ту-123».

«Ту-123» «Ястреб», также известный как «ДБР-1» (дальний беспилотный разведчик), был разработан в конструкторском бюро А. Н. Туполева. Этот самолет был создан на основе испытанного беспилотного ударного самолета-снаряда «Ту-121». Отличие «Ту-123» заключалось в его больших размерах и более мощном двигателе.

Беспилотник «Ту-123» имел особый ресурсный двигатель, который был специально разработан для выполнения сверхзвуковых полетов на большой высоте. Позже этот двигатель был модифицирован для использования в других военных истребителях.

У «Ту-123» был многоцветный приборный отсек, но остальная часть самолета была одноразовой. Беспилотный разведчик оснащался тормозным парашютом, который не спасал центральную и хвостовую часть самолета от разрушения.

Работы по «Ту-123» и другим подобным проектам были прекращены в 1980 году. К тому времени они уже считались бесперспективными, и большая часть наработок ушла в развитие ракет.

Известно, что как США, так и СССР в некоторой степени использовали беспилотные летательные аппараты для шпионажа во

время «холодной» войны, но конкретные детали до сих пор являются секретными, а утечки информации часто противоречат друг другу.

После окончания Второй мировой войны США стали неоспоримыми лидерами в разработке и применении беспилотных летательных аппаратов. Беспилотники уже много лет находятся на вооружении американской армии наравне с пилотируемыми аппаратами.

С развитием технологий в 1970-х и 1980-х годах дроны стали более сложными и эффективными устройствами. Были разработаны первые беспилотные вертолеты, такие как американский MQ-1 Predator и советский «Ка-52». В это же время были созданы первые коммерческие дроны, которые использовались в сельском хозяйстве и для мониторинга окружающей среды.

Израиль сыграл важную роль в развитии тактики использования дронов в военных целях. Их способ применения беспилотных летательных аппаратов в 1982 году позволил военным Израиля эффективно атаковать сирийский флот с минимальными потерями. Это привлекло внимание международного сообщества и стимулировало развитие технологии беспилотных летательных аппаратов.

С тех пор современные военные дроны выполняют различные функции. Одна из них – боевая разведка, где дрон, управляемый пилотом с помощью радиоуправления, сканирует и маркирует позиции противника. Это позволяет получить ценную информацию о вражеских силах и помогает планировать тактику атаки.

Вторая функция – тактическая разведка. В этом случае мини-дрон летит на автопилоте к заранее определенным целям, делает фотографии и возвращается на базу. Это позволяет получить дополнительную информацию о местности, противнике и потенциальных угрозах.

В феврале 2001 года США проводили первые испытательные запуски противотанковых ракет Hellfires борта беспилотного летательного аппарата Predator. Это был значимый момент в истории военной авиации, который показал возможности использования беспилотных летательных аппаратов для проведения тактических операций.

Военные фирмы США постоянно работают над новыми поколениями беспилотных самолетов класса Predator. С каждой новой моделью аппараты получают более высокие характеристики, такие как

увеличение массы целевой нагрузки, максимальной высоты полета и повышение скорости до 400 километров в час с максимальной продолжительностью работы больше 24 часов.

В 2009 году общий налет беспилотных летательных аппаратов Predator, находящихся на вооружении ВВС США, достиг полумиллиона часов. Эти аппараты активно использовались в операциях в Ираке и Афганистане.

Современные беспилотные летательные аппараты стали неотъемлемой частью военных операций, обеспечивая преимущество в разведке и атаке. Их использование продолжает развиваться и привлекает все больший интерес со стороны различных стран и военных организаций.

В 2000-х появились первые мультикоптеры, которые стали популярны благодаря своей простоте, компактности и доступности.

Мультикоптеры, или квадрокоптеры, являются одним из самых удивительных достижений в области авиации. Это небольшие летающие аппараты, оснащенные несколькими горизонтально расположенными винтами, которые позволяют им маневрировать в воздухе с невероятной гибкостью и стабильностью.

История мультикоптеров начинается задолго до их широкого использования в наши дни. Впервые идея создания летающего аппарата с несколькими винтами была предложена в начале XX века. Первый квадрокоптер в мире, поднявшийся в воздух, был разработан Георгием Ботезатом в 1922 году. Однако технологический прогресс того времени не позволял реализовать эту идею в полной мере.

Переломным моментом в развитии мультикоптеров стало появление мощных и компактных электронных компонентов в конце XX века. Это позволило создать более легкие и управляемые летательные аппараты. В 1980-х годах появились первые прототипы мультикоптеров, которые использовались в военных целях для разведки и наблюдения.

История мультикоптеров претерпела значительные изменения в последние годы. Появление AR.Drone от компании Parrot в 2010 году и серии Phantom от разработчиков DJI в 2006 году сыграли важную роль в развитии этой индустрии.

AR.Drone от Parrot стал первым доступным для потребителей дроном, которым можно было управлять с помощью смартфона или

планшета. Это открыло новые возможности для использования дронов в развлекательных целях и принесло данной технологии большую популярность.

Серия Phantom от DJI, в свою очередь, привнесла профессиональные возможности в мир дронов. Они стали популярными среди фотографов, кинематографистов и энтузиастов благодаря своей способности делать высококачественные аэрофото- и видеосъемки.

В целом квадрокоптеры и мультикоптеры изменили индустрию дронов, предоставив широкий спектр возможностей как профессионалам, так и любителям в различных сферах деятельности. Их уникальный дизайн и универсальное применение продолжают формировать рынок дронов сегодня, расширяя границы того, что можно достичь с помощью этой захватывающей технологии.

С появлением новых возможностей стали доступны новые способы развлечения с помощью мультикоптеров. К примеру, в 2015 году впервые провели гонки на дронах, что добавило новый аспект в их популярность. Лига гонок на дронах (DRL) стала платформой для соревнований и продвижения технических навыков пилотирования дронов.

Одним из главных достижений в области дронов стало создание автономных систем, которые позволяют дронам летать без прямого контроля со стороны оператора. Это открывает новые возможности для использования дронов в различных областях, включая автономные транспортные и разведывательные системы.

В результате мир дронов всегда был разнообразным и постоянно расширяющимся. От воздушных шаров и змеев до современных дистанционно управляемых летательных аппаратов и автономных дронов – история развития дронов представляет собой захватывающее путешествие, которое продолжает привлекать внимание и вдохновлять ученых на создание новых инновационных систем.

## Основные применения дронов

Дроны имеют широкий спектр применений и играют все более значимую роль в различных сферах жизни человека. Вот некоторые из основных способов применения дронов:

**Фото– и видеосъемка.** С помощью дронов человек открыл новые горизонты для творчества и визуального искусства. Эти небольшие летательные аппараты, оснащенные камерами, позволяют пользователю увидеть мир совершенно иным образом, недоступным ранее.

Одним из главных преимуществ съемки с помощью дронов является возможность получать уникальные и захватывающие ракурсы. Дроны могут подняться в воздух и снять видео или сделать снимки с высоты, которую раньше фотоаппаратам было очень сложно достичь. Это позволяет создавать потрясающие панорамные фотографии, а также снимать с высоты различные события, пейзажи и архитектурные объекты. Некоторые дроны даже помогают исследовать и документировать на видео и фотографиях подводный мир.

Беспилотники также обладают возможностью плавного и стабильного перемещения в воздухе или под водой, что позволяет получать качественные фото– и видеоматериалы. Они могут летать на различных высотах и скоростях, что помогает человеку срежиссировать динамичные и эффектные видеоролики. Благодаря стабилизации камеры на дроне изображения получаются четкими и без тряски, что помогает любому дилетанту почувствовать себя истинным мастером фотографии.

Камера на дронах также позволяет нам исследовать и открывать новые уголки Земли. Дроны могут проникать в труднодоступные места, где человеку было бы небезопасно находиться и куда сложно попасть. Они могут снимать природные пейзажи с высоты птичьего полета, диких животных на близком расстоянии и даже на большой глубине, расширяя знания человека об окружающем мире.

Однако к использованию дронов не стоит подходить беспечно. В разных странах действуют определенные законы, регулирующие использование дронов, чтобы обеспечить безопасность и конфиденциальность других людей. Это накладывает на оператора

определенные ограничения и правила, которых он должен придерживаться, используя дроны для съемки.

Дроны открывают новые возможности для самовыражения и исследований. Они позволяют человечеству увидеть мир с новой перспективы и создавать потрясающие визуальные материалы. Будущее творчества и развлечений с помощью дронов обещает быть еще более захватывающим и инновационным.

**Разведка и наблюдение.** Современные дроны сильно повлияли на традиционные способы мониторинга, предоставляя возможность получать информацию с высоты птичьего полета. Оснащенные камерами и передовыми технологиями, они становятся незаменимыми помощниками в различных областях: наблюдение за окружающей средой, охрана безопасности на общественных мероприятиях и даже военная разведка.

Дроны обладают феноменальной оперативностью, позволяя быстро развернуть наблюдение в нужной точке. Благодаря своей компактности и маневренности они способны проникать в труднодоступные места и охранять определенные территории. Это делает их неутомимыми охранниками, которые могут быстро отреагировать в случае чрезвычайных ситуаций.

Благодаря новейшим камерам и стабилизационным системам дроны могут снимать удивительные панорамные виды и детали на поверхности Земли. Это ценный ресурс для сбора информации, анализа территории и создания детальных карт.

Наблюдение с помощью дронов становится все более востребованным в области инфраструктурного мониторинга. Дроны могут осуществлять инспекции и проверять на повреждения строения, линии электропередачи, трубопроводы и т. п. Это позволяет улучшить эффективность процесса диагностики и предупредить возможные проблемы на стройплощадке.

Природные катастрофы и чрезвычайные ситуации также требуют быстрого реагирования и точной информации. Дроны обладают потенциалом помочь спасательным службам, предоставляя необходимый обзор при чрезвычайных ситуациях за счет своих систем видеонаблюдения и позволяя определить источник опасности. Беспилотники также помогают обнаружить людей в опасных местах, а

еще они способны доставлять снабжение или медицинскую помощь в отдаленные и труднодоступные районы.

Превосходные возможности дронов в сфере мониторинга повышают безопасность современного общества.

**Геодезия и картография.** Дроны привнесли значительные инновации в работу картографов и геодезистов, которые также нашли новым устройствам применение. С помощью беспилотников ученые могут получать точные и наглядные данные о местности и создавать высококачественные карты.

Одним из основных преимуществ использования дронов в геодезии и картографии является возможность получать аэрофотоснимки и видеоматериалы с высоты птичьего полета. Дроны оснащены камерами высокого разрешения, которые могут снимать детали ландшафта с микроскопической точностью. Это позволяет создавать подробные карты, которые могут быть использованы в различных сферах: градостроительство, сельское хозяйство, экология и многое другое.

Дроны также обладают возможностью полета над труднодоступными или опасными местами, что делает их идеальными инструментами для съемки территорий, которые в ином случае для человека недостижимы. Они могут снимать горные вершины, лесные массивы, реки и озера, предоставляя ценные данные для геодезических и картографических исследований.

Кроме того, дроны могут быть использованы для создания трехмерных моделей местности. С помощью специальных программ и алгоритмов дроны собирают информацию о высоте и форме ландшафта, а затем ученые на основе этих данных могут создать точные трехмерные модели. Это позволяет получать более полное представление о местности и использовать полученные знания для строительства, оценки рисков и многого другого.

**Доставка и логистика.** Дроны являются инновационным решением, которое меняет способ доставки интернет-заказов и перемещения грузов. Дроны могут выполнять курьерскую работу, предлагая быструю и эффективную доставку с обходом пробок на дорогах и преодолением преград. Крупные компании, такие как Amazon и DHL, экспериментируют с использованием дронов для

доставки товаров. Это может сократить время курьерской доставки и улучшить эффективность логистических процессов.

Одним из основных преимуществ использования дронов-курьеров является их способность доставлять товары в удаленные и труднодоступные места. Это особенно полезно в сельской местности, горных районах или на островах, где традиционные способы доставки могут быть затруднены.

Дроны также могут быть использованы для доставки медицинских препаратов в отдаленные районы или во время чрезвычайных ситуаций. Это может спасти жизни и обеспечить быстрый доступ к медицинской помощи там, где это необходимо.

Однако использование дронов-курьеров также вызывает некоторые вопросы и бросает обществу новые вызовы. Во-первых, нужно разработать эффективные системы управления и контроля дронов, чтобы избежать аварий и обеспечить безопасность воздушного пространства. Во-вторых, многие дроны-курьеры также подвергаются нападениям со стороны людей, и иногда товары не доходят до своих заказчиков. Необходимо создать способ защиты для дронов с учетом законодательных и регуляторных аспектов, чтобы обеспечить соблюдение правил и норм безопасности.

В целом доставка и логистика с помощью дронов представляют собой невероятно удобный способ, которым можно улучшить эффективность и скорость доставки, а также расширить доступ к товарам и услугам в различных регионах. Это одно из направлений развития беспилотных технологий, которое может изменить повседневную жизнь и способ, которым мы получаем интернет-заказы.

**Агрокультура.** Использование дронов в агрокультуре помогает фермерам повысить эффективность своей работы и повысить урожайность полей. Дроны могут быть оснащены различными сенсорами и камерами, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям получать ценные данные о состоянии посевов.

Одним из основных преимуществ использования дронов в агрокультуре является возможность быстрого и точного мониторинга полей. Дроны могут снимать высококачественные фотографии и видео с воздуха, что позволяет агрономам и фермерам получать детальную информацию о состоянии растений, уровне увлажнения почвы, наличии вредителей и болезней. Это помогает принимать

своевременные меры по уходу за посевами и предотвращению потери урожая.

Дроны также могут использоваться для определения оптимального времени для полива посевов и удобрения растений. С помощью тепловых камер беспилотники могут анализировать посаженные растения, что позволяет определить их уровень здоровья и потребность в воде и питательных веществах. Это помогает сельскохозяйственным предприятиям оптимизировать использование ресурсов и снизить затраты на полив и удобрения.

Кроме того, дроны могут использоваться для посева семян. Специальные беспилотные летательные аппараты могут точно распределять семена по полю, обеспечивая равномерное покрытие. Это позволяет экономить время и усилия фермеров и повысить эффективность процесса посева.

Использование дронов в сельском хозяйстве представляет собой перспективное направление, которое помогает фермерству стать более эффективным, экономным и экологически безвредным занятием. Дроны открывают новые возможности для повышения урожайности, снижения затрат и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

**Исследования и наука.** Использование дронов в научных исследованиях и науке в целом открывает новые возможности для изучения окружающего мира и решения сложных задач. Дроны предоставляют ученым и исследователям доступ к ранее недоступным или труднодоступным местам, что позволяет получать уникальные данные и проводить более подробные исследования.

Благодаря возможности дронов подниматься в воздух и снимать окружающую среду с большой высоты ученые получают новые данные о ландшафте, экосистемах, изменениях климата и других аспектах окружающей среды.

Дроны также могут использоваться для мониторинга и изучения флоры и фауны. Они помогают ученым отслеживать миграции животных, изучать поведение и популяцию различных биологических видов. С помощью дронов можно обнаружить и изучить редкие и уязвимые виды животных.

В области археологии и исследования исторических объектов дроны также играют важную роль. Они могут использоваться для

аэрофотограмметрии, создания трехмерных моделей археологических объектов и обнаружения скрытых структур под землей. Это помогает ученым лучше понять историю и культуру прошлых цивилизаций.

Дроны также применяются в научных исследованиях климата и метеорологии. Они могут собирать данные о температуре, влажности, атмосферном давлении и других параметрах, что помогает ученым лучше понять климатические процессы и прогнозировать погоду.

Однако использование дронов в научных исследованиях связано с некоторыми ограничениями. Ученым необходимо соблюдать правила и нормы безопасности при эксплуатации дронов, а также учитывать этические аспекты, связанные с использованием технологии в своих исследованиях, особенно при работе с животными и в чувствительных экосистемах.

Использование дронов в научных исследованиях открывает новые горизонты для науки и помогает ученым получать с каждым днем все новые и новые данные. Они позволяют расширить знания человека о мире и улучшить различные области науки и исследований.

Это лишь некоторые из множества способов использования дронов. С развитием технологий и расширением возможностей беспилотных летательных аппаратов ожидается, что человек будет находить для дронов новые и удивительные приемы применения в различных сферах жизни.

## Типы дронов и их характеристики

Существует несколько основных типов дронов, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики и сферы использования. Вот некоторые из них:

**Мультироторные дроны:** это тип беспилотных летательных аппаратов, использующих несколько вращающихся роторов. Они стали широко распространенными и приобрели популярность благодаря своей маневренности и стабильности в воздухе.

Одной из ключевых характеристик мультироторных дронов является количество роторов – вращающихся двигателей. Обычно они имеют от четырех до восьми роторов, хотя существуют и модели с еще большим или меньшим количеством двигателей. Чем больше количество роторов, тем более стабильно дрон держится в воздухе.

Мультироторные дроны также отличаются мощностью и скоростью. Мощность роторов определяет способность дрона подниматься в воздух и нести грузы. Скорость дрона зависит от мощности двигателей и аэродинамического дизайна. Некоторые мультироторные дроны могут достигать впечатляющих скоростей, которые зачастую превышают 100 километров в час.

Большинство мультироторных дронов откликается на команды пульта дистанционного управления. Некоторые из них автономные и используют предварительно заданные маршруты и программы. Многие современные мультироторные дроны оснащены GPS-навигацией, что позволяет им точно определять свое местоположение и выполнять сложные задачи, такие как патрулирование или точное позиционирование для съемки фото и видео.

Мультироторные дроны имеют широкий спектр применения. Они используются в различных отраслях, в которые входит фото- и видеосъемка, картография, сельское хозяйство, поисково-спасательные операции, доставка грузов и многое другое. Благодаря своей маневренности и способности летать в труднодоступных местах мультироторные дроны стали незаменимыми инструментами для многих профессионалов.

Однако, помимо своих преимуществ, мультироторные дроны также имеют свои ограничения. Время полета таких дронов сильно

зависит от емкости батареи, которая зачастую довольно ограничена. Также из-за своей компактности и легкости они более подвержены воздействию ветра, а это может повлиять на их стабильность и точность полета.

