

*Научная библиотека УлГТУ
Отдел библиотечного обслуживания
Самолетостроительного факультета (ИАТУ)*

Беспилотные летательные аппараты: конструкция и проектирование

Виртуальная выставка



В целом, беспилотные летательные аппараты – это универсальный инструмент, который нашел применение во многих сферах, от сельского и лесного хозяйства до строительства и геологических исследований. Дроны повышают эффективность многих процессов, а их применение уже приносит реальную пользу разным индустриям. Сейчас можно с уверенностью сказать, что области использования БПЛА будут и дальше расширяться, однако было бы замечательно, если бы дроны приносили только пользу и применялись исключительно в мирных целях.



Виртуальная выставка, подготовленная библиотекой Самолётостроительного факультета, представляет собой комплексное исследование мира беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Экспозиция знакомит посетителей с историей, конструктивными особенностями, методиками проектирования и широчайшим спектром применения этой передовой технологии.

Выставка будет полезна студентам технических специальностей, инженерам-проектировщикам, а также всем, кто интересуется современными технологиями и их влиянием на будущее.

В экспозицию вошли полнотекстовые электронные издания из ЭБС «Лань» и IPR SMART , Научной электронной библиотеки Elibrary , доступ к которым осуществляет наш университет. Для работы необходима предварительная регистрация с IP-адресов УлГТУ



С.В. Кисова, Б.С. Цыдыпов, Е.В. Коновалова,
Б.Б. Цыденов, А.Н. Гладинев

Беспилотные авиационные системы

Учебное пособие для СПО

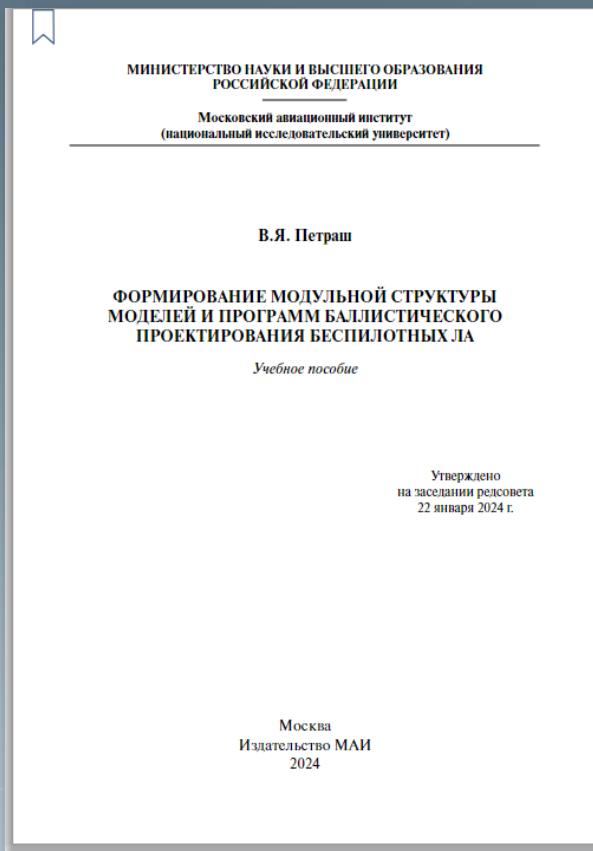
Рекомендовано УМО СПО



Беспилотные авиационные системы : учебное пособие для СПО / С. В. Кисова, Б. С. Цыдыпов, Е. В. Коновалова [и др.]. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. - 104 с.

Учебное пособие рассматривает беспилотные авиационные системы (БАС): их конструкцию, управление и эксплуатацию. В издании также представлены правовые аспекты применения БАС и вопросы практического использования БАС в лесном и сельском хозяйстве. Подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. Предназначено для студентов, обучающихся по укрупненной группе профессий и специальностей «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники» и изучающих дисциплины «Эксплуатация беспилотных авиационных систем», «Основы беспилотных авиационных систем».

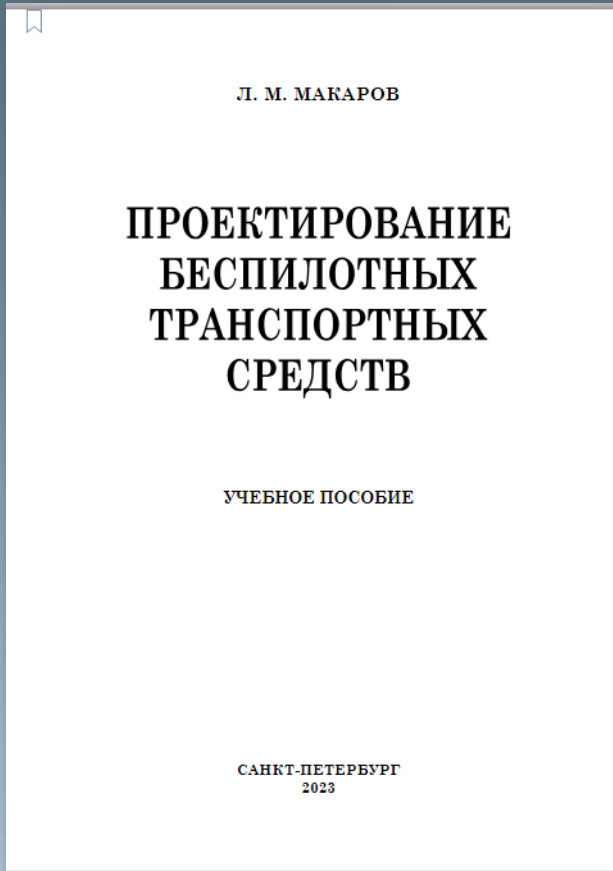
 [Читать](#)



Петраш, В. Я. Формирование модульной структуры моделей и программ баллистического проектирования беспилотных ЛА : учебное пособие / В. Я. Петраш.-Москва : МАИ, 2024. - 90 с.

Изложена методика построения модульной структуры математических моделей и программ баллистического проектирования беспилотных летательных аппаратов (БЛА) различных классов и принципов управления полетом. Разрабатываемое математическое и программное обеспечение предназначено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования». Лабораторные работы ставят целью изучение методики баллистического проектирования БЛА различных классов и принципов управления полетом, разработку модульной структуры алгоритмов и программных компонент, позволяющих реализовать сборку программ баллистического проектирования БЛА с использованием учебной САПР, получение траекторных характеристик и относительного запаса топлива, необходимого для выполнения поставленной задачи. Пособие поможет закрепить знания, полученные при изучении дисциплины «Основы автоматизированного проектирования», и приобрести навыки в разработке модульной структуры моделей и программ баллистического проектирования БЛА с использованием учебной САПР. Предназначено для студентов специальности «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

[Читать](#)



Макаров, Л. М. Проектирование беспилотных транспортных средств : учебное пособие / Л. М. Макаров. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. - 107 с.

Написано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Проектирование беспилотных транспортных средств». Рассмотрены вопросы проектирования беспилотных транспортных средств на основе обширного современного набора функциональных узлов и блоков, представленных в информационных базах, обеспечивающих создание транспортных средств для эксплуатации в наземной и воздушной средах. Предназначено для магистрантов, обучающихся по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах», а также аспирантов и специалистов в области проектирования беспилотных транспортных средств.

[Читать](#)

П. В. БАЛАБАНОВ, А. Г. ДИВИН, Д. А. ЛЮБИМОВА

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ
БЕСПИЛОТНОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПА**



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2023

Балабанов, П. В. Программирование беспилотного летательного аппарата мультироторного типа : учебное пособие / П. В. Балабанов, А. Г. Дивин, Д. А. Любимова. - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023.-85 с.

Содержит методические указания к практическим и лабораторным работам дисциплины «Программирование мехатронных систем». Рассмотрены следующие вопросы: подготовка технического задания на разработку программного обеспечения мехатронных систем; разработка программного обеспечения для управления мехатронных систем на примере квадрокоптера; получение и обработка изображений с камер видимого и инфракрасного диапазона спектра излучения; тестирование и расчет надежности программного обеспечения. Предназначено для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры 15.03.06, 15.04.06 «Мехатроника и робототехника». Может быть интересно начинающим программистам робототехникам, студентам, а также всем, кто интересуется вопросами программирования дронов с использованием языка python.

[Читать](#)

В. С. ФЕТИСОВ,
Л. М. НЕУГОДНИКОВА

**БЕСПИЛОТНЫЕ
АВИАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ:**
ТЕРМИНОЛОГИЯ,
КЛАССИФИКАЦИЯ, СТРУКТУРА

Учебное пособие

Издание второе, стереотипное



ЛАНЬ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2025

Фетисов, В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура : учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025.

Книга носит преимущественно справочно-ознакомительный характер и написана по результатам обзоров и анализа многочисленных литературных и интернет-источников. Она знакомит читателя со сложившимися на сегодняшний день терминологией и классификацией в области беспилотной авиации, важнейшими документами, регламентирующими эксплуатацию гражданских беспилотных авиационных систем, с современными тенденциями в производстве беспилотных летательных аппаратов, а также с состоянием рынка беспилотных авиационных систем. Книга может быть полезна для студентов высших учебных заведений авиационного профиля, а также для всех интересующихся авиацией.

[Читать](#)

В. В. ЛОЗОВЕЦКИЙ,
Е. Г. КОМАРОВ

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ
ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ
ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Под редакцией доктора технических наук, профессора В. В. Лозовецкого

Издание второе, стереотипное

Учебник содержит материалы для студентов, обучающихся по специальностям и направлениям подготовки «Информационная безопасность автоматизированных систем», «Информационная безопасность», «Информационно-аналитические системы безопасности», и специалистов, завершивших обучение по ним, является эффективным методическим материалом. Рекомендован Федеральным УМО по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Информационная безопасность» в качестве учебника для использования в учебном процессе



ЛАНЬ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - МОСКВА - КРАСНОДАР
2025

Лозовецкий, В. В. Методы и средства защиты информации для сертификационных испытаний систем управления беспилотных транспортных средств : учебник для вузов / В. В. Лозовецкий, Е. Г. Комаров ; под редакцией В. В. Лозовецкий. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 224 с.

В учебнике рассмотрены и проанализированы как классические методы и средства сертификации и стандартизации программного обеспечения (ПО) обычных систем управления транспортными системами, так и ПО систем управления беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного назначения. Одной из главных задач реализации процессов стандартизации и спецификации является обеспечение надежной защиты передаваемой (принимаемой) информации, которая решается практическим использованием системы разработанных мер, начиная от структуры сигнала и заканчивая комплексом специальных инженерно-технических решений. Теоретический материал и математические основы решения прикладных задач современной криптографии сопровождаются большим количеством примеров и задач. Большое внимание уделено моделированию систем, обеспечивающих информационную безопасность и разработке систем управления информационной безопасностью. Представлен материал, позволяющий оценить эффективность средств защиты информации, прогнозирование рисков несанкционированного доступа и обеспечение информационной безопасности в условиях реализации атак на компьютерную сеть, рассмотрены основные методы определения затрат на создание системы обеспечения информационной безопасности с учётом степени ее конфиденциальности. Приведена методика разработки проекта аудита системы защиты информации и конкретный пример ее реализации, которые могут быть использованы при курсовом и дипломном проектировании. Учебник предназначен для бакалавров и магистров, обучающихся по образовательным программам с дисциплинами, содержащими разделы и сведения, касающиеся вопросов обеспечения информационной безопасности.

[Читать](#)



Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам : монография / С. И. Макаренко. - Санкт-Петербург : Научные технологии, 2020-204 с.

В монографии представлены результаты систематизации и анализа различных способов и средств противодействия беспилотным летательным аппаратам (БПЛА), а также формирования общих направлений повышения эффективности такого противодействия. Проведен анализ возможностей по обнаружению БПЛА средствами радиолокационной, радио- и радиотехнической, оптико-электронной и акустической разведок. Подробно исследованы преимущества и недостатки следующих основных способов и средств противодействия БПЛА: огневое поражение БПЛА артиллерийским и ракетным вооружением комплексов противовоздушной обороны; радиоэлектронное подавление систем навигации и радиосвязи БПЛА; функциональное поражение БПЛА сверхвысокочастотным электромагнитным излучением; поражение БПЛА лазерным излучением. Кроме того, рассмотрены другие, менее распространенные, способы противодействия БПЛА. Материалы работы предназначены для научных сотрудников, соискателей ученых степеней, военных и технических специалистов, занимающихся вопросами противодействия БПЛА. Отдельные результаты, представленные в данной монографии, получены в рамках госбюджетной темы НИР СПИИРАН № 004.

[Читать](#)



А. Ю. ГАРЬКУШЕВ, И. Л. КАРПОВА

**ЗАЩИТА ТРАНСПОРТНЫХ ТЕРМИНАЛОВ
ОТ УГРОЗ НЕЗАКОННОГО ПРИМЕНЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

 «Инфра-Инженерия»

Гарькушев, А. Ю. Защита транспортных терминалов от угроз незаконного применения беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие / А. Ю. Гарькушев, И. Л. Карпова. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 100 с.

Показано воздействие БЛА на объекты транспортной инфраструктуры, приведены меры по превентивному противодействию таким угрозам. Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 25.03.04 «Эксплуатация аэропортов и обеспечение полетов воздушных судов», 26.03.04 «Инженерно-экономическое обеспечение технологий и бизнес-процессов водного транспорта». Может применяться при изучении таких дисциплин, как «Ноксология», «Комплексная защита промышленного предприятия», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Авиационная безопасность», «Специальная подготовка и применение специальных средств», «Безопасность жизнедеятельности».

[Читать](#)

Парафесь, С. Г. Проектирование конструкции и САУ БПЛА с учетом аэроупругости : постановка и методы решения задачи / С. Г. Парафесь, В. И. Смыслов. - Москва : Техносфера, 2018. - 182 с.

Даны постановка и общая схема решения задачи совместного проектирования конструкции и системы автоматического управления (САУ) маневренного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с учетом требований аэроупругости. Задачи обеспечения безопасности от флаттера и аэроупругой устойчивости БПЛА с САУ в процессе проектирования летательного аппарата решаются с использованием расчетных, расчетно-экспериментальных и экспериментальных методов. Представленные методы относятся в первую очередь к управляемым БПЛА (в зарубежной литературе guided missile) класса «воздух – воздух», «воздух – поверхность» и отчасти «поверхность – воздух», для которых проблемы флаттера и опасных аэроупругих автоколебаний крайне важны. Книга предназначена для научных сотрудников, инженеров, аспирантов и студентов старших курсов университетов, занимающихся проблемами проектирования и испытаний беспилотных летательных аппаратов.

[Читать](#)

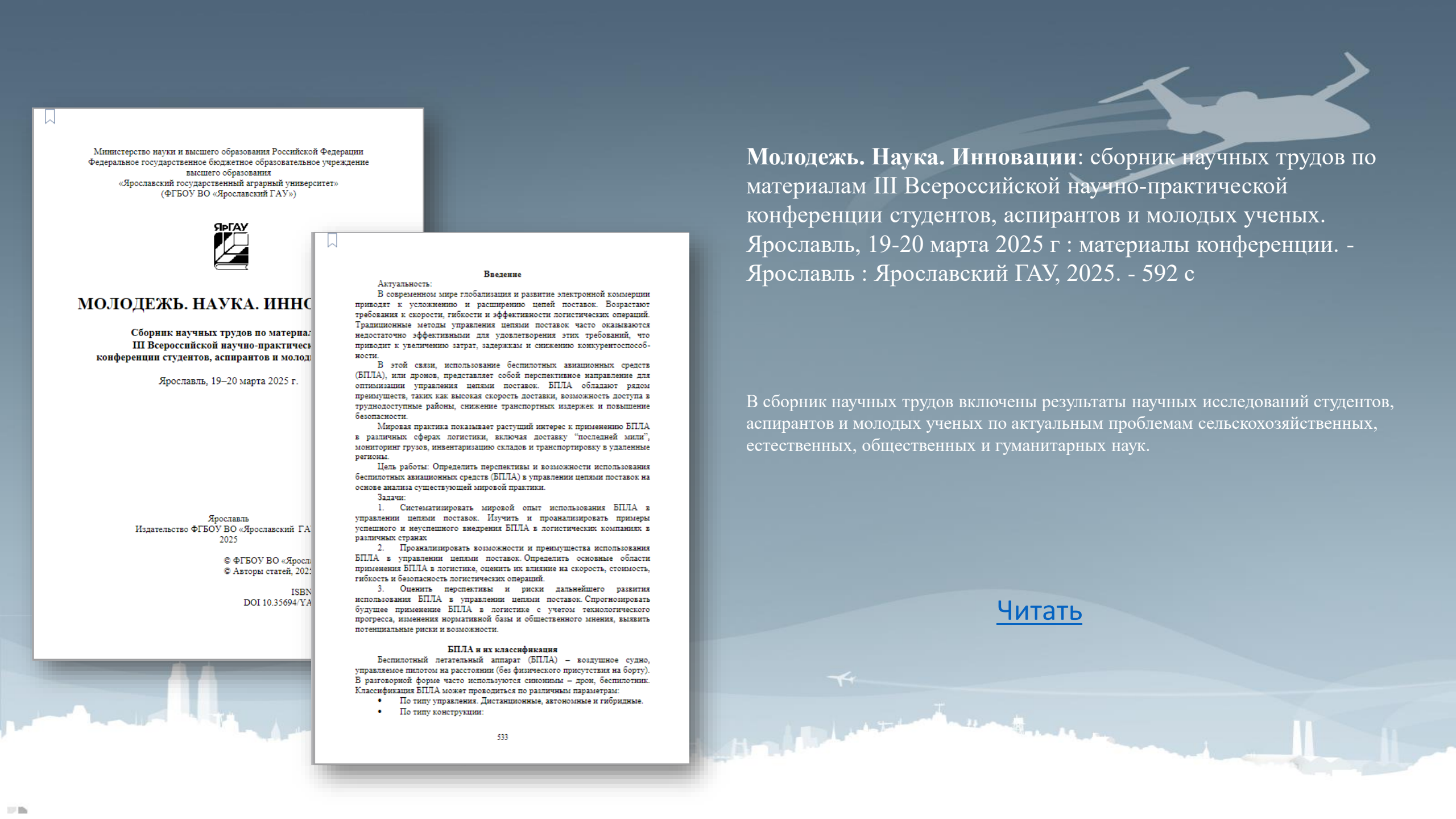


Макаров, Л. М. Эскизное проектирование беспилотных транспортных средств : учебное пособие / Л. М. Макаров. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 116 с.

Содержит типовые схемы компоновки деталей, узлов и агрегатов, а также эскизные проектные решения размещения функциональных блоков в различных конструкциях беспилотных транспортных средств. Содержание книги представлено основными тематическими линиями эскизного проектирования беспилотных транспортных средств, создающими базовые понятия о конструктивных элементах, блоках и функциональных узлах современных подвижных технических систем, обладающих возможностью воспроизводить сложные транспортные сети. Для студентов, магистров и аспирантов, владеющих базовыми знаниями в области научных дисциплин: «Механотроника», «Автоматика и телемеханика», «Вычислительная техника», «Автоматизированные системы телекоммуникации и управления», «Системы связи», «Интеллектуальные информационные системы». Может представлять интерес для инженеров и научных работников.

[Читать](#)





Молодежь. Наука. Инновации: сборник научных трудов по материалам III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Ярославль, 19-20 марта 2025 г : материалы конференции. - Ярославль : Ярославский ГАУ, 2025. - 592 с

В сборник научных трудов включены результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых по актуальным проблемам сельскохозяйственных, естественных, общественных и гуманитарных наук.

[Читать](#)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»)



МОЛОДЕЖЬ. НАУКА. ИННОВАЦИИ

Сборник научных трудов по материалам
III Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых

Ярославль, 19–20 марта 2025 г.

