

УДК 355.452

**КОНСТРУКЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ****Е. П. АВСЯНКИН, М. И. КРУПСКИЙ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ)*

*В данной статье проводится комплексный анализ современных подходов к проектированию конструкций беспилотных летательных аппаратов. Рассматриваются ключевые направления развития конструктивных решений. Выявлены основные преимущества применения современных материалов и технологий в производстве беспилотных летательных аппаратов. В работе также обозначены актуальные проблемы, сдерживающие совершенствование конструкций дронов, такие как вопросы обеспечения прочности при минимальной массе, оптимизации аэродинамических характеристик и адаптации конструкций к различным условиям эксплуатации.*

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, дроны.

Одним из наиболее перспективных направлений развития конструкции беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является создание специализированных платформ, адаптированных для выполнения конкретных задач. Современные тенденции в проектировании демонстрируют переход от универсальных решений к узкоспециализированным конструкциям, оптимизированным под определенные условия эксплуатации и целевую нагрузку. Особое внимание уделяется совершенствованию аэродинамических характеристик, снижению массы конструкции при сохранении необходимой прочности, а также повышению энергоэффективности силовых установок. Эти усовершенствования напрямую влияют на летно-технические характеристики аппаратов и расширяют возможности их практического применения.

Значительный прогресс наблюдается в области применения современных материалов при создании конструкций БПЛА. Широкое внедрение композитных материалов, включая углепластики и стеклопластики, позволяет создавать легкие и одновременно прочные конструкции рам и несущих элементов. Эти материалы демонстрируют высокую стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам, что особенно важно при эксплуатации в сложных погодных условиях. Особенности проектирования с использованием композитов требуют учета анизотропии механических свойств и разработки специальных методов соединения элементов конструкции. Современные производственные технологии, такие как 3D-печать, открывают новые возможности для создания сложных геометрических форм, недоступных при использовании традиционных методов производства.

Важным аспектом конструирования БПЛА является разработка модульных платформ, позволяющая оперативно адаптировать базовую конструкцию под различные типы полезной нагрузки. Этот подход реализуется через создание стандартизированных интерфейсов крепления и системы коммуникаций между модулями. Подобные решения значительно расширяют функциональные возможности беспилотников, позволяя использовать одну платформу для решения разнородных задач. Особое внимание при проектировании уделяется балансировке аппарата и распределению массы, что непосредственно влияет на стабильность полета и точность выполнения операций. Конструктивные решения должны обеспечивать не только функциональность, но и ремонтпригодность аппарата в полевых условиях.

Перспективным направлением развития конструкций БПЛА является создание гибридных летательных аппаратов, сочетающих преимущества мультиторторной схемы с возможностями крылатых аппаратов. Такие решения позволяют значительно увеличить дальность полета и продолжительность нахождения в воздухе без потери маневренности при взлете и посадке. Дальнейшее совершенствование конструкций связано с разработкой складных и трансформируемых систем, обеспечивающих удобство транспортировки и быстрое развертывание в полевых условиях. Актуальной проблемой остается обеспечение необходимой прочности шарнирных соединений и механизмов трансформации при сохранении минимальной массы конструкции.

**Самолетный тип БПЛА (с неподвижным крылом).** БПЛА самолетного типа оснащен несущими крыльями, которые обеспечивают подъемную силу и полет. Управляются дистанционно или компьютером. Наиболее функциональным считают БПЛА с «монокрылом».

Самолетный БПЛА может совершать долгий полет на большие расстояния, а также обладает высокой скоростью относительно других беспилотников. Такие дроны недорогие и простые в обслуживании и ремонте. Обычно они летают по запланированной программе: маршрут, цель полета, настройка датчиков. После завершения задачи БПЛА самолетного типа возвращается на точку старта или по заданному маршруту. Однако самолетному типу дронов необходимо специально оборудованное место взлета и посадки.

