

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация

В статье рассматриваются основные факторы, влияющие на эффективность беспилотных летательных аппаратов. Проанализированы аэродинамические, конструктивные и эксплуатационные параметры, определяющие характеристики полета БПЛА. Рассмотрены особенности конструкции аппаратов малого размера, а также влияние массы, аэродинамического качества и энергетических характеристик на эффективность их применения. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и совершенствовании беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова

Беспилотный летательный аппарат, эффективность БПЛА, аэродинамика, конструкция БПЛА, энергетическая эффективность, летательные аппараты.

Bavbel E.I.
Postgraduate of BSUIR,
Minsk, Belarus

MAIN FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Annotation

The article discusses the main factors affecting the efficiency of unmanned aerial vehicles. Aerodynamic, structural and operational parameters determining the flight characteristics of UAVs are analyzed. The features of small UAV design are considered, as well as the influence of mass, aerodynamic efficiency and energy characteristics on their performance. The results can be used in the design and improvement of unmanned aerial vehicles.

Keywords

Unmanned aerial vehicle, UAV efficiency, aerodynamics, UAV design, energy efficiency, aircraft.

Введение

Беспилотные летательные аппараты в последние годы получили широкое распространение в различных сферах деятельности. Они используются для мониторинга территорий, проведения аэрофотосъемки, доставки грузов, сельскохозяйственных работ и выполнения задач наблюдения. Развитие технологий управления, электроники и материалов привело к значительному увеличению возможностей применения БПЛА [1–4].

Эффективность беспилотного летательного аппарата определяется совокупностью различных факторов, среди которых важное значение имеют аэродинамические характеристики, конструктивные параметры, энергетическая эффективность и условия эксплуатации. Оптимальное сочетание этих факторов позволяет повысить продолжительность полета, дальность действия и устойчивость аппарата.

При проектировании беспилотных летательных аппаратов особое внимание уделяется снижению массы конструкции, повышению аэродинамического качества и улучшению энергетических характеристик. Современные БПЛА разрабатываются с учетом требований высокой эффективности и надежности при различных условиях эксплуатации.

Целью данной работы является анализ основных факторов, влияющих на эффективность беспилотных летательных аппаратов, а также рассмотрение их влияния на летные характеристики.

Аэродинамические факторы эффективности БПЛА

Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность беспилотных летательных аппаратов, являются аэродинамические характеристики. Аэродинамика аппарата оказывает непосредственное влияние на подъемную силу, сопротивление воздуха и энергетические затраты во время полета [5].

Основным элементом, формирующим аэродинамические характеристики БПЛА, является крыло. Геометрия крыла, его площадь, удлинение и форма аэродинамического профиля оказывают значительное влияние на подъемную силу и аэродинамическое качество летательного аппарата.

Аэродинамическое качество определяется отношением подъемной силы к силе лобового сопротивления. Чем выше значение этого параметра, тем более эффективно используется энергия, затрачиваемая на полет [6].

Важную роль также играет форма фюзеляжа и расположение элементов конструкции. Обтекаемая форма корпуса способствует снижению аэродинамического сопротивления и повышению эффективности полета [7].

Кроме того, на аэродинамические характеристики беспилотного летательного аппарата влияет режим полета. Для малоразмерных БПЛА характерны относительно низкие скорости полета, при которых существенную роль играют особенности течения воздуха при малых числах Рейнольдса.

Конструктивные факторы эффективности

Конструкция беспилотного летательного аппарата оказывает значительное влияние на его летные характеристики и эффективность эксплуатации. Одним из важнейших параметров является масса аппарата. Снижение массы конструкции позволяет уменьшить энергопотребление и увеличить продолжительность полета [8].

Для уменьшения массы конструкции широко применяются современные композиционные материалы и легкие сплавы. Использование таких материалов позволяет повысить прочность конструкции при сохранении малой массы [9–10].