Ярославль
Издательство ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»
2025

© ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»
© Авторы статей, 2025

ISBN
DOI 10.35694/YA

Введение

Актуальность:

В современном мире глобализация и развитие электронной коммерции приводят к усложнению и расширению цепей поставок. Возрастают требования к скорости, гибкости и эффективности логистических операций. Традиционные методы управления цепями поставок часто оказываются недостаточно эффективными для удовлетворения этих требований, что приводит к увеличению затрат, задержкам и снижению конкурентоспособности.

В этой связи, использование беспилотных авиационных средств (БПЛА), или дронов, представляет собой перспективное направление для оптимизации управления цепями поставок. БПЛА обладают рядом преимуществ, таких как высокая скорость доставки, возможность доступа в труднодоступные районы, снижение транспортных издержек и повышение безопасности.

Мировая практика показывает растущий интерес к применению БПЛА в различных сферах логистики, включая доставку "последней мили", мониторинг грузов, инвентаризацию складов и транспортировку в удаленные регионы.

Цель работы: Определить перспективы и возможности использования беспилотных авиационных средств (БПЛА) в управлении цепями поставок на основе анализа существующей мировой практики.

Задачи:

1. Систематизировать мировой опыт использования БПЛА в управлении цепями поставок. Изучить и проанализировать примеры успешного и неуспешного внедрения БПЛА в логистических компаниях в различных странах.
2. Проанализировать возможности и преимущества использования БПЛА в управлении цепями поставок. Определить основные области применения БПЛА в логистике, оценить их влияние на скорость, стоимость, гибкость и безопасность логистических операций.
3. Оценить перспективы и риски дальнейшего развития использования БПЛА в управлении цепями поставок. Спрогнозировать будущее применение БПЛА в логистике с учетом технологического прогресса, изменения нормативной базы и общественного мнения, выявить потенциальные риски и возможности.

БПЛА и их классификация

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – воздушное судно, управляемое пилотом на расстоянии (без физического присутствия на борту). В разговорной форме часто используются синонимы – дрон, беспилотник. Классификация БПЛА может проводиться по различным параметрам:

- По типу управления. Дистанционные, автономные и гибридные.
- По типу конструкции:

У., Биард Малые беспилотные летательные аппараты : теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти МакЛэйн У. ; перевод А. И. Демьяников ; под редакцией Г. В. Анцев. - Москва : Техносфера, 2015. - 312 с.

Это издание посвящено управлению беспилотными летательными аппаратами (БЛА). Акцент в книге делается на системы повышения устойчивости управления. Других изданий, которые бы охватывали вопросы моделирования динамики летательных аппаратов, разработки автопилотов (решающих задачи «низкого уровня»), оценки состояния БЛА, а также расчета траектории полета (задачи «высокого уровня»), в настоящее время нет. Целевой аудиторией являются студенты, которые прошли подготовку в области электротехники, компьютерной техники, машиностроения и информатики и прослушали вводный курс по системам управления с обратной связью или робототехнике. Также книга будет интересна инженерам в области авиации, которые заинтересованы во вводном курсе в автономные системы.

[Читать](#)





Гарькушев, А. Ю. Обеспечение безопасности при незаконном применении беспилотных воздушных судов : учебное пособие для СПО / А. Ю. Гарькушев, А. В. Липис, И. Л. Карпова.-Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. - 113 с.

В учебном пособии показаны способы обнаружения и противодействия актам незаконного применения беспилотных воздушных судов. Показаны основные конструкции беспилотников. Представлены сведения об угрозах гражданским объектам при несанкционированном применении беспилотных летательных аппаратов. Подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по укрупненным группам профессий и специальностей «Авиационная и ракетно-космическая техника», «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники» (специальность «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»), изучающих дисциплины «Беспилотные летательные аппараты», «Безопасность полетов», «Техническая эксплуатация беспилотных авиационных систем».

[Читать](#)



Козлова, А. Т. Основы применения беспилотных авиационных систем : учебное пособие для СПО / А. Т. Козлова, А. В. Исаев. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 89 с.

В учебном пособии приводятся краткие сведения по истории развития беспилотных и дистанционно управляемых воздушных судов, рассматривается типовая структура беспилотных авиационных систем и конструктивные особенности беспилотных воздушных судов. Проведен анализ текущей рыночной ситуации и перспектив рынка, связанного с беспилотными авиационными технологиями. Рассмотрены проблемы, сдерживающие развитие беспилотной авиации в Российской Федерации. Подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по укрупненным группам профессий и специальностей «Авиационная и ракетно-космическая техника», «Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники» (специальность «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»), изучающих дисциплины «Беспилотные летательные аппараты», «Безопасность полетов», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов самолетного типа», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов вертолетного типа», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов смешанного типа».

[Читать](#)



Щербань, К. С. Основы прочности авиационных конструкций : учебное пособие / К. С. Щербань. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 516 с.

Изложены теоретические основы сопротивления материалов и вопросы прочности авиационных конструкций как при статическом, так и при циклическом нагружении. Рассмотрены упругие колебания стержневых систем и критерии прочности. Приведены расчеты сопротивления усталости и расчеты длительности развития усталостной трещины. Для студентов и аспирантов авиационных специальностей, а также для инженеров, занятых расчетами и проектированием элементов конструкции летательных аппаратов.

[Читать](#)



**Н. П. ТИМОФЕЕВ
Ю. П. САМОХВАЛОВ**

ВЫСОКОТОЧНОЕ ОРУЖИЕ США И БЛОКА НАТО

Учебное пособие



Тимофеев, Н. П. Высокоточное оружие США и блока НАТО : учебное пособие / Н. П. Тимофеев, Ю. П. Самохвалов. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 132 с.

В учебном пособии представлена классификация высокоточного оружия США и блока НАТО. Представлены основные виды авиационного ВТО: беспилотные летательные аппараты, управляемые ракеты и авиационные бомбы, крылатые ракеты. Подробно рассмотрены их тактико-технические характеристики, способы боевого применения, а также проанализированы некоторые особенности их боевого применения в локальных войнах и вооруженных конфликтах. Пособие предназначено для преподавателей, курсантов учебного военного центра и факультета военного обучения, а также для курсантов, обучающихся в военных учебных заведениях. Пособие будет полезно офицерам соединений, воинских частей и подразделений ВВС для использования в ходе командирской подготовки.

[Читать](#)

Ковалёв М. А., Овакимян Д.
Н.

**Беспилотные летательные
аппараты вертикального
взлета: сборка, настройка и
программирование**

Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. - Самара : Самарский университет, 2023. - 96 с.

Учебное пособие посвящено изучению беспилотных летательных аппаратов, а также их сборке, настройке и программированию. В процессе изучения рассматриваются основные особенности и правила в подборке комплектующих, а также основные проблемы и ошибки при их сборке, настройке и программировании. Благодаря данным материалам обучающиеся научатся пользоваться следующими программными продуктами: Betaflight, iNav, QGroundControl, Mission Planner, Mavlink, а также узнают, как запрограммировать беспилотный летательный аппарат на языке Python. Рекомендовано при освоении дисциплин в области сборки, настройки, программирования и технической эксплуатации БВС ВВ для обучающихся по техническим специальностям и направлениям подготовки в средних специальных и высших учебных заведениях.

[Читать](#)

Власов, В. К. Воздушный старт. Летающие авианосцы / В. К. Власов. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 168 с.

Рассматривается летающий авианосец как летающая платформа для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и как первая ступень суборбитальных и орбитальных космических кораблей (летающий космодром). Для широкого круга читателей, исследователей, любителей космической техники и разработчиков объектов космической индустрии, изобретателей.

[Читать](#)



Организация охраны лесов от пожаров : учебное пособие для СПО / С. В. Кисова, А. Н. Гладинов, Э. Б. Олзоева [и др.]. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. - 85 с.

Учебное пособие рассматривает виды лесных пожаров, тактики и методы их тушения, классификацию лесных горючих материалов. Особое внимание уделяется особенностям разведки и применения беспилотных летательных аппаратов при обнаружении и ликвидации лесных пожаров. Издание также включает положения охраны труда при тушении пожаров. Подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство» и изучающих дисциплину «Организация охраны лесов от пожаров».

[Читать](#)





Старчиков, С. А. Спутниковая аэронавигация : учебное пособие для СПО / С. А. Старчиков. - 2-е изд. - Саратов : Профобразование, 2025. - 124 с.

В учебном пособии подробно рассмотрены структура, принципы функционирования наземного и космических сегментов GPS, ГЛОНАСС, ГАЛИЛЕО, БЕЙДОУ и других спутниковых навигационных систем. Представлены сравнительные характеристики систем координат, используемых в оборудовании GNSS. Описаны принципы определения навигационных параметров СНС. Рассмотрены функциональные дополнения ГНСС: бортовые (AAIM/RAIM), широкозонные (спутниковые) WAAS/EGNOS/MSAS/GANAN и наземные (GRAS/LAAS). Соответствует отечественным требованиям к подготовке пилотов коммерческой авиации, предъявляемым к изучению дисциплин, входящих в состав профессиональных модулей «Летная эксплуатация однодвигательного воздушного судна и его функциональных систем (на уровне пилота-любителя)», «Летная эксплуатация воздушного судна, двигателя и функциональных систем на уровне пилота коммерческой авиации», «Летная эксплуатация многодвигательного воздушного судна и его функциональных систем на уровне практических полетов». Предназначено для курсантов учебных заведений среднего профессионального образования гражданской авиации, обучающихся по специальности «Летная эксплуатация летательных аппаратов», а также будет полезно студентам, обучающимся по специальности «Эксплуатация беспилотных авиационных систем», изучающим дисциплины «Безопасность полетов», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов самолетного типа», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов вертолетного типа», «Дистанционное пилотирование беспилотных воздушных судов смешанного типа». Может быть использовано членами летного экипажа и диспетчерами ОВД.

[Читать](#)



Охрана лесов от пожаров : учебное пособие / С. В. Кисова, А. Н. Гладинов, Э. Б. Олзоева [и др.]. -Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. -85 с.

В учебном пособии дается характеристика лесных горючих материалов, видов и стадий развития лесных пожаров, рассматриваются особенности разведки и применения беспилотных летательных аппаратов при обнаружении и ликвидации лесных пожаров, тактика и методы тушения лесных пожаров. Особое внимание уделено положениям охраны труда при проведении работ по тушению лесного пожара. Подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Предназначено для проведения занятий по теоретической и практической подготовке студентов, обучающихся по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки «Науки о Земле», «Техносферная безопасность и природообустройство», «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», изучающих дисциплины «Охрана лесов от пожаров», «Лесная пирология», «Природные пожары и борьба с ними», «Прогнозирование, профилактика и тушение лесных пожаров».

[Читать](#)

Кулаков, В. В. Приборы метеорологической, технической и баллистической подготовки. Технические средства артиллерийской разведки : учебник / В. В. Кулаков. -Москва : Прометей, 2024. - 158 с.

Учебник «Приборы метеорологической, технической и баллистической подготовки. Технические средства артиллерийской разведки» разработан в соответствии с Программой подготовки офицеров запаса из числа студентов высших учебных заведений. Предназначен для углубленного изучения студентами военного учебного центра объектов, составляющих понятие артиллерийского вооружения. Учебник создан применительно к программе обучения курсантов Военного учебного центра при Финансовом университете при правительстве РФ и посвящен одному из важных разделов их подготовки — изучению приборов артиллерийской разведки и технических средств артиллерийской разведки, а также правил безопасного обращения с ними. В учебнике на основе ГОСТов по артиллерийским приборам, экспертного анализа учебной, технической и служебной литературы с учетом практической потребности войск раскрыты, расширены и уточнены такие важные вопросы, как виды беспилотных летательных аппаратов, применяемых в артиллерии, назначение, устройство и принцип их действия; основные элементы средств технической артиллерийской разведки и артиллерийских приборов. В учебнике отражен порядок подготовки артиллерийских приборов и средств технической разведки к стрельбе и обслуживание их после стрельбы. Также представлен в системном виде учебный материал по устройству и эксплуатации изучаемых элементов технических средств артиллерийской разведки, который может использоваться для восстановления и закрепления знаний по артиллерийским приборам. В книге широко использованы материалы сети интернет и указанной литературы.

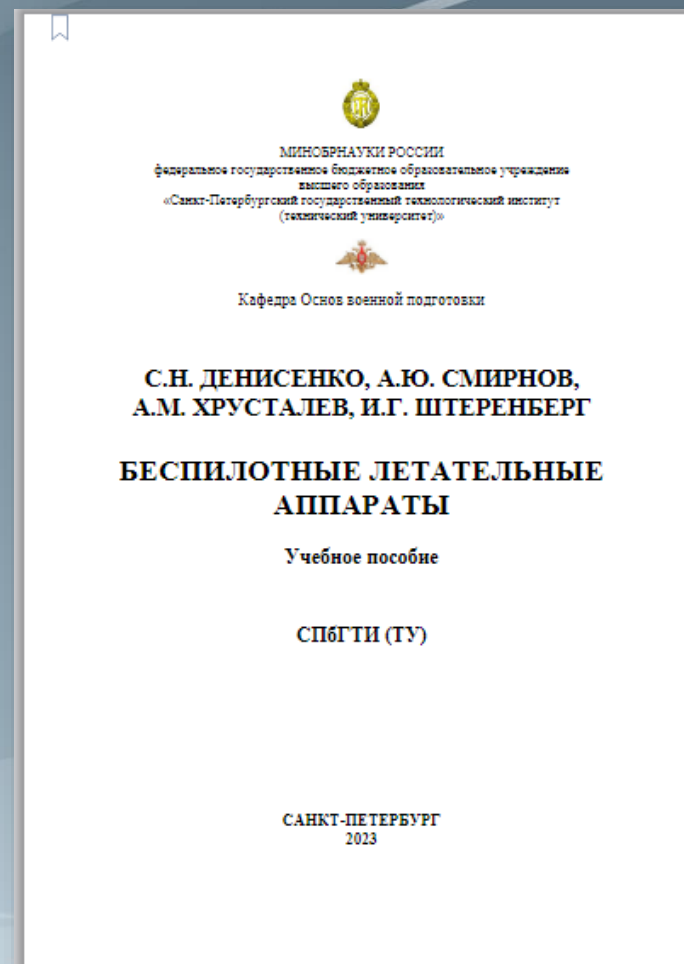


[Читать](#)

Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталеv, И. Г. Штеренберг. - Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. - 115 с.

На театре военных действий не редкостью стали случаи, когда при решении боевой или учебной задачи командование отдавало предпочтение цифровой машине, нежели летчику. И на это был ряд веских причин. Во-первых, это непрерывность работы. Дроны способны выполнять задачу на протяжении до 24 часов без перерыва на отдых и сон — неотъемлемых элементов человеческих потребностей. Во-вторых, это выносливость. Учебное пособие предназначено для обучающихся в качестве дополнительного пособия по дисциплине «Основы военной подготовки» по разделам «Основы тактики общевойсковых подразделений». Для преподавателей военной подготовки для выполнения профессиональной деятельности в сфере педагогики, для преподавателей образовательных организаций по военной подготовке при гражданских вузах, а также для преподавателей, обучающихся по основам военной подготовки.

[Читать](#)



Теоретические и практические аспекты развития отечественного авиастроения: VII Всероссийская научно-техническая конференция (Россия, г. Ульяновск 16-17 мая 2024 года): сборник научных трудов : сборник научных трудов. — Ульяновск : УлГТУ, 2024. - 111 с

В сборнике отражены результаты исследований аспирантов и студентов, представленные на XV Всероссийской научно-технической конференции «Информатика и вычислительная техника» ИВТ-2023 (г. Ульяновск, 14 – 15 июня 2023 г.). Тематика докладов охватывает следующие предметные области: математическое и программное обеспечение ЭВМ, управление беспилотным транспортом, машинное обучение, встроенные системы, коммуникационные системы, автоматизация проектирования и компьютерное моделирование, автоматизация обучения, технологии программирования, организация параллельной обработки данных

[Читать](#)

УДК 623.746.4-519:004

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БПЛА САМОЛЕТНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Дмитренко Г.В.
УлГТУ, кафедра «Самолетостроение», г. Ульяновск

Для общего понимания приводятся следующие определения:

- Проектирование – процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части [1].
- Цифровой двойник (ЦД) – передовая технология, созданная на пересечении материального и цифрового миров, созданная в рамках четвертой промышленной революции [2].

Сегодня развитие авиационных технологий для производства сложны, для выпуска высокотехнологичной и конкурентно-способной продукции используются новые цифровые технологии. Один из самых перспективных способов - технология моделирования. С помощью моделирования цифровая индустрия может быстро интерпретировать проекты, обеспечивать безопасность продукции, ускорять сертификацию и упрощать системы.

Использование цифровых технологий позволяет значительно экономить ресурсы компании, затрачиваемые на разработку, поскольку не требует создания натуральных прототипов на этапе моделирования, так как все испытания и настройки проводятся на модели системы уже с последующей реализацией в реальном объекте. При этом модель разработанной и отлаженной системы может быть использована в качестве Цифрового двойника и на этапе эксплуатации изделия с целью организации его дальнейшего предиктивного технического обслуживания и оптимизации рабочих характеристик.

Для автоматизации процесса и его ускорения берутся программное обеспечение AnsysTwinBuilder или AzureDigitalTwins для описания и задания математической модели – цифрового двойника. AnsysTwinBuilder – это мультитехнологическая платформа, позволяющая инженерам создавать цифровых двойников на основе моделирования – цифровых представлений активов с реальными датчиками. TwinBuilder улучшает результаты прогнозируемого технического обслуживания, что позволяет экономить на гарантийные и страховые расходы и оптимизировать работу создания БПЛА.

AnsysTwinBuilder помогает разработчику не только сформировать цифровую копию реального объекта, но и провести ее валидацию и улучшить совместимость отдельных компонентов на этапе их проектирования на уровне модели.

- Разработка модели системы и ее компонентов.
- Валидация и оптимизация.
- Внедрение в эксплуатацию.
- Валидация и оптимизация.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВИАСТРОЕНИЯ

VII ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Ульяновск 16-17 мая 2024 года)

Сборник научных трудов

Ульяновск
УлГТУ
2024

К вопросу анализа путей развития беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа на основе опыта модернизации и эксплуатации / О. В. Парамонов, И. Н. Зотов, // Молодежный вестник ИрГТУ.-2024. - № 2. - С. 193-204.

Работа посвящена анализу путей развития беспилотного летательного аппарата мультироторного типа на основе опыта модернизации и эксплуатации. В статье рассмотрен ряд коммерческих предложений, выделены их достоинства и недостатки. Описаны возможности дальнейшего улучшения бортового оборудования. Изучена потенциальность внедрения бортового компаньона (одноплатного компьютера), как наиболее перспективное решение в системе Ardupilot для исследовательских работ в области усовершенствования функций автопилота. Дана информация о возможных способах решения проблем, связанных с эксплуатацией самолета вертикального взлета VOIJET X8 VTOL. В данной статье проанализированы коммерческие предложения для модели беспилотного летательного аппарата мультироторного типа и выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются операторы таких систем. Представлены решения по возможной модернизации беспилотного летательного аппарата мультироторного типа, которые позволили бы повысить функциональность и эффективность в эксплуатации. Описаны особенности применения беспилотного летательного аппарата мультироторного типа в различных условиях, а также возможности дальнейшего развития этой технологии. Исследование может быть полезным для специалистов в области авиационной техники и разработки беспилотных систем, а также для операторов беспилотного летательного аппарата мультироторного типа. Выполнен анализ на основе зарубежного опыта.