В целом мультироторные дроны представляют собой удивительное техническое достижение. Им находят все большее применение в различных сферах. Маневренность и стабильность этих дронов делают их незаменимыми инструментами для многих профессионалов и энтузиастов: от фотографов и видеографов до исследователей и спасателей.

**Дроны с фиксированным крылом:** это тип беспилотных летательных аппаратов, которые имеют неподвижные крылья, как у традиционных самолетов. Они отличаются от мультироторных дронов тем, что используют аэродинамический принцип полета для поддержания в воздухе и полета.

Одной из ключевых характеристик дронов с фиксированным крылом является способность преодолевать дальние дистанции. Благодаря своей аэродинамике они могут летать на расстояния до нескольких сотен километров без необходимости перезарядки или дозаправки.

Помимо этого, дроны с фиксированным крылом обладают недюжинной скоростью. Их строение позволяет им развивать высокие скорости в полете. Некоторые модели могут достигать скоростей свыше 25 миль в час, что делает их прекрасными инструментами для операций, требующих быстрого перемещения.

Такие дроны также обладают большой грузоподъемностью. Благодаря своей конструкции и мощным двигателям они могут нести значительные грузы, включая камеры высокого разрешения, сенсоры и другое техническое оборудование. Поэтому подобные дроны часто используют для выполнения задач, связанных с аэрофотограмметрией, географическим картографированием и даже доставкой грузов.

Управление дронами с фиксированным крылом также отличается от управления мультироторными дронами. Они обычно требуют больше затрат на обучение пилотов. Помимо этого, такой тип дрона нельзя просто так запустить в воздух: необходима взлетная полоса или пусковая установка. Чтобы безопасно опустить дрон на землю и не повредить его, также понадобится взлетная полоса или парашют.

Дроны с фиксированным крылом, так же как и мультироторные беспилотники, широко применяются в различных областях. Они используются для длительных миссий наблюдения, географического картографирования, поиска, а также для научных и исследовательских целей. Их также используют в таких коммерческих сферах, как доставка товаров и сельское хозяйство.

Высокая дальность полета, скорость и грузоподъемность дронов с фиксированным крылом делают их незаменимым инструментом для многих профессионалов и исследователей.

**Гибридные дроны:** это тип беспилотных летательных аппаратов, который объединяет в себе черты мультироторных дронов и дронов с фиксированными крыльями. Гибридные дроны представляют собой уникальное сочетание вертикального взлета и посадки, характерного для мультироторных беспилотников, и устойчивого горизонтального полета, характерного для дронов с фиксированным крылом. Это позволяет им обладать преимуществами обоих типов дронов и расширяет их возможности.

Одной из ключевых характеристик гибридных дронов является их универсальность. Благодаря возможности вертикального взлета и посадки они могут легко оперировать в ограниченном пространстве и выполнять миссии, требующие точного позиционирования. При переходе в горизонтальный полет они могут достигать высоких скоростей и дальностей, что делает их идеальными для длительных миссий и дальних перелетов.

Еще одной важной характеристикой гибридных дронов является их экономичное энергопотребление. Благодаря использованию фиксированных крыльев в горизонтальном полете они могут тратить меньше энергии и продолжительное время находиться в воздухе. На миссиях, где необходимо длительное наблюдение или патрулирование, эта особенность незаменима.

Гибридные беспилотные летательные аппараты также обладают возможностью переключаться между вертикальным и горизонтальным полетом в режиме реального времени. Это позволяет им адаптироваться к различным условиям и требованиям миссии. Например, они могут использовать вертикальный взлет и посадку для старта и приземления в ограниченном пространстве, а затем перейти в горизонтальный полет для достижения большей скорости и дальности.

Гибридным дронам находят применение в различных сферах: разведка, поисково-спасательные операции, грузоперевозки и многое другое. Их универсальность и энергоэффективность делают их ценными инструментами для профессионалов, работающих во всевозможных отраслях.

Гибридные дроны – это инновационное устройство, объединяющее преимущества двух типов дронов. Их характеристики делают их универсальными и эффективными помощниками человеку.

**Однороторные дроны:** это тип беспилотных летательных аппаратов, который имеет один ротор для вертикального взлета и посадки. Внешне однороторные дроны чем-то напоминают маленькие вертолеты.

Однороторные дроны отличаются стабильностью и отзывчивостью в управлении. Благодаря одному ротору они перемещаются в пространстве более плавно, чем обеспечивают стабильное движение. Эта особенность крайне полезна при выполнении сложных маневров или съемке видео.

Так же, как и дроны с фиксированным крылом, однороторные беспилотники потребляют меньше энергии по сравнению с мультироторными моделями. Это позволяет им перемещаться на дальние расстояния или участвовать в более продолжительных миссиях.

Однороторные дроны также обладают высокой грузоподъемностью. Благодаря своей конструкции и мощному ротору они могут нести более тяжелые грузы или оборудование. Это делает их идеальными для использования в сфере перевозок, военных и спасательных операций.

Управление однороторными дронами достаточно сложное по сравнению с мультироторными дронами. Эксплуатация также дороже, чем у других типов дронов. Помимо этого, лопасти несущего винта опасны и могут стать причиной травм при работе с дроном.

Однороторные дроны сочетают в себе стабильность, эффективность и высокую грузоподъемность. Эти характеристики делают их идеальными инструментами для различных задач, от разведки и съемки видео до доставки грузов и спасательных операций.

**Подводные дроны:** тип автономных аппаратов, который позволяет исследовать и документировать подводный мир. Они обладают

уникальными возможностями и характеристиками, которые делают их незаменимыми инструментами для научных исследований, морской геологии, а также для обеспечения безопасности и охраны окружающей среды.

Одной из ключевых характеристик подводных дронов является их способность погружаться на большую глубину. Они помогают людям исследовать самые глубокие и недоступные для человека участки морей и океанов.

Совсем недавно подводные дроны стали популярными и уже проявили себя как полезные устройства, которые имеют большое будущее. Одним из интересных разработок является дрон-рыбак, созданный компанией PowerVision. Этот подводный дрон, известный как PowerRay, способен погружаться на глубину до 30 метров и обнаруживать скопления рыбы с помощью своей камеры. Оператор может управлять дроном с помощью жестов головы через VR-очки, что делает его удобным и интуитивно понятным механизмом в использовании. PowerRay способен работать без подзарядки в течение четырех часов и приспособлен к работе в пресной, соленой или хлорированной воде.

Еще один интересный пример подводного дрона – это беспилотные дроны-исследователи, которые помогают австралийским специалистам в изучении океана. Эти дроны могут быть управляемыми оператором через систему спутниковой связи, что позволяет ученым работать с ними в самых отдаленных и труднодоступных местах и собирать подробные биологические сведения.

Не так давно появилось несколько разработок дронов-рыб – незаменимого инструмента для изучения поведения подводных животных. В отличие от других громоздких аппаратов дроны-рыбы не пугают объекты наблюдения. Эти дроны способны проводить измерения в течение длительного времени и предоставлять ученым ценные данные о подводной среде.

Дрон-рыба может плавать в разных направлениях и следить за живыми рыбами с помощью камер. Он реагирует на внешние раздражители и изменяет свою программу в зависимости от поведения других морских обитателей. Этот дрон способен двигаться со скоростью 15 сантиметров в минуту и работать продолжительное время без подзарядки.

Все вышеназванные дроны имеют широкий спектр применения: изучение поведения морских обитателей, сбор данных о подводной среде и контроль параметров воды, таких как уровень кислотности. Эти инновационные устройства открывают новые возможности для научных исследований и помогают ученым лучше понять и сохранить подводный мир.

**Квадрокоптеры:** один из наиболее узнаваемых и популярных типов дронов. Квадрокоптеры привлекают внимание своей уникальной конструкцией. Как следует из их названия, квадрокоптеры оснащены четырьмя роторами, расположенными в форме креста.

Одним из величайших преимуществ квадрокоптеров является их возможность маневрировать в воздухе. Благодаря наличию четырех роторов квадрокоптеры способны изменять направление полета, поворачиваться на месте и даже выполнять сложные трюки. Управление квадрокоптером осуществляется с помощью пульта дистанционного управления или специального приложения на мобильном устройстве, что делает их доступными для широкого круга пользователей.

Квадрокоптеры обладают впечатляющей стабильностью во время полета. Каждый ротор может изменять свою скорость во время работы, что обеспечивает баланс и устойчивость в воздухе. Благодаря этому квадрокоптеры могут летать на малых высотах с удивительной точностью, что делает их идеальными приспособлениями для аэрофотосъемки, видеосъемки или даже доставки маленьких предметов.

Одним из ключевых аспектов квадрокоптеров является возможность установки камеры или любой другой подходящей видеосистемы. Это делает их незаменимыми инструментами для профессиональной аэрофото- и видеосъемки. Квадрокоптеры с камерами позволяют получать уникальные ракурсы и панорамные снимки. Именно поэтому квадрокоптеры активно используются в сфере развлечений. Многие люди приобрели квадрокоптеры, чтобы делать впечатляющие снимки или даже участвовать в гоночных соревнованиях. Это стало возможным благодаря доступным ценам на такие дроны и возможностью легко освоить управление ими.

Квадрокоптеры представляют собой эволюцию в авиационной технологии и открывают новые пути для разнообразных применений.

Они совмещают в себе стабильность и управляемость, предлагают универсальные возможности для съемки и исследований, а также приносят радость и удовлетворение тем, кто открыл для себя их потенциал.

## **Глава 2**

# **Технические особенности дронов**

## Основные типы беспилотных летательных аппаратов

Беспилотный летательный аппарат – это механический дрон в виде воздушного судна без пилота на борту. Беспилотник обычно приводится в движение пропеллерами, или роторами, и может управляться дистанционно оператором или использовать предварительно запрограммированные маршруты. Беспилотные летательные аппараты могут выполнять различные функции, включая наблюдение, фото– и видеосъемку, доставку грузов, распыление пестицидов и многое другое.

По типу беспилотные летательные аппараты можно делить, учитывая несколько критериев:

По принципу полета;

По весу и размеру.

По принципу полета беспилотники делятся на пять групп:

БПЛА с жестким крылом;

БПЛА с гибким крылом;

БПЛА с вращающимся крылом;

БПЛА с машущим крылом;

Аэростатические БПЛА.

**Беспилотники с жестким крылом** еще называются дронами самолетного типа или дронами с фиксированным крылом. У таких беспилотников подъемная сила создается аэродинамическим способом: давление воздуха оказывает влияние на неподвижное крыло, тем самым поднимая и удерживая дрон в воздухе. Аппараты этого типа обычно отличаются длительным временем полета, большой максимальной высотой и завидной скоростью.

Существует множество подтипов самолетных беспилотников, которые имеют разные формы крыльев и фюзеляжа. Типы таких дронов очень по своему строению похожи на самолеты пилотируемого типа.

Среди моделей беспилотных летательных аппаратов с жестким крылом, используемых для военных и разведывательных целей, можно выделить американские разработки: многоцелевой самолет Proteus,

боевой палубный БПЛА Х-47В, разведывательный БПЛА RQ-4 Global Hawk.

«Геоскан 201» – беспилотник самолетного типа, представляющий собой устройство, которое используют в научной сфере и в сельском хозяйстве. К примеру, «Геоскан 201» могут использовать для трехмерного моделирования участка местности, создания карт, оценки ущерба от природных катастроф и при чрезвычайных ситуациях.

Для функционирования беспилотника самолетного типа в большинстве случаев требуется взлетно-посадочная полоса или катапульта для старта. Однако существуют и легкие модели, которые можно запускать «с руки». При посадке они могут использовать ту же взлетно-посадочную полосу, парашют или специализированные устройства для захвата (тросы, сети и т. д.).

Посадка и запуск традиционных беспилотников с жестким крылом являются довольно сложными и дорогостоящими процессами, которые требуют специализированных инструментов. В связи с этим разработчики новых технологий все чаще обращаются к инновационным конструкциям дронов, что позволяет создавать беспилотные системы без необходимости использовать дополнительные инструменты для запуска.

Большой акцент делается на разработку самолетов с вертикальным способом взлета и посадки (СВВП), и сегодня существует множество их типов. Многие из этих моделей представляют собой гибрид самолета и вертолета. СВВП, которые ближе к самолетам, чем к вертолетам, обычно имеют реактивные двигатели, импеллеры или небольшие пропеллеры.

Существует также особый вид беспилотного аппарата с жестким зонтообразным крылом, построенный с учетом использования эффекта Коанды. Эти устройства мало напоминают самолеты, но благодаря их принципам полета эти беспилотники смело можно отнести к категории самолетного типа.

Эффект Коанды – это физический процесс, названный в честь румынского ученого Анри Коанды, который открыл его в 1932 году. Ученым было обнаружено, что потоки жидкости или газа имеют тенденцию отклоняться в направлении изгиба поверхности тела и в определенных условиях «прилипать» к этой поверхности вместо продолжения движения в исходном направлении. Такое явление

возникает, когда слой воздуха проходит через какое-либо узкое отверстие.

Беспилотные летательный аппарат, использующий эффект Коанды, состоит из вентилятора (или реактивного двигателя), размещенного над контуром в форме зонта. Вентилятор создает поток воздуха, проходящий через узкое сечение и «прилипающий» к криволинейной поверхности. Такое устройство обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными вертолетами, особенно в городских, лесных и горных районах, где есть риск повреждения.

**Беспилотник с гибким крылом** – дроны, относящиеся к аэродинамическому типу и отличающиеся своей недорогой и экономичной конструкцией. Вместо жестких крыльев используется гибкая (мягкая) конструкция, которая может быть выполнена из ткани, эластичного полимерного материала или упругого композитного материала, способного легко деформироваться. Этот класс беспилотника делится на моторизованные парапланы, дельтапланы и летательные аппараты с гибким крылом.

*Беспилотный моторизованный параплан* представляет собой аппарат, основанный на управляемом парашюте-крыле, который оснащен мототележкой для автономного разгона и самостоятельного полета. Крыло такого аппарата обычно имеет прямоугольную или эллиптическую форму. Оно может быть мягким, иметь жесткую структуру или быть надувным. Управление такими парапланами может представлять собой трудную задачу из-за неудобных навигационных датчиков и влияния погодных условий. Примером подобного устройства является экономичная модель LEAPP, разработанная в США.

*Моторизованный беспилотный дельтаплан* представляет собой аппарат с гибким дельтовидным крылом, состоящим из трех жестких направляющих, объединенных в передней части, чтобы образовать веерообразную форму с углом между трубами от 90 до 140 градусов. Тканевое покрытие, прочно натянутое между трубами, вместе с боковыми направляющими и задней кромкой образуют треугольную форму

Крыло присоединено к тележке, на которой размещены двигатель с толкающим или тянущим винтом и необходимое оборудование. Управление полетом обычно осуществляется с помощью

аэродинамических элементов, деформации крыла или перемещения центра тяжести. Современные моторизированные дельтапланы могут достигать скорости от 25 до 130 километров в час, а максимальная высота полета может составлять 6 километров и выше.

По сравнению с другими видами беспилотных летательных аппаратов моторизированный дельтаплан выделяется своей простотой и надежностью конструкции, низкой стоимостью и компактностью в сложенном состоянии, а также требованием минимальной длины взлетно-посадочной площадки. Благодаря гибкому крылу вибрации от несущего винта не оказывают влияния на аэродинамику крыла.

*Беспилотники с упруго деформируемыми крыльями* представляют собой аппараты, в которых крыло изготовлено из композитного материала с высокой эластичностью. Это позволяет сгибать крыло без риска потери его формы и обеспечивает отличную устойчивость при столкновении с землей или другими препятствиями.

Примером такого дрона является беспилотник *Maverick*, разработанный компанией *Prioria Robotics*. Гибкое и эластичное крыло *Maverick* имеет несколько преимуществ. Во-первых, его можно поместить в небольшой трубчатый контейнер диаметром всего 15 сантиметров. Во-вторых, такое крыло способно частично компенсировать воздействие порывов ветра, тем самым улучшая стабильность полета. Беспилотник *Maverick* оснащен камерой для фото- и видеосъемки и может быть запущен как вручную, так и с помощью специальной пневматической катапульты. После запуска из катапульты крылья *Maverick* разворачиваются.

Управление гибким крылом осуществляется при помощи небольших аэродинамических рулевых конструкций в хвостовой части аппарата вместо традиционных элеронов. *Maverick* имеет вес 1,16 килограмма, радиус действия до 5 километров и способен находиться в воздухе от 45 до 90 минут. Максимальная скорость полета составляет от 40 до 100 километров в час.

**Беспилотники с вращающимся крылом** также называются мультикоптерами, или мультироторными дронами. Они являются одним из самых распространенных типов дронов. Мультикоптеры отличаются наличием двух и более несущих роторов, что позволяет им быть легкоуправляемыми во время полетов. С помощью противоположного вращения роторов или изменения вектора тяги каждого из них

мультикоптеры могут компенсировать реактивные силы и обеспечивать стабильность в воздухе. Обычно мультикоптеры относятся к категориям мини– или микродронов.

Основным назначением мультикоптеров является фото– и видеосъемка различных объектов. Для этой цели они обычно оснащены специальными креплениями для управляемых камер. Кроме того, мультикоптеры широко применяются для оперативного мониторинга ситуации и выполнения сельскохозяйственных работ, таких как распыление. Они также используются для доставки легких грузов.

Мультикоптеры делятся на несколько типов в зависимости от количества используемых роторов и функций.

По количеству роторов:

- Вертолет – модель с одним ротором. Чаще всего используется в качестве развлекательного устройства и внешне выглядит в точности как вертолет.

- Бикоптер – экспериментальная и не очень популярная модель с двумя роторами. Самый известный прототип – Bell Boeing V-22 Osprey.

- Трикоптер – модель с тремя роторами, с малой грузоподъемностью, но высокой маневренностью.

- Квадрокоптер – одна из самых популярных моделей с четырьмя роторами и всевозможным функционалом.

- Y6 – модель имеет шесть роторов и очень популярна в промышленности и кинематографии, так как обладает высокой грузоподъемностью.

