



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАЗЕННЫЙ
НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»
(ФКП «ГкНИПАС»)**

п. Белоозерский, Воскресенский р-н, Московская обл.,
Россия, 140250, тел.(495) 5560709, факс(495) 5560740,
E-mail: info@fkpgknpas.ru, сайт: www.fkpgknpas.ru
ОКПО 07536117, ОГРН 1035001302160
ИНН/КПП 5005020218/500501001

от 30.11.2020 № 000/3820
на № _____ от _____

Проректору ФГБОУ ВО
«Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский
университет)» по научной
работе, д.т.н., профессору

Равиковичу Ю.А.

125993 г. Москва
Волоколамское шоссе, д. 4,
ГСП-3

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляю Вам отзыв ведущей организации ФКП «ГкНИПАС» на диссертацию и автореферат Арувелли Сергея Витальевича на тему: «Методика определения облика управляемой планирующей парашютной грузовой системы под параметры транспортной операции», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: отзыв на 8 л., в 2 экз.

Директор

С.А. Астахов



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФКП «Гк НИПАС»,
кандидат технических наук

С.А. Астахов

« 05 » нояб/2 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Арувелли Сергея Витальевича «Методика определения облика управляемой планирующей парашютной грузовой системы под параметры транспортной операции», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертации

В авиационно-космической отрасли широко применяются грузовые парашютные системы на основе круглых однооболочковых парашютов. Эти парашюты достаточно широко используются из-за их надежности и простоты, с точки зрения технологичности изготовления. Динамика движения, нагружения и движения парашютных систем при спуске (спасении) грузов хорошо изучена. Однако они имеют ряд ограничений их применения из-за их тактико-технических характеристик. Очень сложно точно десантировать парашютные системы с больших высот и при сложной ветровой обстановке на ограниченные площадки приземления.

В отличие от круглых парашютных систем парашютные системы типа «крыло» являются двухоболочковой безмоментной оболочкой, более сложные конструктивно, имеют более широкие тактико-технические характеристики. Парашют «крыло» является управляемым летательным аппаратом способным двигаться против ветра (до 10 м/с) обладает качеством от 2.2 до 3.5 и самое

главное его можно посадить в заданную точку приземления с высокой вероятностью и точностью (круговое отклонение от точки приземления не более 50 м). Еще один важный момент посадку управляемой планирующей парашютной грузовой системы (УППГС) можно выполнить при правильном управлении с использованием динамического торможения («подрыв») практически с нулевыми перегрузками. Такими тактико-техническими характеристиками другие однооболочковые парашютные системы не обладают.

Существующие методы проектирования планирующих парашютных систем необходимо дополнить актуальными на данный момент знаниями, полученными как в области парашютостроения, так и в других областях исследований авиационной и ракетно-космической промышленности. На данный момент прогрессивной технологией проектирования планирующих парашютных систем являются математические методы оптимального проектирования, имеющие гибкую структуру и разрабатываемые специально для таких систем с учётом всех их особенностей. Эффективность процесса определения облика планирующей парашютной системы оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики разрабатываемой парашютной техники, на общую продолжительность процесса проектирования и материальные затраты при разработке. Поэтому улучшение методов определения технического облика планирующих парашютных грузовых систем является актуальной научно-технической задачей, что и определяет актуальность диссертации Арувелли С.В.

Целью диссертационной работы является создание методики определения технического облика управляемой планирующей парашютной грузовой системы под параметры и ограничения транспортной операции. Методика базируется на эволюционном алгоритме оптимизации с многодисциплинарной архитектурой и позволяет проводить многокритериальную оптимизацию конструкции планирующей парашютной системы.

Объектом исследования в диссертации является управляемая планирующая парашютная грузовая система.

Предмет исследования: применение эволюционных алгоритмов и многодисциплинарных архитектур оптимизации для решения задачи определения облика управляемой планирующей парашютной грузовой системы.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. Объём работы составляет 230 страниц, в том числе 66 рисунков, 14 таблиц, одно приложение.

Диссертация написана логически последовательно, грамотным научно-техническим языком. Приведенные в работе рисунки качественные и наглядные.

Содержание диссертации отражает процесс поиска решений задач, сформулированных соискателем для достижения поставленной цели работы.

Во введении приведены все формально необходимые положения и характеристика работы, обоснована актуальность выбранной темы, определена научная новизна проводимого исследования и сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены задачи, решаемые управляемыми планирующими парашютными системами, проведён подробный обзор научной литературы и выделены основные нерешённые проблемы в области проектирования УППГС. Предложена схема параметризации конструкции УППГС, сформулированы и формализованы требования и ограничения транспортных операций. Сформулирована постановка задачи диссертации как в вербальной, так и в математической форме.