[Читать](#)





Оптимизация информационно-измерительной системы беспилотного воздушного судна / А. В. Полтавский, А. А. Тюгашев [и др.] // Надежность и качество сложных систем. - 2021. - № 4 (36).-С. 44-55.

Сегодня наблюдается очередной исторический всплеск для разработок беспилотных летательных аппаратов и моделей для объектов беспилотных авиационных систем. Данные передовые разработки являются инновационными в области беспилотной авиации, они интенсивно развиваются, достаточно стремительно меняют свою структуру и вид, а также совершенствуются блоки для различных систем управления и наведения с расширением функций аппаратно-программного обеспечения, которые связаны непосредственно с выполнением основной функциональной задачи. Как правило, в составе основных блоков для звеньев систем наведения находятся объекты информационно-измерительных и управляющих систем (ИИУС), которые также являются составной частью для системы автоматического управления в БЛА. Материалы и методы. Необходимость получения объективной оценки технического уровня для этих систем, именно на ранних этапах проектирования, решения ряда задач анализа по подготовке принятия управленческих решений ЛПР приводит разработчиков к более полному учету их оценок с характеристиками и параметрами. Следует отметить, что в печати, научных работах и др., также наблюдается всплеск интереса и всевозможных подходов к решению таких задач, в частности, по выбору структуры и параметров ИИУС. У каждого из этих подходов, методов и моделей к оценкам объектов для ИИУС свои преимущества и свои недостатки, в то же время любое подобное исследование должно подкрепляться экспериментом, как правило, вычислительным.

[Читать](#)

Трубникова, Е.М. Проектирование интегральной конструкции для беспилотного летательного аппарата самолетного типа /Е.М.Трубникова,Т.Ю.Матвеева // Гражданская авиация:XXI век : тезисы докладов.- Ульяновск,2025.- С.149-151.

В статье проанализировано использование интегральной конструкции при проектировании многофункционального беспилотного летательного аппарата (БПЛА) по типу модульной конструкции, заявляющей более высокие по отношению к существующим БПЛА аэродинамические качества, высокую транспортную эффективность и меньшую массу. Благодаря встроенным внутри конструкции ячеистым отсекам, обеспечивается упрочнение конструкции и одновременно возможно разместить внутри технологического средства различное техническое и радиооборудование.

[Читать](#)



Диаметр по впадинам зубьев шестерни и колеса:
 $d_{a1} = d_{a2} - 2(1,2 - x_a) m \cos \delta = 44,52 - 2(1,2 - 0,24) \cdot 0,742 \cdot \cos 16^\circ = 43,150$;
 $d_{a2} = d_{a1} - 2(1,2 + x_a) m \cos \delta = 163,24 - 2(1,2 + 0,24) \cdot 0,742 \cdot \cos 74^\circ = 162,650$.
 11. Определим средний делительный диаметр шестерни d_f и колеса d_{f2} , мм:
 $d_f = 0,857 \cdot d_{a1} = 0,857 \cdot 44,52 = 38,15$;
 $d_{f2} = 0,857 \cdot d_{a2} = 0,857 \cdot 163,24 = 139,89$.
 Все расчетные данные сведены в табл. 2 [5].

Таблица 2

Параметры зубчатой конической передачи, мм			
Проектный расчет			
Параметр	Значение	Параметр	Значение
Внешнее конусное расстояние R_e	297,58	Внешний делительный диаметр: – шестерни d_f – колеса d_{f2}	44,52 163,24
Внешний окружной модуль $m_e(m)$	0,742	Внешний диаметр окружности впадин: – шестерни d_{f1} – колеса d_{f2}	46,288 163,650
Ширина зубчатого венца b	85	Внешний диаметр окружности впадин: – шестерни d_{f1} – колеса d_{f2}	43,150 162,650
Число зубьев: – шестерни z_1 – колеса z_2	60 220	Средний делительный диаметр: – шестерни d_f – колеса d_{f2}	38,15 139,89
Угол делительного конуса, град: – шестерни δ_1 – колеса δ_2	16° 74°		

В ходе теоретического расчета был спроектирован привод станции для чека сборки деталейных аппаратов. Для этого был подобран электродвигатель необходимой частоты вращения и мощности. Был произведен расчет цилиндрической и конической передачи, подобраны подшипники, а также шпоны для валов.

Литература

1. Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин : учебное пособие / А. Е. Шейнблит. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград : Ягтар-скал, 2002. – 456 с.
2. Березовский Ю. И. Детали машин: учебник для машиностроительных техникумов / Ю. И. Березовский, Д. В. Чернышевский, М. С. Перлов ; под редакцией Н. А. Беродина. – Москва : Машиностроение, 1983. – 384 с.
3. Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин : справочное пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. П. Кошница. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1986. – 402 с.
4. Палков, В. С. Муфты. Конструкции и расчет / В. С. Палков, И. Д. Барбаш. – 4-е изд., испр. и доп. – Ленинград : Машиностроение, 1973. – 336 с.
5. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / П. Ф. Дунаев, О. П. Лепиков. – 12-е изд., стер. – Москва : Академия, 2009. – 496 с.

УДК 629.735.33(07)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОГО ТИПА

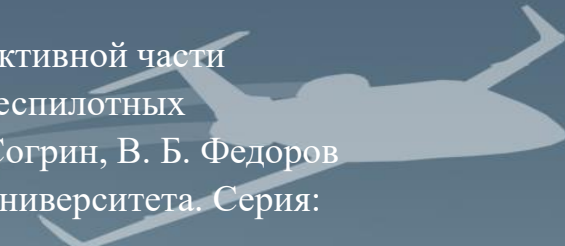
Трубникова Екатерина Михайловна¹, аспирант 2-го года обучения, e-mail: trubnikovai@inbox.ru;
 Матвеева Татьяна Юрьевна², аспирант 2-го года обучения, e-mail: matveeva1996308@gmail.com
 Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия

В статье проанализировано использование интегральной конструкции при проектировании многофункционального беспилотного летательного аппарата (БПЛА) по типу модульной конструкции, заявляющей более высокие по отношению к существующим БПЛА аэродинамические качества, высокую транспортную эффективность и меньшую массу. Благодаря встроенным внутри конструкции ячеистым отсекам, обеспечивается упрочнение конструкции и одновременно возможно разместить внутри технологического средства различное техническое и радиооборудование.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, интегральная конструкция БПЛА, модульная конструкция БПЛА, модульно-интегральная конструкция БПЛА, модульно-ячеистая батарея.

Растущая популярность беспилотных летательных аппаратов, обусловлена их способностью эффективно находить решение обширному спектру задач, не выходя за критерии безопасности и экономической выгоды. Каждый летательный аппарат создается для выполнения определенной миссии. Отличие заключается в том, что решение может быть осуществлено с различной степенью успешности.

Варкентин, В.В. Проектирование конструкции активной части электрической машины тягового двигателя для беспилотных летательных аппаратов / В. В. Варкентин, А. И. Согрин, В. Б. Федоров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. -2022. - № 2.-С. 5-19.



В данной работе описан процесс проектирования конструкции активной части электрической машины тягового двигателя для беспилотных летательных аппаратов и оценка его массово-геометрических и энергетических параметров. Целью работы является повышение удельной мощности электродвигателя путем снижения его массы при помощи замены электротехнической меди для обмоток якоря на электротехнический алюминий без увеличения габаритных размеров конструкции. В разделе «Описание проектируемой конструкции» приведен эскиз проектируемой конструкции активной части электрической машины тягового двигателя. В качестве тягового двигателя рассматривается трехфазный вентильный электропривод, относящийся к бесколлекторным двигателям постоянного тока. Также здесь описаны требования к параметрам проектируемой активной части электрической машины. В разделе «Расчет модели конструкции» приведена методика расчета массово-геометрических характеристик и электромагнитных параметров проектируемой конструкции активной части электрической машины тягового двигателя и его математическое описание. В разделах «Проектирование конструкции» и «Основные результаты» приведены результаты расчетов двух вариантов конструкции – с медной обмоткой и с алюминиевой обмоткой, выбраны материалы компонентов, а также описаны методы, при помощи которых выполнялась доработка этих конструкций, и способы изготовления некоторых компонентов конструкции. В результате работы был достигнут эффект снижения массы проектируемой конструкции в 1,16 раз без увеличения габаритных размеров при сохранении значения КПД выше 90 % и при сохранении значения полезной мощности в 2,6 кВт. Также были оценены общие электрические потери разработанных конструкций, которые при равенстве сопротивления обмоток и рабочего тока оказались разными.

[Читать](#)



Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение Т. 22, № 1, 2024
Vestnik of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering V. 22, no. 1, 2024

УДК 629.7.01 DOI: 10.18207/2541-7593-2024-23-1-38-54

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЁТА И ПОСАДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

© 2024

О. Е. Лукьянов кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, olukyan@rambler.ru

В. Х. Хоанг аспирант кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, hoangv2104@gmail.com

В. А. Комаров доктор технических наук, профессор, директор научно-образовательного центра авиационных конструкций ИОИ-2001, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, komarov@rambler.ru

Д. В. Назаров кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, dnazarov@rambler.ru

Е. И. Куркин кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, ekurkin@rambler.ru

Х. Г. Кушкала Пшокунто аспирант кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, hshekhoda@rambler.ru

В. О. Чертыковцева аспирант кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, vcherlykova@rambler.ru

Рассматриваются возможности повышения энергетической эффективности и снижения взлётной массы беспилотного летательного аппарата самолётного типа вертикального взлёта и посадки средне-тяжёлой категории. Предложен новый тип беспилотного летательного аппарата с гибридной силовой установкой, его аэродинамическая схема, способ реализации вертикального взлёта/посадки и крейсерского режима полёта, позволяющие снизить взлётный вес летательного аппарата, вес маршевой силовой установки по сравнению с существующими беспилотными летательными аппаратами подобного класса, выполненными по известным ранее техническим решениям. Предложена методика оптимизации параметров вертикального взлёта/посадки и крейсерского режима полёта, позволяющие снизить взлётный вес летательного аппарата, вес маршевой силовой установки по сравнению с существующими беспилотными летательными аппаратами подобного класса, выполненными по известным ранее техническим решениям. Предложена методика оптимизации параметров вертикального взлёта/посадки и крейсерского режима полёта, позволяющие снизить взлётный вес летательного аппарата, вес маршевой силовой установки по сравнению с существующими беспилотными летательными аппаратами подобного класса, выполненными по известным ранее техническим решениям. Даны количественные оценки улучшения характеристик за счёт новых предлагаемых технических решений.

Беспилотный летательный аппарат, концептуальное проектирование, оптимизация, численное моделирование, вертикальный взлёт, аэродинамическая схема, параметры, гибридные силовые установки

Цитирование: Лукьянов О.Е., Хоанг В.Х., Комаров В.А., Назаров Д.В., Куркин Е.И., Кушкала Пшокунто Х.Г., Чертыковцева В.О. Снижение энергетических затрат беспилотного летательного аппарата вертикального взлёта и посадки с использованием гибридных технических решений // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2024. Т. 22, № 1. С. 38-54. DOI: 10.18207/2541-7593-2024-23-1-38-54

Снижение энергетических затрат беспилотного летательного аппарата вертикального взлёта и посадки с использованием гибридных технических решений / О. Е. Лукьянов, В. Х. Хоанг [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение.-2024. - № 1. -С. 38-54.

Рассматриваются возможности повышения энергетической эффективности и снижения взлётной массы беспилотного летательного аппарата самолётного типа вертикального взлёта и посадки средне-тяжёлой категории. Предложен новый тип беспилотного летательного аппарата с гибридной силовой установкой, его аэродинамическая схема, способ реализации вертикального взлёта/посадки и крейсерского режима полёта, позволяющие снизить взлётный вес летательного аппарата, вес маршевой силовой установки по сравнению с существующими беспилотными летательными аппаратами подобного класса, выполненными по известным ранее техническим решениям. Предложена методика оптимизации параметров вертикального взлёта/посадки и крейсерского режима полёта, позволяющие снизить взлётный вес летательного аппарата, вес маршевой силовой установки по сравнению с существующими беспилотными летательными аппаратами подобного класса, выполненными по известным ранее техническим решениям. Даны количественные оценки улучшения характеристик за счёт новых предлагаемых технических решений.

[Читать](#)

Автоматизация концептуального проектирования и модификации беспилотных летательных аппаратов самолетного типа с использованием многодисциплинарной оптимизации и эволюционных алгоритмов. Ч.1 :Методы и модели / В. А. Комаров, О. Е. Лукьянов [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2024. - № 3. - С. 42-57.

Предлагается методика выбора рациональных параметров крупноразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) самолётного типа на начальных стадиях проектирования с использованием оптимизационного алгоритма дифференциальной эволюции и численного математического моделирования задач аэродинамики. Методика предполагает выполнение весового и аэродинамического баланса на основных режимах полёта, имеет возможность рассматривать БПЛА самолётного типа с одной или двумя несущими поверхностями, применять параллельные вычисления и автоматически генерировать трёхмерную геометрическую модель облика летательного аппарата по результатам оптимизации. Предлагается и демонстрируется способ ускорения более чем в три раза процесса решения задачи оптимизации параметров переменных. Приводятся результаты оценки достоверности используемых математических моделей аэродинамики и корректности вычисления целевой функции с учётом различных ограничений. Комплексная проверка работоспособности и эффективности методики рассматривается на решении демонстрационных задач по оптимизации более десяти основных проектных параметров облика двух существующих беспилотных летательных аппаратов тяжёлого класса с известными из открытых источников характеристиками. Показаны примеры использования результатов оптимизации для модификации прототипов.

Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. Т. 23, № 3, 2024 г.
Vestnik of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering. V. 23, no. 3, 2024

УДК 629.735-519 DOI: 10.18267/2541-7539-2024-23-3-42-57

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДИФИКАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ САМОЛЁТНОГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОДИСЦИПЛИНАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ. ЧАСТЬ 1: МЕТОДЫ И МОДЕЛИ

© 2024

В. А. Комаров доктор технических наук, профессор, директор научно-образовательного центра инновационных конструкций КОИ-202, Самарский национальный исследовательский университет; инициатива: vkomarov@yandex.ru

О. Е. Лукьянов кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет; инициатива: olukyanov@yandex.ru

В. Х. Хоанг аспирант кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет; инициатива: vhoang2008@gmail.com

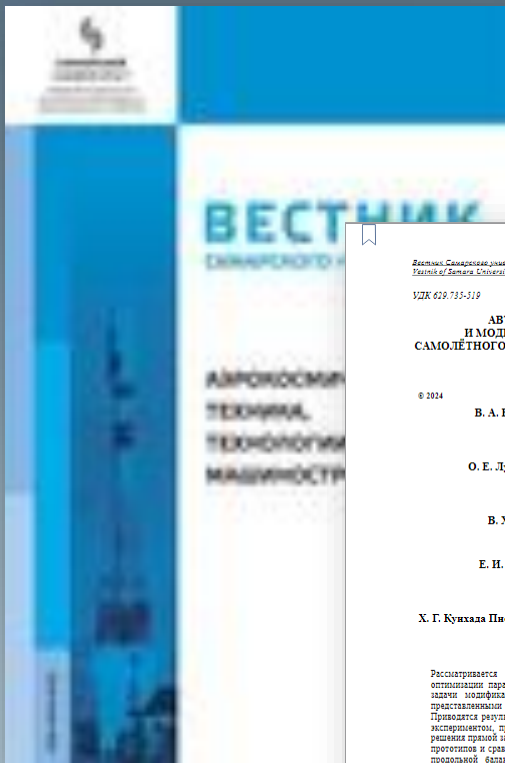
Е. И. Куркин кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет; инициатива: kurkin.ei@yandex.ru

Х. Г. Кунхада Пиноунито аспирант кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет; инициатива: kunkhadahg@yandex.ru

Предлагается методика выбора рациональных параметров крупноразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) самолётного типа на начальных стадиях проектирования с использованием оптимизационного алгоритма дифференциальной эволюции и численного математического моделирования задач аэродинамики. Методика предполагает выполнение весового и аэродинамического баланса на основных режимах полёта, имеет возможность рассматривать БПЛА самолётного типа с одной или двумя несущими поверхностями, применять параллельные вычисления и автоматически генерировать трёхмерную геометрическую модель облика летательного аппарата по результатам оптимизации. Предлагается и демонстрируется способ ускорения более чем в три раза процесса решения задачи оптимизации параметров летательного аппарата по взлётной массе путём введения целевой функции в набор проектных переменных. Приводятся результаты оценки достоверности используемых математических моделей аэродинамики и корректности вычисления целевой функции с учётом различных ограничений. Комплексная проверка работоспособности и эффективности методики рассматривается на решении демонстрационных задач по оптимизации более десяти основных проектных параметров облика двух существующих беспилотных летательных аппаратов тяжёлого класса с известными из открытых источников характеристиками. Показаны примеры использования результатов оптимизации для модификации прототипов.

БПЛА: облик, проектирование, взлётная масса, оптимизация, целевой функции, аэродинамика, баллистика, численные функции, параллельные вычисления

Цитирование: Комаров В.А., Лукьянов О.Е., Хоанг В.Х., Куркин Е.И., Кунхада Пиноунито Х.Г. Автоматизация концептуального проектирования и модификации беспилотных летательных аппаратов самолётного типа с использованием многодисциплинарной оптимизации и эволюционных алгоритмов. Часть 1: Методы и модели // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2024. Т. 23, № 3. С. 42-57. DOI: 10.18267/2541-7539-2024-23-3-42-57



Вестник Самарского университета. Технические технологии и машиностроение. Т. 21, № 4, 2024 г.
Journal of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering. T. 21, No. 4, 2024

УДК 629.783-119

DOI: 10.18287/2541-7538-2024-23-4-48-64

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДИФИКАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ САМОЛЁТНОГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОДИСЦИПЛИНАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ. ЧАСТЬ 2: РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ

© 2024

- В. А. Комаров** доктор технических наук, профессор, директор научно-образовательного центра авиационных конструкций ИОАИ-202, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, vkomarov@yandex.ru
- О. Е. Лукьянов** кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, lukyanov.oe@mail.ru
- В. Х. Хошиг** аспирант кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, hushigvaz103@gmail.com
- Е. И. Куркин** кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, kurkin.ei@yandex.ru
- Х. Г. Кучада Пискунов** аспирант кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, kochkhalisa@yandex.ru

Рассматривается пример практического использования методики многодисциплинарной оптимизации параметров облика летательных аппаратов самолётно-типа в виде решения задачи модификации двух существующих летательных аппаратов с характеристиками, представленными в открытых источниках. Исследована сходимость задачи оптимизации. Приводятся результаты валидации математических моделей аэродинамики путём сравнения с экспериментом, проведена оценка достоверности вычисления целевой функции на примере решения прямой задачи расчёта взлётной массы и лётно-технических характеристик самолётов-прототипов и сравнения результатов с их реальными характеристиками. Предложена методика продольной балансировки летательных аппаратов самолётно-типа с двумя несущими поверхностями при оптимизации параметров.

Ключевые слова: проектирование, взлётная масса, оптимальный эволюционный алгоритм, аэродинамика, балансировка, штрафная функция, нормальные вычисления

Смольская, Комаров В. А., Лукьянов О. Е., Хошиг В. Х., Куркин Е. И., Кучада Пискунов Х. Г. Автоматизация концептуального проектирования и модификации беспилотных летательных аппаратов самолётно-типа с использованием многодисциплинарной оптимизации и эволюционных алгоритмов. Часть 2. Результаты и анализ // Вестник Самарского университета. Технические технологии и машиностроение. 2024. Т. 23, № 4. С. 48-64. DOI: 10.18287/2541-7538-2024-23-4-48-64

В первой части настоящей статьи [1] был рассмотрен алгоритм многодисциплинарной оптимизации параметров облика летательного аппарата (ЛА) самолётно-типа с использованием метода дифференциальной эволюции. Результатом данного алгоритма является вектор значений проективных параметров, образующих

Автоматизация концептуального проектирования и модификации беспилотных летательных аппаратов самолётно-типа с использованием многодисциплинарной оптимизации и эволюционных алгоритмов. Ч 2 :Результаты и анализ / В. А. Комаров, О. Е. Лукьянов [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2024. - № 4. - С. 48-64.