- VTail – модель с четырьмя роторами, два из которых размещены в задней части устройства под углом. Такая модель очень популярна в соревнованиях по управлению дронами.

- Гексакоптер – дрон с шестью роторами. Функционал такой же, как у трикоптера.

- Октокоптер – у этой модели целых восемь роторов, благодаря чему она имеет высокую маневренность и грузоподъемность. Используется в различных сферах деятельности, но особенно популярна в кинематографе и сельском хозяйстве.

По функционалу:

- Игрушечные модели – это дроны, которые оснащены щеточными моторами. Эти мультикоптеры быстро изнашиваются и имеют ограниченный радиус управления. Однако они представляют собой

отличный способ познакомиться с миром дронов и испробовать это хобби. В комплект к таким дронам уже входит пульт управления, видеопередатчик, приемник и т. д. Эти беспилотники медленные и безопасные, идеально подходят даже для детей. Такими дронами являются Eachine E61, Eachine H8, TONQUU и многие другие. Их стоимость чаще всего меньше двух тысяч рублей.

- Гонимые модели – это квадрокоптеры, которые используются в гонимых соревнованиях и становятся все более популярными с каждым годом. Соревнования среди пилотов этих дронов проводятся ежегодно и привлекают множество участников. Оборудование и комплектующие, применяемые в гонимых квадрокоптерах, всегда профессионального уровня. Гонимые квадрокоптеры отличаются высокой скоростью и опасностью благодаря использованию бесщеточных двигателей, работающих на неодимовых магнитах. Некоторые модели способны разогнаться до 200 километров в час, но большинство любителей собирают дроны, способные достигать скорости от 80 до 120 километров в час. Управление гонимыми квадрокоптерами может быть полуавтоматическим или ручным, причем опытные пилоты предпочитают летать в ручном режиме. Это вносит дополнительную сложность и требует определенного мастерства. Также существует подвид гонимых квадрокоптеров, известный как микроквадрокоптеры. Они также используют качественные и профессиональные компоненты, включая бесщеточные двигатели, но отличаются от основных моделей своими компактными размерами. Для работы с такими дронами необходимо отдельно приобрести пульт управления, а также шлем или специальные очки для просмотра видеосигнала в реальном времени. Гонимыми дронами являются URUAV UR85, HGLRC Mefisto 5, Eachine Tyro79 и многие другие.

- Съемочные модели – самый популярный тип квадрокоптеров. Наиболее известные модели – DJI Inspire и DJI Phantom. Они представляют собой комбинацию из профессиональных и любительских моделей. Оснащены качественным оборудованием и хорошей камерой. Для приема видеосигнала с дрона используется смартфон или планшет, установленный на специальном держателе на пульте управления. Если сравнивать с гонимыми моделями, то съемочные дроны отличаются своими внушительными размерами и меньшей скоростью, обычно не превышающей 70 километров в час.

Однако для основной функции этих квадрокоптеров – съемки – высокая скорость не требуется. Съемочные дроны оснащены различными интеллектуальными функциями и датчиками. Благодаря полуавтоматическому управлению они очень устойчивы, и чтобы сломать такой квадрокоптер, потребуются значительные усилия. Стоимость таких дронов очень высокая – средняя цена начинается от 50 000 рублей. Основная часть стоимости связана с оптикой и подвеской для камеры, а также зависит от бренда. Помимо вышеназванных, съемочными дронами являются: Eachine E61, Eachine H8, TONQUU и многие другие.

**Беспилотники с машущим крылом** – это дроны, в основе конструкции которых лежит бионический принцип. Он заключается в имитации движений летающих живых объектов, таких как птицы и насекомые, в воздухе. Этот класс дронов пока не имеет серийных моделей и практического применения, но активно проводятся исследования в этой области по всему миру. За последние несколько лет было создано множество интересных концепций малых беспилотных летательных аппаратов с машущими крыльями.

Птицы и летающие насекомые в отличие от существующих видов летательных аппаратов обладают завидной энергоэффективностью и маневренностью. Если ученым и инженерам при разработке беспилотников удастся достичь таких же показателей, как у живых существ, то их усилия не пройдут даром, и можно будет ожидать начала повсеместного применения этих аппаратов.

Дроны, конструкция которых основана на имитации движений птиц, называются орнитоптерами, а аппараты, имитирующие движения летающих насекомых, получили название энтомоптеров.

*Орнитоптеры*, чтобы имитировать движение птиц, имеют особый механизм привода крыльев. Он должен быть простым, легким и способным обеспечить необходимый набор движений. Эти аппараты также нуждаются в системе управления, которая позволяет им парить в подходящие моменты, чтобы эффективно использовать потоки воздуха.

Один из примеров орнитоптера – беспилотный летательный аппарат SmartBird, созданный немецкой компанией Festo, известной своими достижениями в области бионики. SmartBird внешне напоминает серебристую чайку и отличается большими размерами. Помимо возможности полета, SmartBird способен самостоятельно

взлетать и садиться. Его крылья могут двигаться вверх и вниз, а также вращаться вокруг своей оси, обеспечивая высокую точность движений. SmartBird имеет размеры 1 метр в длину и 2 метра в размахе крыльев, а его вес составляет 450 граммов.

SmartBird можно рассматривать как прототип будущих коммерческих дронов, способных имитировать движения птиц. Они уже показали себя полезными в решении различных разведывательных и диверсионных задач.

*Энтомоптеры* разделяются на две категории: имитаторы четырехкрылых и имитаторы двукрылых насекомых. Четырехкрылые аппараты, похожие на стрекоз и бабочек, способны выполнять сложные маневры и обладают большей гибкостью в управлении во время полета.

Примером такого энтомоптера является BionicOpter, разработанный компанией Festo. Этот аппарат имеет длину 44 сантиметра и размах крыльев 63 сантиметра. Крылья изготовлены из углеродного волокна и покрыты полиэфирной пленкой. Вес всего аппарата составляет примерно 175 граммов.

Управление полетом BionicOpter осуществляется через смартфон. ARM-микроконтроллер внутри беспилотника обеспечивает стабилизацию полета. BionicOpter имеет один основной электродвигатель и восемь сервоприводов. Аппарат также оснащен датчиками для предотвращения столкновений с препятствиями. Питание аппарата осуществляется с помощью двухсекционного литий-полимерного аккумулятора емкостью 7,4 Вт.

Конструкция BionicOpter обеспечивает широкий диапазон маневрирования. Каждое крыло, помимо маховых движений, может вращаться вокруг своей оси и перемещаться по горизонтальной траектории. Хвостовая часть энтомоптера также очень гибкая, что позволяет изменять положение центра тяжести при полете. Благодаря этим уникальным возможностям управления аппарат способен зависать в воздухе и перемещаться в любом направлении.

В отношении разработки беспилотников, имитирующих двукрылых насекомых, основные работы ведутся в области микроминиатюризации аппаратов. В дальнейшем предполагается значительное развитие технологий в сфере сверхлегких материалов, источников питания, нанoeлектроники и интеллектуального управления, что позволит создавать микроминиатюрные дроны,

приближенные к живым существам по функциональности и размеру. В конечном итоге, возможно, появятся новые концепции управления целыми коллективами микророботов, которые будут обладать сложными функциями: коллективное выживание, многовариантное решение задач, незаметность передвижений, а также выполнение массированных и продолжительных миссий.

Примером микроскопического энтомоптера является Mobeo, разработанный в США. Он создан с использованием интегральной многослойной технологии. Базовой структурой аппарата является тонкая углепластиковая пластина, на которой с помощью лазерной обработки создаются все необходимые вырезы. Затем на пластину наносятся многочисленные металлические и неметаллические слои, состоящие из электронных и микроэлектромеханических компонентов, в состав которых входят сенсоры, радиотехнические устройства и актуаторы для движения крыльев.

**Аэростатические беспилотники** – это специальный класс беспилотных летательных аппаратов, которые поднимаются в воздух благодаря архимедовой силе, действующей на баллон, наполненный гелием. Основными представителями этого класса являются беспилотные дирижабли.

Дирижабль – это летательный аппарат, состоящий из аэростата и винта с электрическим двигателем или двигателем внутреннего сгорания, а также системы управления ориентацией, позволяющей дирижаблю двигаться в любом направлении вне зависимости от воздушных потоков.

Одним из основных преимуществ дирижаблей является большая грузоподъемность. Дирижабли также используются для осуществления длительных полетов без посадки. Они отличаются высокой надежностью и более безопасны в сравнении с самолетами и вертолетами. Даже при серьезных катастрофах дирижабли показали высокий процент выживаемости людей на борту. Дирижабли также расходуют малое количество топлива и, следовательно, более экономически выгодны при перевозке грузов. Внутренние помещения дирижаблей могут быть очень просторными, и они могут находиться в воздухе длительное время. Для взлета и посадки дирижаблю не требуется взлетно-посадочная полоса, но требуется пристань. Кроме

того, они могут оставаться неподвижными в воздухе, если нет сильного ветра.

В современных реалиях беспилотные дирижабли чаще всего используются для рекламы и видеонаблюдения. В последние годы их все чаще заказывают телекоммуникационные компании, чтобы использовать в качестве ретрансляторов сигналов. Также существуют проекты по созданию дирижаблей с очень большой грузоподъемностью – от 200 до 500 тонн. Помимо этого, привлекательными являются новые концепции дирижаблей с нетрадиционной формой оболочки и способами перемещения в воздухе.

Российские разработчики и ученые планируют в ближайшем будущем выпускать беспилотные дирижабли линзообразной формы. Они будут иметь диаметр от 22 до 200 метров и смогут перевозить несколько сотен тонн груза. На данный момент существуют только демонстративные модели таких дирижаблей. Один из примеров такой модели – «ДП-27» «Анюта». Ее форма напоминает диск и обеспечивает устойчивость к поперечному ветру, простоту управления и высокую маневренность. Благодаря четырем двигателям мощностью в двадцать пять лошадиных сил аппарат может развивать скорость до 80 километров в час, а бак емкостью в сорок литров обеспечивает дирижаблю полет на расстояние до 300 километров.

БПЛА также различаются по весу и размеру, и в зависимости от этих характеристик они могут использоваться для разных целей и задач:

**Микродроны:** это самые маленькие дроны, которые обычно имеют вес не более 50 граммов и размером в диагонали до 100 миллиметров. Они легкие, компактные и маневренные, что делает их идеальными для использования внутри помещений или в ограниченных пространствах. Микродроны в основном используются для развлечения. Маленький размер делает их прекрасной игрушкой для детей.

**Мини-дроны:** это небольшие дроны, которые обычно имеют вес до 500 граммов и размеры до 250 миллиметров. Они более устойчивы и по сравнению с микродронами зачастую оснащены небольшой камерой для фото- и видеосъемки. К сожалению, из-за маленьких размеров камеры снимки, скорее всего, будут плохого качества. Иногда мини-дроны используют для принятия участия в гоночных соревнованиях по управлению дронами.

**Средние дроны:** это дроны с весом до одного килограмма и размерами до 550 миллиметров в диагонали. Они обладают большей грузоподъемностью и дальностью полета, что позволяет им выполнять более сложные задачи, такие как длительные мониторинговые миссии, аэрофотосъемка и научные исследования.

**Тяжелые дроны:** это самые крупные и тяжелые дроны с диагональю от 550 миллиметров, и вес они могут иметь от 2,5 килограмма. Тяжелые дроны зачастую используются в военных и промышленных целях, таких как разведка, грузоперевозки, строительство и транспортировка. Тяжелые беспилотники обладают высокой грузоподъемностью и могут выполнять сложные задачи в различных условиях, но из-за своего размера не отличаются хорошей маневренностью.

## Различные системы навигации и управления

Дроны стали неотъемлемой частью современной индустрии инновационных технологий и быстро находят применение в коммерческих, сельскохозяйственных и развлекательных сферах деятельности. Однако ключевым фактором успешности любого беспилотного аппарата является система навигации.

Различные системы навигации и управления дронами играют важную роль в обеспечении безопасности и эффективности полетов. Существует несколько передовых технологий, которые используются для навигации и управления дронами.

**Датчики** играют ключевую роль в беспилотных системах, обеспечивая им точность навигации, предотвращение столкновений с препятствиями и соблюдение правил полета. Эти датчики предоставляют дронам различные данные, позволяющие им получать точное представление о ситуации вокруг.

Одна из основных функций датчиков заключается в предоставлении дронам информации о таких параметрах, как высота, скорость, ускорение, а также местоположение других воздушных судов. С помощью продвинутых алгоритмов и программного обеспечения дроны обрабатывают получаемые данные для принятия решений относительно траектории полета и курса.

Однако роль датчиков не ограничивается только помощью в ориентации в пространстве. Они также играют важную роль в предотвращении столкновений с препятствиями. Следя за скоростью и направлением движения других воздушных судов, дроны обнаруживают потенциальные опасности и выполняют маневры уклонения, чтобы избежать столкновений. Это особенно важно в перегруженных воздушных пространствах, где риск столкновения значительно возрастает.

Кроме того, датчики также используются для обеспечения соблюдения правил полета. Они отслеживают местоположение дрона в небе и помогают ему соблюдать установленные границы полета, избегая запрещенных или ограниченных зон.

В целом датчики играют критически важную роль в беспилотных системах, обеспечивая точность маневрирования, предотвращение

столкновений и соблюдение правил полета. Без этих сенсоров дроны не смогли бы выполнять свои задачи в воздушном пространстве с высокой степенью безопасности и эффективности.

**GPS**, или система глобального позиционирования, также позволяет дронам определять свое местоположение с высокой точностью, используя сигналы спутников. В беспилотных летательных аппаратах система GPS совмещена с системой глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Вместе системы GPS и GNSS играют важную роль в точном ориентировании и удержании позиции в воздухе автономных дронов.

Система глобального позиционирования базируется на сети спутников, которые вращаются вокруг Земли и передают сигналы на приемник GPS, установленный на дроне. Собранные сигналы используются для определения точного местоположения и скорости дрона. GNSS комбинирует сигналы GPS с сигналами других глобальных навигационных систем, таких как Galileo, BeiDou и ГЛОНАСС. Благодаря этому комбинированию система достигает более высокой точности даже в областях с низким уровнем GPS-сигнала.

Система GPS/GNSS предоставляет дрону точную информацию о его местоположении и скорости. Эта информация используется для контроля движения дрона и удержания его на заданном курсе во время полета. Кроме того, она помогает избежать столкновений, предупреждая дрон о препятствиях и других воздушных судах в окружающей среде. Система также помогает соблюдать правила полета, предупреждая дрон о приближении к запрещенным или ограниченным зонам.

Таким образом, система GPS/GNSS используется в механизме дрона для обеспечения безопасности в воздухе и эффективности полетов. Эти инновационные системы навигации становятся полезными инструментами в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, строительство и спасательные операции.

Еще одной передовой системой навигации является **акселерометр**. Акселерометр – это датчик, способный измерять ускорение объекта, находящегося в движении. В случае дрона акселерометр регистрирует ускорение, вызванное гравитацией и изменениями скорости во время полета. Эти данные позволяют дрону определить свое местоположение в трехмерном пространстве и корректировать траекторию движения.

Главная функция акселерометра в дроне – обеспечение стабильности полета. Когда дрон находится в воздухе, на него действуют различные силы, такие как ветер или турбулентные потоки. Акселерометр помогает компенсировать эти силы, поддерживая горизонтальное положение дрона и предотвращая нежелательные колебания.

Кроме того, акселерометр позволяет дрону выполнять маневры и изменять траекторию полета. Устройство регистрирует изменения ускорения и передает эти данные на контроллер дрона. Контроллер обрабатывает полученную информацию и определяет необходимые корректировки в полете. Благодаря акселерометру дрон может легко изменять направление движения, разворачиваться и выполнять другие маневры.

**Гироскопы** также играют важную роль в функционировании современных дронов. Эти устройства позволяют дронам оставаться стабильными и управляемыми во время полета.

Гироскопы дронов работают в сочетании с другими датчиками, такими как акселерометры и компасы, для обеспечения более точного и стабильного управления. Эти датчики совместно обеспечивают дрону информацию о его положении и ориентации в пространстве.

Гироскопы состоят из вращающегося вокруг своей оси диска, называемого ротором. Когда дрон изменяет свое положение, гироскоп обнаруживает это изменение и передает информацию контроллеру дрона, который, в свою очередь, корректирует двигатели для компенсации изменения ориентации.

Одним из ключевых преимуществ гироскопов является их способность сохранять устойчивость дрона во время полета. Когда дрон подвергается внешним воздействиям, таким как ветер или резкое изменение направления движения, гироскопы автоматически реагируют на эти факторы и помогают дрону оставаться в стабильном горизонтальном положении.

Кроме того, гироскопы также играют важную роль в управлении дроном. Они позволяют дрону легко изменять свое направление и маневрировать в воздухе. Путем изменения скорости вращения гироскопа дрон может изменять свое положение и осуществлять повороты.

Гироскопы являются важной частью современных дронов, обеспечивая им стабильность и управляемость во время полета. Благодаря этим устройствам дроны могут с легкостью выполнять различные задачи, включая аэрофотосъемку и доставку грузов. Неудивительно, что гироскопы стали неотъемлемой частью в навигационных системах беспилотников и продолжают развиваться для улучшения их функциональности.

**Барометрами**, или барометрическими датчиками, часто бывают оснащены квадрокоптеры любительского уровня, а также другие мультироторные летательные аппараты, включая гексакоптеры и октокоптеры.

Главная функция барометра заключается в измерении атмосферного давления, которое изменяется с увеличением высоты. При полете квадрокоптера или другого подобного аппарата контроллер реагирует на эти изменения и передает соответствующие сигналы на моторы, чтобы регулировать их обороты.

Однако иногда эта система может работать некорректно, особенно на небольшой высоте. Разница в атмосферном давлении на низкой высоте может быть практически незаметной, и в таких условиях барометр может подвергаться сбоям.

**Ультразвуковые датчики** широко используются в селфи-дронах, например в модели DJI Spark Fly, если требуется достичь высокой точности на уровне 8–10 метров. Эти дроны преимущественно используются для фотографирования на низких высотах и даже внутри помещений.