### Конструкция БПЛА



Рисунок 1. – Конструкция БПЛА

### Виды БПЛА по типу конструкции

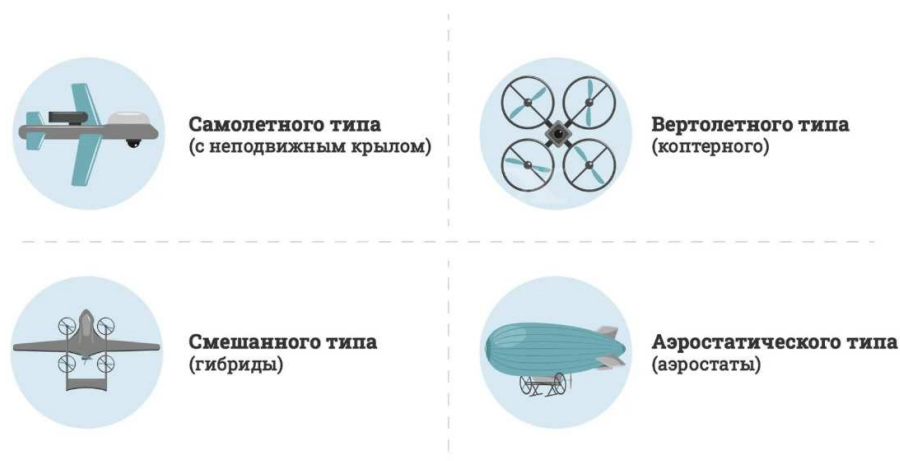


Рисунок 2. – Виды БПЛА по типу конструкций

**Самолетный тип БПЛА (с неподвижным крылом).** БПЛА самолетного типа оснащен несущими крыльями, которые обеспечивают подъемную силу и полет. Управляются дистанционно или компьютером. Наиболее функциональным считают БПЛА с «монокрылом».

Самолетный БПЛА может совершать долгий полет на большие расстояния, а также обладает высокой скоростью относительно других беспилотников. Такие дроны недорогие и простые в обслуживании и ремонте. Обычно они летают по запланированной программе: маршрут, цель полета, настройка датчиков. После завершения задачи БПЛА самолетного типа возвращается на точку старта или по заданному маршруту. Однако самолетному типу дронов необходимо специально оборудованное место взлета и посадки.

#### БПЛА вертолетного типа

##### *Однороторные (коптерного) типа*

Однороторные дроны по своей конструкции напоминают вертолеты. БПЛА этого типа оснащен одним большим ведущим винтом, а иногда еще одним – на хвосте (контроль траектории полета). Коптер эффективнее квадрокоптера за счет продолжительного времени полета и работы на двигателях внутреннего сгорания. Беспилотные вертолеты могут летать практически с любым двигателем.

Вместе с этим они имеют более сложную конструкцию, большую энергозатратность, высокую стоимость по сравнению с мультироторными БПЛА.

*Мультироторные (квадрокоптерного) типа*

Мультироторные (мультикоптерные) дроны – это летающие платформы с 3-мя и более бесколлекторными двигателями с пропеллерами.

Во время полета находятся в горизонтальном положении и могут зависать в любой момент, перемещаются по всем направлениям и поворачиваются вокруг своей оси. Все движения в воздухе совершаются за счет изменения тяги на каждом моторе.

Мультироторные дроны просты в управлении, имеют высокую точность позиционирования и относительно недорогие. Среди недостатков низкая скорость, большая трата энергии, ограничения по радиусу работы, малые грузоподъемность, время полета.

**БПЛА смешанного типа (гибриды).** Гибридные БПЛА сочетают в себе функции и характеристики самолетного и мультироторного типа дронов. Поворотные (или фиксированные) винты во время взлета и посадки действуют как подъемные, а во время обычного полета – как тянущие.

В преимущества входят вертикальный взлет за счет дополнительных двигателей, высокая скорость, маневренность, удачное соотношение взлетной массы и полезной нагрузки, экономия энергоресурсов мотора. Среди недостатков трудное обслуживание и ремонт, зависимость от погоды, высокая стоимость.

**Аэростатический тип БПЛА (аэростаты).** Аэростаты взлетают за счет заполненного газом или нагретым воздухом баллона. В основном представляют собой непилотируемые дирижабли – симбиоз аэростата и винта с электрическим двигателем. Находятся в небе и перемещаются за счет системы управления ориентацией.

Преимуществами являются продолжительность полета в течение нескольких дней или недель и большая грузоподъемность. Однако у аэростатов есть ограничения в маневренности и скорости, на них значительно влияют погодные условия. Помимо этого, БПЛА аэростатического типа обладают большими размерами и массой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А.А. Конструкция и проектирование беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие / А.А. Иванов, С.В. Петров. – М.: Издательство МАИ, 2021. – 256 с.
2. Сидоров, К.В. Современные композитные материалы в авиастроении / К.В. Сидоров // Авиационные материалы и технологии. – 2022. – № 3(48). – С. 45-52.
3. Петров, В.Г. Динамика полета мультироторных беспилотных аппаратов / В.Г. Петров, М.С. Козлов. – СПб.: Политехника, 2019. – 189 с.
4. Козлов, Д.М. Методы оптимизации конструкций БПЛА / Д.М. Козлов // Инженерный вестник. – 2023. – № 1(65). – С. 23-31.