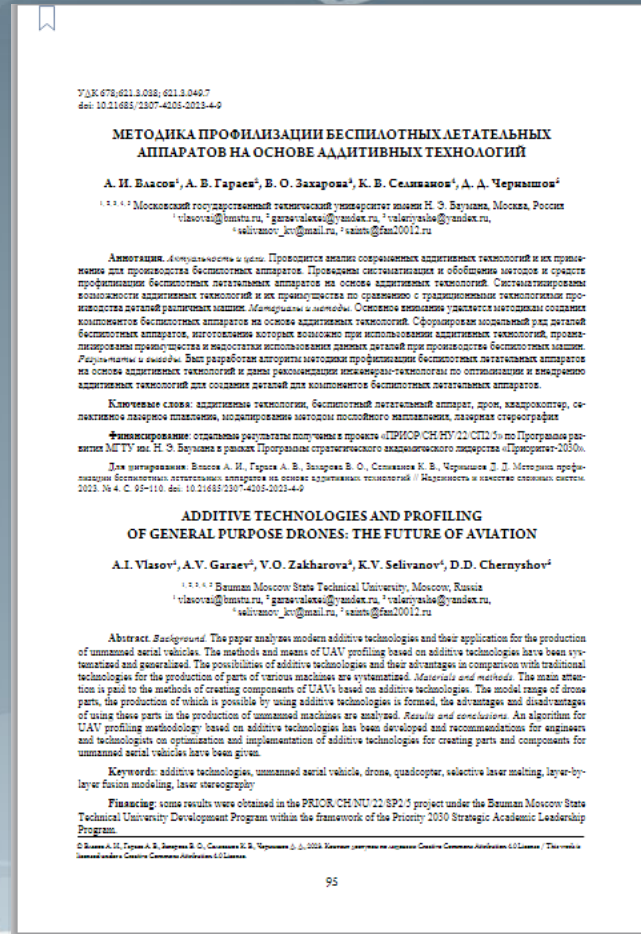
Рассматривается пример практического использования методики многодисциплинарной оптимизации параметров облика летательных аппаратов самолётно-типа в виде решения задачи модификации двух существующих летательных аппаратов с характеристиками, представленными в открытых источниках. Исследована сходимость задачи оптимизации. Приводятся результаты валидации математических моделей аэродинамики путём сравнения с экспериментом, проведена оценка достоверности вычисления целевой функции на примере решения прямой задачи расчёта взлётной массы и лётно-технических характеристик самолётов-прототипов и сравнения результатов с их реальными характеристиками. Предложена методика продольной балансировки летательных аппаратов самолётно-типа с двумя несущими поверхностями при оптимизации параметров.

[Читать](#)

Методика профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий / А. И. Власов, А. I. Vlasov, A. V. Garaev [и др.] // Надежность и качество сложных систем. - 2023. - № 4 (44). - С. 95-110 .

Актуальность и цели. Проводится анализ современных аддитивных технологий и их применение для производства беспилотных аппаратов. Проведены систематизация и обобщение методов и средств профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий. Систематизированы возможности аддитивных технологий и их преимущества по сравнению с традиционными технологиями производства деталей различных машин. Материалы и методы. Основное внимание уделяется методикам создания компонентов беспилотных аппаратов на основе аддитивных технологий. Сформирован модельный ряд деталей беспилотных аппаратов, изготовление которых возможно при использовании аддитивных технологий, проанализированы преимущества и недостатки использования данных деталей при производстве беспилотных машин. Результаты и выводы. Был разработан алгоритм методики профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий и даны рекомендации инженерам-технологам по оптимизации и внедрению аддитивных технологий для создания деталей для компонентов беспилотных летательных аппаратов.

[Читать](#)



Парамонов, О.В. Автоматизация подбора комплектующих для беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа / О. В. Парамонов // Молодежный вестник ИрГТУ. - 2024. - № 1. -С. 15-21

Работа посвящена проблеме автоматизации подбора совместимых комплектующих для беспилотного летательного аппарата мультироторного типа. В статье предлагается решение на базе информационной системы типа конфигуратор для проектирования дронов. Подбор комплектующих играет важную роль в проектировании. Именно по итогу подбора можно спрогнозировать технические характеристики беспилотного летательного аппарата и визуализировать результаты в выходном техническом задании на сборку. Автоматизация процесса подбора предполагает сокращение времени на разработку дрона. Для выполнения задач, связанных с подбором комплектующих, в статье приводится возможность выбора основных комплектующих элементов беспилотного летательного аппарата мультироторного типа на совместимость при помощи информационной системы типа конфигуратор. Конфигуратор будет полезен при создании прототипов беспилотного летательного аппарата мультироторного типа в исследовательских целях. При этом требования к такой системе должны заключаться в: простоте использования, универсальности, компенсации недостатка знаний в расчете, сокращении времени подбора комплектующих и в полной автоматизации процесса. Визуальная составляющая позволит сравнить получившиеся характеристики и сделать вывод о возможности и перспективах сборки. Актуальность данной системы обусловлена совершенствованием беспилотных летательных аппаратов и возможностью решать комплексные задачи, связанные с созданием новых образцов беспилотных летательных аппаратов.

[Читать](#)



УДК 629.7.062
doi:10.21685/2307-4205-2024-1-3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А. И. Годунов¹, П. С. Суздальцев², А. А. Жезук³,
А. Г. Избасов⁴, А. М. Мухамбетов⁵, Н. К. Юрков⁶

^{1,4} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
² Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пенза, Пенза, Россия
³ Главное ракетно-артиллерийское управление, Москва, Россия
⁴ Военный институт сил воздушной обороны, Актобе, Казахстан
⁵ godunov@psgu.ru, ⁶ suzdal.1990@bk.ru, ⁷ Zhezuk@mail.ru,
⁸ izg1973@mail.ru, ⁹ muhmyeva@internet.ru, ¹⁰ yurkov_NK@mail.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Применение и актуальность использования беспилотных систем в настоящее время не вызывает никаких сомнений, работа в этом направлении ведется постоянно, соответственно и растут возможности беспилотных аппаратов. Материалы и методы. В CAD системе SolidWorks построена и разработана математическая модель квадрокоптера, после чего экспортирована в Simscape Multibody. Моделирование состояния системы беспилотного летательного аппарата позволяет провести анализ его поведения и учесть такие факторы как, динамика полета с различными степенями свободы, аэродинамические характеристики и другие параметры, влияющие на полет. Выводы. Этот метод моделирования системы позволяет анализировать и оценивать работу системы управления квадрокоптером, а также имитировать его полетные характеристики для достижения максимально точного воспроизведения реального полета.

Ключевые слова: квадрокоптер, математическая модель, система управления

Для цитирования: Годунов А. И., Суздальцев П. С., Жезук А. А., Избасов А. Г., Мухамбетов А. М., Юрков Н. К. Математическая модель полета беспилотного летательного аппарата // Надежность и качество сложных систем. 2024. № 1. С. 21-30. doi: 10.21685/2307-4205-2024-1-3

MATHEMATICAL MODEL OF FLIGHT AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

A.I. Godunov¹, P.S. Suzdaltsev², A.A. Zhezuk³,
A.G. Izbasov⁴, A.M. Mukhambetov⁵, N.K. Yurkov⁶

^{1,4} Penza State University, Penza, Russia
² Branch of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev in Penza, Penza, Russia
³ Main Rocket and Artillery Directorate, Moscow, Russia
⁴ Military Institute of Air Defense Forces, Aktobe, Kazakhstan
⁵ godunov@psgu.ru, ⁶ suzdal.1990@bk.ru, ⁷ Zhezuk@mail.ru,
⁸ izg1973@mail.ru, ⁹ muhmyeva@internet.ru, ¹⁰ yurkov_NK@mail.ru

Abstract. Background. The application and relevance of the use of unmanned systems currently does not cause any doubt, work in this direction is constantly being carried out, respectively, and the capabilities of unmanned vehicles are growing. Materials and methods. In the Simulink/MATLAB environment based on an unmanned aerial vehicle of a quadcopter type, the results of modeling its flight control system are presented. Results. A mathematical model of a quadcopter was built and developed in the CAD system of SolidWorks, after which it was exported to Simscape Multibody. The simulation of the quadcopter control system was obtained by exporting it from the developed model in the Simulink environment. Conclusions. This control system simulation method allows you to analyze and evaluate the operation of the quadcopter control system, as well as simulate its flight characteristics to achieve the most accurate reproduction of a real flight.

Keywords: quadcopter, mathematical model, control systems

For citation: Godunov A.I., Suzdaltsev P.S., Zhezuk A.A., Izbasov A.G., Mukhambetov A.M., Yurkov N.K. Mathematical model of flight an unmanned aerial vehicle // Reliability and quality of complex systems. 2024. (1): 21-30. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-4205-2024-1-3

© Годунов А. И., Суздальцев П. С., Жезук А. А., Избасов А. Г., Мухамбетов А. М., Юрков Н. К., 2024. Копирование, распространение и иное использование без разрешения правообладателя запрещено. All rights reserved. Any reproduction, distribution and other use without the permission of the copyright holder is prohibited.

Математическая модель полета беспилотного летательного аппарата / А. И. Годунов, П. С. Суздальцев [и др.] // Надежность и качество сложных систем. - 2024. - № 1 (45). - С. 21-30.

Актуальность и цели. Применение и актуальность использования беспилотных систем в настоящее время не вызывает никаких сомнений, работа в этом направлении ведется постоянно, соответственно и растут возможности беспилотных аппаратов. Материалы и методы. В CAD системе SolidWorks построена и разработана математическая модель квадрокоптера, после чего экспортирована в Simscape Multibody. Результаты. Моделирование состояния системы беспилотного летательного аппарата позволяет провести анализ его поведения и учесть такие факторы как, динамика полета с различными степенями свободы, аэродинамические характеристики и другие параметры, влияющие на полет. Выводы. Этот метод моделирования системы позволяет анализировать и оценивать работу системы управления квадрокоптером, а также имитировать его полетные характеристики для достижения максимально точного воспроизведения реального полета.

[Читать](#)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ
И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**
**DESIGN, CONSTRUCTION
AND PRODUCTION OF AIRCRAFT**

УДК 623.746.4-619
doi:10.21685/2307-5338-2022-1-11

**ПОДСИСТЕМА СВЯЗИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Н. Баянбай¹, К. А. Ожикенов², В. В. Шерстнев³, О. Е. Безбородова⁴, О. Н. Бодин⁵

^{1,2} Казахский национальный исследовательский университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

^{3,4,5} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹bayanbay_nur@mail.ru, ²kozshikenov@yababayev.university, ³sh@penza.ru, ⁴oe@penza.ru, ⁵bodin_o@inbox.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Рассматривается построение на основе принципа иерархии подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС. Материалы и методы. Предложены три уровня радиосвязи: верхний уровень соответствует дальней (космической) радиосвязи, средствами которой оснащается мобильный телемедицинский комплекс, средней уровень соответствует радиосвязи средней дальности, средствами которой оснащаются беспилотное воздушное судно, координирующее полетное задание гетерогенной группы беспилотных воздушных судов и беспилотные воздушные суда гетерогенной группы; нижний уровень соответствует ближней радиосвязи, средствами которой оснащаются беспилотное воздушное судно гетерогенной группы и малоподвижные объекты в зоне ЧС. Рассмотрены структурные схемы и приведены характеристики дальней, средней и ближней радиосвязи. Результаты. Показано, что предложенная организация подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС, позволяет функционально распределить задачи, решаемые отдельными беспилотными воздушными судами гетерогенной группы, и затем интегрировать полученные результаты. Вывод. По мнению авторов, построение на основе принципа иерархии подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС, позволяет решать ресурсоемкие и сложные задачи в медицине и при ликвидации последствий ЧС.

Ключевые слова: мобильный телемедицинский комплекс, гетерогенная группа беспилотных воздушных судов, ближней, средней и ближней радиосвязи

Для цитирования: Баянбай Н., Ожикенов К. А., Шерстнев В. В., Безбородова О. Е., Бодин О. Н. Подсистема связи системы управления беспилотных воздушных судов в условиях чрезвычайных ситуаций // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2022. № 1. С. 92–99. doi:10.21685/2307-5338-2022-1-11

**COMMUNICATION SUBSYSTEM OF CONTROL SYSTEMS
OF UNMANNED AIRCRAFT UNDER EMERGENCY CONDITIONS**

N. Bayanbay¹, K.A. Ozhikeno², V.V. Sherstnev³, O.E. Bezborodova⁴, O.N. Bodin⁵

^{1,2} K.I. Satpayev Kazakh National Research University, Almaty, Kazakhstan

^{3,4,5} Penza State University, Penza, Russia

¹bayanbay_nur@mail.ru, ²kozshikenov@yababayev.university, ³sh@penza.ru, ⁴oe@penza.ru, ⁵bodin_o@inbox.ru

© Баянбай Н., Ожикенов К. А., Шерстнев В. В., Безбородова О. Е., Бодин О. Н. 2022. Копирование допустимо по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License. / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

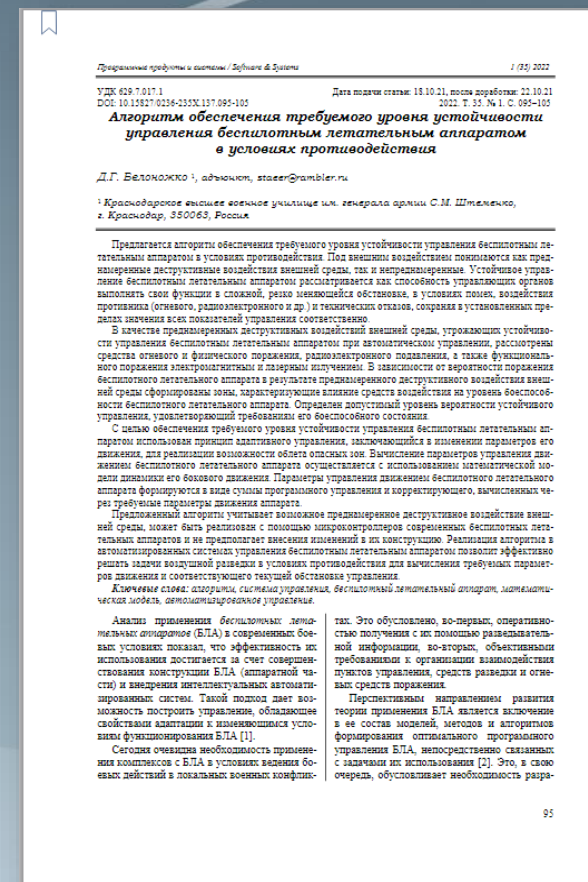
Подсистема связи системы управления беспилотных воздушных судов в условиях чрезвычайных / Н. Баянбай, К. А. Ожикенов [и др.] // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль.-2022. -№ 1 (39). -С. 92-99.

Актуальность и цели . Рассматривается построение на основе принципа иерархии подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС. Материалы и методы . Предложены три уровня радиосвязи: верхний уровень соответствует дальней (космической) радиосвязи, средствами которой оснащается мобильный телемедицинский комплекс, средней уровень соответствует радиосвязи средней дальности, средствами которой оснащаются беспилотное воздушное судно, координирующее полетное задание гетерогенной группы беспилотных воздушных судов и беспилотные воздушные судна гетерогенной группы; нижний уровень соответствует ближней радиосвязи, средствами которой оснащается беспилотное воздушное судно гетерогенной группы и малоподвижные объекты в зоне ЧС. Рассмотрены структурные схемы и приведены характеристики дальней, средней и ближней радиосвязи. Результаты . Показано, что предложенная организация подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС, позволяет функционально распределить задачи, решаемые отдельными беспилотными судами гетерогенной группы, и затем интегрировать полученные результаты. Вывод . По мнению авторов, построение на основе принципа иерархии подсистемы связи мобильного телемедицинского комплекса, оснащенного гетерогенной группой беспилотных воздушных судов и функционирующего в условиях ЧС, позволяет решать ресурсоемкие и сложные задачи в медицине и при ликвидации последствий ЧС.

[Читать](#)

Белоножко, Д.Г. Алгоритм обеспечения обеспечения требуемого уровня устойчивости управления беспилотным летательным аппаратом в условиях противодействия / Д. Г. Белоножко // Программные продукты и системы. - 2022. - № 1. - С. 95-105.

Предлагается алгоритм обеспечения требуемого уровня устойчивости управления беспилотным летательным аппаратом в условиях противодействия. Под внешним воздействием понимаются как преднамеренные деструктивные воздействия внешней среды, так и непреднамеренные. Устойчивое управление беспилотным летательным аппаратом рассматривается как способность управляющих органов выполнять свои функции в сложной, резко меняющейся обстановке, в условиях помех, воздействия противника (огневого, радиоэлектронного и др.) и технических отказов, сохраняя в установленных пределах значения всех показателей управления соответственно. В качестве преднамеренных деструктивных воздействий внешней среды, угрожающих устойчивости управления беспилотным летательным аппаратом при автоматическом управлении, рассмотрены средства огневого и физического поражения, радиоэлектронного подавления, а также функционального поражения электромагнитным и лазерным излучением. В зависимости от вероятности поражения беспилотного летательного аппарата в результате преднамеренного деструктивного воздействия внешней среды сформированы зоны, характеризующие влияние средств воздействия на уровень боеспособности беспилотного летательного аппарата. Определен допустимый уровень вероятности устойчивого управления, удовлетворяющий требованиям его боеспособного состояния. С целью обеспечения требуемого уровня устойчивости управления беспилотным летательным аппаратом использован принцип адаптивного управления, заключающийся в изменении параметров его движения, для реализации возможности облета опасных зон. Вычисление параметров управления движением беспилотного летательного аппарата осуществляется с использованием математической модели динамики его бокового движения.



[Читать](#)



ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МАЛОРАЗМЕРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
В ЛЕТНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

© 2023

О. Е. Лукьянов кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва; lukyanoee@mail.ru

Д. В. Золотов аспирант кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва; dmitry.zolotov.24@mail.ru

О. У. Эспиноса Барселас аспирант кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва; oswald.espinoza.barcelas@gmail.com

В. А. Комаров доктор технических наук, профессор кафедры конструирования и проектирования летательных аппаратов, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва; komarov_vadim@mail.ru

Рассматривается методика, программно-аппаратное обеспечение и результаты определения аэродинамических характеристик малоразмерного беспилотного летательного аппарата из лёгкого эксперимента. Сущность предлагаемой методики состоит в использовании малоразмерных беспилотных летательных аппаратов для исследования аэродинамических характеристик различных аэродинамических компонентов и жёстких тел в полёте. Особенность программно-аппаратной реализации методики состоит в использовании малоразмерных электронных элементов и электромеханических компонентов, доступных на рынке, для разработки достаточно универсальной системы бортовых измерений. Приводятся описание и технические характеристики разработанной системы. Тестирование системы проведено на специально спроектированном и изготовленном беспилотном летательном аппарате с традиционной аэродинамической схемой, при проектировании которого использованы известные и достаточно достоверные аэродинамические характеристики для подобного типа аппаратов. Приводятся результаты обработки лёгкого эксперимента и вычисленные на его основе аэродинамические характеристики, которые показали достаточно хорошее совпадение с заданными параметрами при проектировании экспериментального беспилотного летательного аппарата.