Однако стоит отметить, что ультразвуковые датчики могут столкнуться с некоторыми проблемами, особенно при полетах в звукоизолированных помещениях.

**Детекторы визуального позиционирования** – это еще один тип датчиков, используемых для обеспечения функции удержания высоты. В основе этой системы лежит специальная видеокамера, которая в режиме реального времени снимает и постоянно отслеживает поверхность, над которой парит дрон. Этот подход часто используется в дорогих моделях квадрокоптеров, таких как DJI Phantom 4 Pro и дроны DJI Mavic Pro.

К сожалению, эта инновационная система также может столкнуться с определенными проблемами. Например, если

поверхность под квадрокоптером слишком ярко освещена или, наоборот, слишком темная, это может повлиять на работу датчиков визуального позиционирования.

Что касается контроля над беспилотными аппаратами, то можно смело говорить о том, насколько сложной задачей является управление этими высокотехнологичными устройствами. Для эффективного управления дроном требуется комплексная система, которая включает в себя радиосигналы, сенсоры и сложную компьютерную систему автоматического пилотирования. Основное понимание принципов дистанционного управления является необходимым для тех, кто стремится безопасно и эффективно маневрировать беспилотным аппаратом.

Основой управления дроном являются радиосигналы, которые служат для связи с беспилотником и передачи ему команд. Пульт дистанционного управления, также известный как передатчик, обычно подключается к смартфону или компьютеру, позволяя оператору отправлять сигналы на дрон с расстояния. Кроме того, передатчик также получает данные от дрона, включая его текущее положение, высоту и скорость.

Вышеназванные датчики (гироскопы, акселерометры, барометры и т. п.) предоставляют дрону информацию о его положении, скорости и других параметрах. Вся эта собранная информация обрабатывается системой автоматического пилотирования, которая затем принимает решения о том, как управлять дроном для достижения поставленных целей.

Обладание основным пониманием радиосигналов, сенсоров и систем автопилотирования является необходимым для эффективного управления дроном и достижения желаемых результатов.

В последние годы индустрия дронов активно развивается, и с этим развитием появляются все более сложные системы управления беспилотными аппаратами. Существует несколько видов систем управления, каждая из которых имеет свои особенности и возможности.

**Ручной режим.** В этом режиме пользователь использует дистанционный пульт или джойстик для непосредственного контроля над дроном. Этот вид системы является простым и доступным, часто используется в развлекательных целях. Однако для работы в ручном

режиме требуется хорошее знание дрона и его элементов управления, а также понимание окружающей среды, в которой дрон выполняет полет.

**Полуавтоматический режим.** В этом режиме пользователь задает программу для полета дрона в соответствии с определенными параметрами. Такая система часто применяется в бизнес-сфере и позволяет пользователю при необходимости контролировать дрон на расстоянии. Полуавтоматические системы могут быть настроены на следование определенному маршруту, реагирование на внешние стимулы, такие как облет препятствий или движение по заданной в установке траектории.

**Автономный режим.** Данный режим позволяет дрону выполнять полеты самостоятельно, без участия человека. Такие системы обычно применяются в профессиональных сферах, где требуется высокая степень автономности и точности. В полностью автоматическом режиме дрон способен выполнять сложные задачи и действовать в соответствии с заранее установленными программами и алгоритмами.

Таким образом, развитие индустрии дронов приводит к появлению все более сложных систем управления, позволяющих разным пользователям эффективно управлять беспилотными аппаратами в соответствии с их потребностями и целями.

## Примеры передовых технологий в области дронов

Развитие инновационных технологий в области дронов не стоит на месте. Каждый год появляются новые технологии и возможности, которые делают эти устройства еще более умными и функциональными. Рассмотрим некоторые из них.

**Портативный дрон-перехватчик** – беспилотный летательный аппарат, предназначенный для ликвидации других дронов. Этот инновационный беспилотник обладает отстреливаемой силовой установкой, которая использует кевларовую сеть. Дрон имеет квадрокоптерную конструкцию и впечатляющее соотношение мощности к весу.

Благодаря этим особенностям дрон-перехватчик способен быстро взлететь, достичь нарушителя и передать видеопоток наземному пилоту в режиме реального времени через бортовую наблюдательную систему. После этого дрон-перехватчик позиционируется под целью, и пилот активирует отстрел четырех моторов, которые выпускают и развертывают кевларовую сетку. Эта сетка охватывает дрона-нарушителя, блокируя его силовую установку, что приводит к падению.

Основная часть корпуса дрона-перехватчика также отделяется, однако автоматическое открытие парашюта обеспечивает мягкую посадку. Кроме того, при падении дрон издает громкий звуковой сигнал, что упрощает его обнаружение. Возможно, в будущем патрульные автомобили будут оснащены несколькими перехватчиками дронов, каждый из которых будет находиться в отдельном стартовом контейнере. Если в зоне ограничения будет замечен дрон-нарушитель, водитель или оператор сможет остановиться и отправить один из перехватчиков за ним.

**RDS2** — технология, разработанная для дронов, работающих в сфере доставки и перевозки разнообразных посылок. Она дает возможность перевозить практически любые грузы, которые помещаются между посадочными опорами дрона.

В большинстве систем доставки грузов с помощью дронов необходима специальная упаковка или отведенный бортовой отсек для

груза. Однако новая система RDS2, разработанная в США, способна перевозить посылки практически любой формы и размера весом до 10 килограммов.

Предыдущая система – RDS1 – включала моторизованную катушку с кевларовым шнуром, которая устанавливалась на нижней стороне дистанционно управляемого мультикоптера. На конце шнура находился эластичный тканевый чехол, внутри которого можно было разместить полезный груз весом до 2 килограммов.

При достижении места назначения дрон оставался на высоте 46 метров и отпускал тормоз на тросовом барабане, позволяя посылке с грузом медленно спускаться вниз. Это было обеспечено с помощью компонента свободного падения и тормоза катушки, которые позволяли плавно опустить груз и сократить время и энергию, затрачиваемые на маневрирование вокруг препятствий, таких как ветки деревьев и электропередачи. Для точного определения высоты дрона относительно земли использовалась установленная на нем технология LiDAR.

Новая система RDS2 работает похожим образом, но вместо чехла используется крюк, который цепляется за сумки, ведра или специальную ручку с армированной обвязочной лентой. Эта лента приклеивается к верхней части коробки клиента или другой посылки и может выдерживать нагрузку до 45 килограммов.

Крюк остается надежно закрытым во время полета дрона, но как только груз достигает земли, он автоматически освобождает посылку. Это означает, что груз можно сбрасывать, даже если получатель отсутствует. Если получатель присутствует и хочет вернуть упаковку отправителю, он может закрепить ее на крюке, который затем поднимет беспилотник. Стоит отметить, что хотя RDS2 способна переносить и опускать грузы весом до 10 килограммов, она может поднимать грузы массой не более 5 килограммов.

RDS2 с весом 1,5 килограмма может быть установлена на шасси тяжелых дронов сторонних производителей, например DJI Matrice 600. Для покупателей, желающих получить полный пакет, она также встроена в новый октокоптер RDST от компании A2Z. Этот летательный аппарат может летать автономно или управляться дистанционно на расстоянии до 30 километров с использованием дополнительного сотового 4G LTE соединения. Одного заряда литиевого аккумулятора хватает на 36 минут полета.

Таким образом, система RDS2 не только избавляет клиентов от шума и потенциальной опасности, связанных с низколетящими беспилотниками, но и экономит время и энергию, которые обычно тратятся на облет препятствий, таких как деревья и электропередачи. Она предоставляет эффективный способ доставки различных грузов с помощью дронов, открывая новые перспективы в сфере логистики.

**Helios** – инновационная автоматическая дрон-система для очистки солнечных панелей, созданная в Бельгии. В отличие от обычных воздушных дронов, которые просто распыляют воду на загрязненные панели, Helios использует уникальную комбинацию летающего гексакоптера и гусеничного робота.

Гексакоптер стартует и приземляется на наклонную площадку крыши вместе с роботом. С помощью компьютерного зрения гексакоптер распознает фотоэлектрическую панель и приземляется на нее, позволяя роботу приступить к работе.

После этого гексакоптер возвращается на стартовую точку и приземляется, а робот начинает двигаться вперед и назад по панелям, очищая их с помощью вращающейся щетки и пылесоса. Робот легко перемещается между соседними панелями, проходя от одной стороны к другой.

По завершении процесса очистки робот передает беспроводной сигнал гексакоптеру, который возвращается за ним. Весь процесс происходит автоматически, хотя оператору все равно необходимо следить за ним.

Таким образом, система Helios предлагает прогрессивный и эффективный подход к очистке солнечных панелей. Используя умные технические решения и совмещая летающий гексакоптер с гусеничным роботом, Helios обеспечивает эффективное и автоматизированное очищение панелей, минимизируя необходимость вручную выполнять эту задачу. Это в свою очередь повышает эффективность работы солнечных электростанций и помогает поддерживать их производительность на высоком уровне.

**Беспилотник HUUVÉR** — инновационное транспортное средство, разработанное в Польше в рамках проекта «Гибридный БПЛА-UGV для эффективной транспортировки судов». Он сочетает в себе функциональность воздушного и наземного дрона благодаря наличию как пропеллеров, так и гусеничного привода.

Когда HUUVER должен передвигаться по земле, он использует гусеницы, что позволяет ему работать в течение 10 часов от одной зарядки литиевого аккумулятора. В случае необходимости взлета HUUVER активирует восемь горизонтальных роторов, которые, когда не используются, опускаются на одну линию с гусеницами. Максимальное время полета составляет 20 минут.

**Воздухоплавательная беспилотная система** — новинка в мире дронов, которая объединяет возможности воздушной и подводной авиации. Проект разрабатывался в Японии.

Идея этой гибридной системы заключается в использовании воздушного дрона производства Prodrone как базовой платформы. Этот гексакоптер способен работать в различных погодных условиях, обеспечивая надежность и устойчивость работы системы.

В состав Sea-Air Integrated Drone также входит подводный дрон — Fifish Pro V6 Plus. Он размещен в специально созданной быстроразъемной клетке, которая установлена на нижней части гексакоптера. Благодаря этому конструктивному решению подводный дрон может быть удобно транспортирован и запущен с борта воздушного беспилотника.

Рабочий процесс системы выглядит следующим образом: оператор, находясь на суше, управляет системой при помощи мобильной связи на дальнем расстоянии. Он использует данные GPS и видеопотоки, поступающие с камер, установленных на борту гексакоптера, для позиционирования и мониторинга в режиме реального времени. По указанию оператора, гексакоптер производит посадку на воду, используя поплавки, закрепленные на его шести опорах, тем самым обеспечивая плавучесть и возможность безопасного запуска подводного дрона. После этого оператор принимает видеопоток уже из подводного беспилотника.

Такая инновационная система комбинирует лучшие возможности воздушных и подводных дронов, открывая новые перспективы в области исследования морских глубин и мест, недоступных для обычных дронов.

**P-Flap** — автономный орнитооптер с машущими крыльями, который решает проблему невозможности неподвижного нахождения беспилотников на неровной поверхности. Используя когтевой механизм, P-Flap может временно приземляться подобно птицам. P-Flap

имеет размах крыла в полтора метра и весит всего 700 граммов. Проект был разработан в Швейцарии.

P-Flap оснащен механическим когтем, изготовленным из углеродного волокна и обладающим пружинной конструкцией, которая позволяет удерживать различные объекты, такие как ветви деревьев или трубы. Коготь обладает бистабильной структурой, то есть может находиться в двух стабильных состояниях: закрытом (для захвата) и открытом (для освобождения).

Когда P-Flap приближается к горизонтальной поверхности, к примеру, ветке, он начинает использовать данные, передаваемые через беспроводную сеть от внешней системы слежения, чтобы определить свою позицию относительно данной поверхности. Далее система управления полетом, находящаяся на борту дрона, регулирует углы тангажа и рыскания, а также высоту, чтобы P-Flap мог точно приземлиться.

Когда расстояние между P-Flap и веткой сокращается до 1 метра, линейный датчик зрения в основании когтей предоставляет более точную информацию о положении в пространстве. Полученные данные используются для активации сервомотора ноги, который обеспечивает точное позиционирование когтя. Когда две выемки на внутренней стороне когтя соприкасаются, давление вызывает автоматическое закрытие когтя вокруг стержня всего за 25 миллисекунд, обеспечивая надежное удержание P-Flap в нужном положении. Когда приходит время для взлета, винтовой двигатель в шахте когтя снова открывает его.

Такие дроны могут найти применение в различных сферах: от наблюдения за наземными объектами до сбора биообразцов с деревьев и подзарядки аккумулятора с помощью встроенных солнечных батарей. Однако для полного раскрытия потенциала таких орнитоптеров требуются дополнительные исследования и разработки.

**Технология, позволяющая квадрокоптеру приземляться на наклонные поверхности** — новый метод безопасной посадки беспилотных летательных аппаратов на крутых склонах, разработанный канадскими учеными из Университета Шербрука. Этот метод основан на предыдущих исследованиях, связанных с посадкой на стенах и озерах, и может быть использован для посадки дронов на

одной из самых распространенных поверхностей в городской среде – на крышах.

Инженеры из Университета Шербрука ранее представили несколько впечатляющих решений для посадки беспилотников. Они разработали модель дрона с фиксированным крылом, который мог взлетать и приземляться на воде, прыгать между озерами и использовать солнечную энергию для зарядки во время полета. Также была представлена модель дрона, оснащенного лазерным датчиком для обнаружения стен во время полета, а его лапки из микроволокна позволяли поглощать кинетическую энергию удара при посадке на вертикальную стену. Дрон мог оставаться на стене, пока не запустится пропеллер для следующего полета.

Новая технология посадки беспилотников на крутые склоны основана на гибких лапках-захватах, которые могут приспособливаться к неровностям поверхности. Эти лапки позволяют дрону удерживаться на крыше и не скатываться вниз. В ходе испытаний новая модель дрона успешно совершила посадку и взлет на крыше с углом наклона до 45 градусов. Инженеры полагают, что эта технология может использоваться для безопасной посадки дронов в случае аварийных ситуаций, а также для проведения инспекционных работ на крышах зданий.

**Дроны для 3D-печати конструкций** — система, основанная на поведении медоносных пчел, которая использует беспилотные летательные аппараты для трехмерной печати в труднодоступных местах. Эта технология, которая получила название Aerial Additive Manufacturing или Aerial-AM, разрабатывается учеными из Великобритании и Швейцарии.

Система включает два типа беспилотных летательных аппаратов – квадрокоптеры, которые функционируют автономно и взаимодействуют друг с другом. Первый тип дронов называется BuilDrones и работает с помощью цифровых чертежей. Он создает конструкции, последовательно выдавливая слои материала, наподобие жидкого бетона, через трубку, расположенную в нижней части дрона. Для компенсации возможных непреднамеренных смещений трубка может изменять свое положение относительно боковой части дрона.

Второй тип дронов – ScanDrones – контролирует процесс печати. Он оценивает геометрию создаваемой конструкции и предоставляет

рекомендации BuilDrones по дальнейшим действиям, чтобы точно соблюдать исходный чертеж и создать желаемый конечный продукт. Точность изготовления объектов с использованием этой системы на данный момент составляет плюс-минус пять процентов.

Эта технология имеет широкий спектр применений, от строительства до производства деталей в сложных условиях.

**Silent Ventus** – «бесшумный» дрон на ионной тяге, разработанный во Флориде, будет доступен для коммерческого использования к 2024 году. Во время публичных летных испытаний разработчиками были продемонстрированы возможности своего беспилотного аппарата под названием Silent Ventus. Несмотря на то что технология вызвала интерес, некоторые все еще сомневаются в ее практической применимости.

Дрон Silent Ventus отличается от обычных моделей тем, что он не имеет пропеллеров. Вместо них используется широкая структура, состоящая из двух слоев электродов, которые генерируют высокочастотные поля. Эти электрические поля ионизируют кислород и азот в окружающем воздухе, что приводит к созданию «ионного ветра» – силы, которая позволяет дрону двигаться и создает минимальное количество шума.

**Дрон-амфибия с функцией присасывания** — это уникальная разновидность воздушного дрона, которая может работать под водой. Для перемещения под водой и крепления к поверхностям, таким как борта подводных лодок, он использует всасывающий диск. Этот диск разработан по принципу рыбьей присоски и позволяет экономить заряд аккумулятора.

Ученые из Китая, Британии и Швейцарии объединили свои усилия для создания прототипа такого устройства. Дрон выполнен в виде водонепроницаемого квадрокоптера и оснащен 3D-печатным силиконовым диском, который имитирует присоску на голове рыбы-прилипалы (реморы). Эта рыба использует свой диск для прикрепления к крупным морским животным, таким как акулы и киты. Во время питания своего хозяина ремора отсоединяется и поглощает остатки пищи в воде.

Синтетический вариант диска дрона включает параллельные ряды гибких мембран, между которыми находятся отдельные присоски. В отличие от одной большой присоски этот дизайн позволяет диску

прикрепляться к изогнутым, неровным и шероховатым поверхностям. Даже если не весь диск соприкасается с поверхностью, он все равно прочно держится.

Дрон способен летать как в воздухе, так и под водой благодаря своей уникальной конструкции и функциональности. В будущем эта технология может найти применение в морских исследованиях, поисково-спасательных операциях, экологическом мониторинге и промышленных инспекциях.

## **Глава 3**

# **Применение дронов в различных отраслях**

## Аэрофотосъемка и кинематография

Применение беспилотных летательных аппаратов в аэрофотосъемке открывает новые возможности для получения высококачественных и детализированных изображений с воздуха. Эта передовая технология находит применение в различных областях, от картографии и геодезии до архитектуры и туризма.

Одним из основных преимуществ использования дронов в аэрофотосъемке является возможность получения изображений с недоступных ранее ракурсов. Дроны могут легко подняться в воздух и снимать объекты с высоты, что позволяет получить обзорные фотографии и видео с уникальной перспективы. Это особенно полезно при создании панорамных снимков, архитектурной визуализации и мониторинге изменений в ландшафте.