Еще одним важным фактором является компоновка элементов аппарата. Рациональное размещение оборудования, аккумуляторов и систем управления позволяет улучшить балансировку аппарата и повысить устойчивость полета.

Конструкция крыла также оказывает значительное влияние на эффективность БПЛА. Увеличение удлинения крыла позволяет снизить индуктивное сопротивление и повысить аэродинамическое качество аппарата.

Энергетическая эффективность беспилотных летательных аппаратов

Энергетическая эффективность является одним из ключевых факторов, определяющих возможности беспилотных летательных аппаратов. От энергетических характеристик напрямую зависят продолжительность полета, дальность действия и способность аппарата выполнять поставленные задачи [11].

Основным источником энергии для большинства современных малоразмерных БПЛА являются аккумуляторные батареи. Энергетическая плотность аккумуляторов определяет количество энергии, доступной для питания силовой установки и бортового оборудования. Увеличение энергетической плотности позволяет повысить продолжительность полета и расширить функциональные возможности аппарата.

От эффективности силовой установки напрямую зависят летно - технические характеристики и продолжительность полета беспилотного аппарата. Основу силовой установки современных БПЛА, как правило, составляют электрические двигатели, отличающиеся высокой надежностью и хорошим КПД. При проектировании необходимо выполнить подбор согласованной пары «двигатель - воздушный винт», так как именно их совместная работа определяет баланс между потребляемой мощностью и развиваемой тягой [12, 13].

На общую энергоэффективность влияет алгоритм работы системы управления. За счет гибкого регулирования режимов двигателя и бортовой аппаратуры появляется возможность сократить непроизводительные потери и продлить время автономной работы.

Таким образом, повышение энергетической эффективности БПЛА является важной задачей при разработке и совершенствовании конструкций беспилотных летательных аппаратов.

Эксплуатационные факторы эффективности БПЛА

Помимо аэродинамических и конструктивных параметров, на эффективность беспилотных летательных аппаратов значительное влияние оказывают условия эксплуатации. К таким условиям относятся метеорологические факторы, характеристики окружающей среды и особенности выполнения полетных задач [14].

Скорость и направление ветра могут существенно влиять на устойчивость полета и расход энергии. Полет при сильном встречном ветре приводит к увеличению энергопотребления и снижению дальности полета. В то же время попутный ветер может способствовать увеличению дальности и снижению энергетических затрат [15].

Температура воздуха и плотность атмосферы также оказывают влияние на характеристики полета. Изменение плотности воздуха влияет на подъемную силу и эффективность работы воздушного винта. В условиях высокой температуры и пониженной плотности воздуха аэродинамическая эффективность аппарата может снижаться.

Кроме того, на эффективность беспилотных летательных аппаратов влияет характер выполняемой задачи. Полеты на больших высотах, выполнение маневров и изменение режима полета могут приводить к увеличению энергопотребления и снижению продолжительности полета.

Учет реальных условий эксплуатации напрямую сказывается на эффективности применения беспилотников и гарантирует выполнение полетных заданий.

Заключение

В работе проанализированы основные факторы, определяющие эффективность беспилотных летательных аппаратов. Показано, что конечный результат складывается из взаимного влияния аэродинамических, конструктивных, энергетических и эксплуатационных параметров.

Аэродинамика аппарата задает базовые соотношения подъемной силы и лобового сопротивления, а значит, и затраты энергии на полет. Выбор профиля крыла, удлинения и формы фюзеляжа напрямую влияет на аэродинамическое качество и достижимую дальность.

Конструктивное исполнение является важным фактором в процессе проектирования. Так, например, снижение веса планера за счет применения композиционных материалов и продуманная компоновка узлов позволяют улучшить маневренность и грузоподъемность без утяжеления силовой установки.

Эффективность БПЛА ограничена энерговооруженностью. Плотность запасаемой энергии в источниках питания и алгоритмы работы силовой установки определяют практический потолок продолжительности полета. Оптимизация режимов работы двигателя в связке с винтом дает возможность выжать максимум из доступного запаса энергии.