Беспилотный летательный аппарат, малоразмерность, бортовые измерения, полётные характеристики, аэродинамические характеристики, эксперимент

Цитирование: Лукьянов О. Е., Золотов Д. В., Эспиноса Барселас О. У., Комаров В. А. Определение аэродинамических характеристик малоразмерных беспилотных летательных аппаратов в летном эксперименте // Вестник Самарского университета. Авиационная техника, технологии и машиностроение. 2023. Т. 22, № 3. С. 59-74. DOI: 10.10287/2541-7888-2023-22-3-59-74

Введение

Оперативное определение аэродинамических характеристик летательных аппаратов с помощью лёгкого эксперимента представляет особый интерес в настоящее время, когда во многих научных, производственных и любительских коллективах генерируется множество самых разнообразных аэродинамических компоновок и технических решений в связи с актуальностью и спецификой широчайшего использования беспилот-

Определение аэродинамических характеристик малоразмерных беспилотных летательных аппаратов в летном эксперименте/О. Е. Лукьянов, Д. В. Золотов [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. -2023. - № 3. - С. 59-74.

Рассматривается методика, программно-аппаратное обеспечение и результаты определения аэродинамических характеристик малоразмерного беспилотного летательного аппарата из лёгкого эксперимента. Сущность предлагаемой методики состоит в использовании малоразмерных беспилотных летательных аппаратов для исследования аэродинамических характеристик различных аэродинамических компоновок и новых технических решений. Особенность программно-аппаратной реализации методики состоит в использовании малоразмерных электронных элементов и электромеханических компонентов, доступных на рынке, для разработки достаточно универсальной системы бортовых измерений. Приводятся описание и технические характеристики разработанной системы. Тестирование системы проведено на специально спроектированном и изготовленном беспилотном летательном аппарате с традиционной аэродинамической схемой, при проектировании которого использованы известные и достаточно достоверные аэродинамические характеристики для подобного типа аппаратов. Приводятся результаты обработки лёгкого эксперимента и вычисленные на его основе аэродинамические характеристики, которые показали достаточно хорошее совпадение с заданными параметрами при проектировании экспериментального беспилотного летательного аппарата.

Авторы: СУХОВ В.В., БЕГАЕВ А.В., АННАЕВА М.С.

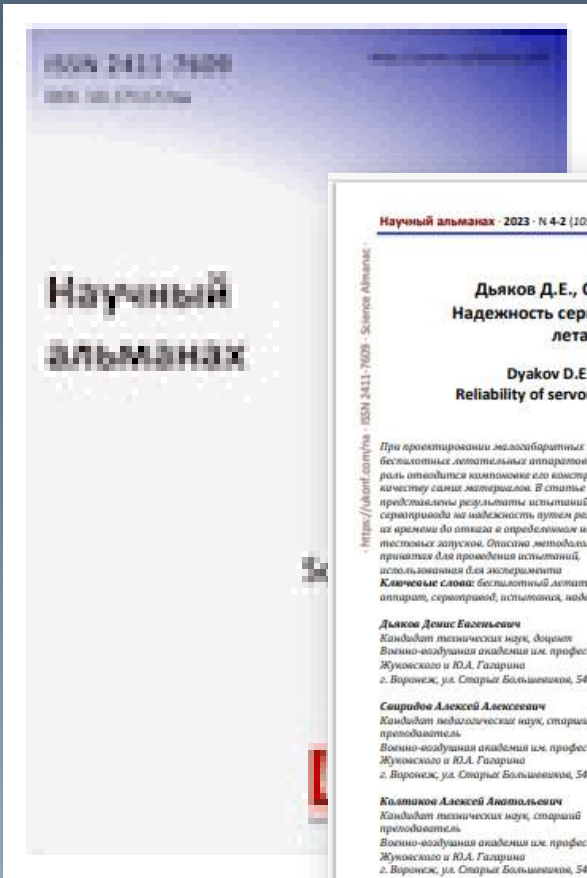
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ



Сухов, В.В. Теоретические основы беспилотных летательных аппаратов / В.В. Сухов, А.В. Бегаев, М.С. Аннаева // Морское оборудование и технологии. - 2024. - № 4 (41). - С. 32-41.

В последнее время беспилотные летательные аппараты получили большое распространение. Используются различные конструкции, которые имеют небольшую массу, летают на различных высотах (низковысотные) с приличной продолжительностью полета. В основном беспилотные летательные аппараты по скоростным данным - это дозвуковые изделия. Поэтому было решено дать краткий обзор основных положений, используемых при проектировании малогабаритной авиатехники. Цель работы являлась: рассмотреть вопросы проектирования беспилотных летательных аппаратов, дать краткий обзор состояния дел в данной области техники, выбрать оптимальные размеры летательного аппарата, рассмотреть параметры контура системы управления и подобрать исполнительные механизмы, необходимые для управления беспилотным летательным аппаратом. В результате была выбрана конструкция беспилотного летательного аппарата самолетного типа, определена концепция системы управления, основанная на рулевых машинах, которые управляют рулевыми поверхностями. Беспилотные аппараты так же имеют особенности системы управления. Как показали расчеты некачественное изготовление рулевых машин может привести к возникновению колебаний систем управления и нарушению параметров полета.

[Читать](#)



Научный альманах - 2023 - № 4-2 (102) | Технические науки | 13

<https://elibrary.ru/16591411> - ISSN 2411-7409 - Science Almanac

Дьяков Д.Е., Свиридов А.А., Колтаков А.А.
Надежность серводвигателей для беспилотных летательных аппаратов

Dyakov D.E., Sviridov A.A., Koltakov A.A.
Reliability of servomotors for unmanned aerial vehicles

При проектировании малогабаритных беспилотных летательных аппаратов важная роль отводится компоновке его конструкции и качеству самих материалов. В статье представлены результаты испытаний сервопривода на надежность путем регистрации их времени до отказа в определенном наборе тестовых запусков. Описано методология, принятая для проведения испытаний, использованная для эксперимента

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, сервопривод, испытания, надежность

When designing small-sized unmanned aerial vehicles, an important role is assigned to the layout of its design and the quality of the materials themselves. The article presents the results of servo reliability tests by registering their time to failure in a certain set of test runs. The methodology adapted for conducting tests and used for the experiment is described

Key words: unmanned aerial vehicle, servo drive, testing, reliability

Дьяков Денис Евгеньевич
Кандидат технических наук, доцент
Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
г. Воронеж, ул. Старый Болшевикова, 54 А

Sviridov Aleksey Alekseevich
Кандидат педагогических наук, старший преподаватель
Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
г. Воронеж, ул. Старый Болшевикова, 54 А

Колтаков Алексей Анатольевич
Кандидат технических наук, старший преподаватель
Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
г. Воронеж, ул. Старый Болшевикова, 54 А

Dyakov Denis Evgenievich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Air force academy named N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Voronezh, Starý Bolshhevikov st., 54 A

Sviridov Aleksey Alekseevich
Candidate of Pedagogic Sciences, Senior Lecturer
Air force academy named N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Voronezh, Starý Bolshhevikov st., 54 A

Koltakov Aleksey Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
Air force academy named N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Voronezh, Starý Bolshhevikov st., 54 A

Беспилотные летательные аппараты широко используются в сфере гражданского и военного применения. Для того чтобы интегрировать их в гражданское воздушное пространство, необходимо обеспечить надежность используемых компонентов.

Малогабаритные быстродействующие сервоприводы используются в современных высокоточных системах управления подвижными объектами: рулевыми системами летательных аппаратов, автоматическими манипуляторами, роботами с подвижными элементами конструкции и др. [1]. Для правильного

Дьяков, Д.Е. Надежность серводвигателей для беспилотных летательных аппаратов / Д.Е. Дьяков, А.А. Свиридов, А.А. Колтаков // Научный альманах.- 2023.- № 4-2 (102).- С. 13-16.

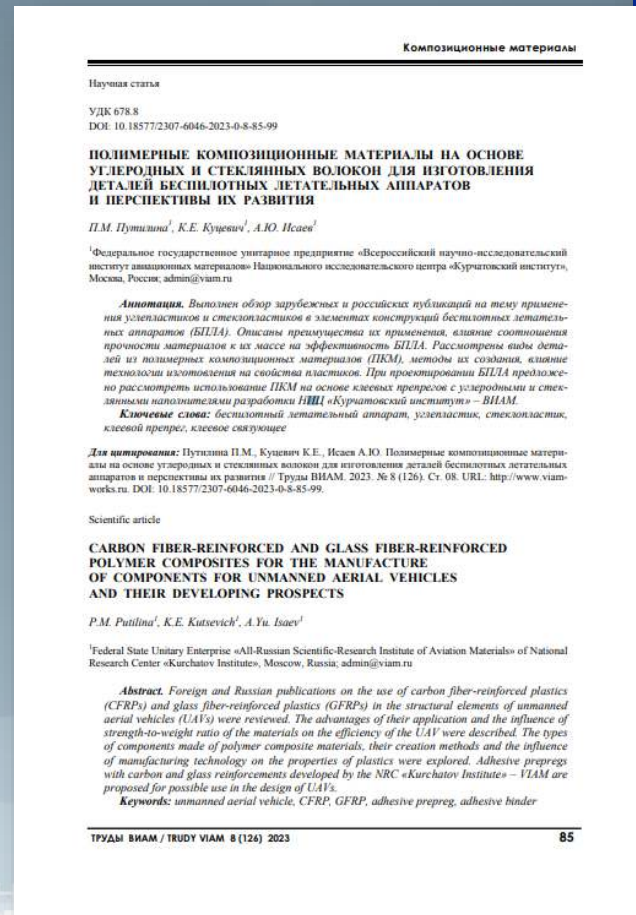
При проектировании малогабаритных беспилотных летательных аппаратов важная роль отводится компоновке его конструкции и качеству самих материалов. В статье представлены результаты испытаний сервопривода на надежность путем регистрации их времени до отказа в определенном наборе тестовых запусков. Описана методология, принятая для проведения испытаний, использованная для эксперимента

[Читать](#)

Путилина, П.М. Полимерные композиционные материалы на основе углеродных и стеклянных волокон для изготовления деталей беспилотных летательных аппаратов и перспективы их развития / П.М. Путилина, К.Е. Куцевич, А.Ю. Исаев // Труды ВИАМ.- 2023.- № 8 (126).- С.85-99.

Выполнен обзор зарубежных и российских публикаций на тему применения углепластиков и стеклопластиков в элементах конструкций беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Описаны преимущества их применения, влияние соотношения прочности материалов к их массе на эффективность БПЛА. Рассмотрены виды деталей из полимерных композиционных материалов (ПКМ), методы их создания, влияние технологии изготовления на свойства пластика. При проектировании БПЛА предложено рассмотреть использование ПКМ на основе клеевых препрегов с углеродными и стеклянными наполнителями разработки НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ.

[Читать](#)



Международный журнал
информационных технологий
и энергоэффективности



Том 8 Номер 3 (29)



2023

Соколов О. А., Травкин К. И., Ренц М. П. Беспилотные летательные аппараты и их электроника // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8 № 3(29) с. 4–8



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijetse/>



УДК 62

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И ИХ ЭЛЕКТРОНИКА

Соколов О. А., Травкин К. И., Ренц М. П.

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия (196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38), e-mail: k.travkin2017@yandex.ru

Данная научная статья рассматривает проблему развития беспилотных летательных аппаратов и их электроники. Авторы проанализировали существующие технологии и предложили новые методы управления беспилотными летательными аппаратами с помощью новых компонентов электроники. Описаны особенности проектирования и конструкции беспилотных летательных аппаратов, а также приведены примеры их применения в различных областях, включая гражданскую авиацию, науку, промышленность и военную сферу. Статья является интересным исследованием для любого, кто интересуется новейшими технологическими достижениями в области беспилотных летательных аппаратов и электроники.

Ключевые слова: авиация, беспилотники, летательный аппарат

UNMANNED AERIAL VEHICLES AND THEIR ELECTRONICS

Sokolov O. A., Travkin K. I., Rents M. P.

St. Petersburg State University of Civil Aviation, St. Petersburg, Russia (196210, St. Petersburg, st. Pilotov, 38), e-mail: k.travkin2017@yandex.ru

This scientific article examines the problem of the development of unmanned aerial vehicles and their electronics. The authors analyzed existing technologies and proposed new methods of controlling unmanned aerial vehicles using new electronic components. The features of the design and construction of unmanned aerial vehicles are described, as well as examples of their application in various fields, including civil aviation, science, industry and the military sphere. The article is an interesting study for anyone who is interested in the latest technological advances in the field of unmanned aerial vehicles and electronics.

Keywords: aviation, drone, aircraft.

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) - это летающие машины, которые могут управляться без прямого участия пилота. Они оснащены автоматическими системами управления, что позволяет им выполнять различные миссии безопасно и эффективно.

В последние годы развитие беспилотной авиации стало одним из наиболее важных направлений технологического прогресса. БПЛА могут использоваться для широкого спектра задач - от мониторинга природных катаклизмов до доставки грузов и даже пассажиров. Они могут быть более экономичными и безопасными, чем традиционные самолеты с пилотом, а

Соколов О. А. Беспилотные летательные аппараты и их электроника О.А./Соколов, К. И Травкин, М.П.Ренц // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2023. – Т. 8 № 3(29) с. 4–8

Данная научная статья рассматривает проблему развития беспилотных летательных аппаратов и их электроники. Авторы проанализировали существующие технологии и предложили новые методы управления беспилотными летательными аппаратами с помощью новых компонентов электроники. Описаны особенности проектирования и конструкции беспилотных летательных аппаратов, а также приведены примеры их применения в различных областях, включая гражданскую авиацию, науку, промышленность и военную сферу. Статья является интересным исследованием для любого, кто интересуется новейшими технологическими достижениями в области беспилотных летательных аппаратов и электроники.

[Читать](#)

Углов, М.А. Проектирование и создание беспилотного летательного аппарата с применением отечественной системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3Д / Н.А. Углов, А.Н. Акмалиев // Вестник науки. - 2023. – Том 3.- №12. - С.1019-1028.

В данной работе рассмотрены проблемы разработки и изготовления беспилотного летательного аппарата (БПЛА), имеющего меньшую стоимость и массу при большей эффективности, что и существующий аналог. Исследованы конструкции существующих БПЛА квадрокоптерного типа, системы автоматизированного проектирования (САПР) применяемые для разработки конструкции БПЛА. На основе проведенного исследования, разработана конструкция нового летального аппарата с использованием отечественного САПР «КОМПАС- 3D v.21». На следующем этапе на 3Dпринтере распечатан корпус и тяговые винты нового БПЛА«КОВУV.01». Характерным отличием от аналога является применение облегченной конструкции корпуса и увеличение тягового усилия винтов, что в итоге снизило стоимость летального аппарата относительно аналога.

[Читать](#)

Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» № 12 (69) Том 3. ДЕКАБРЬ 2023 г.

УДК 6 Углов М.А., Акмалиев А.Н.

Углов М.А.

Энгельский промышленно-экономический колледж
(г. Энгельс, Россия)

Акмалиев А.Н.

Энгельский промышленно-экономический колледж
(г. Энгельс, Россия)

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС 3D**

Аннотация: в данной работе рассмотрены проблемы разработки и изготовления беспилотного летательного аппарата (БПЛА), имеющего меньшую стоимость и массу при большей эффективности, что и существующий аналог. Исследованы конструкции существующих БПЛА квадрокоптерного типа, системы автоматизированного проектирования (САПР) применяемые для разработки конструкции БПЛА. На основе проведенного исследования, разработана конструкция нового летального аппарата с использованием отечественного САПР «КОМПАС- 3D v.21». На следующем этапе на 3Dпринтере распечатан корпус и тяговые винты нового БПЛА«КОВУV.01». Характерным отличием от аналога является применение облегченной конструкции корпуса и увеличение тягового усилия винтов, что в итоге снизило стоимость летального аппарата относительно аналога.

Ключевые слова: БПЛА, КОМПАС-3D, 3D модель.

Введение.

«Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) (дрон) представляет собой воздушное судно без пилота..., которое выполняет полет без командира воздушного судна на борту и либо полностью дистанционно управляется из

1019

ВЕСТНИК
НАУКИ



ВЫПУСК №12 (69)



Международный научный журнал
www.vestnik-nauki.rf
Тольятти 2023

С.И. Ржевский, И.О. Старикова

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО
И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В статье рассмотрен анализ перспектив развития комплексов с беспилотными летательными аппаратами на основе выпусков дайджеста научно-технической информации «Вестник-РТК» за 2017 год. Материалы изданий собраны на основе мониторинга открытых научно-технических источников, специализирующихся в области робототехники.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, анализ перспектив развития, дайджест научно-технической информации «Вестник-РТК».

S.I. Rjevsky, I.O. Starikova

**PROSPECTS FOR DEVELOPMENT
OF UNMANNED AERIAL VEHICLES OF DOMESTIC
AND FOREIGN PRODUCTION**

Article provides the analysis of the perspective development of complexes with unmanned aircraft which is based on the periodic journal of science-technical information "Vestnik-RTK" in the 2017 year. The materials of the journals are collected in the way of monitoring open (not secret) science-technical links that specialized in the way of robotics.

Keywords: unmanned aircraft, analysis of the perspective development, periodic journal of science-technical information "Vestnik-RTK".

Прогресс в развитии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – это важное достижение в современной авиации последних десятилетий. Такой интерес в немалой степени вызван простотой их эксплуатации, экономичностью, относительно малой стоимостью, оперативностью. Беспилотники уже пришли к значительным изменениям в тактике ведения боевых действий. Создается широкая номенклатура комплексов – от мини-устройств, рассчитанных на индивидуальное применение, до сложнейших стратегических аппаратов.

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 603 развитие комплексов с беспилотными летательными аппаратами и роботизированными ударными комплексами определено в качестве приоритетного направления [1].

Особенный интерес к этому виду авиационной техники проявляют представители военных министерств и ведомств различных стран благодаря тем возможностям, которые предоставляет этот вид техники в вооруженных конфликтах.

Анализ перспектив развития комплексов с БПЛА будет проводиться в результате анализа выпуска дайджеста научно-технической информации «Вестник-РТК» за 2017 г., в котором содержится информация о передовых технологиях, перспективных разработках и инновациях отечественной и зарубежной робототехники. Материалы изданий собраны на основе мониторинга открытых научно-технических источников, специализирующихся в области робототехники.

© Ржевский С.И., Старикова И.О., 2018.

Ржевский, С.И. Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов отечественного и зарубежного производства / С. И. Ржевский, И. О. Старикова // Вестник Российского нового университета. Серия Сложные системы модели, анализ и управление. - 2018. - № 4. - С. 94-101.

В статье рассмотрен анализ перспектив развития комплексов с беспилотными летательными аппаратами на основе выпусков дайджеста научно-технической информации «Вестник-РТК» за 2017 год. Материалы изданий собраны на основе мониторинга открытых научно-технических источников, специализирующихся в области робототехники.

[Читать](#)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А. И. Годунов¹, П. С. Суздальцев², А. А. Жезхук³,
А. Г. Избасов⁴, А. М. Мухамбетов⁵, Н. К. Юрков⁶

¹ Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
² Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пенза, Пенза, Россия
³ Главное ракетно-артиллерийское управление, Москва, Россия
⁴ Военный институт сил воздушной обороны, Актобе, Казахстан
⁵ godunov@psgu.ru, ⁶ suzdal1990@bk.ru, ³ Zhezuk@mail.ru,
⁴ izg1975@mail.ru, ⁵ vsmibayeva@antmet.ru, ⁶ yurkov_NK@mail.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Применение и актуальность использования беспилотных систем в настоящее время не вызывает никаких сомнений, работа в этом направлении ведется постоянно, соответственно и растут возможности беспилотных аппаратов. **Материалы и методы.** В САД системе SolidWorks построена и разработана математическая модель квадрокоптера, после чего экспортирована в Simscape Multibody. **Результаты.** Моделирование состояния системы беспилотного летательного аппарата позволяет провести анализ его поведения и учесть такие факторы как, динамика полета с различными степенями свободы, аэродинамические характеристики и другие параметры, влияющие на полет. **Выводы.** Этот метод моделирования системы позволяет анализировать и оценивать работу системы управления квадрокоптером, а также имитировать его полетные характеристики для достижения максимально точного воспроизведения реального полета.