Дроны также обладают возможностью съемки с высокой детализацией и разрешением. Современные дроны оснащены высококачественными камерами, которые позволяют получать изображения с высокой четкостью и детализацией. Это особенно важно при выполнении задач, требующих качественных и детализированных изображений, таких как картирование местности, анализ сельскохозяйственных угодий или создание трехмерных моделей.

Применение дронов в аэрофотосъемке также снижает затраты и упрощает процесс получения изображений. Вместо использования традиционных методов, таких как аренда вертолетов или самолетов, дроны предлагают более доступное и гибкое решение. Операторы дронов могут легко управлять полетом и настраивать параметры съемки, что позволяет получить желаемый результат с минимальными затратами.

С развитием технологий аэрофотосъемки в киноискусстве наступил новый этап, который полностью изменяет восприятие зрителей. Раньше взрывы на экране выглядели нереалистично, монстры казались похожими на кукол. Однако сейчас, благодаря прогрессу в операторской работе, творческому подходу режиссеров и современным технологическим возможностям, зритель полностью погружается в реалистичную и динамичную картину. Больше не нужно полагаться только на компьютерную графику – вместо этого зритель может

наслаждаться завораживающими спецэффектами, созданными с помощью дронов.

В современном кинематографе, чтобы создать высококачественный фильм, важны не только актерское мастерство, но и наличие средств для съемки ярких и динамичных сцен с высокой детализацией. Одним из таких средств является использование беспилотных устройств для воздушных съемок. Применение дронов в кинематографе открывает новые горизонты для создания захватывающих и эпических кадров. Эта передовая технология позволяет кинематографистам получать уникальные ракурсы и динамичные планы, которые ранее были недоступны.

Одним из главных преимуществ использования дронов в кинематографии является возможность точной съемки с любой высоты. Дроны позволяют получать панорамные планы, обеспечивать плавные движения камеры и снимать пролеты над объектами. Это создает впечатляющие и эмоционально насыщенные сцены, которые увлекают зрителей в мир фильма. В ряде популярных кинолент можно увидеть результаты работы таких моделей, как Freefly ALTA 8 и Vulcan UAV Black Widow.

Дроны также обладают возможностью съемки с высокой стабилизацией и качеством изображения. Современные дроны оснащены специальными стабилизирующими системами, которые позволяют получать плавные и устойчивые кадры даже при высокой скорости полета. Кроме того, камеры на дронах обладают высоким разрешением и детализацией, что позволяет создавать кинематографические произведения высокого качества.

Применение дронов в кинематографии также снижает затраты и упрощает процесс съемки. Ранее для получения аэрокадров требовались дорогостоящие вертолеты или краны. Однако дроны предлагают более доступное и гибкое решение. Операторы дронов могут легко управлять полетом и настраивать параметры съемки, что позволяет достичь желаемого эффекта с минимальными затратами. Это позволяет сократить время съемочного процесса и снять сцены с необычных ракурсов.

Однако любительские дроны, хотя и способны снимать интересные кадры, обычно не обладают достаточной грузоподъемностью для профессионального использования. Беспилотные летательные

аппараты, применяемые в кинематографе, имеют ограниченное время полета (обычно не более 15–20 минут). Но разработчики продолжают работать над моделями, способными увеличить это время.

Использование дронов в кинематографе привело к значительному прогрессу в сфере технологий. Раньше Голливуду приходилось заказывать разработку и изготовление специальных моделей дронов для операторской работы. Однако сегодня благодаря развитию индустрии множество компаний предлагают услуги аренды дронов, что значительно облегчает процесс съемки. Стоимость аренды профессионального квадрокоптера с оператором на один съемочный день составляет примерно 15 000 долларов США. Так как воздушные съемки не всегда требуются на протяжении всего процесса съемки, эта сумма не оказывает существенного влияния на общий бюджет фильма.

Применение дронов в съемках значительно улучшает процесс и делает его более экономичным. Для работы с дронами не требуется большое количество персонала и использование крупной авиационной техники. Вместо этого оператор и пилот дрона могут находиться в одной команде из всего двух человек, что значительно снижает затраты на персонал. Кроме того, дроны обеспечивают мобильность, не требуя специальных площадок для взлета, и могут использоваться в любых погодных условиях благодаря своей надежности и способности работать независимо от состояния окружающей среды.

Одним из важных требований к дронам для использования в кинематографии является их надежность. Дроны должны иметь достаточную силу для подъема тяжелых видеокамер, а также обладать системами стабилизации, чтобы обеспечивать четкое и детальное изображение. Благодаря маневренности дронов режиссеры могут снимать сложные сцены с разных ракурсов, создавая впечатляющие кадры.

Рассмотрим некоторые дроны, активно участвующие в создании современных голливудских блокбастеров:

- Aerigon MK II
- Flying-Cam 3.0 SARAH
- Freefly ALTA 8
- AZ 4K UHD Camera Drone Green Bee 1200
- DJI Matrice 600
- Vulcan UAV Black Widow Black Widow

- DJI Inspire 2

Такие устройства позволяют снимать захватывающие сцены, например с высоты птичьего полета, и обеспечивают плавное движение камеры в кадре. Благодаря этому зрители могут полностью погрузиться в атмосферу фильма.

Традиционные воздушные съемки проводятся с помощью камеры, установленной на вертолете. Однако это ограничивает возможность съемки на низких высотах и не всегда позволяет достичь желаемого эффекта. Но Голливуд представил успешные примеры использования беспилотных летательных аппаратов в киноиндустрии.

Современные кинематографисты активно используют дроны для создания своих фильмов. Среди картин, в которых использовались дроны, можно назвать такие популярные фильмы и телесериалы, как «Игра престолов», «Безумный Макс», «Миссия невыполнима», «Мстители», «Люси», «Мир Юрского периода», и многие другие.

Например, для съемок фильма «Мстители» была использована модель дрона Aerigon MK II. Этот беспилотный летательный аппарат работал на съемочной площадке воздушных сцен в Англии. В фильме «Мир Юрского периода» использовались системы SHOTOVER K1, предоставленные компанией Team 5 Aerial System Rentals.

Дроны также применялись при съемках фильмов о Гарри Поттере. В частности, в фильме «Гарри Поттер и Тайная комната», выпущенном в 2002 году, для съемки одной из ключевых сцен использовался квадрокоптер. Он помог снять сцену с летающей машиной, которая затем была обработана с помощью компьютерной графики.

Отдельно стоит упомянуть фильм «Скайфолл», в котором дрон использовался в захватывающей сцене гонки на мотоциклах. Эта сцена так впечатлила голливудских режиссеров, что сразу шесть кинокомпаний получили разрешение на использование дронов от европейского агентства, ответственного за авиационную безопасность. Этот факт подчеркивает огромную роль и потенциал дронов в кинематографе, где они позволяют создавать впечатляющие и уникальные сцены, которые невозможно было бы снять традиционными методами.

Таким образом, использование дронов в кинематографии открывает новые возможности для создания высококачественного контента. Они позволяют снимать сцены с воздушных ракурсов,

создавая реалистичные и захватывающие образы. Благодаря экономии на персонале и минимизации использования громоздкой крановой техники, дроны становятся неотъемлемым инструментом в современной съемочной практике.

## Строительство и архитектура

Применение дронов в строительстве открывает новые возможности для повышения эффективности и точности строительных процессов. Эта передовая технология позволяет строительным компаниям получать детальные данные и проводить мониторинг строительных объектов с высокой точностью.

Одним из главных преимуществ использования дронов в строительстве является возможность проведения аэрофотосъемки и создания трехмерных моделей строительных площадок. Дроны оснащены камерами и сенсорами, которые позволяют получать высококачественные изображения и точные данные о территории. Это помогает строительным компаниям в планировании и контроле процессов строительства, а также в обнаружении потенциальных проблем и ошибок. Полученные снимки обрабатываются, печатаются, и на их основе создаются планы, схемы и другие графические материалы. Эти материалы затем привязываются к конкретным точкам на земле.

Применение дронов обеспечивает высокую точность отображения контуров местности, что позволяет получить достоверные данные о территории. Это особенно важно при проектировании объектов, поскольку трехмерное моделирование позволяет полностью учесть особенности ландшафта и использовать их в процессе разработки проекта.

Еще одним преимуществом является возможность одновременного обзора всей территории, на которой запланировано строительство. Это дает возможность предсказать возможные природные явления и выбрать оптимальное расположение строительных элементов и коммуникационных систем.

Анализ доступного пространства и оценка возможных земляных работ с помощью цифровых моделей участка позволяют определить объем работ и оптимизировать процесс строительства.

Кроме того, благодаря мониторингу с использованием беспилотников можно создать точную карту местности, которая может отличаться от представленной в документации. Это помогает избежать ошибок, которые могут привести к неправильному распределению нагрузки на конструкции и возникновению дефектов. Таким образом,

успешное строительство требует наличия актуальной карты местности, которую можно получить с помощью дронов.

В процессе исследования местности проводится работа по созданию основы для привязки снимков и создания подробных планов и схем. Привязка фотографий к конкретным объектам на местности осуществляется путем указания их местоположения на карте.

После сбора информации о местности с помощью беспилотных летательных аппаратов полученные данные обрабатываются с использованием специальных систем. Это упрощает работу архитекторов и инженеров в процессе планирования строительства и мониторинга изменений ландшафта.

Дроны также могут использоваться для инспекции и мониторинга строительных объектов. Они могут легко достигать труднодоступных мест и осуществлять визуальный контроль состояния конструкций. Это позволяет выявлять дефекты и проблемы на ранних стадиях, что способствует более эффективному управлению проектами и сокращению затрат на ремонт и исправление ошибок.

Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга строительных площадок предоставляет множество преимуществ и позволяет получать точную и достоверную информацию о ходе строительства. Вот несколько ключевых преимуществ такого подхода:

1. Высокая детализация изображений и возможность получения точных масштабов и пропорций позволяют контролировать качество выполняемых работ и следить за корректностью возведения конструкций. Благодаря дронам можно обнаружить даже мелкие дефекты или ошибки, которые могут иметь огромное значение для безопасности и прочности строительных объектов.

2. Отсутствие человеческого вмешательства в процесс обследования обеспечивает получение объективной информации о состоянии объекта строительства. Это исключает возможность искажений или субъективной оценки, которые могут возникнуть при участии человека. Таким образом, мониторинг с помощью беспилотников обеспечивает более точную и надежную основу для принятия решений.

3. Оперативность мониторинга и быстрый доступ к полученным данным позволяют своевременно реагировать на возникающие

проблемы и корректировать планы строительства. При возникновении непредвиденных ситуаций или несоответствий проекту можно немедленно принять меры по их устранению, минимизируя задержки и дополнительные затраты.

4. Эффективный контроль над затратами на обследование объекта строительства обеспечивает его экономическую эффективность. Использование дронов позволяет сократить расходы на обследования и контроль, так как для их проведения не требуется большой штат сотрудников или дорогостоящее оборудование. Это позволяет сэкономить средства и сосредоточить их на других важных аспектах проекта.

5. Комплексный мониторинг с использованием дронов повышает общую эффективность процесса и позволяет прогнозировать развитие строительства. Анализ данных, собранных с помощью беспилотников, помогает выявить тенденции и направления развития, что дает возможность принимать обоснованные решения и планировать дальнейшие этапы строительства с большей точностью и эффективностью.

Таким образом, мониторинг строительных площадок с помощью беспилотных летательных аппаратов обладает значительными преимуществами, которые способствуют более качественному и успешному выполнению строительных проектов. Сопоставление завершившихся работ и проектных решений позволяет заказчику выявить отклонения и вовремя устранить неточности в графике строительства. Результаты обследования, полученные с помощью дронов, помогают корректировать строительные мощности и вовремя перераспределить их. После анализа фотосъемки, выполненной беспилотным аппаратом, можно рационально распределить технику и работников для монтажа конструкций.

Использование трехмерной модели позволяет получать точные размеры сооружений, анализировать данные, полученные от беспилотных аппаратов, и при необходимости усиливать интенсивность работ на определенных участках. Заказчик сопоставляет генеральный план, схему коммуникаций и данные, полученные от дронов, чтобы удостовериться в соответствии строительства заданному плану. История полетов хранится до завершения проекта, позволяя сравнивать данные предыдущих проверок с текущей ситуацией на объекте.

Система отслеживает изменения и помогает удаленно контролировать процесс строительства.

Помимо этого, использование беспилотных аппаратов для осмотра строительной площадки помогает обнаружить потенциальные угрозы разрушения и нарушений в технике монтажа коммуникаций.

Съемка при помощи беспилотных аппаратов обеспечивает высокодетализированные снимки. Благодаря этому необходимость регулярного посещения строящихся объектов снижается, а затраты времени на сбор необходимой информации о строительной площадке уменьшаются.

Кроме того, дроны могут использоваться для транспортировки и доставки необходимых материалов на строительные площадки. Это позволяет сократить время и затраты на доставку, особенно в случае удаленных или труднодоступных мест. Дроны также могут использоваться для мониторинга строительных объектов на наличие чрезвычайных ситуации для обеспечения безопасности рабочих.

Современные архитекторы активно используют дроны в своей работе, открывая новые возможности и перспективы в проектировании и визуализации архитектурных объектов. Применение дронов в архитектуре позволяет архитекторам получать уникальные и детализированные данные, которые помогают в создании более точных и инновационных проектов, открывают новые горизонты для творчества. Это делает современную архитектуру более эффективной, инновационной и доступной для всех заинтересованных сторон.

Одним из основных применений дронов в архитектуре является аэрофотосъемка. Дроны оснащены высококачественными камерами, которые позволяют архитекторам получать впечатляющие аэрофотографии и видеоматериалы с воздуха. Это позволяет архитекторам и их клиентам увидеть проекты с новых ракурсов.

Дроны также используются для создания трехмерных моделей и виртуальных туров. С помощью специального программного обеспечения и данных, полученных от дронов, архитекторы могут создавать точные детализированные 3D-модели своих проектов. Это позволяет заинтересованным сторонам лучше представить себе окончательный результат и пройти виртуальный тур по объекту еще до его физической реализации.

## Сельское хозяйство

Благодаря прогрессу в области беспилотных систем автоматизация все больше проникает в различные сферы производства, включая сельское хозяйство. В сельскохозяйственной отрасли, помимо традиционных функций, которые ранее выполняли пилотируемые аппараты, беспилотные летательные аппараты освоили и новые «профессии». Теперь их применение не ограничивается только аэрофотосъемкой, они также предоставляют фермерам ценные данные о состоянии полей и каждого отдельного растения. Использование современных технологий может в значительной мере улучшить эффективность сельского хозяйства и сделать его одной из наиболее прибыльных отраслей экономики.

Беспилотные аппараты могут предложить оптимальные решения для нескольких задач:

1. Регулярный мониторинг сельскохозяйственных земель с использованием мультиспектральной съемки позволяет определить наличие пораженных паразитами растений, пострадавших от засухи или от излишнего полива. Беспилотные аппараты могут собирать многослойные изображения полей, используя различные спектры света, что позволяет точно определить проблемные участки. Это помогает фермерам быстро принимать меры для устранения проблем и повышения урожайности.

2. Беспилотники также способны создавать карты полей с выделением проблемных участков, требующих особого внимания. Используя полученные данные, фермеры могут определить точные границы зон с болезненными растениями, недостатком питательных веществ или другими проблемами, что позволяет им эффективно направлять ресурсы и предпринимать целенаправленные действия в своей работе.

3. Дроны могут выполнять ручное или автоматическое распыление пестицидов на основе результатов проведенных исследований. Используя данные, полученные от беспилотного аппарата во время мониторинга полей, можно определить оптимальные места для распыления пестицидов и точно дозировать их в соответствии с реальными потребностями растений. Это позволяет снизить излишнее

использование химических веществ и улучшить точность обработки полей.

4. Дроны могут также контролировать и собирать данные о результатах использования других беспилотных летательных систем в сельском хозяйстве. Это включает оценку эффективности применяемых методов, анализ использования ресурсов и выявление потенциальных улучшений для оптимизации процессов в сельском хозяйстве.

5. В режиме реального времени беспилотные аппараты могут координировать действия нескольких дронов на одном поле. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы, например при проведении распыления пестицидов или других операций на больших площадях. Синхронизированная работа дронов позволяет сократить время и увеличить точность манипуляций на поле.

Задача самостоятельного решения сельскохозяйственных проблем может быть сложной и дорогостоящей, особенно если в процессе используется самолет. Частые обращения в авиационные предприятия могут оказаться затруднительными из-за различных законодательных ограничений. Однако в этом случае оптимальным решением будет обучение сотрудников управлению беспилотными летательными аппаратами.

Использование квадрокоптера вместо самолета или вертолета поможет сэкономить денежные средства. Дрон работает на электроэнергии, что позволяет избежать затрат на дорогостоящее авиационное топливо и обслуживание.

Еще одним преимуществом дрона является его портативность и способность работать на небольших площадях. В случае сева на ограниченных территориях использование большого самолета становится нецелесообразным, тогда как компактный дрон станет идеальным решением. Отсутствие аэродрома также не будет проблемой: квадрокоптер способен вертикально взлетать и садиться, и для его запуска подойдет площадка размером с небольшую поляну.

Безопасность также является важным аспектом при использовании дронов. Качество авиационных работ прямо пропорционально высоте полета, а препятствия, такие как провода, представляют серьезную угрозу для воздушных судов. Используя дроны, можно избежать риска для пилотов и других лиц, а сотрудники, работающие на земле, менее

подвержены вредному влиянию распыляемых веществ, что повышает их безопасность.

Конструкция дронов проста, и им для полетов не требуются особые погодные условия. Дроны следуют заранее заданному маршруту, что обеспечивает высокое качество и продуктивность работы. Большинство дронов работает на аккумуляторах, что делает их экологически чистыми, поскольку они не выделяют вредных выбросов газов.

Сельскохозяйственные предприятия ежедневно сталкиваются с растущей конкуренцией на мировом и внутреннем рынке. Чтобы сохранить свои позиции и обеспечить высокую прибыльность, они вынуждены прибегать к использованию современных технологий, особенно биотехнологий, в рамках органического земледелия. Ведь органические продукты питания имеют значительно более высокую цену, чем обычные продукты. В этом контексте использование современных технологий становится еще более важным.

