

УДК 681.512

## Об истории и перспективах развития беспилотной летательной авиации

А.А. Еремина<sup>1</sup>, И.А. Тихонов<sup>2</sup>, А.П. Преображенский<sup>2</sup>, Ю.П. Преображенский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия

*В данной работе рассматриваются некоторые предпосылки развития беспилотной летательной авиации (воздушные шары, воздушные змеи). Представлены некоторые устройства, созданные исследователями, в которых реализована идея дистанционного радиоуправления. Проведено рассмотрение основных сфер деятельности, где могут применяться беспилотные летательные аппараты. Дана классификация дронов.*

*Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, дистанционное радиоуправление, аэро съемка, логистика, научные исследования.*

## About the history and prospects for the development of unmanned aerial vehicles

A.A. Eremina<sup>1</sup>, I.A. Tikhonov<sup>2</sup>, A.P. Preobrazhenskiy<sup>2</sup>, Yu.P. Preobrazhenskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

*This paper examines some prerequisites for the development of unmanned aerial vehicles (balloons, kites). Some devices created by researchers in which the idea of remote radio control is implemented are presented. The main areas of activity where unmanned aerial vehicles can be used were considered. A classification of drones is given.*

*Keywords: unmanned aerial vehicle, remote radio control, aerial photography, logistics, scientific research.*

В настоящее время активным образом развиваются технологии, которые связаны с поддержкой дронов. Дроны рассматриваются в виде устройств, которые могут перемещаться без участия пилотов, при этом будут выполняться соответствующие задачи. При этом летательные аппараты можно заранее запрограммировать для того, чтобы были осуществлены необходимые серии движений. Целью данной работы является анализ особенностей технологий создания дронов, их технических характеристик.

Следует отметить, что у дронов были такие предшественники, как воздушные шары (аэростаты, аэрозонды), а также воздушные змеи. Помимо развлечений их активным образом применяли в научных исследованиях.

Воздушные шары известны уже более 3000 лет, впервые их использовали в Древнем Китае. Первый воздушный шар был создан почти 250 лет назад братьями Монгольфье [1]. Воздушные шары активно применяли в военном деле, впервые это произошло в середине 19 века при бомбежке Венецианской республики австрийскими войсками. Позже военные использовали воздушные шары для того, чтобы осуществлять наблюдение за вражескими позициями.

Идея дистанционного управления механическим объектом впервые была реализована и продемонстрирована исследователем Николой Теслой в 1898 году

[2, с. 74-77]. При этом применялся радиопередатчик, чтобы обеспечивать соответствующее движение внутри небольшого бассейна механического судна. Это изобретение в дальнейшем оказало большое влияние на формирование беспилотных моделей самолетов, кораблей, а также дронов.

В качестве первой предпосылки для создания дронов можно рассматривать самолет «Флайер», который построили братья Райт в 1903 году [3]. Через 13 лет на основе объединения исследований Николы Теслы и братьев Райт был разработан беспилотный летательный аппарат «Воздушная мишень». Для его запуска использовалась катапульта, размах крыльев аппарата составлял 4,2 метра. Это устройство использовалось для борьбы с цеппелинами, атаковавшими Великобританию. Через год инженер Чарльз Кеттеринг провел разработку «воздушной торпеды». В ней использовался автопилот, гироскопические устройства. Первый квадрокоптер разработал исследователь Георгий Ботезат в 1922 году [4].

В течение 10 лет с 1933 года беспилотный радиоуправляемый летательный аппарат DH.82B Queen Bee [5], созданный в Великобритании, активным образом применялся для того, чтобы тренировать пилотов при поражении воздушных целей. В США перед Второй мировой войной было выпущено более 14 тысяч беспилотных радиоуправляемых летательных аппаратов Target. В СССР в 1970-е годы проводилась разработка беспилотных ракет «Ту-123» и «Ласточка» [6]. В дальнейшем произошло сворачивание работ по таким проектам.

В 21 веке развитие технологий беспилотных летательных аппаратов вышло на новый уровень. Например, в 2001 году беспилотный летательный аппарат Predator [7] применялся для того, чтобы осуществлять пуски противотанковых ракет Hellfire. Такие летательные аппараты активным образом применялись при реализации военных операций в Афганистане и Ираке.

В 2010 году компания Parrot создала AR.Drone [8], который управлялся при помощи планшета или смартфона. Дроны стали применяться в развлекательных мероприятиях, в бытовых целях, в получении высококачественных аэрофото- и видеосъемок. В 2015 году впервые были организованы гонки с использованием дронов, что явилось стимулом для дальнейшего развития технологий.

Рассмотрим основные области, где могут применяться дроны.