Ключевые слова: квадрокоптер, математическая модель, системы управления

Для цитирования: Годунов А. И., Суздальцев П. С., Жезхук А. А., Избасов А. Г., Мухамбетов А. М., Юрков Н. К. Математическая модель полета беспилотного летательного аппарата // Надежность и качество сложных систем. 2024. № 1. С. 21–30. doi: 10.21685/2307-4205-2024-1-3

MATHEMATICAL MODEL OF FLIGHT AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

A.I. Godunov¹, P.S. Surdaltsev², A.A. Zhezuk³,
A.G. Izbasov⁴, A.M. Mukhambetov⁵, N.K. Yurkov⁶

¹ Penza State University, Penza, Russia
² Branch of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev in Penza, Penza, Russia
³ Main Rocket and Artillery Directorate, Moscow, Russia
⁴ Military Institute of Air Defense Forces, Aktobe, Kazakhstan
⁵ godunov@psgu.ru, ⁶ suzdal1990@bk.ru, ³ Zhezuk@mail.ru,
⁴ izg1975@mail.ru, ⁵ vsmibayeva@antmet.ru, ⁶ yurkov_NK@mail.ru

Abstract. Background. The application and relevance of the use of unmanned systems currently does not cause any doubt, work in this direction is constantly being carried out, respectively, and the capabilities of unmanned vehicles are growing. **Materials and methods.** In the Simulink/MATLAB environment based on an unmanned aerial vehicle of the quadcopter type, the results of modeling its flight control system are presented. **Results.** A mathematical model of a quadcopter was built and developed in the CAD system of SolidWorks, after which it was exported to Simscape Multibody. The simulation of the quadcopter control system was obtained by exporting it from the developed model in the Simulink environment. **Conclusions.** This control system simulation method allows you to analyze and evaluate the operation of the quadcopter control system, as well as simulate its flight characteristics to achieve the most accurate reproduction of a real flight.

Keywords: quadcopter, mathematical model, control systems

For citation: Godunov A.I., Surdaltsev P.S., Zhezuk A.A., Izbasov A.G., Mukhambetov A.M., Yurkov N.K. Mathematical model of flight an unmanned aerial vehicle. *Reliability and Quality of Complex Systems*. 2024. № 1. С. 21–30. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-4205-2024-1-3

© Годунов А. И., Суздальцев П. С., Жезхук А. А., Избасов А. Г., Мухамбетов А. М., Юрков Н. К., 2024. Копирование, распространение и иное использование без разрешения правообладателя запрещено. Все права защищены. © Издательство «Надежность и качество»

Математическая модель полета беспилотного летательного аппарата / А. И. Годунов, П. С. Суздальцев [и др.] // Надежность и качество сложных систем. - 2024. - № 1 (45). - С. 21-30.

Применение и актуальность использования беспилотных систем в настоящее время не вызывает никаких сомнений, работа в этом направлении ведется постоянно, соответственно и растут возможности беспилотных аппаратов. Моделирование состояния системы беспилотного летательного аппарата позволяет провести анализ его поведения и учесть такие факторы как, динамика полета с различными степенями свободы, аэродинамические характеристики и другие параметры, влияющие на полет.

[Читать](#)

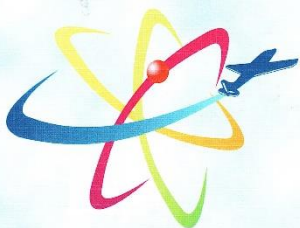
ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ: XXI ВЕК

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

17–18 апреля 2025 года

В 2 частях

Часть 1



Диаметр по внешним губкам шестерни и колеса:

$$d_{d1} = d_{d2} - 2(1 - x_1) m \cos \alpha_f = 44,52 - 2(1 - 0,24) \cdot 0,742 \cdot \cos 16^\circ = 43,150$$

$$d_{d2} = d_{d1} - 2(1 - x_2) m \cos \alpha_f = 163,24 - 2(1 - 0,24) \cdot 0,742 \cdot \cos 74^\circ = 162,650$$

11. Определим средний делительный диаметр шестерни d_f и колеса d_c , мм:

$$d_f = 0,857 \cdot d_{d1} = 0,857 \cdot 44,52 = 38,15$$

$$d_c = 0,857 \cdot d_{d2} = 0,857 \cdot 163,24 = 139,89$$

Все расчетные данные сведены в табл. 2 [5]

Таблица 2

Параметры зубчатой конической передачи, мм			
Параметр	Значение	Параметр	Значение
Внешнее окружное расстояние d_e	267,50	Внешний делительный диаметр	
Внешней окружной скорости v_e (м/с)	0,742	- шестерни d_f	44,52
		- колеса d_c	163,24
Шероховатость поверхности R_a	10	Внешний диаметр окружности вершин	
		- шестерни d_{d1}	46,280
		- колеса d_{d2}	163,500
Число зубьев		Внешний диаметр окружности впадин	
- шестерни z_1	80	- шестерни d_{d1}	43,150
- колеса z_2	220	- колеса d_{d2}	162,650
Вид зубьев	Прямозубые		
Угол делительного конуса, град:		Средний делительный диаметр	
- шестерни δ_1	16°	- шестерни d_f	38,15
- колеса δ_2	74°	- колеса d_c	139,89

В ходе теоретических расчетов был спроектирован принцип ступени для цикла сборки летательных аппаратов. Для этого был подобран закреплительный необходимый частоты вращения и мощности. Был проведен расчет винтовой передачи и конической передачи, подобраны подшипники, а также шкивы для валов.

Литература

1. Шейблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машины : учебное пособие / А. Е. Шейблит. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград : ИТАР-СП, 2002. – 456 с.
2. Березинский Ю. И. Детали машин: учебник для машиностроительных техникумов / Ю. И. Березинский, Д. В. Чернышевский, М. С. Петров ; под редакцией Н. А. Б. [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1983. – 384 с.
3. Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин : справочное пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. П. Козинский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1986. – 402 с.
4. Павлов, В. С. Муфты. Конструкции и расчеты / В. С. Павлов, И. Д. Барбаш. – 4-е изд., испр. и доп. – Ленинград : Машиностроение, 1973. – 336 с.
5. Дунак, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / П. Ф. Дунак, О. П. Лезинин. – 12-е изд., стер. – Москва : Акадemia, 2009. – 496 с.

УДК 629.735.33(07)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОГО ТИПА

Трубякова Екатерина Михайловна¹, аспирант 2-го года обучения, e-mail: trubyakova@inbox.ru;
Матвеева Татьяна Юрьевна², аспирант 2-го года обучения, e-mail: matvееva1992@yandex.ru
Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия

В статье проанализировано использование интегральной конструкции при проектировании многофункционального беспилотного летательного аппарата (БПЛА) по типу модульной конструкции, позволяющей более высокие по отношению к существующим БПЛА аэродинамические качества, высокую транспортную эффективность и меньшую массу. Благодаря встроенным внутри конструкции ячеистым отсекам, обеспечивается упрочнение конструкции и одновременно можно разместить внутри технологического средства различные технические и радиооборудование.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, интегральная конструкция БПЛА, модульная конструкция БПЛА, модульно-интегральная конструкция БПЛА, аккумуляционная батарея.

Рассудив воздушность беспилотных летательных аппаратов, обусловлена их способностью эффективно выполнять различные задачи, не выходя за критерии безопасности и экономической выгоды. Каждый детальный аппарат создается для выполнения определенной миссии. Отличие заключается в том, что решение может быть осуществлено с различной степенью успешности.

Трубякова, Е. М. Проектирование интегральной конструкции для беспилотного летательного аппарата самолетного типа / Е. М. Трубякова, Т. Ю. Матвеева // Сборник материалов XVI Международной молодежной научной конференции (Ульяновск, 17-18 апреля 2025 г.) Гражданская авиация: XXI век – Ульяновск, 2025. – С. 149-151.

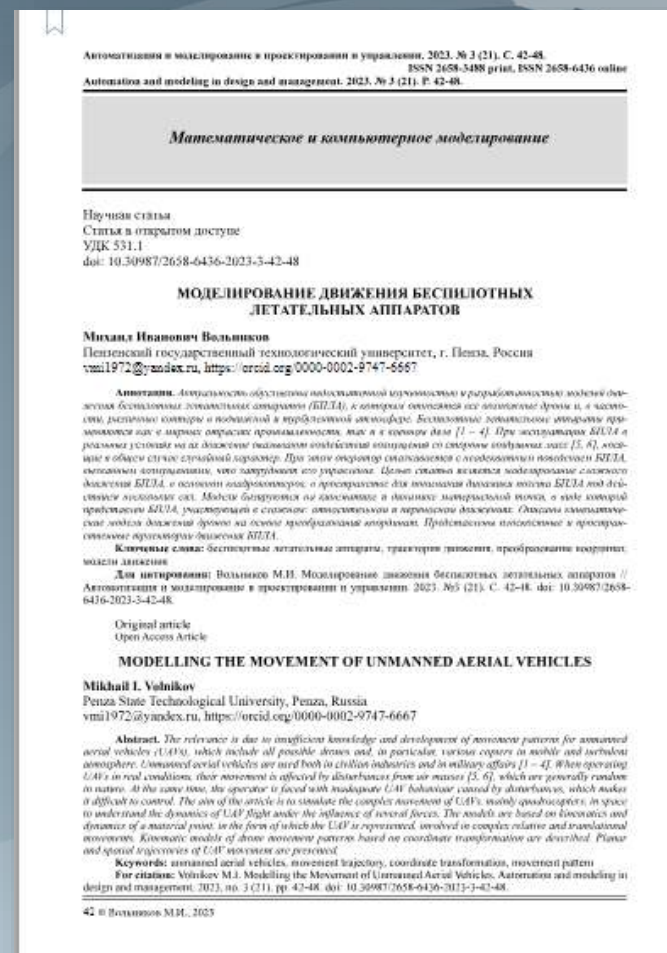
В статье проанализировано использование интегральной конструкции при проектировании многофункционального беспилотного летательного аппарата (БПЛА) по типу модульной конструкции, позволяющей более высокие по отношению к существующим БПЛА аэродинамические качества, высокую транспортную эффективность и меньшую массу. Благодаря встроенным внутри конструкции ячеистым отсекам, обеспечивается упрочнение конструкции и одновременно можно разместить внутри технологического средства различные технические и радиооборудование.

[Читать](#)

Вольников, М.И. Моделирование движения беспилотных летательных аппаратов / М. И. Вольников // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении . - 2023.- № 3.- С. 42-48.

Актуальность обусловлена недостаточной изученностью и разработанностью моделей движения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), к которым относятся все возможные дроны и, в частности, различные коптеры в подвижной и турбулентной атмосфере. Беспилотные летательные аппараты применяются как в мирных отраслях промышленности, так и в военном деле [1 - 4]. При эксплуатации БПЛА в реальных условиях на их движение оказывают воздействия возмущения со стороны воздушных масс [5, 6], носящие в общем случае случайный характер. При этом оператор сталкивается с неадекватным поведением БПЛА, вызванным возмущениями, что затрудняет его управление. Целью статьи является моделирование сложного движения БПЛА, в основном квадрокоптеров, в пространстве для понимания динамики полета БПЛА под действием нескольких сил. Модели базируются на кинематике и динамике материальной точки, в виде которой представлен БПЛА, участвующей в сложном: относительном и переносном движениях. Описаны кинематические модели движения дронов на основе преобразования координат. Представлены плоскостные и пространственные траектории движения БПЛА.

[Читать](#)

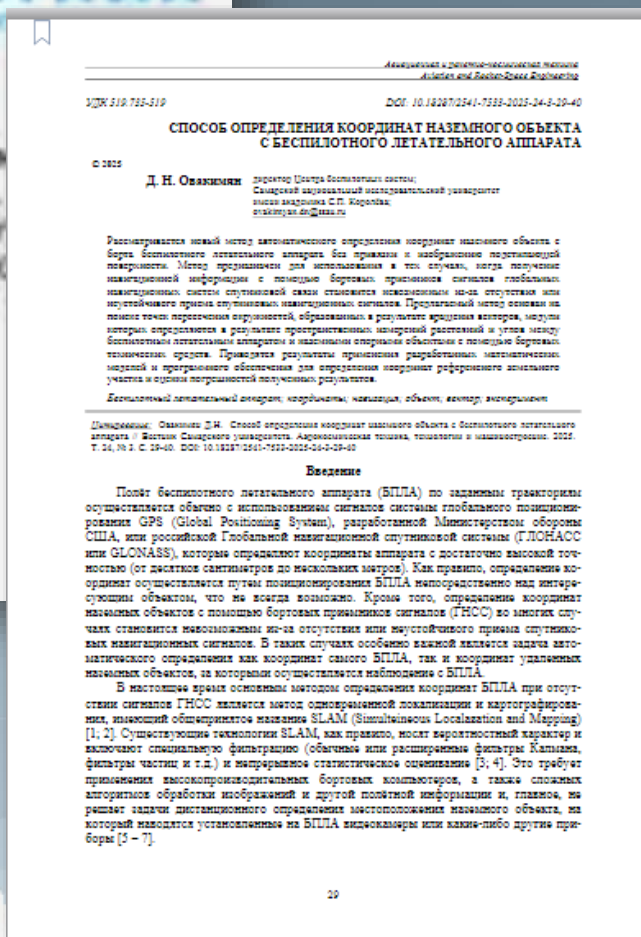


Вольников, М.И. Моделирование движения беспилотных летательных аппаратов / М. И. Вольников // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении . - 2023. - № 3. - С. 42-48.

Актуальность обусловлена недостаточной изученностью и разработанностью моделей движения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), к которым относятся все возможные дроны и, в частности, различные коптеры в подвижной и турбулентной атмосфере. Беспилотные летательные аппараты применяются как в мирных отраслях промышленности, так и в военном деле [1 - 4]. При эксплуатации БПЛА в реальных условиях на их движение оказывают воздействия возмущения со стороны воздушных масс [5, 6], носящие в общем случае случайный характер. При этом оператор сталкивается с неадекватным поведением БПЛА, вызванным возмущениями, что затрудняет его управление. Целью статьи является моделирование сложного движения БПЛА, в основном квадрокоптеров, в пространстве для понимания динамики полета БПЛА под действием нескольких сил. Модели базируются на кинематике и динамике материальной точки, в виде которой представлен БПЛА, участвующей в сложном: относительном и переносном движениях. Описаны кинематические модели движения дронов на основе преобразования координат. Представлены плоскостные и пространственные траектории движения БПЛА.

[Читать](#)





Овакимян, Д.Н. Способ определения координат наземного объекта с беспилотного летательного аппарата / Д. Н. Овакимян // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. - 2025. - № 3. - С. 29-40.

Рассматривается новый метод автоматического определения координат наземного объекта с борта беспилотного летательного аппарата без привязки к изображению подстилающей поверхности. Метод предназначен для использования в тех случаях, когда получение навигационной информации с помощью бортовых приемников сигналов глобальных навигационных систем спутниковой связи становится невозможным из-за отсутствия или неустойчивого приема спутниковых навигационных сигналов. Предлагаемый метод основан на поиске точек пересечения окружностей, образованных в результате вращения векторов, модули которых определяются в результате пространственных измерений расстояний и углов между беспилотным летательным аппаратом и наземными опорными объектами с помощью бортовых технических средств. Приводятся результаты применения разработанных математических моделей и программного обеспечения для определения координат референсного земельного участка и оценки погрешностей полученных результатов.

[Читать](#)



ISSN 2307-4205

УДК 621.3.01:621.01:629.75 / 78
DOI: 10.21685/2307-4205-2024-0-10

БОЛЬШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А. И. Мельничук
Полтавский государственный университет, Полтава, Россия
polmelnic@rambler.ru

Аннотация. Актуальность и цель. В настоящее время идет работа по усовершенствованию малой беспилотной авиации, в том числе создание комплексов малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с сетевой организацией. Подобные системы должны эксплуатироваться небольшим коллективом непрофессионалов, что обеспечивается за счет особенностей построения данной системы. Матрицы и методы. Технология построения этих комплексов выстраивается на включении в систему спутниковых подсистем с беспроводным управлением полетом, беспроводной автоматизации анализа и визуализации, и информации, в т.ч. сетевой организации системы сетевого управления беспилотными БПЛА. Проведен анализ применения и особенностей малых БПЛА. Показано, что потребности в БПЛА постоянно растут, будет продолжаться работа и в других областях гражданского применения. Результаты и выводы. Представлена разнообразная линейка небольших БПЛА, на основе которых создаются системы для любой ситуации с учетом мер обеспечения безопасного и защищенного общества. Дан анализ тенденций развития сетевых комплексов малых БПЛА.

Ключевые слова. Беспилотные летательные аппараты, управление, навигация, анализ и визуализация изображений

Для цитирования: Мельничук А. И. Большие перспективы малых беспилотных летательных аппаратов // Надежность и качество сложных систем. 2024. № 2. С. 88-94. doi: 10.21685/2307-4205-2024-0-10

GREAT PROSPECTS FOR SMALL UNMANNED AIRCRAFT

A.I. Melnichuk
Poltava State University, Poltava, Ukraine
polmelnic@rambler.ru

Abstract. Relevance. Currently, work is underway to improve small unmanned aircraft, including the creation of complexes of small unmanned aerial vehicles (UAVs) with a network organization. Such a system should be operated by a small team of non-professionals, which is ensured by the design features of this system. Matrix and methods. Technologically, this is expressed in the inclusion of the following subsystems in the system – an autonomous flight control system, an automation system for analysis and visualization, and information, as well as the organization of a network control system for the UAV complex. An analysis of the application and features of small UAVs was carried out. It is shown that the need for UAVs in addition to defense will continue to grow in other areas of civil applications. Results and conclusions. A diverse line of small UAVs is presented, on the basis of which systems are created for any situation, taking into account measures to ensure a safe and secure society. An analysis of trends in the development of network complexes of small UAVs is given.

Keywords. unmanned aerial vehicles, control, navigation, image analysis and visualization

For citation: Melnichuk A.I. Great prospects for small unmanned aircraft. Reliability and Quality of Complex Systems. 2024. (2) 88-94. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-4205-2024-0-10

Вступимо

В настоящее время возрастает потребность в сборе информации с воздуха на местном, региональном, боевом и авиационном, а также межрегиональном, системном, прикладном, организационно-управленческом объектах. В значительной степени и подобными приложениями приспособлены беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые выступают в качестве безопасного и эффективного средства получения информации в труднодоступных регионах, в которых доступ или вовсе невозможен прямой доступ. Матрицы, и методы. Технология построения этих комплексов выстраивается на включении в систему спутниковых подсистем с беспроводным управлением полетом, беспроводной автоматизации анализа и визуализации, и информации, в т.ч. сетевой организации системы сетевого управления беспилотными БПЛА. Проведен анализ применения и особенностей малых БПЛА. Показано, что потребности в БПЛА постоянно растут, будет продолжаться работа и в других областях гражданского применения. Результаты и выводы. Представлена разнообразная линейка небольших БПЛА, на основе которых создаются системы для любой ситуации с учетом мер обеспечения безопасного и защищенного общества. Дан анализ тенденций развития сетевых комплексов малых БПЛА.