Использование дронов для биологической защиты растений позволяет достичь до 90 % эффективности и увеличить урожайность на 5–10 %. Опрыскивание полей дронами предоставляет целый ряд преимуществ, включая точное нанесение препаратов на минимальную площадь, экономию рабочих жидкостей, малые затраты времени и эффективную обработку труднодоступных мест.

Сегодня одним из востребованных применений дронов в сельскохозяйственной индустрии является распространение энтомофагов – хищных насекомых. Эти энтомофаги являются естественными врагами вредных насекомых и позволяют контролировать их популяции. Дроны используются для распределения трихограмм, афелинусов, псевдафиций и некоторых видов муравьев.

Такие вредители, как хлопковая совка, капустная совка и стеблевая моль, представляют большую угрозу для сельскохозяйственных культур. Однако с помощью специальных дозаторов, которые монтируются на дронах, внесение трихограммы, златоглазки и т. п. на поля становится простой задачей.

Таким образом, использование современных технологий, включая применение дронов, играет важную роль в повышении эффективности сельскохозяйственного производства, особенно в контексте биологической защиты растений. Эти технологии позволяют фермерам

более эффективно бороться с вредителями и обеспечивать высокое качество продукции.

Вот некоторые дроны, которые используются в сельском хозяйстве:

- DJI Agras T10 – эффективное устройство для небольших ферм с ограниченным бюджетом. Квадрокоптер оснащен системой распыления третьего поколения и способен распылять до 10 килограммов жидких химикатов и удобрений. Его производительность достигает 5,7 гектара в час, а батарея емкостью 9,500 миллиампер-часов заряжается всего за 7 минут.

- DJI Agras T30 – новый флагман в линейке сельскохозяйственных дронов DJI. Он способен поднять до 40 килограммов полезной нагрузки, обеспечивая производительность на уровне 16,2 гектара в час. Дрон оснащен системой распыления с 16 трубками и способен обрабатывать не только поле, но и фруктовые деревья. Стандартная комплектация включает оборудование для распыления жидких химикатов и удобрений, однако с наличием опциональных систем дрон может также разбрасывать семена и гранулированные удобрения. Алгоритмы автономного полета оптимизированы для безопасной работы в сложных условиях рельефа, наличия природных и искусственных препятствий.

- DJI P4 Multispectral – новая модель на базе популярного дрона Phantom 4, которая позволяет не только оценить общее состояние полей, но и выявить отдельные проблемные растения. Это помогает быстро и своевременно принимать решения о поливе, использовании химикатов и внесении удобрений. Благодаря компактному дизайну облегчается транспортировка, а также обеспечивается дополнительная мобильность и скорость использования.

- DJI AGRAS MG-1 – это октокоптер для распыления жидких удобрений, пестицидов и гербицидов. Бак для химикатов вмещает 10 литров вещества, и за 10 минут работы дрон может обработать от 0,4 до 0,6 гектара, что в 40–60 раз быстрее по сравнению с ручной обработкой. Складная рама и лучи упрощают транспортировку, и коптер может легко поместиться в багажник автомобиля. Интеллектуальная система автоматически подбирает оптимальные параметры работы в зависимости от условий и типа распыляемых веществ.

В целом дроны являются мощным инструментом для улучшения эффективности сельскохозяйственного производства и повышения качества продукции. Их использование позволяет сократить затраты, снизить воздействие на окружающую среду и повысить уровень удовлетворенности клиентов.

## Медицина и спасательные операции

Дроны стали инновационным средством, применяемым в системе здравоохранения. С их помощью открываются новые перспективы для доставки медицинской помощи в отдаленные или труднодоступные места, причем с высокой скоростью и эффективностью.

Одним из важнейших применений дронов в медицине является доставка неотложной медицинской помощи в удаленные районы или чрезвычайные ситуации. Скорость и маневренность дронов позволяют оперативно доставлять лекарства, вакцины, кровь, а также медицинские препараты и оборудование в места, недоступные для обычных транспортных средств. Это особенно важно в областях с ограниченной инфраструктурой или в зоне бедствия, где быстрая и надежная доставка может спасти жизни.

Дроны также активно применяются в области мониторинга и обеспечения здоровья населения. Они оснащены камерами высокого разрешения и сенсорами, позволяющими собирать информацию о заболеваниях, окружающей среде или биологических параметрах. Эти данные могут быть использованы для анализа эпидемий, борьбы с инфекционными заболеваниями, контроля загрязнения окружающей среды и оценки общественного здоровья.

Кроме того, дроны могут применяться для транспортировки органов для трансплантации. Очень важно обеспечить быстрое и безопасное перемещение органов, чтобы сохранить их жизнеспособность. Дроны способны быстро преодолевать расстояния, обеспечивая транспортировку органов в оптимальных условиях. Это снижает время доставки и увеличивает успех операций по трансплантации.

Недавно группа ученых из лаборатории инноваций в области здравоохранения с помощью инженерии Национального университета Ирландии создала дрон, способный дезинфицировать общественные места во время инфекционных пандемий. Этот уникальный дрон оснащен функцией излучения ультрафиолетового света, который обладает стерилизующими свойствами и может эффективно обрабатывать поверхности. Основная цель разработчиков заключается в

обеспечении безопасности в оживленных местах, таких как рестораны, больничные палаты, торговые центры и аэропорты.

Для достижения этой цели дрон использует алгоритмы искусственного интеллекта, позволяющие оптимально распределять ультрафиолетовое излучение в указанных местах и в определенное время. Обычно это происходит в ночное время, когда общественные пространства не посещаются людьми. Такой подход минимизирует риск для здоровья людей, поскольку ультрафиолетовое излучение может быть опасным.

Использование этого дрона представляет собой значительный прорыв в области дезинфекции, поскольку он позволяет эффективно и быстро обрабатывать большие площади. Благодаря этому мы можем вернуться к нормальной жизни и наслаждаться безопасностью чистых поверхностей в общественных местах. Такое инновационное решение может существенно снизить распространение инфекции и способствовать восстановлению общественной активности.

Однако, несмотря на все выгоды, применение дронов в медицине также сталкивается с определенными проблемами, такими как регулирование и безопасность полетов, автономность и надежность устройств, а также приватность и конфиденциальность медицинских данных. Поэтому регулирующие законодательные органы и технические специалисты продолжают работать над разработкой и совершенствованием соответствующих правил и технологий для максимально эффективного и безопасного использования дронов в медицине.

Еще одной из самых важных и ответственных областей применения дронов являются спасательные операции. Дроны используются спасательными службами для решения самых разных задач. Например, они могут быть использованы для поиска и спасения людей, которые оказались в труднодоступных местах или попали в беду. Также дроны могут применяться для мониторинга ситуации на месте происшествия, например после стихийных бедствий или техногенных катастроф.

Благодаря своим компактным размерам и возможности летать в условиях ограниченной видимости дроны становятся незаменимыми помощниками для спасателей. Они могут быстро и точно передать

информацию о ситуации на месте происшествия и помочь принять решение о дальнейших действиях.

Однако использование дронов в спасательных операциях имеет свои особенности и ограничения.

Во-первых, операторам спасательных дронов требуется специальное обучение и сертификаты для работы в экстремальных условиях.

Во-вторых, использование дронов может быть ограничено законодательством некоторых стран, особенно в отношении использования военных дронов для гражданских целей.

Несмотря на эти ограничения, дроны продолжают активно использоваться в спасательных операциях по всему миру. Они уже спасли множество жизней и продолжают помогать спасателям в их нелегкой работе.

Таким образом, дроны в сферах здравоохранения, доставки медицинской помощи, мониторинга здоровья и спасения жизней – это новая ступень развития технологий и методов оказания помощи людям в любых ситуациях. Они открывают новые возможности для медиков и спасателей и помогают им быстрее и эффективнее реагировать на вызовы, связанные с медицинской помощью и чрезвычайными ситуациями. Беспилотные летательные аппараты продолжают развиваться и совершенствоваться, и их потенциал не знает границ.

## Логистика и доставка

Беспилотные летательные аппараты являются одним из наиболее перспективных направлений развития современных технологий. С каждым годом они находят все больше применений в различных сферах жизни, и доставка с логистикой не являются исключениями. Дроны с легкостью могут изменить повседневный подход к доставке товаров и оказанию логистических услуг.

Одним из главных преимуществ дронов является их способность перемещаться в воздухе, что позволяет им обходить наземные препятствия и быстро доставлять товары в труднодоступные районы. Кроме того, использование дронов снижает затраты на доставку, так как они не требуют наличия дорог или других транспортных средств.

Дроны в логистике применяются в двух основных направлениях: складской и курьерской. Складские дроны используются для считывания штрихкодов на товарах, тогда как курьерские беспилотники выполняют доставку товаров.

Сотрудники складов до сих пор проводят инвентаризацию вручную, чтобы быть в курсе актуальной информации о наличии продукции. Однако такие методы уже устарели и несут определенные риски и неудобства.

Например, работа на высоте может быть опасной, особенно для новичков, и несчастные случаи не являются редкостью. Кроме того, инвентаризация с использованием грузоподъемников требует много времени и может привести к ошибкам в силу человеческого фактора.

Такие рутинные проверки вручную также могут привести к понижению внимания к деталям и увеличению риска допустить ошибки при инвентаризации.

В сфере торговли и промышленности давно требуется реформирование и цифровизация. Возникает вопрос о том, каким будет новый порядок работы.

Сегодня существует запрос на использование дронов и искусственного интеллекта в качестве безопасной, бюджетной и эффективной альтернативы для управления складами.

Эти инновационные технологии позволят автоматизировать процесс инвентаризации, освобождая сотрудников от рутинной работы

и снижая риск ошибок. Дроны смогут сканировать и отслеживать продукцию на складе, а искусственный интеллект будет обрабатывать и анализировать полученные данные.

Одной из первых приняла решение внедрить беспилотные летательные аппараты в складской работе молодая компания Aeriu из Будапешта. Они занимаются разработкой программного обеспечения и уже привлекли крупных клиентов, включая скандинавского производителя мебели и немецкую технологическую компанию.

Команда Aeriu разработала программное обеспечение, которое позволяет повысить эффективность инвентаризации на складах, и основой этого подхода является использование дронов, таких как популярная модель DJI Mavic 2 Pro.

Сотрудники управляют дронами, которые проводят быстрый сбор данных с этикеток на полках с товарами. Эти данные включают в себя штрихкоды и информацию о местоположении товаров на складе, и после сбора они загружаются в облачное интернет-хранилище для дальнейшей обработки.

Для проведения инвентаризации используются различные инструменты, поскольку стандарты работы на складах могут отличаться в зависимости от компании. Например, используется модель оптического распознавания символов, позволяющая «читать» тексты на различных языках и определять местоположение упаковок с продукцией по всему складу.

Другая модель способна распознавать штрихкоды, что позволяет проверять наличие конкретного продукта и сравнивать его с данными в архиве компании.

Более того, команда Aeriu предоставляет помощь операторам в составлении карт инвентаризации, которые наглядно показывают расположение товаров на складе.

Благодаря этим инновационным подходам Aeriu улучшает процесс инвентаризации, упрощая его и сокращая время, а также предоставляет более точные данные по управлению складами клиентов. Это помогает повысить эффективность складской работы и оптимизировать использование пространства на складе.

Amazon планирует использовать технологию Driven by Baloo для включения автономных вилочных погрузчиков на своих складах. Эти

погрузчики будут способны выполнять несколько функций, включая сканирование штрихкодов и перемещение товаров на паллетах.

В то же время в районе порта Роттердама уже существуют автоматически управляемые тележки, которые перевозят контейнеры от складов до судна.

Walmart и стартап Udelv также планируют начать тестирование беспилотной доставки свежих продуктов покупателям непосредственно домой.

В России прогресс в области беспилотных технологий пока не столь заметный, главным образом из-за отсутствия соответствующего законодательства. Однако уже в феврале в Москве начали проводиться испытания беспилотных автомобилей, а дроны уже активно используются на коммерческих площадках, таких как склады и хабы.

Toyota и Nissan, например, устанавливают роботизированные тележки для перемещения товаров по своим складам в Санкт-Петербурге. Беспилотные технологии могут быть весьма полезными для складской логистики в России, облегчая автоматизацию процессов перемещения товаров и инвентаризации.

Пандемия в 2020 году создала проблемы для складских компаний, включая нехватку персонала и необходимость социального дистанцирования. Это затруднило проведение регулярных инвентаризаций. В то же время произошел значительный рост электронной коммерции, которая тесно связана с управлением складами. Все эти факторы могли привести к проблемам в цепочке поставок. Инвентаризация с использованием дронов стала спасательным кругом многих предпринимателей. К тому же она намного безопаснее, чем традиционный ручной метод.

Кроме того, запуск дрона более экологичен, чем использование мощного грузоподъемного крана, который потребляет около 72 кВт в час, в то время как коптер тратит в 100 раз меньше электроэнергии.

К примеру, благодаря удивительным возможностям модели Mavic 2 Pro сканирование этикеток товаров происходит удивительно быстро. Этот дрон прост в использовании и оснащен 1-дюймовой фотоматрицей с 2-кратным оптическим зумом. Режим полета и съемки Tripod ограничивает максимальную скорость и расстояние дрона при остановке, что упрощает процесс управления и выполнение необходимых операций внутри помещения.

Согласно оценкам венгерских специалистов из Aeriu, беспилотная инвентаризация проходит на 30 % быстрее, а стоимость самого дрона составляет менее 10 % от стоимости грузоподъемной системы.

Важным моментом в развитии данной технологии стало объявление основателя Amazon, Джеффа Безоса, относительно первой в мире доставки товаров с использованием дронов. Этот исторический момент произошел 7 декабря 2016 года в Великобритании, когда был осуществлен заказ на доставку телевизионной приставки и попкорна. Уже через 13 минут после размещения заказа товары были доставлены получателю. Однако компания DHL, специализирующаяся в сфере логистики, утверждала, что уже в мае 2016 года они тоже доставляли товары с помощью дронов. Кроме того, Google также заявлял о своем присутствии и пионерстве в этой области. Нужно отметить, что еще в июне 2014 года российская компания «Додо Пицца» осуществила доставку пиццы с помощью дронов.

Сооснователь компании Kiva Systems, специализирующейся на создании беспилотных авиационных систем, оценил стоимость доставки грузов массой до 2 килограммов с использованием их системы в 0,1 доллара. Наземный способ доставки варьируется от 2 до 8 долларов. Это указывает на потенциально низкую стоимость доставки и возможность эффективного использования дронов в будущем.

Несмотря на ряд значительных преимуществ, которые предоставляет использование дронов для доставки товаров, существуют некоторые преграды, которые затрудняют развитие этого направления в логистике. Вопросы, связанные с законодательством, кибербезопасностью и техническими аспектами, требуют дальнейшей проработки. В свете этих проблем проводятся испытания различных методов доставки, таких как сброс товара с помощью парашюта, спуск на тросе, доставка на специально отведенные площадки, в почтовые ящики, во внутренние дворы, на крыши, через окна, передавая товары консьержке или курьеру и т. д.

Хотя использование дронов в конечном счете может оказаться перспективным в области курьерской доставки, по-прежнему существуют нерешенные проблемы.

Одна из таких проблем связана со страхованием. В случае кражи или повреждения товара возникает вопрос о том, кто будет нести ответственность за возмещение ущерба.

Еще одной проблемой является наличие Wi-Fi, который установлен практически в каждом многоэтажном здании и может создавать помехи для навигации дронов, что затрудняет определение нужного адреса доставки.

Третья проблема заключается в отсутствии оборудованных мест для доставки товаров с гарантией того, что они попадут только к адресату.

Четвертой проблемой является необходимость создания инфраструктуры для управления дронами и обеспечения их безопасности.

В результате использование дронов для доставки товаров в крупных городах все еще остается отдаленной перспективой. Однако эта технология является эффективным решением для удаленных и сельских районов, где она может преодолеть географические преграды и обеспечить доставку товаров в более отдаленные места.

На данный момент существуют законодательные ограничения на использование дронов, которые могут варьироваться в зависимости от страны. К примеру, в России действует закон 54-ФЗ «О применении контрольно-кассовой техники», в котором указано, что оплата при получении товара, заказанного через интернет, возможна только с помощью кассы. У дронов пока нет таких технологий, поэтому при доставке с помощью беспилотника товар оплатить будет невозможно.

Тем не менее развитие технологий и улучшение законодательства может сделать дроны более доступными и безопасными для использования в сфере доставки. В любом случае использование дронов уже сегодня меняет подход к доставке товаров и может существенно улучшить качество услуг в этой области.

## **Глава 4**

# **Правовые и этические аспекты использования дронов**

## **Национальные и международные правила и ограничения**

Использование дронов регулируется различными национальными авиационными властями и международными организациями. Эти правила направлены на обеспечение безопасной и ответственной эксплуатации дронов для защиты воздушного пространства, конфиденциальности и общественной безопасности.

Во многих странах, включая Соединенные Штаты, Канаду и государства-члены Европейского союза, существуют конкретные правила и требования для операторов дронов. Эти правила могут включать регистрацию дрона, получение лицензии пилота или сертификата, соблюдение ограничений полетов и поддержание определенного расстояния от аэропортов, населенных пунктов и чувствительных объектов.

Кроме того, существуют ограничения на полеты дронов за пределами видимости, в ночное время и работу в определенных категориях воздушного пространства. Некоторые страны также имеют специальные правила для коммерческих операций с дронами, такие как получение разрешений или авторизаций.

На международном уровне Международная организация гражданской авиации (МОГА) предоставляет рекомендации по эксплуатации дронов. Эти руководства охватывают такие аспекты, как интеграция в воздушное пространство, лицензирование, обучение и управление безопасностью.

Важно, чтобы операторы дронов ознакомились с конкретными правилами и требованиями в своей стране или регионе. Соблюдая эти правила, операторы дронов могут обеспечить безопасное и ответственное использование дронов, минимизируя риски и потенциальные конфликты с другими пользователями воздушного пространства.