1. Реализация фото- и видеосъемки. Среди достоинств такого применения можно отметить возможность обеспечения самых различных, даже трудно предсказуемых ракурсов. Можно осуществить съемку архитектурных объектов, пейзажей, панорамных фотографий, например, с высоты птичьего полета. Также возникают возможности для того, чтобы осуществить режиссирование эффектных и динамичных видеороликов. При этом четкие изображения будут получаться за счет стабилизации камеры. Различные труднодоступные места оказываются доступными при помощи дронов. Важно учитывать законы, которые направлены на регулирование деятельности дронов. Это связано с необходимостью обеспечения конфиденциальности и безопасности людей.

2. Проведение разведки и наблюдения. Можно на основе дронов вести военную разведку, на общественных мероприятиях обеспечивать охрану безопасности, осуществлять процессы наблюдения за окружающей средой. Дроны показали большую эффективность в ходе борьбы с последствиями чрезвычайных ситуаций. Проводить анализ целостности трубопроводов, наличия повреждений в линиях электропередач, существования повреждений в строительных конструкциях удобно на основе беспилотных летательных аппаратов. Различные источники опасности могут быть своевременным образом обнаружены за счет того, что для спасательных служб дроны предоставляют соответствующий потенциал. Существуют возможности для доставки в

труднодоступные и отдаленные районы снабжения или медицинской помощи, а также для обнаружения людей в опасных местах.

3. Применение в картографии и геодезии. Возникают возможности для того, чтобы на основе дронов проводить создание высококачественных карт и получать наглядные и точные данные местности. Это значительным образом облегчает работу геодезистов и картографов. С высоты птичьего полета можно получать видеоматериалы и аэрофотоснимки. Микроскопическая точность может быть достигнута в ходе съемок деталей ландшафта за счет применения камер высокого разрешения. Тогда для таких сфер, как экология, сельское хозяйство, градостроительство происходит создание подробных карт. Если какие-то территории являются недоступными для людей, то применение дронов в таких случаях является идеальным. Можно проводить съемку озер и рек, лесных массивов, горных вершин. Различные трехмерные модели местности могут быть созданы в ходе использования дронов. Они формируются с учетом информации относительно высоты и формы ландшафтов. Тогда будут оцениваться риски, проводиться мероприятия по строительству и т.д.

4. Проведение процессов доставки и поддержка логистики. Перемещение грузов и доставка интернет-заказов существенным образом меняются за счет применения инновационных решений. Когда дроны выполняют курьерскую работу, будет осуществляться преодоление преград, обход пробок на дорогах, обеспечиваться быстрая и эффективная доставка. Различные крупные компании проводят экспериментальные исследования по применению дронов в процессах доставки товаров для повышения эффективности в логистических процессах [9, 10]. Можно отметить преимущество дронов при доставке товаров в такие места, которые являются труднодоступными и удаленными [11, 12]. Особенно это заметно в районе островов, горной или сельской местности. Жизни людей будут спасены при доставке медицинских препаратов в отдаленные районы. В ходе практического использования дронов необходимо решать ряд сопутствующих вопросов. Прежде всего, для обеспечения безопасности в воздушном пространстве и исключения аварий, требуется проводить разработку эффективных систем управления и контроля дронов. Также, важно обеспечить соблюдение мер защиты дронов от нападений людей, с учетом законодательных и регуляторных особенностей. Уже на данный момент исследования продемонстрировали, что применение дронов в логистике и доставке можно рассматривать в качестве весьма удобного способа, который будет оказывать влияние на повседневную жизнь при получении интернет-заказов.

5. Применение в агрокультуре. Урожайность полей может быть повышена при использовании дронов фермерами. Относительно состояния посевов информация поступает на сельскохозяйственные предприятия за счет того, что дроны оснащены различными камерами и сенсорами. Мониторинг полей быстрым и точным образом проводится за счет использования дронов. Наличие вредителей и болезней, уровень увлажнения почв, информация о состоянии растений будут обозначены для фермеров и агрономов при получении высококачественных фотографий и видео с воздуха. Чтобы для удобрения растений и полива различных посевов определить оптимальное время, удобно применять дроны в ходе реализации мероприятий, направленных на исключение потерь в урожае и обеспечения мер по уходу за растениями. Потребность в питательных веществах, а также воде, уровень здоровья определяются в ходе анализа посаженных растений на основе тепловых камер, которые размещены на беспилотных летательных аппаратах. Тогда возникают возможности для уменьшения затрат на полив и удобрения, проведения оптимизации применения различных ресурсов на сельскохозяйственных предприятиях. С использованием специальных беспилотных летательных аппаратов есть возможности для того, чтобы семена точным образом были распределены в

пределах поля, то есть эффективность процессов посевов увеличивается, а для работников сельского хозяйства будут экономиться усилия и требуемое для работы время.