© Мельничук А. И. БПЛА, летательные аппараты, управление, навигация, анализ и визуализация изображений. 2024

Мельничук, А.И. Большие перспективы малых беспилотных летательных аппаратов / А. И. Мельничук // Надежность и качество сложных систем. - 2024. – № 2 (46). - С. 88-94.

В настоящее время идет работа по усовершенствованию малой беспилотной авиации, в том числе создание комплексов малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с сетевой организацией. Подобные системы должны эксплуатироваться небольшим коллективом непрофессионалов, что обеспечивается за счет особенностей построения данной системы. Представлена разнообразная линейка небольших БПЛА, на основе которых создаются системы для любой ситуации с учетом мер обеспечения безопасного и защищенного общества. Дан анализ тенденций развития сетевых комплексов малых БПЛА.

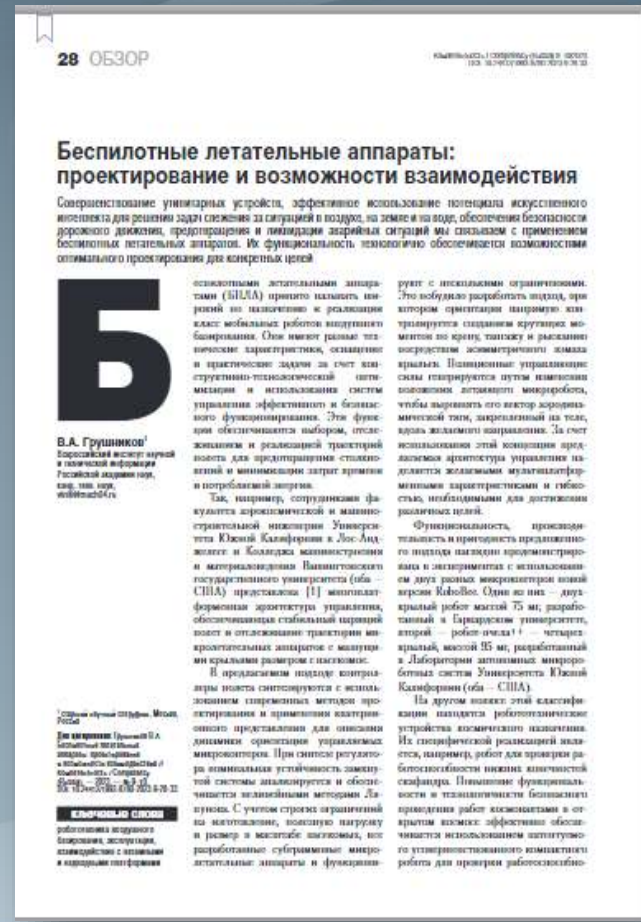
[Читать](#)



Грушников, В.А. Беспилотные летательные аппараты: проектирование и возможности взаимодействия / В. А. Грушников // Компетентность/Competency (Russia). - 2023. - № 9-10. - С. 28-33.

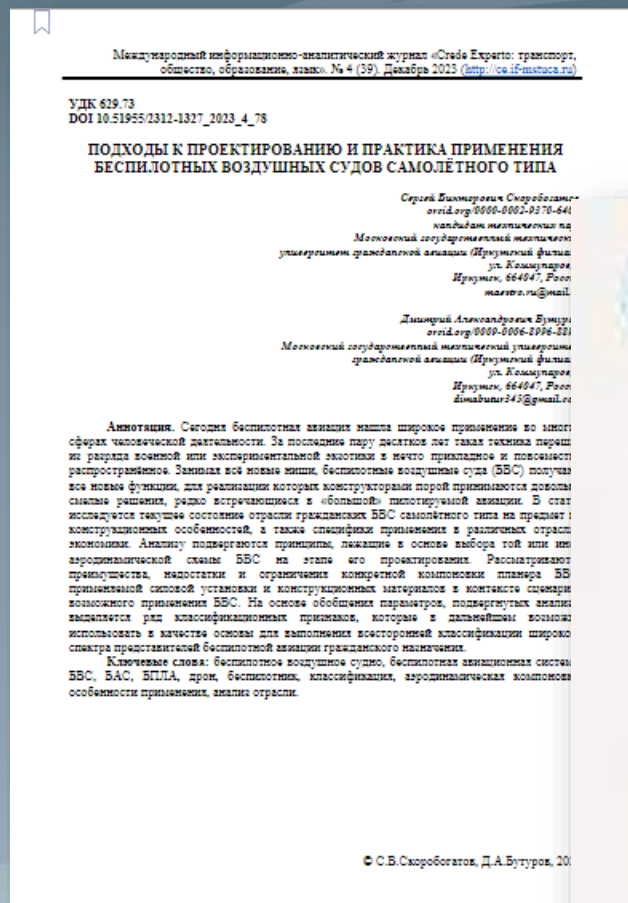
Совершенствование утилитарных устройств, эффективное использование потенциала искусственного интеллекта для решения задач слежения за ситуацией в воздухе, на земле и на воде, обеспечения безопасности дорожного движения, предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций мы связываем с применением беспилотных летательных аппаратов. Их функциональность технологично обеспечивается возможностями оптимального проектирования для конкретных целей.

[Читать](#)



Скоробогатов, С.В. Подходы к проектированию и практика применения беспилотных воздушных судов самолётного типа / С. В. Скоробогатов, Д. А. Бутуров // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. - 2023. - № 4. - С. 78-115.

Сегодня беспилотная авиация нашла широкое применение во многих сферах человеческой деятельности. За последние пару десятков лет такая техника перешла из разряда военной или экспериментальной экзотики в нечто прикладное и повсеместно распространённое. Занимая всё новые ниши, беспилотные воздушные суда (БВС) получают все новые функции, для реализации которых конструкторами порой принимаются довольно смелые решения, редко встречающиеся в «большой» пилотируемой авиации. В статье исследуется текущее состояние отрасли гражданских БВС самолётного типа на предмет их конструктивных особенностей, а также специфики применения в различных отраслях экономики. Анализу подвергаются принципы, лежащие в основе выбора той или иной аэродинамической схемы БВС на этапе его проектирования. Рассматриваются преимущества, недостатки и ограничения конкретной компоновки планера БВС, применяемой силовой установки и конструктивных материалов в контексте сценариев возможного применения БВС. На основе обобщения параметров, подвергнутых анализу, выделяется ряд классификационных признаков, которые в дальнейшем возможно использовать в качестве основы для выполнения всесторонней классификации широкого спектра представителей беспилотной авиации гражданского назначения.

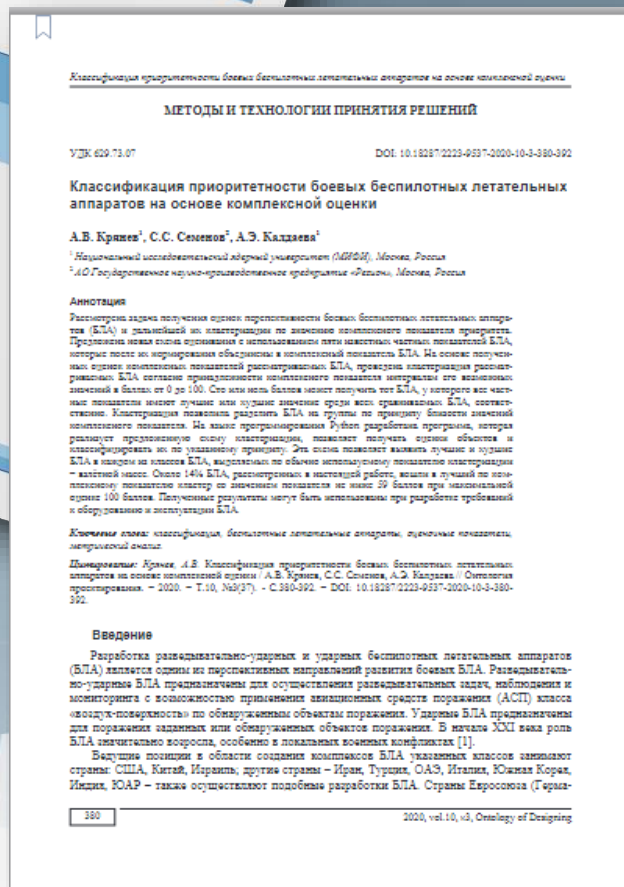


[Читать](#)





Крянев, А.В. Классификация приоритетности боевых беспилотных летательных аппаратов на основе комплексной оценки / А. В. Крянев, С. С. Семенов, А. Э. Калдаева // Онтология проектирования-2020. - № 3.-С. 380-392.



Классификация приоритетности боевых беспилотных летательных аппаратов на основе комплексной оценки

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

УДК 629.73.07

DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-3-380-392

Классификация приоритетности боевых беспилотных летательных аппаратов на основе комплексной оценки

А.В. Крянев¹, С.С. Семенов², А.Э. Калдаева¹

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

²АО Государственное научно-производственное предприятие «Радар», Москва, Россия

Аннотация

Рассмотрена задача получения оценок перспективности боевых беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и дальнейшей их кластеризации по значению комплексного показателя приоритета. Предложена новая схема оценивания с использованием пяти известных частных показателей БЛА, которые после их нормирования объединены в комплексный показатель БЛА. На основе полученных оценок комплексного показателя рассматриваемых БЛА, проведена кластеризация рассматриваемых БЛА согласно принадлежности комплексного показателя интервалам его возможных значений в баллах от 0 до 100. Сто или ноль баллов может получить тот БЛА, у которого все частные показатели имеют лучшие или худшие значения среди всех сравниваемых БЛА, соответственно. Кластеризация позволила разделить БЛА на группы по принципу близости значений комплексного показателя. На языке программирования Python разработана программа, которая реализует предложенную схему кластеризации, позволяет получать оценки объектов и классифицировать их по указанному принципу. Эта схема позволяет выявить лучшие и худшие БЛА в каждом из классов БЛА, выделяемых по обычно используемому показателю кластеризации - взлётной массе. Около 14% БЛА, рассмотренных в настоящей работе, вошли в лучший по комплексному показателю кластер со значениями показателя не ниже 59 баллов при максимальной оценке 100 баллов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке требований к оборудованию и эксплуатации БЛА.

Ключевые слова: классификация, беспилотные летательные аппараты, оценочные показатели, метрический анализ

Полнотекстовый URL: Крянев, А.В. Классификация приоритетности боевых беспилотных летательных аппаратов на основе комплексной оценки / А.В. Крянев, С.С. Семенов, А.Э. Калдаева // Онтология проектирования. - 2020. - Т.10, №3(37). - С.380-392. - DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-3-380-392.

Введение

Разработка разведывательно-ударных и ударных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является одним из приоритетных направлений развития боевых БЛА. Разведывательно-ударные БЛА предназначены для осуществления разведывательных задач, наблюдения и мониторинга с возможностью применения авиационных средств поражения (АСП) класса «воздух-поверхность» по обнаруженным объектам поражения. Ударные БЛА предназначены для поражения заданных или обнаруженных объектов поражения. В начале XXI века роль БЛА значительно возросла, особенно в локальных военных конфликтах [1].

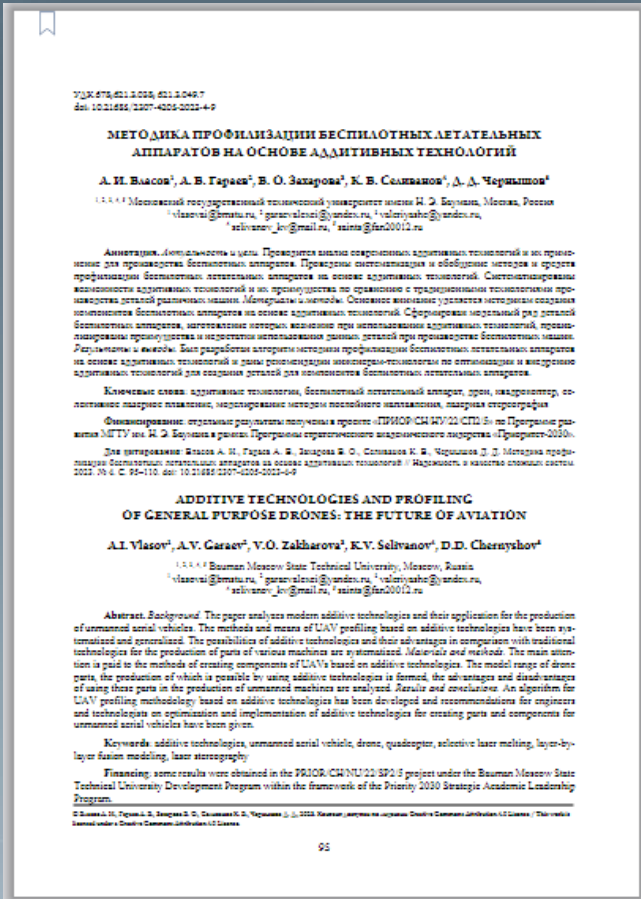
Воздушные позиции в области создания комплексов БЛА, указанных классов занимают страны: США, Китай, Израиль, другие страны - Иран, Турция, ОАЭ, Италия, Южная Корея, Индия, ЮАР - также осуществляют подобные разработки БЛА. Страны Евросоюза (Германия,

[Читать](#)



Методика профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий / А. И. Власов, А. В. Гараев [и др.] // Надежность и качество сложных систем.-2023. - № 4 (44) - С. 95-110.

Актуальность и цели. Проводится анализ современных аддитивных технологий и их применение для производства беспилотных аппаратов. Проведены систематизация и обобщение методов и средств профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий. Систематизированы возможности аддитивных технологий и их преимущества по сравнению с традиционными технологиями производства деталей различных машин. Материалы и методы. Основное внимание уделяется методикам создания компонентов беспилотных аппаратов на основе аддитивных технологий. Сформирован модельный ряд деталей беспилотных аппаратов, изготовление которых возможно при использовании аддитивных технологий, проанализированы преимущества и недостатки использования данных технологий. Результаты и выводы. Был разработан алгоритм методики профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий и даны рекомендации инженерам-технологам по оптимизации и внедрению аддитивных технологий для создания деталей для компонентов беспилотных летательных аппаратов.

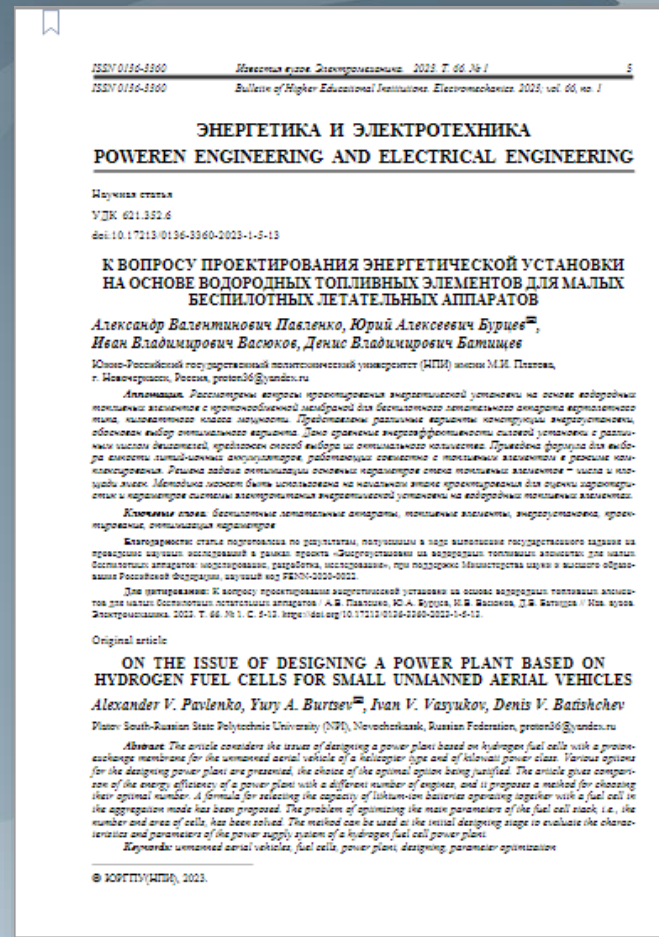


[Читать](#)

К вопросу проектирования энергетической установки на основе водородных топливных элементов для малых беспилотных летательных аппаратов / А. В. Павленко, Ю. А. Бурцев [и др.] // Известия вузов. Электромеханика. - 2023. - № 1. - С. 5-13.

Рассмотрены вопросы проектирования энергетической установки на основе водородных топливных элементов с протонообменной мембраной для беспилотного летательного аппарата вертолетного типа, киловаттного класса мощности. Представлены различные варианты конструкции энергоустановки, обоснован выбор оптимального варианта. Дано сравнение энергоэффективности силовой установки с различным числом двигателей, предложен способ выбора их оптимального количества. Приведена формула для выбора емкости литий-ионных аккумуляторов, работающих совместно с топливным элементом в режиме комплексирования. Решена задача оптимизации основных параметров стека топливных элементов - числа и площади ячеек. Методика может быть использована на начальном этапе проектирования для оценки характеристик и параметров системы электропитания энергетической установки на водородных топливных элементах.

[Читать](#)



Научная статья
Статья с открытым доступом
УДК 681.51
doi: 10.30987/2658-6436-2024-2-35-44

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСХОДА ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Александр Георгиевич Подвесовский^{1,2}, Дмитрий Григорьевич Лагерев³,
Александр Андреевич Филонов⁴

^{1,2,3} Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

¹ arodv@bntu-bryansk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1118-3266>

² lagerevdg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2702-6492>

⁴ afilonovcontact@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0002-4749-4290>

Аннотация. Оценка и прогнозирование динамических показателей полета беспилотного летательного аппарата, связанная со сложностью построения и применения строгих математических моделей, усложняется из-за большого количества параметров. Рассмотрена задача оценки расхода заряда аккумулятора беспилотного летательного аппарата при полете по заданному маршруту с учетом погодных условий и геопространственных характеристик. Предложен подход к ее решению, основанный на нахождении интервала, с наибольшей вероятностью содержащий фактическое значение расхода. Для нахождения указанного интервала предложено использовать метод бинарной классификации с применением моделей логистической регрессии на основе обучающего набора данных. Построен конвейер, объединяющий механизмы построения, обучения и применения модели оценки. Описана реализация данного конвейера средствами аналитической платформы Logitom, входящей в Российский реестр программного обеспечения. Рассмотрены особенности подготовки обучающих данных, а также результаты обучения модели и ее проверки на тестовом наборе данных.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, расход заряда аккумулятора, интеллектуальный анализ данных, логистическая регрессия, обучение

Для цитирования: Подвесовский А.Г., Лагерев Д.Г., Филонов А.А. Применение интеллектуального анализа данных для оценки расхода заряда аккумулятора беспилотного летательного аппарата // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2024. №2 (24). С. 35-44. doi: 10.30987/2658-6436-2024-2-35-44.

Original article
Open Access Article

USING DATA MINING TO ESTIMATE UNMANNED AERIAL VEHICLE BATTERY CONSUMPTION

Alexander G. Podvesovskiy^{1,2}, Dmitry G. Lagerev³,
Alexander A. Filonov⁴

^{1,2,3} Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

¹ arodv@bntu-bryansk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1118-3266>

² lagerevdg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2702-6492>

⁴ afilonovcontact@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0002-4749-4290>

Abstract. Assessing and predicting the dynamic flight performance of an unmanned aerial vehicle is associated with the complexity of constructing and applying strict mathematical models that take into account many heterogeneous parameters. The paper examines the problem of estimating the battery consumption of an unmanned aerial vehicle when flying along a given route, considering weather conditions and spatial characteristics. An approach to its solution is proposed, based on classifying the estimate obtained using an approximate dependence by finding the interval with the highest probability containing the actual flow value. To find the specified interval, it is proposed to use the binary classification method applying logistic regression models based on the training data set. A pipeline is built that combines the mechanisms of constructing, training, and applying the assessment model. Implementing this pipeline using the Logitom analytical platform, which is included in the Russian software register, is described. The features of preparing training data, as well as the results of teaching the model and checking it on the test data set are considered.