В зависимости от страны правила и ограничения могут быть разные. Вот некоторые из них:

**В России:** в 2019 году правительство Российской Федерации утвердило правила учета беспилотных гражданских воздушных судов с

массой от 0,25 до 30 килограммов. Для регистрации необходимо предоставить информацию о дроне, включая его фотографию, подробные технические характеристики, модель, серийный номер, количество и тип установленных двигателей, а также данные об изготовителе. Информация о владельце должна включать полное наименование (для юридических лиц) или ФИО (для физических лиц), регистрационные номера, адреса и другие данные.

Для осуществления съемки с квадрокоптера в специальных зонах требуется получение разрешения. Без этого документа пилот не имеет права проводить съемку. Процедура включает подачу заявки в Росавиацию, рассмотрение и получение разрешения на съемку, предоставление маршрута полета заранее, уведомление диспетчера о полете и согласование действий при взлете и посадке.

Информация о беспилотных воздушных судах сохраняется в регистрационной базе в течение всего периода учета и в течение 10 лет после снятия с учета. Нарушение правил использования воздушного пространства влечет ответственность согласно Административному кодексу РФ. За нарушение гражданам могут назначаться штрафы от 20 до 50 тысяч рублей, должностным лицам – от 100 до 150 тысяч рублей, а юридическим лицам – от 250 до 300 тысяч рублей.

**В США:** в Соединенных Штатах Америки полеты беспилотных летательных аппаратах разрешены, и это регулируется Федеральным авиационным управлением США.

В 2012 году были внесены изменения в Федеральный авиационный акт, который является главным документом по регулированию авиасообщения в стране. Эти изменения привели к разработке основных концепций использования беспилотных летательных аппаратов в воздушном пространстве США и формированию плана действий на будущее. Была также разработана «дорожная карта» для развития рынка беспилотных летательных аппаратов до 2028 года.

К разрешенным владельцам беспилотных летательных аппаратов в США относятся: граждане США, иностранные граждане с правом проживания в США и юридические лица, зарегистрированные и действующие в США или других странах. Регистрации подлежат беспилотные летательные аппараты весом от 0,25 до 25 килограммов.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Федеральный закон 112-95 ст. 336 (Public Law 112-95, Section 336) для судов некоммерческого предназначения;

- Воздушный кодекс, ч. 107 (Federal Regulations (14 CFR) part 107) для судов весом менее 55 фунтов (25 килограммов) коммерческого назначения.

**В Великобритании:** Управление гражданской авиации (CAA) является органом, отвечающим за регулирование полетов дронов. Для осуществления коммерческого использования дронов в стране необходимо получить разрешение от CAA и иметь страховку. Пилотам дронов также требуется соблюдать правила безопасности и поддерживать непрерывный зрительный контакт со своим дроном во время полета.

Существуют определенные ограничения по высоте полета дрона – он не должен превышать 120 метров над поверхностью земли. Если дрон оснащен камерой, то действуют дополнительные ограничения, касающиеся мест проведения полетов и расстояния до людей и объектов инфраструктуры. Для таких полетов требуется предварительное разрешение от CAA.

Для получения разрешения на коммерческие полеты необходимо заполнить онлайн-форму на официальном сайте CAA и предоставить все необходимые документы.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Постановление Управления гражданской авиации CAP 722 «Операции беспилотной авиационной системы в воздушном пространстве Великобритании»;

- Статьи 94, 95, 241 Аэронавигационного ордера 2016 (ANO 2016).

**В Дании:** согласно информации от Управления гражданской авиации Дании (CAA), для полетов беспилотников в стране существуют определенные правила и требования. Ниже приведены основные положения.

Регистрация: Владельцы дронов должны быть зарегистрированы в Управлении транспорта и жилищного строительства Дании. Каждый дрон должен быть помечен именем владельца, номером телефона и регистрационным номером, выданным Департаментом транспорта и жилищного строительства. Микродроны (весом до 250 граммов и с максимальной скоростью полета до 50 километров в час) не требуют

регистрации. Операторы беспилотников весом более 7 килограммов должны иметь аккредитацию. Минимальный возраст пилота должен составлять 16 лет.

Страхование: Дроны, не являющиеся микродронами, должны быть застрахованы от ответственности.

Ограничения полетов:

- Вес дрона не должен превышать 25 килограммов.
- Максимальная высота полета составляет 100 метров.
- Расстояние до других людей, кроме участников полета или наблюдающих за ним, должно быть не менее 50 метров.
- Беспилотный самолет должен уступать дорогу пилотируемым самолетам.
- Расстояние до общественных аэродромов и взлетно-посадочных полос должно быть не менее 5 километров, а над военными авиабазами – не менее 8 километров.
- Расстояние до населенных пунктов и основных дорог общего пользования должно составлять не менее 150 метров.
- Расстояние до пилотируемых кораблей, лодок и морских установок должно быть не менее 50 метров.
- Запрещено использование дронов над плотно застроенными территориями, районами с коттеджами для отдыха, жилыми местами для кемпинга и районами с большим скоплением людей под открытым небом.
- Запрещены полеты близко к другим дронам, чтобы избежать столкновений.

Дополнительные требования:

- Для полетов за пределами зоны видимости, над людьми, внутри помещений, на открытых или публично объявленных мероприятиях, на высоте более 100 метров или с использованием более одного дрона требуется автономное разрешение от Управления транспорта и жилищного строительства.
- Для полетов в ночное время дрон должен быть оснащен светом, позволяющим оператору видеть его во время полета, а также освещены должны быть стартовые и посадочные площадки.
- Для полетов беспилотников в ночное время в городских и населенных пунктах требуется специальная лицензия.

**В Германии:** разрешено использование дронов с определенными ограничениями, установленными правилами воздушного движения. Важные положения включают следующее:

- Полеты на высоте свыше 100 метров без разрешения запрещены. В регулируемом воздушном пространстве разрешенная высота составляет 50 метров.

- Все полеты должны осуществляться в зоне видимости оператора беспилотника.

- Ночное использование дронов весом более 5 килограммов запрещено без специального разрешения. Однако, управление беспилотниками массой до 5 килограммов допускается без разрешения в любое время.

- Для управления дронами массой более 2 килограммов требуется лицензия пилота. С новыми правилами воздушного движения пилоты дронов массой свыше 2 килограммов должны обладать сертификатом, который подтверждает их знания и навыки. Срок действия данного сертификата составляет 5 лет. Минимальный возраст пилота должен быть 16 лет.

- Застраховать дрон обязаны все пользователи.

- Беспилотный аппарат не может летать ближе, чем в 1,5 километра от аэропорта.

- Дроны с весом от 250 граммов должны быть обозначены огнеупорным значком, содержащим данные владельца.

- Запрещено использование беспилотных самолетов над местами, где много людей, а также в промышленных и жилых зонах, тюрьмах, районах бедствий и других заранее обозначенных специальных зонах.

- Запрещено летать на расстоянии менее 100 метров от федеральных автомобильных трасс, водных путей и железнодорожных сооружений.

- Также запрещены полеты над охраняемыми природными зонами, которые защищены согласно Федеральному закону об охране природы.

**В Нидерландах:** разрешается использование дронов при соблюдении определенных условий, установленных правилами. Вот основные положения:

- Полеты дронов должны выполняться на высоте, не превышающей 120 метров над поверхностью земли или воды.

- Дрон должен быть под контролем оператора и держаться на безопасном расстоянии от людей и сооружений во время полета. Оператор должен иметь непрерывный визуальный контакт с аппаратом.

- Ночное время не предназначено для полетов с использованием дронов.

- В Нидерландах выделяются три категории использования беспилотных летательных аппаратов: личное, рекреационное (развлекательное) и профессиональное (коммерческое).

- При использовании дронов в коммерческих целях независимо от их массы оператор должен получить сертификат. Это требование распространяется на профессиональных операторов дронов.

- Однако при личном использовании дронов с весом до 4 килограммов получение сертификата не является обязательным.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Закон об авиации от 18 июня 1992 года;

- Распоряжение Министерства транспорта от 2 декабря 2005 года об утверждении правовых вопросов для БП.

**В Израиле:** есть возможность осуществлять полеты на беспилотных летательных аппаратах, но под определенными условиями и с соблюдением соответствующих правил и разрешений. Управление гражданской авиации Израиля отвечает за регулирование законодательства, процедур и контроля в этой сфере.

Для того чтобы совершать полеты с помощью беспилотников в Израиле, необходимо получить разрешения от Израильского управления гражданской авиации (СААІ) и Министерства связи. Кроме того, вступление в Израильский аэроклуб, оформление лицензии и страховки на аппарат также являются обязательными шагами. После этого можно будет управлять дронами на расстоянии до 50 метров.

Однако, если планируется осуществлять полеты на расстоянии до 250 метров, требуется получение лицензии оператора от Министерства транспорта после прохождения специального обучения. Это позволит оператору выполнять полеты на большие расстояния с использованием беспилотника. Важно отметить, что осуществление полетов на большие расстояния без предварительного разрешения запрещено и может привести к нарушению законодательства.

**В Канаде:** допускается использование дронов, но с определенными ограничениями и требованиями. Все беспилотные аппараты весом от 250 граммов до 25 килограммов должны быть зарегистрированы в Управлении транспортной гражданской авиации (ТССА) и помечены регистрационными номерами, чтобы быть идентифицированными пилотами.

Для управления квадрокоптером в Канаде необходимо соблюдать ряд правил. Во время полета аппарат должен быть всегда видим пилотом. Максимальная высота полета ограничена 122 метрами, а минимальное расстояние от объектов инфраструктуры составляет 30 метров. Использование дрона на расстоянии менее 5,6 километра от аэропортов или менее 1,9 километра от вертодромов запрещено.

Если дрон будет использоваться в коммерческих целях, например в сельском хозяйстве, для исследовательских работ, аэрофотосъемки или видеосъемки, то потребуются получить специальное разрешение на полеты. Это разрешение будет выдаваться на основе характеристик полета и плана безопасности.

Нормативный акт, регламентирующий правила и порядок регистрации:

- Канадский авиационный кодекс, ст. 602.41 (Canadian Aviation Regulations SOR/96-433, Section 602.41).

**В Индии:** есть разрешение на использование дронов, но не все модели могут быть использованы без предварительной регистрации. За исключением Nano-категории, все беспилотные аппараты должны иметь уникальный идентификационный номер и быть зарегистрированы.

Во время полета оператор дрона должен иметь визуальный контакт со своим аппаратом. Полеты на высоте более 150 метров запрещены. Запрещено также использование дронов в определенных зонах, включая районы возле аэропортов, международных границ и военных объектов.

Для использования дрона в контролируемом воздушном пространстве необходимо получить разрешение и заполнить план полета в Центре информации о полетах. Генеральное управление гражданской авиации (DGCA) занимается регистрацией гражданских беспилотных летательных аппаратов и выдает разрешения на их эксплуатацию. В настоящее время DGCA разрабатывает и

согласовывает правила с аэронавигационными службами и Министерством внутренних дел в отношении сертификации и использования беспилотных аппаратов в гражданских целях.

Нормативный акт, регламентирующий правила и порядок регистрации:

- Общественное уведомление (public notice) 05–13/2014-AED от 7.10.2014 «Использование беспилотных летательных аппаратов в гражданской авиации».

**В Китае:** китайская администрация гражданской авиации (СААС) заявляет, что полеты дронов являются законными, но есть определенные ограничения.

Все дроны, вес которых превышает 250 граммов, должны быть зарегистрированы. Однако коммерческие операции требуют лицензии на осуществление. В целях безопасности операторам рекомендуется поддерживать прямой визуальный контакт с дроном во время полета устройства. Полеты на высоту более 120 метров, в густонаселенных районах и в непосредственной близости от аэропортов запрещены.

Для дронов с весом более 250 граммов требуется регистрация в СААС, а дроны с весом от 7 килограммов до 115 килограммов должны обладать лицензией от СААС. Коммерческие дроны также должны получить соответствующую лицензию от СААС. В случае управления дроном с весом более 116 килограммов пилоту следует обладать лицензией и сертификатом беспилотного летательного аппарата.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Закон о гражданской авиации КНР;
- Общие правила полетов КНР;
- Положение об общем авиационном управлении полетом.

**В Японии:** в соответствии с информацией от Японского бюро гражданской авиации (JCAВ) разрешено использование дронов, однако для этого требуется получить специальное разрешение от Министерства инфраструктуры. Заявление на получение разрешения должно быть направлено в данное министерство. Если не получить специальное разрешение, дроны могут летать на высоте не более 150 метров над поверхностью земли и запрещаются полеты вблизи аэропортов и плотно населенных районов, заранее определенных Министерством внутренних дел.

Полеты на дронах разрешены только в дневное время, и пилот должен поддерживать прямой зрительный контакт с дроном. Кроме того, необходимо соблюдать безопасное расстояние, чтобы дрон не приближался к людям или частной собственности на расстояние менее 30 метров. Дроны запрещено использовать для перевозки опасных грузов, а также они не могут сбрасывать предметы намеренно или случайно во время полета.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Закон о БПЛА в Японии от 10.12.2015;
- Закон о гражданской авиации № 118 от 2006;
- Закон об исполнении Закона о гражданской авиации.

**Во Франции:** согласно информации от Управления гражданской авиации Франции, использование беспилотных летательных аппаратов разрешено. Однако для дронов с массой от 800 граммов требуется регистрация на портале AlphaTango. Важно получить регистрационный номер, который должен быть виден на дроне и читаем на расстоянии 30 сантиметров без помощи оптических устройств. В случае проверки пилот должен предоставить подтверждение регистрации. Во время полета беспилотный летательный аппарат должен находиться в зоне прямой видимости оператора. Запрещено осуществлять полеты ночью, за исключением случаев, когда имеется специальное разрешение от местного префекта.

Ограничения также включают запрет на полеты над людьми, аэропортами или аэродромами, частной собственностью (если нет разрешения владельца), военными объектами, тюрьмами, атомными электростанциями, историческими памятниками или национальными парками. Полеты над активными пожарами, аварийными зонами или вблизи аварийных служб также запрещены.

Высота полета должна быть не более 150 метров или не выше 50 метров над любым объектом или зданием, высота которого составляет 100 метров или более. Постановление Министерства экологии, устойчивого развития, транспорта и жилищного строительства Франции устанавливает правила полета для беспилотных летательных аппаратов, ограничивая высоту полета до 150 метров для моделей массой менее 2 килограммов.

Полеты в густонаселенных районах требуют предварительного согласования с местными органами власти.

Нормативные акты, регламентирующие правила и порядок регистрации:

- Постановление министерства экологии, устойчивого развития, транспорта и жилищного строительства Франции от 27 января 2017 года, определяющее список зон, закрытых для аэрофотосъемки;

- Постановление Министерства экологии, устойчивого развития, транспорта и жилищного строительства Франции от 17 декабря 2015 года по использованию воздушного пространства беспилотной летательной техникой.

**В Австралии:** допускается использование дронов только в дневное время при условии прямой видимости. Согласно правилам, максимальная высота полета не должна превышать 120 метров над поверхностью земли, а самый близкий дрон должен находиться на расстоянии не менее 30 метров от людей.

Запрещено летать над местами, где проводятся операции, связанные с общественной безопасностью, такие как аварии или полицейские мероприятия. Также запрещено летать над массовыми скоплениями людей, включая пляжи, парки и стадионы. Дронам также запрещено находиться в пределах 5,5 километра от аэродромов без предварительного разрешения. Важно отметить, что запрещено снимать людей без их явного разрешения.

Управление гражданской авиации Австралии (CASA) осуществляет выдачу сертификатов оператора для различных категорий дронов, включая мультироторные дроны, дроны с фиксированными крыльями и вертолеты. Для получения сертификата оператора необходимо пройти специальный обучающий курс и успешно сдать экзамен.

Нормативный акт, регламентирующий правила и порядок регистрации:

- Статья 101 Правил безопасности гражданской авиации (Part 101 of the Civil Aviation Safety Regulations).

## Конфиденциальность и безопасность данных

Конфиденциальность и безопасность данных являются важными аспектами при использовании дронов. В современном мире, где дроны все более широко применяются в различных сферах, возникают определенные проблемы, связанные с защитой данных, которые могут быть собраны и переданы дронами.

Одной из основных проблем является конфиденциальность данных. Дроны, оснащенные камерами и другими сенсорами, могут собирать разнообразную информацию, включая изображения, видео и географические данные. Эти данные могут содержать конфиденциальную информацию, такую как личные данные, коммерческие секреты или географические местоположения, которые могут быть использованы в нежелательных целях, если попадут в неправильные руки.

Другой проблемой является безопасность передачи данных. Дроны могут использовать беспроводные сети для передачи данных на землю. Это открывает возможность для несанкционированного доступа к данным или их перехвата злоумышленниками. Если данные, собранные дроном, содержат конфиденциальную информацию, их безопасность должна быть обеспечена с помощью шифрования и других мер защиты.

Взлом дронов может быть осуществлен несколькими способами, и технически это не так уж сложно, особенно если учесть, что многие владельцы не уделяют должного внимания защите своих устройств. Киберпреступники имеют возможность получить полный контроль над дроном или перехватить передаваемое им видео и изображения, если он попадает в их руки.

Один из распространенных способов взлома – подмена сигнала GPS. Злоумышленник может изменить координаты, заставляя дрон изменить свой маршрут и лететь в заданном направлении. Это может привести к аварии или столкновению дрона с автомобилем, человеком или другим беспилотником. Преступники также могут захватить дрон и украсть его вместе с бортовой камерой и всеми файлами на карте памяти.

Удивительно, но даже находясь на расстоянии километра от дрона, его все равно можно взломать. Редко шифруемый радиосигнал может

быть легко раскодирован с помощью специальной программы-анализатора трафика (сниффера). Для этого не требуются особые технические навыки или оборудование. Перехватывая сигнал от оператора, злоумышленник получает полный контроль над дроном и его системами. Также возможно просто заглушить сигнал, заставляя дрон тем самым игнорировать команды его владельца.

Эксперимент исследователя по безопасности Сами Камкары показал, что дрон можно угнать и использовать его для управления другими дронами, создавая тем самым целый рой беспилотников под контролем злоумышленника. Захват одного дрона при помощи другого значительно расширяет потенциальную угрозу взлома. Аналогично ботнеты – армии захваченных злоумышленниками устройств – могут использоваться для совершения DDoS-атак.