6. Применение в исследованиях и научных разработках. Для того, чтобы решать различные практические сложные задачи дроны могут рассматриваться как определенный потенциал. Возникают возможности для того, чтобы исследования были проведены более подробным образом, получены уникальные данные, которые ранее не были доступны. Различные аспекты окружающей среды, изменения в климате, новые данные относительно экосистем, ландшафтов ученые получают за счет того, что дроны осуществляют съемку с большой высоты. Виды животных, которые являются уязвимыми и редкими, могут быть обнаружены и изучены на основе дронов. Также для различных биологических видов можно изучать поведение и популяцию, отслеживать процессы миграции животных. Различные объекты фауны и флоры подвергаются мониторингу при помощи дронов. Культура и история прошлых цивилизаций могут быть изучены при помощи обнаружения скрытых структур под землей, когда создаются трехмерные модели археологических объектов при использовании беспилотных летательных аппаратов в ходе реализации процедур аэрофотограмметрии. В ходе прогнозирования погоды, изучения климатических процессов, дроны используются при сборе данных об атмосферном давлении, влажности, температуре. Если рассматриваются, например, чувствительные экосистемы, то ученые должны это учитывать в ходе своих исследований, принимаются во внимание этические аспекты, а также нормы безопасности.

Рассмотрим типы дронов и их характеристики [13].

1. Мультироторные дроны. В них применяются несколько вращающихся роторов. Обычно их в конструкции используют от четырех до восьми, хотя в некоторых видах аппаратов применяют и большее количество. По мере увеличения числа роторов устойчивость дрона в воздухе будет повышаться. Кроме того, будет расти грузоподъемность. Скорость мультироторных дронов может превышать 100 км/ч. Управление мультироторными дронами может осуществляться как при помощи соответствующего пульта, так и на основе предварительным образом заданных программ и маршрутов. Точное определение местоположения проводится за счет применения GPS-навигации. Вследствие способностей летать в труднодоступных местах, высокой маневренности, мультироторные дроны используются в доставке грузов, поисково-спасательных операциях, сельском хозяйстве, картографии и других областях. Для указанного типа дронов могут быть ограничения, связанные с емкостью батареи, а также с воздействием ветра.

2. Дроны, имеющие фиксированное крыло. Для таких беспилотников характерным является то, что крылья у них неподвижные, как у традиционных самолетов. В них, чтобы обеспечивать поддержание в воздухе и осуществлять полет, применяется аэродинамический принцип полета. Дроны с указанным типом могут преодолевать дальние дистанции, то есть, без дозаправки или перезарядки они преодолевают несколько сотен километров. Скорость рассматриваемых моделей может превышать 25 миль в час. Грузоподъемность является достаточной для того, чтобы дроны могли нести камеры с высоким разрешением, сенсоры и др. Для того, чтобы обучить пилотов, требуется большее время по сравнению с мультироторными моделями. Кроме того, необходимо использовать пусковую установку или взлетную полосу. Для спуска необходим парашют или взлетная полоса.

3. Гибридные дроны. В них происходит объединение характеристик дронов с фиксированными крыльями и мультироторных дронов. Тогда, с одной стороны, будет вертикальный взлет и посадка, а с другой стороны – устойчивый горизонтальный полет.

Это определяет универсальность гибридных дронов. Они могут легко управляться внутри ограниченного пространства и реализовывать действия, которые связаны с точным позиционированием. Если будет происходить переход к горизонтальному полету, то при этом они будут достигать высоких скоростей, а также дальностей. Указанные дроны характеризуются достаточно низким энергопотреблением. Меньше энергии будет тратиться за счет того, что используются фиксированные крылья в ходе горизонтального полета, при этом дрон достаточно долго будет находиться в воздухе. В режиме реального времени может происходить переключение между горизонтальным и вертикальным полетом. Указанный тип дронов применяется для грузоперевозок, в поисково-спасательных операциях, разведке и др.

4. Однороторные дроны. В них, чтобы осуществлять вертикальный взлет и посадку применяется один ротор. Такие дроны похожи на маленькие вертолеты. За счет того, что применяется один ротор, перемещение в пространстве будет осуществляться более плавным образом, то есть движение будет стабильным. Поскольку ротор всего один, потребление энергии, в сравнении с мультироторными моделями, будет небольшим. В таких случаях перемещение может осуществляться на дальние расстояния. За счет мощного ротора обеспечивается высокая грузоподъемность.