© Подвесовский А.Г., Лагерев Д.Г., Филонов А.А.

35

Подвесовский, А.Г. Применение интеллектуального анализа данных для оценки расхода заряда аккумулятора беспилотного летательного аппарата/ А. Г. Подвесовский, Д. Г. Лагерев, А. А. Филонов // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении . - 2024. -№ 2. - С. 35-44.

Оценка и прогнозирование динамических показателей полета беспилотного летательного аппарата, связана со сложностью построения и применения строгих математических моделей, учитывающих множество разнородных параметров. Рассмотрена задача оценки расхода заряда аккумулятора беспилотного летательного аппарата при полете по заданному маршруту с учетом погодных условий и геопространственных характеристик. Предложен подход к ее решению, основанный на уточнении оценки, полученной с помощью приближенной зависимости, путем нахождения интервала, с наибольшей вероятностью содержащий фактическое значение расхода. Для нахождения указанного интервала предложено использовать метод бинарной классификации с применением моделей логистической регрессии на основе обучающего набора данных. Построен конвейер, объединяющий механизмы построения, обучения и применения модели оценки. Описана реализация данного конвейера средствами аналитической платформы Logitom, входящей в Российский реестр программного обеспечения. Рассмотрены особенности подготовки обучающих данных, а также результаты обучения модели и ее проверки на тестовом наборе данных.

[Читать](#)

**Проектирование системы сбора полётной информации для расчёта аэродинамических характеристик БПЛА**

©2023, Хамза Мазин Абдулалли Хамза

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
Казань, Россия
Технологический университет, Багдад, Ирак**АННОТАЦИЯ**

В статье описана разработка бортовой системы сбора информации для расчёта аэродинамических характеристик беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые возможно получить только в условиях свободного полёта. Представлена функциональная схема, описан алгоритм работы системы регистрации параметров полёта. Предложенные решения позволяют собрать большой объём информации и повысить эффективность системы за счёт отбора и сжатия информации. Собранные данные используются для определения аэродинамических характеристик, обеспечивая отказ от испытаний моделей БПЛА в аэродинамических трубах, за счёт чего может быть достигнута экономия средств и времени на разработку новых БПЛА. Рассмотрены особенности информационного обмена между элементами системы, позволяющие ускорить передачу данных и повысить точность измерений за счёт увеличения частоты опроса измерительных устройств. Полученные результаты могут представлять интерес для разработчиков автономных измерительных систем. Особое значение для расчёта аэродинамических характеристик БПЛА по предлагаемому методу имеет высокая точность измерения параметров траектории летательного аппарата, включая возможность в процессе движения линейного ускорения и угловой скорости. В статье рассматривается вариант аппаратной реализации предложенной системы для БПЛА.

Ключевые слова: аэродинамические характеристики, параметры полёта, программно-аппаратный комплекс, сбор информации, разработка БПЛА.

Цитирование: Хамза Мазин Абдулалли Хамза. Проектирование системы сбора полётной информации для расчёта аэродинамических характеристик БПЛА // *Онтология проектирования*. 2023. Т.13, №1(47). С.90-98. DOI:10.18257/2223-9537-2023-13-1-90-98.

Благодарности: автор выражает признательность членам редколлегии журнала «Онтология проектирования» за замечания и рекомендации по усовершенствованию данной статьи.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Достижения в аэродинамике, навигационных системах, электронике, робототехнике, компьютерных технологиях и др. позволили выйти на новый уровень в разработке беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1]. В числе приоритетных направлений применения БПЛА: военные, спасательные, правоохранительные и природоохранительные операции [2-4], академические исследования [5-8].

При разработке крупноразмерных БПЛА (взлётная масса более 100 кг) исследования в аэродинамических трубах можно производить на небольших масштабных моделях, а полученные на них результаты можно экстраполировать на полноразмерный аппарат с помощью теории подобия.

Целью исследования является разработка системы сбора полётной информации высокой точности для получения аэродинамических характеристик летательного аппарата (ЛА) в

Хамза, М.А. Проектирование системы сбора полётной информации для расчёта аэродинамических характеристик БПЛА / М. А. Хамза // *Онтология проектирования*. - 2023. - № 1. - С. 90-98

В статье описана разработка бортовой системы сбора информации для расчёта аэродинамических характеристик беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые возможно получить только в условиях свободного полёта. Представлена функциональная схема, описан алгоритм работы системы регистрации параметров полёта. Предложенные решения позволяют собрать большой объём информации и повысить эффективность системы за счёт отбора и сжатия информации. Собранные данные используются для определения аэродинамических характеристик, обеспечивая отказ от испытаний моделей БПЛА в аэродинамических трубах, за счёт чего может быть достигнута экономия средств и времени на разработку новых БПЛА. Рассмотрены особенности информационного обмена между элементами системы, позволяющие ускорить передачу данных и повысить точность измерений за счёт увеличения частоты опроса измерительных устройств. Полученные результаты могут представлять интерес для разработчиков автономных измерительных систем. Особое значение для расчёта аэродинамических характеристик БПЛА по предлагаемому методу имеет высокая точность измерения параметров траектории летательного аппарата, включая возникающие в процессе движения линейные ускорения и угловые скорости. В статье рассматривается вариант аппаратной реализации предложенной системы для БПЛА.

[Читать](#)

Специфические проблемы эффективности применения военно-воздушных сил в современных условиях / Е. С. Терещенко, Е. С. Ячменёв [и др.] // Заметки ученого. -2022.-№ 12. - С. 219-224.

В данной статье рассмотрены специфические проблемы применения Военно-воздушных сил Российской Федерации, в современных условиях, которые обуславливаются использованием беспилотных летательных аппаратов, воздушных судов типа СРЛДН, достоверностью полученной информации о противнике, взаимодействием экипажей с системами современных авиационных комплексов, а также представлены соответствующие выводы, учитывающие некоторое решение представленных проблем для повышения эффективности действия авиации.

[Читать](#)

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Терещенко Евгений Сергеевич,
Городоватая, филиал ВУМЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске

Ячменёв Евгений Сергеевич,
Фролов Владимир Григорьевич,
Терещенко Игорь Евгеньевич,
Студенты, филиал ВУМЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинске

В данной статье рассмотрены специфические проблемы применения Военно-воздушных сил Российской Федерации, в современных условиях, которые обуславливаются использованием беспилотных летательных аппаратов, воздушных судов типа СРЛДН, достоверностью полученной информации о противнике, взаимодействием экипажей с системами современных авиационных комплексов, а также представлены соответствующие выводы, учитывающие некоторое решение представленных проблем для повышения эффективности действия авиации.

Ключевые слова: авиация, Военно-воздушные силы, БПЛА, эффективность, специфические проблемы, радиолокационный обзор, анализ источников, тенденция применения, тактико-технические возможности, «многообразная операция», системы управления, обеспечение действий.

В настоящее время с принятием на вооружение новых видов вооружения и развития информационно-коммуникационных технологий, происходит изменение основных форм и способов ведения боевых действий. Одним из важнейших аспектов в изменении условий ведения боевых действий является реализация единой системы применения беспилотных средств вооружения, которая с учетом применения гиперзвуковых средств поражения позволяет игнорировать существующие системы противозушной обороны (ПВО). Результатом такого кардинального изменения в применении средств воздушного нападения (СВН) являются острейшие проблемы для Военно-воздушных сил (ВВС), которые необходимо решать путём эффективного противодействия им.

Таким образом, в современных условиях возникает необходимость повышения эффективности применения ВВС в современных видах воздушного боя. Эффективность выполнения боевой задачи отражает степень полезной отдачи выполняемых сил и средств через результат и боевую мощь действия.

Проведённый анализ различных источников литературы и информации по ведению боевых действий в современных условиях, в том числе при выполнении задач военной специальной операции, позволяет сделать предварительный вывод, что для повышения эффективности действия авиации, в этих условиях необходимо решить ряд специфических проблем:

ВЕСТНИК НАУКИ

Ляхов, Д.Ю. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в современных боевых условиях / Д.Ю. Ляхов, Ф.А. Ризоев // Вестник науки. - 2025. - Т. 2. - № 7 (88). - С. 422-432.

В материалах статьи рассматривается анализ применения беспилотных летательных аппаратов в современных боевых действиях (операциях). В современных вооруженных конфликтах противник применяет вооруженные БПЛА, с целью вывода из строя как боевые подразделения, так и подразделения тыла, в целях нанесения максимального урона личному составу и техники, также нанесения максимального ущерба полевым складам и ремонтным органам.

[Читать](#)

Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» № 7 (88) Том 2. ИЮЛЬ 2025 г.

УДК 62 Ляхов Д.Ю., Ризоев Ф.А., Клепиковский А.А.

Ляхов Д.Ю.

курсант,

филиал

Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил

Военно-воздушная академия

им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

(г. Челябинск, Россия)

Ризоев Ф.А.

курсант,

филиал

Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил

Военно-воздушная академия

им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

(г. Челябинск, Россия)

Научный руководитель:

Клепиковский А.А.

преподаватель,

филиал

Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил

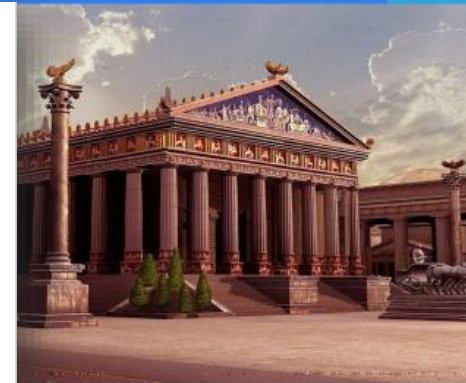
Военно-воздушная академия

им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

(г. Челябинск, Россия)

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ В СОВРЕМЕННЫХ БОЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

422



ПУСК № 7 (88)

Международный научный журнал

www.vestnik-nauki.rf

Тольятти 2025



ТРУДЫ АКАДЕМИИ НАУК АВИАЦИИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ

№ 1

ПИЛОТИРУЕМЫЕ И БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ



УДК 625.746.5:623.746.4

ЭВОЛЮЦИЯ КОММЕРЧЕСКИХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КОНФЛИКТА: ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ МОДИФИКАЦИИ И ИХ БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

В. А. Скиба¹, К. В. Быков¹

¹ФГКВОУ ВО - Военная академия Ракетного вооружения стратегического назначения имени Петра Великого - Минобороны России

В данной статье рассмотрен процесс эволюции коммерческих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в контексте их применения в современных вооруженных конфликтах. Особое внимание уделяется программно-аппаратным модификациям, которые позволяют адаптировать гражданские квадрокоптеры для выполнения военных задач. На основе анализа открытых источников и технической документации описаны основные типы модификаций, их эффективность и ограничения. Проведен анализ различных способов боевого применения модифицированных коммерческих БПЛА. Сформулированы выводы о влиянии коммерческих БПЛА на характер современных конфликтов и предложены рекомендации для различных заинтересованных сторон.

Ключевые слова: коммерческие БПЛА, модификации, программно-аппаратные модификации, вооруженные конфликты.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия БПЛА прошли путь от экспериментальных моделей до высокотехнологичных систем, используемых как в гражданских, так и в военных целях [1]. Изначально предназначенные для фотосъемки, сферы развлечений и сельского хозяйства, коммерческие квадрокоптеры быстро адаптировались под нужды современных вооруженных конфликтов.

Особую актуальность исследование эволюции коммерческих БПЛА и их применения в военных конфликтах приобрело в контексте специальной военной операции (СВО) на территории Украины, а также других современных конфликтов. Опыт этих конфликтов продемонстрировал, что даже такой казался бы безобидный инструмент, как квадрокоптер, может стать грозной военной силой, применяемой в бою [2].

Анализ противостояния примерно технологически равных по силам сторонам, обладающих системами ПВО и РЭБ, показал низкую эффективность использования крупных беспилотных летательных аппаратов. Большинство БПЛА типа *Bayraktar TB3*, «Форпост», «Орион» и аналогичных было уничтожено в первые месяцы боевых действий, после чего их применение стало ограниченным. В то же время малые БПЛА мультироторного типа продемонстрировали свою эффективность. Однако обе стороны

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.04.25.

Принято к публикации: 04.08.25.

Скиба, В.А. Эволюция коммерческих беспилотных летательных аппаратов в условиях современного конфликта: программно-аппаратные модификации и их боевое применение / В.А.Скиба, К.В.Быков // Труды академии наук авиации и воздухоплавания. - 2025. - № 1. - С. 15-28.

В данной статье рассмотрен процесс эволюции коммерческих беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в контексте их применения в современных вооруженных конфликтах. Особое внимание уделяется программно-аппаратным модификациям, которые позволяют адаптировать гражданские квадрокоптеры для выполнения военных задач. На основе анализа открытых источников и технической документации описаны основные типы модификаций, их эффективность и ограничения. Проведен анализ различных способов боевого применения модифицированных коммерческих БПЛА. Сформулированы выводы о влиянии коммерческих БПЛА на характер современных конфликтов и предложены рекомендации для различных заинтересованных сторон.

[Читать](#)



Центр научного интерактивизма «Интерактив.плмс»

Докторов Александр Вячеславович

соискатель, заместитель начальника отдела
Научно-исследовательский испытательный центр
г. Знаменск, Астраханская область

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация: в статье рассмотрено развитие теории и практики применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе применения их в специальной военной операции (СВО). Выявлены основные направления совершенствования БПЛА на современном этапе.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, боевые действия, воздушная разведка, радиоэлектронная борьба, средства поражения противника.

Современная военно-политическая обстановка указывает на появление новых угроз, связанных с технологическим развитием противоборствующих сторон. На данный момент самые технологически продвинутые страны активно разрабатывают и внедряют вооружение с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) различного типа. Поэтому создание отечественных современных систем противодействия новым угрозам становится важной задачей.

Специальная военная операция полностью продемонстрировала потенциал и ценность БПЛА разных классов. Российская армия имеет разнообразные системы такого рода, с помощью которых выполняется широкий спектр задач. Это не только обеспечивает успешное осуществление боевых операций, но и накапливает ценный опыт. Кроме того, создаются предпосылки для дальнейшего развития области беспилотной авиации [1].

Современные комплексы с БПЛА способны выполнять следующие задачи:

- воздушная разведка общего и специального назначения;
- радиоэлектронная борьба, включая электронную разведку, радиоэлектронное подавление радиоэлектронных средств противника, насыщение зон ПВО ложными целями;

Докторов, А.В. Развитие теории и практики применения беспилотных летательных аппаратов в современных условиях /А.В. Докторов // Стратегические ориентиры развития науки и образования. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 25 сентября 2024 г.). – Чебоксары. - 2024. – С. 119-125.

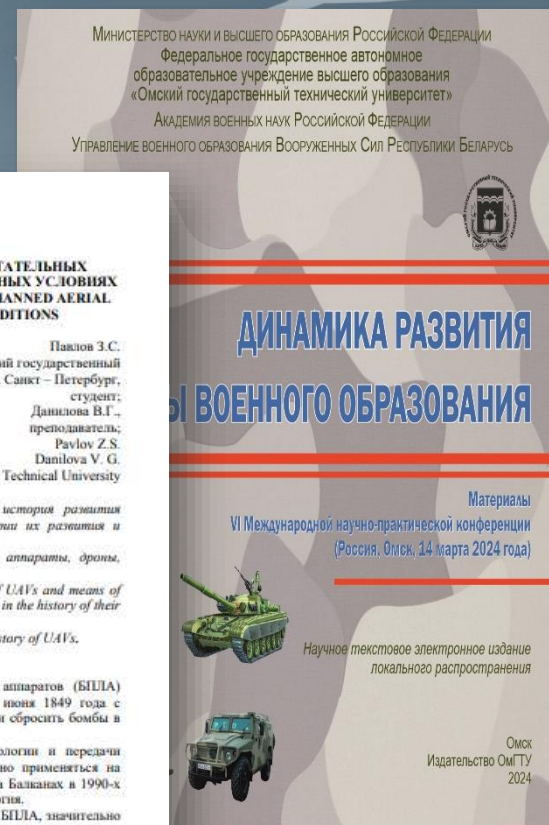
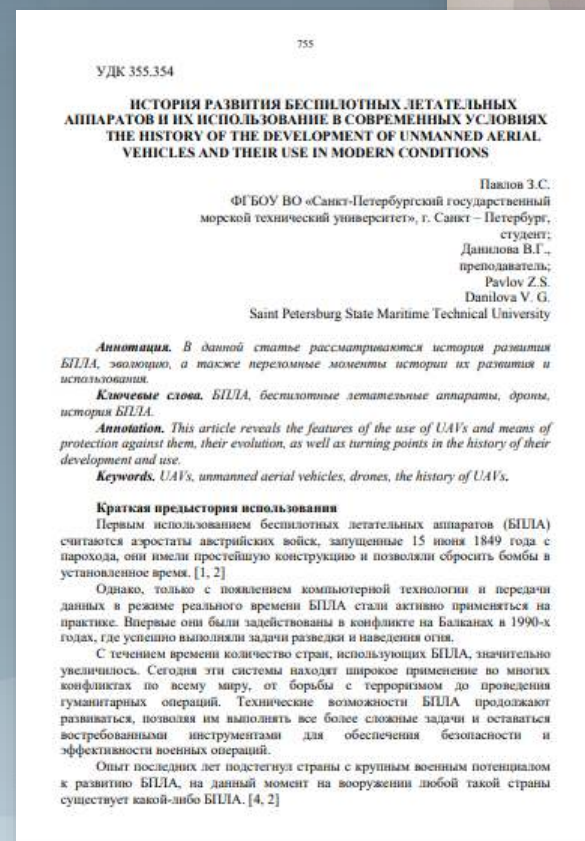
В статье рассмотрено развитие теории и практики применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе применения их в специальной военной операции (СВО). Выявлены основные направления совершенствования БПЛА на современном этапе.

[Читать](#)

Павлов, З.С. История развития беспилотных летательных аппаратов и их использование в современных условиях / З.С. Павлов, В.Г. Данилова // Динамика развития системы военного образования : Материалы VI Международной научно-практической конференции (Омск, 14 марта 2024 г.). – Омск. - 2024. – С. 755-761.

В данной статье рассматриваются история развития БПЛА, эволюцию, а также переломные моменты истории их развития и использования.

[Читать](#)



Вострокнутов, А.Л. Предпосылки необходимые условия для использования современных технологий беспилотных авиационных систем в специальной военной операции /А.Л Вострокнутов, А.С. Гричанов, И.В. Засыпкин // Психология и педагогика служебной деятельности. - 2025. - № 2. - С.84-88.

Применение современных технологий в сфере использования беспилотных летательных аппаратов подразделениями специального назначения Росгвардии в условиях специальной военной операции является не только перспективным направлением, но и необходимым условием для достижения успеха на поле боя. Проведен анализ беспилотных авиационных систем и современных технологий, позволяющих эффективно их использовать в оперативно-служебной деятельности подразделений Росгвардии. Выявлена необходимость совершенствования комплексного подхода, включающего техническое оснащение, интеграцию в систему управления и обеспечение кибербезопасности. Обоснована важность всесторонней и качественной подготовки кадров в подразделениях Росгвардии как необходимое условие внедрения инновационных технологий в их деятельность при проведении специальных операций.

[Читать](#)





Спасибо за внимание!