Дополнительно злоумышленники могут перехватывать данные, передаваемые дроном на базовую станцию, такие как видеозаписи, транслируемые на контроллер системы через камеру. Часто производители обычных дронов, доступных в магазинах, не обеспечивают их необходимым шифрованием, что делает незащищенные данные легкой добычей для злоумышленников.

Разработчики и операторы дронов должны принимать меры для обеспечения безопасности данных. Вот несколько советов по защите дронов:

- Нужно регулярно обновлять прошивку дрона. Производители дронов выпускают обновления, которые исправляют уязвимости и предотвращают новые угрозы. Обновление прошивки поможет защитить устройство от потенциальных атак. Например, компания DJI выпустила обновление после того, как их сайт был взломан, и в результате злоумышленники получили доступ к данным пользователей. Однако многие пользователи не установили это обновление, что сделало их данные уязвимыми.

- Необходимо установить надежный пароль для приложения, с помощью которого оператор управляет дроном. Лучше всего придумать сложную комбинацию из букв, цифр и специальных символов. Большинство злоумышленников отказываются от взлома после нескольких неудачных попыток и переходят к более легким целям. Надежный пароль поможет защитить дрон от перехвата сигнала.

- Нужно чаще проверять смартфон или ноутбук на наличие вредоносного программного обеспечения, если эти устройства используются для управления дроном. В прошлом были случаи заражения дронов вредоносным ПО, когда операторы загружали и устанавливали сомнительные приложения на свои устройства. Антивирусное программное обеспечение и осторожность при загрузке программ из интернета помогут защитить дрон от вредоносного кода.

- При подключении к интернету лучше всего пользоваться виртуальной частной сетью (VPN), которая помогает в защите передаваемых данных. VPN создает защищенное соединение между устройством и сервером, предотвращая перехват данных злоумышленниками.

- Нужно убедиться, что к пульту управления дроном подключено только одно устройство. Это мешает злоумышленникам перехватить сигнал и попытаться управлять дроном через другие устройства.

- Необходимо проверить, что на дроне включена функция возвращения домой и указано верное местонахождение базы. Это позволит дрону автоматически вернуться к владельцу, если он потеряет сигнал, столкнется с проблемами связи или низким уровнем заряда батареи. Функция возвращения домой поможет избежать потери дрона. Однако следует помнить, что эта функция работает только при наличии включенного GPS, что делает дрон уязвимым для подмены GPS-координат.

Помимо кражи данных, существует опасность стать жертвой дрона-шпиона. Согласно Воздушному кодексу Российской Федерации, дроны рассматриваются как беспилотные воздушные суда (БВС), и существуют запреты на сбивание, создание помех и вмешательство в сигналы дронов. Поэтому важно обеспечить защиту своего пространства и данных от нежелательных беспилотников.

Один из методов защиты от угроз – это геозонирование. Этот процесс включает в себя установку виртуальных границ вокруг определенных зон с помощью программного обеспечения, которое использует GPS. Если посторонний дрон проникает в такую зону, управляющее устройство получает сигнал, который предотвращает попытку дрона влететь внутрь или взлететь в пределах установленной геозоны. Крупные производители дронов, такие как DJI и Parrot, оснащают свои продукты системами, которые запрещают им летать над

аэропортами, тюрьмами, электростанциями и другими ограниченными зонами.

Однако злоумышленники нашли способы обойти программное обеспечение, запрещающее дронам попадать в запрещенные зоны. Методы взлома дронов можно легко найти в интернете, и самый простой способ обойти геозонирование – это обернуть дрон в фольгу, которая блокирует GPS-сигнал.

Кроме того, большинство пользователей не имеет доступа к геозонированию, несмотря на попытки создания реестра запрещенных зон в 2015 году.

Таким образом, невозможно полностью запретить дронам входить на чужую территорию. Однако возможно обнаружить их наличие. Существует несколько способов определить, летит ли дрон-шпион к человеку, но все они имеют свои ограничения и не являются идеальными. На данный момент нет проверенного метода для захвата чужого дрона.

Один из методов обнаружения дронов – использование радара, но он не является исключительно надежным, так как может ошибочно принять птицу за дрон. Акустические датчики лучше справляются с задачей, так как их можно программировать на распознавание звуков, характерных для определенных типов дронов.

Радиочастотные сканеры могут обнаруживать электромагнитное излучение дронов, но они не в состоянии найти беспилотники, которые используют GPS для навигации вместо радиосигналов.

Тепловизоры могут обнаружить дрон по его тепловому излучению, так как они регистрируют тепло, исходящее от объектов. Однако и здесь есть высокий процент ложных срабатываний.

Обнаружить и остановить дрон сложно. Поэтому вместо того, чтобы постоянно искать летающие устройства, большинству пользователей выгоднее усилить защиту своего дома и беспроводной сети.

Важно понимать, что конфиденциальность и безопасность данных – это задача, требующая постоянного внимания и обновления. С развитием технологий и появлением новых угроз необходимо постоянно обновлять меры безопасности.

## Дроны и частная собственность

Использование дронов в современном мире стало все более распространенным, и это вызывает определенные проблемы в отношении частной собственности. С ростом коммерческого использования беспилотных летательных аппаратов законодательные органы сталкиваются с вызовами, связанными с безопасностью, конфиденциальностью и поддержкой бизнеса, использующего дроны. Скорость, с которой дроны приобретаются и используются в коммерческих целях, опережает все ожидания. В результате возникают ситуации, выходящие за рамки существующего законодательства о полетах дронов, особенно когда речь идет о полетах над частной собственностью.

Большие компании, такие как Amazon и Google, исследуют возможности доставки грузов с помощью дронов, и для этого необходима автономность дронов и разрешение на полеты над различными частными владениями, чтобы такая услуга стала коммерчески успешной. Беспилотники, оснащенные камерами и другими сенсорами, могут собирать информацию и записывать видео в областях, которые ранее считались бы частной собственностью. Это вызывает юридические вопросы о приватности и безопасности для людей, проживающих или работающих в этих областях.

Помимо доставки грузов, дронам находят применение и в других коммерческих областях, которые могут вызывать конфликты с владельцами частной собственности. Например, дроны используются для освещения новостных событий, проведения поисково-спасательных операций и рекламы недвижимости. Все эти сценарии могут приводить к противоречиям с владельцами частной собственности.

Дроны с легкостью могут проникать в пространство, которое ранее считалось недоступным для посторонних глаз. Они могут снимать видео или фотографировать частные дома, дворы и другие места, где люди ожидают, что их приватность будет защищена. Это может вызывать чувство нарушения личной жизни и беспокойство у многих людей.

Кроме того, существует опасность использования дронов для незаконного сбора информации. Некоторые люди могут использовать

дроны для шпионажа или незаконной съемки видео или фотографий. Это может быть особенно проблематично в случаях, когда дроны используются для съемки внутри частных помещений или на территории, где запрещено фотографирование или видеозапись.

Проблемы, связанные с владением воздушным пространством в области частной собственности, могут быть лучше поняты, если рассмотреть несколько прецедентных случаев, в которых они возникали. В одном из таких случаев, известном как «Соединенные Штаты против Каусби» (1946 год), Верховный суд в конечном итоге принял сторону собственника из-за реального экономического ущерба, причиненного полетом самолета на низкой высоте. В данном случае частной собственностью была ферма, расположенная рядом с аэропортом, контролируемым военными США. Шум от низколетящих военных самолетов напугал кур на ферме, заставив их влететь в стены своего курятника и погибнуть.

Из-за потери средств к существованию фермера и материального ущерба Верховный суд пришел к выводу, что «земледелец владеет по крайней мере такой же площадью над землей, какую он может занимать или использовать в связи с землей» и что он имеет «исключительный контроль над непосредственными областями окутывающей атмосферы». В результате этого решения Верховный суд не смог установить ограничение для воздушного пространства, которым может владеть частный собственник.

В деле «Григгс против графства Аллегейни» (1962 год), в котором было установлено, что управление низколетящим воздушным движением над частной собственностью без согласия владельца является недопустимым в отношении авиации. Это давало владельцу собственности право на получение компенсации в соответствии с пятой поправкой.

Недавно в Кентукки произошел случай, когда житель сбил дрон Phantom, который пролетал над его собственностью, утверждая, что дрон нарушил его и его семьи право на неприкосновенность частной жизни. Возник спор относительно высоты полета дрона – владелец собственности утверждал, что дрон находился на высоте 100 футов или ниже, в то время как у пилота дрона были данные, подтверждающие, что он находился на высоте более 200 футов. Владелец собственности

был арестован полицией, но в конечном итоге все обвинения были сняты, и судья заявил, что у подсудимого было «право стрелять в дрон».

Многие коммерческие поставщики услуг, связанные с дронами, пилоты и законодатели разделяют мнение о неопределенности вопросов полетов дронов над частными владениями. Ответы на эти вопросы включают несколько рекомендаций для операторов беспилотников, чтобы избежать проблем во время выполнения их работы.

Важно ознакомиться с местными законами, так как многие законодательные органы внедрили свои собственные правила, ограничивающие полеты дронов над частными территориями. Пилотам необходимо тщательно изучить эти правила и строго следовать им. Это поможет избежать временных и финансовых затрат на решение судебных споров.

Получение разрешения от владельца собственности является еще одним способом предотвратить проблемы при полете над частным владением. Пилоты могут попробовать договориться с владельцем об условиях полета, и рекомендуется составить письменное соглашение для обеспечения безопасности и предотвращения возможных проблем. Этот подход поможет пилоту не только защитить себя от судебных разногласий, но и улучшить общественную репутацию дронов, а также снять опасения, связанные с безопасностью и конфиденциальностью.

Совет и помощь местных правоохранительных органов также могут быть полезными для пилота. Пилоты обязаны проявлять должную осмотрительность и планировать свои полеты. Разумно обратиться к местным законодательным органам, чтобы убедиться, что план полета не нарушает соответствующие законы и правила.

Получение страховки для дронов также является рекомендуемым действием. С учетом незаконных действий в отношении дронов, которые нарушают права владельцев собственности, полезно иметь возможность денежной компенсации. Кроме того, необходимо учесть, что решение суда может не поддержать пилота дрона. Поэтому для операторов коммерческих дронов рекомендуется застраховать свои устройства, особенно если они являются основным источником дохода. Это поможет финансово обезопасить владельца беспилотника.

Важно найти баланс между использованием дронов в различных сферах и защитой частной собственности. Необходимо разработать

эффективные правовые и технические меры, которые обеспечат безопасность и приватность людей, не ограничивая при этом потенциал использования дронов в различных областях, таких как доставка, сельское хозяйство или мониторинг.

В целом проблема конфиденциальности и безопасности данных при использовании дронов является сложной и требует внимания со стороны законодателей, разработчиков и операторов дронов. Необходимо разрабатывать и соблюдать соответствующие правила и меры безопасности, чтобы обеспечить защиту частной собственности и приватности людей.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Курченко Н. Ю. Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем / Н. Ю. Курченко, Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 41 с.

Фетисов В. С. Беспилотная авиация. Терминология, классификация, современное состояние / В. С. Фетисов. – Уфа: «Фотон», 2014. – 217 с.

ЗАсташина О. Как дроны меняют практику инвентаризации складов. [Электронный ресурс]: 2021. URL: <https://dji-blog.ru/naznachenie/primery-primeneniya/kak-drony-menjajut-praktiku-inventarizacii-skladov.html/>.

Виды и типы квадрокоптеров. [Электронный ресурс]: URL: <https://geon.ru/blog/vidy-i-tipy-kvadrokopteroev/>.

Водные дроны и роботы. [Электронный ресурс]: 2019. URL: <https://naukatv.ru/articles/580/>.

Воронцов Н. Швейцарские больницы поручили доставку крови на анализ дронам. [Электронный ресурс]: 2017. URL: <https://nplus1.ru/news/2017/04/01/lugano-drones/>.

Главное о безопасности дронов. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/can-drones-be-hacked/>.

Для чего в квадрокоптере барометр или как работает режим удержания высоты. [Электронный ресурс]: 2023.

URL: <https://rc-hobby.com.ua/infocenter/obzory-i-stati/dlya-chego-v-kvadrokoptere-barometr-ili-kak-rabotaet-rezhim-uderzhaniya-vysoty/#:~:text=По%20сути%20-%20это%20специальная%20видеокамера,в%20дронах%20DJI%20Mavic%20Pro/>.

Доставка дронами: доставка еды и пиццы, легальность и будущее. [Электронный ресурс]: URL: <https://dostavista.ru/articles/drone/>.

Дроны в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]: URL: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/drony-v-sel-skom-hozjajstve/>.

История развития дронов. [Электронный ресурс]: URL: <https://dronomania.ru/faq/istoriya-razvitiya-dronov.html/>.

История развития дронов: от истоков до сегодняшнего дня. [Электронный ресурс]: URL: <https://rc-hobby.com.ua/infocenter/obzory-i->

stati/istoriya-razvitiya-dronov\_-ot-istokov-do-segodnyashnego-dnya/.

Как все начиналось: история летающих дронов. [Электронный ресурс]: 2019. URL: <https://habr.com/ru/articles/446520/>.

Как работают дроны и что представляет из себя технология дронов? [Электронный ресурс]: 2019. URL: <https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-cto-predstavlyayet-iz-sebya-tekhnologiya-dronov/>.

Какие дроны используют в мировом кинематографе? [Электронный ресурс]: 2019. URL: <https://alb.aero/about/articles/kakie-drony-ispolzuyut-v-mirovom-kinematografe/>.

Классификация БПЛА по летным характеристикам. [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/const-module/classification/classification.html/>.

Кросс Р. Дж. 10 лучших дронов с неподвижным крылом для покупки в июле 2023 года | Обновленный список. [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://www.propelrc.com/ru/лучшие-стационарные-беспилотники/>.

Ларсен А. Быстро, экологично, но дорого! Насколько реально внедрение дронов в курьерские службы в ближайшие годы. [Электронный ресурс]: 2021. URL: [https://new-retail.ru/business/bystro\\_ekologichno\\_no\\_dorogo\\_naskolko\\_realno\\_vnedrenie\\_dronov\\_v\\_kurerskie\\_sluzhby\\_v\\_blizhayshie\\_gody9769/](https://new-retail.ru/business/bystro_ekologichno_no_dorogo_naskolko_realno_vnedrenie_dronov_v_kurerskie_sluzhby_v_blizhayshie_gody9769/).

Ласьков И. Drone Ambulance. Технические характеристики. [Электронный ресурс]: 2022. URL: <https://samoletos.ru/prochee/jeksperiment-dron-skoraja-pomoshh-tehnicheskie/>.

Литвин Ю. Какие дроны используют в мировом кинематографе. [Электронный ресурс]: 2018. URL: <https://habr.com/ru/companies/smileexpo/articles/410973/>.

Преимущества и недостатки применения дронов в сельскохозяйственном производстве. [Электронный ресурс]: 2020. URL: <https://glavpahar.ru/articles/preimushchestva-i-nedostatki-primeneniya-dronov-v-selskohozyaystvennom-proizvodstve/>.

Применение дронов в логистике: проблемы и перспективы. [Электронный ресурс]: 2019. URL: <https://sitmag.ru/article/24444-primeneniye-dronov-v-logistike-problemy-i-perspektivy/>.

Сельское хозяйство. [Электронный ресурс]: URL: <https://alb.aero/use/selskoe-khozyaystvo/>.

Сельскохозяйственные дроны для аграрного сектора. [Электронный ресурс]: URL: <https://brlab.ru/scopes/selskoe-khozyaystvo/>.

Строительство. [Электронный ресурс]: URL: <https://alb.aero/use/stroitelstvo/>.

Типы беспилотных летательных аппаратов. Обзор. [Электронный ресурс]: URL: <https://aviatest.aero/articles/typy-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-obzor/>.

ТОП-10 инноваций в области дронов, которые привлекли внимание в 2022 году. [Электронный ресурс]: 2022. URL: <https://dronomania.ru/news/top-10-innovatsij-v-oblasti-dronov-kotorye-privlekli-vnimanie-v-2022-godu.html/>.

Что такое квадрокоптер или мультикоптер, виды и типы. [Электронный ресурс]: 2020. URL: <https://profpv.ru/chto-takoe-kvadrokopter-vidy-i-typy/>.

Шайни П. Дроновые технологии для здравоохранения. [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://webmedy.com/blog/ru/drone-technology-for-healthcare/>.

Airbus Zephyr 8. Технические характеристики. [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://radiocopter.ru/airbus-zephyr-8-tekhnicheskie-karakteristiki-foto/>.

Frąskiewicz M. Как дроны управляются? [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://ts2.space/ru/как-дроны-управляются-и-управляются/>.

Frąskiewicz M. Как работает навигационная система дрона на основе зрения? [Электронный ресурс]: URL: <https://ts2.space/ru/как-работает-навигационная-система-д-2/>.

Frąskiewicz M. Как работает система акселерометра дрона? [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://ts2.space/ru/как-работает-система-акселерометра-д/>.

Frąskiewicz M. Как работает система навигации дрона в реальном времени? [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://ts2.space/ru/как-работает-система-навигации-дрона/>.

Frąskiewicz M. Какие существуют типы дронов? [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://ts2.space/ru/какие-существуют-типы-дронов/>.

Frąskiewicz M. Можно ли использовать дроны для доставки еды и продуктов? [Электронный ресурс]: 2023. URL: <https://ts2.space/ru/>

можно-ли-использовать-дроны-для-доста-2/.

Lysionok A. Дроны в логистике. В каких сферах они уже летают? [Электронный ресурс]: 2020. URL: <https://trans.info/ru/dronyi-v-logistike-v-kakih-sferah-oni-uzhe-letayut-175983/>.

MQ-1 Predator [Электронный ресурс]: URL: [https://warriors.fandom.com/ru/wiki/MQ-1\\_Predator/](https://warriors.fandom.com/ru/wiki/MQ-1_Predator/).

The History Of Drones (Drone History Timeline From 1849 To 2019). [Электронный ресурс]: URL: <https://www.dronethusiast.com/history-of-drones/>.