5. Подводные дроны. С их использованием возникают возможности для исследования и документирования подводного мира. Исследователи применяют такие дроны для того, чтобы обеспечивать безопасность и охрану окружающей среды, изучать особенности морской геологии, осуществлять научные исследования. Дроны могут погружаться на большие глубины, перемещаться в недоступные для людей участки морей и океанов. Одной из интересных разработок является дрон-рыбак PowerRay, разработанный компанией PowerVision, который дает возможности для того, чтобы обнаруживать скопления рыбы. Дрон может работать без подзарядки в течение нескольких часов, имеет удобную систему управления для оператора. Другой интересной разработкой является дрон-рыба, предназначенный для того, чтобы изучать поведение подводных животных. Он не пугает объекты наблюдения и является ценным инструментом для ученых.

6. Квадрокоптеры. Такие дроны имеют четыре ротора, которые расположены в форме креста. За счет такой конструкции квадрокоптеры могут проводить поворот на месте, осуществлять изменение направления полета и делать другие нетривиальные движения. Они могут управляться или при помощи мобильного приложения или специального пульта. Это доступно для широкого круга пользователей. Баланс и устойчивость в воздухе обеспечивается за счет того, что для каждого из роторов может изменяться скорость в ходе полета.

Заключение. В работе рассмотрены основные предпосылки для создания дронов, представлено описание их предшественников. Приведены типы дронов и их характеристики. Рассмотрены основные области применения дронов.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Таланов А.В. Все о воздушных шарах / А.В. Таланов. – Москва: АСТ: Астрель, 2002. – 271 с.
2. Gunderman R. Tesla: The Man, the Inventor and the Age of Electricity / R. Gunderman. – Andre Deutsch, 2021. – 160 p.
3. Hise P. In Search of the Real Wright Flyer [Электронный ресурс] // Smithsonian Magazine. – URL: <https://www.smithsonianmag.com/air-space-magazine/in-search-of-the-real-wright-flyer-3296360/> (дата обращения: 10.07.2024).

4. Zhurilo D.Yu. George de Bothezat and his contribution into the world aviation and astronautics / D.Yu. Zhurilo, M.V. Gutnyk, A.G. Zhurilo // Space Science and Technology. – 2022. – Vol. 28. – No. 1. – pp. 70-80.
5. Hotson F.W. The De Havilland Canada Story / F.W. Hotson. – Toronto: Canav Books, 1983. – 244 p.
6. Ригмант В. Семейство сверхзвуковых «ястребов»: Разработки АО АНТК им. А.Н. Туполева в области беспилотной техники / В. Ригмант // Авиация – космонавтика. – 1997. – № 01 (023).
7. Беспилотный летательный аппарат БПЛА MQ-1 Predator [Электронный ресурс] // Беспилотные летательные аппараты. – URL: <https://bp-la.ru/bespilotnyj-letatelnyj-apparat-bpla-mq-1-predator/> (дата обращения: 10.07.2024).
8. Parrot AR.Drone 2.0: вторая версия популярного квадрокоптера [Электронный ресурс] // quadcoptery.ru. – URL: <https://quadcoptery.ru/parrot-ar-drone-2-0/> (дата обращения: 10.07.2024).
9. Ермолова В.В. Оптимизация взаимодействий компонентов человеко-машинной системы цифровизации / В.В. Ермолова, Я.Е. Львович, Ю.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11. – № 2. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1374> (дата обращения: 10.07.2024).
10. Ермолова В.В. Оптимизация человеко-машинной среды управления организацией с применением киберфизической системы / В.В. Ермолова, Я.Е. Львович, Ю.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11. – № 3. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1360> (дата обращения: 10.07.2024).
11. Борзова А.С. Особенности построения системы принятия решений при многовариантной оптимизации структуры цифрового управления логистическим процессом в организационной системе на основе имитационного моделирования / А.С. Борзова, В.В. Муха // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 3. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1048> (дата обращения: 10.07.2024).
12. Муха В.В. Оптимизация цифровой нити логистических цепочек в практике управления организационными системами / В.В. Муха // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1132> (дата обращения: 10.07.2024).
13. Сытин Л.Е. Самое современное оружие и боевая техника / Л.Е. Сытин. – Москва: АСТ, 2017. – 656 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Еремина Анастасия Андреевна**, студент, Колледж Воронежского института высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [Erremmina\\_nast3097@yandex.ru](mailto:Erremmina_nast3097@yandex.ru)

**Тихонов Иван Александрович**, студент, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [Tihhon\\_Ivvan754@yandex.ru](mailto:Tihhon_Ivvan754@yandex.ru)

**Преображенский Андрей Петрович**, доктор технических наук, профессор, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [app@vvt.ru](mailto:app@vvt.ru)

**Преображенский Юрий Петрович**, кандидат технических наук, доцент, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

*e-mail:* [petrovich@vvt.ru](mailto:petrovich@vvt.ru)