Полученные автором результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании беспилотных летательных аппаратов различного назначения.

Список использованной литературы

[1] Бавбель, Е. И. Использование беспилотных летательных аппаратов для эпидемиологического надзора за инфекционными заболеваниями = Use of unmanned aerial vehicles for epidemiological surveillance of infectious diseases / Е. И. Бавбель, В. Ф. Алексеев // Медэлектроника–2024. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии: сборник научных статей XIV Международной научно - технической конференции, Минск, 5–6 декабря 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [и др.]. – Минск, 2024. – С. 140–143.

[2] Бавбель, Е. И. Возможности компьютерного зрения для беспилотных летательных аппаратов / Е. И. Бавбель, В. Ф. Алексеев // Цифровая среда: технологии и перспективы: сборник материалов II Международной научно - практической конференции, Брест, 31 октября – 1 ноября 2024 г. / Брестский государственный технический университет; редкол.: Н. Н. Шалобыта (гл. ред.) [и др.]. – Брест, 2024. – С. 46–51.

[3] Алексеев, В. Ф. Автономная посадка БПЛА с использованием визуального сервоуправления = Autonomous UAV landing using visual servo control / В. Ф. Алексеев, Е. И. Бавбель // BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics: сборник научных статей X Международной научно - практической конференции, Минск, 13 марта 2024 г.: в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2024. – С. 472–479.

[4] Алексеев, В. Ф. Оценка облаков точек БПЛА с помощью искусственного интеллекта = Assessment of UAV point clouds using artificial intelligence / В. Ф. Алексеев, Е. И. Бавбель //

BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics: сборник научных статей X Международной научно - практической конференции, Минск, 13 марта 2024 г.: в 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2024. – С. 12–18.

[5] Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.

[6] Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – Москва: Наука, 1991. – 600 с.

[7] Андерсон, Дж. Основы аэродинамики / Дж. Андерсон; перевод с английского. – Москва: Мир, 2003. – 768 с.

[8] Антонов, В. А. Особенности конструкции беспилотных летательных аппаратов / В. А. Антонов, С. Н. Киселев. // Авиационная техника. – 2020. – № 2. – С. 34–39.

[9] Сазонов, А. А. Аэродинамические характеристики беспилотных летательных аппаратов / А. А. Сазонов. // Вестник авиационной техники. – 2018. – № 4. – С. 15–20.

[10] Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAV Design, Development and Deployment / R. Austin. – Chichester: Wiley, 2010. – 372 p.

[11] Valavanis, K. Handbook of Unmanned Aerial Vehicles / K. Valavanis, G. Vachtsevanos. – Dordrecht: Springer, 2015. – 3022 p.

[12] Бавбель, Е. И. Оптимизация энергопотребления БПЛА при выполнении миссий наблюдения = Optimizing UAV power consumption during observation missions / Е. И. Бавбель // Электронные системы и технологии: сборник материалов 61 - й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 21–25 апреля 2025 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2025. – С. 145–148.

[13] Drela, M. Flight Vehicle Aerodynamics / M. Drela. – Cambridge: MIT Press, 2014. – 320 p.

[14] Anderson, J. D. Introduction to Flight / J. D. Anderson. – New York: McGraw - Hill Education, 2016. – 880 p.

[15] Gudmundsson, S. General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures / S. Gudmundsson. – Oxford: Butterworth - Heinemann, 2014. – 1024 p.

© Бавбель Е.И., 2026

УДК 614.847

Бирин О.Н.

Кандидат юридических наук
СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»
г. Санкт - Петербург, РФ

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Аннотация

Управляющая организация является лицом, ответственным за соблюдение требований пожарной безопасности при эксплуатации общего имущества жилого дома, а, следовательно, надлежащим субъектом ответственности за их нарушение.