Во второй главе приведено описание используемых математических моделей (ММ) УППГС: ММ конструкции и прочности парашютной системы, ММ процесса наполнения крыла парашюта, ММ аэродинамики УППГС, ММ установившегося режима полёта в продольном движении систем и ММ динамики УППГС. Проведена валидация моделей путём сравнения результатов расчёта с данными экспериментов. Полученные при моделировании расхождения с экспериментом являются приемлемыми. Автором разработана

модель функционирования УППГС, объединяющая описанные выше модели и позволяющая определить необходимые характеристики системы. Особенностью модели является учёт манёвра динамического торможения при приземлении, модульность построения модели и её адаптированность для дальнейшей оптимизации конструкции УППГС.

В третьей главе приведены описание и алгоритмы методики определения облика УППГС под параметры транспортной операции, рассмотрены различные критерии оптимальности конструкции планирующей парашютной системы. Достоверность методики подтверждена её валидацией, заключавшейся в расчёте характеристик уже разработанных УППГС по заданным конструктивным параметрам и сравнении с их паспортными характеристиками. Проведена серия вычислительных экспериментов, показавшая сходимость с результатами других исследований в области планирующих парашютных систем.

Четвёртая глава посвящена решению задач формирования облика УППГС и общей оценке эффективности разработанной методики. Результаты расчётов отражают факт улучшения характеристик УППГС по сравнению с эксплуатируемыми в настоящее время системами.

В заключении отражены основные результаты диссертационной работы, сформулированы предложения по их дальнейшему использованию.

Список литературы включает в себя 195 наименований и с необходимой полнотой охватывает тематику и положения, изложенные в диссертации.

В приложение вынесены материалы о внедрении работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что разработанная на основе применения генетического алгоритма NSGA-II и многодисциплинарной архитектуры оптимизации MDF методика определения облика УППГС позволяет сформировать оптимальный по множеству критериев облик планирующей парашютной грузовой системы под заданные параметры транспортной операции. Автор работы систематизировал, объединил и адаптировал существующие методологические подходы к решению задачи определения облика УППГС и применил математический аппарат

многодисциплинарной оптимизации и эволюционные алгоритмы при проектировании УППГС в авиационной промышленности.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные алгоритмы решения задачи определения облика УППГС позволяют на ранних этапах проектирования повысить качество проектно-конструкторских работ за счёт существенного увеличения количества прорабатываемых вариантов и использования современного математического аппарата оптимизации, сократить сроки разработки оптимальных конструкций системы и материальные затраты.

Практическая значимость диссертации подтверждена использованием и внедрением результатов работы в организациях, связанных с проблемами точного десантирования грузов: программа ДПО МАИ с АО «НИИ Парашютостроения», ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева», ПАО «Ил», общероссийская общественная спортивная организация «Объединенная федерация спорта сверхлегкой авиации России». Акты внедрения приведены в приложении диссертации.

Достоверность научных положений подтверждается использованием апробированного программного обеспечения, валидацией применяемых математических моделей и разработанной методики. Научные результаты не противоречат опубликованным работам других авторов.

Рекомендации по практическому использованию результатов работы

Предложенная методика определения облика УППГС является достаточно универсальной и может быть использована как при разработке новых образцов парашютной техники, так и при модернизации существующих систем.

Результаты исследования могут быть рекомендованы для применения на разных стадиях проектирования планирующих парашютных систем на предприятиях при проектировании УППГС в авиационной промышленности, а также в процессе подготовки специалистов отрасли в высших учебных

заведениях и при повышении квалификации и переобучении работников промышленности.

Публикации и апробация работы

Результаты работы докладывались и обсуждались на четырёх научно-технических конференциях международного и всероссийского значения. По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе четыре из них в журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. В данных публикациях в должной мере отражены основные научные результаты работы. Объём выступлений и публикаций показывает, что результаты диссертационной работы в полной мере прошли апробацию.

Оценка структуры и содержания автореферата

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и позволяет составить целостное представление о проделанной работе. Материалы диссертации изложены логически последовательно. По объёму и оформлению автореферата замечаний нет.

Отмечены следующие замечания к диссертационной работе:

1. Выбранная математическая модель процесса наполнения крыла парашюта является полуэмпирической и отражает идеальные условия наполнения парашюта «крыла» только при продольном движении и не отражает процессов возникновения нагрузок в конструкции парашютной системы (ПС) под действием аэродинамических сил, при нестационарном наполнении купола парашюта. В большинстве случаев наполнение парашюта имеет не симметричные характеристики. При моделировании сил, возникающих при наполнении парашюта не приводятся результаты расчетов, отражающих потерю высоты ПС при наполнении купола парашюта, а этот параметр может оказаться значительным при решении задачи точного приземления ПС в заданную точку. В работе не достаточно полно исследован вопрос рифления ПС при ее наполнении.

2. В работе не рассмотрен такой дисциплинарный блок как управление и наведение УППГС в заданную точку. Не приводятся результаты расчетов моделирования пространственного движения, хотя в уравнениях

динамики движения это учтено (уравнения (107), (108) стр. 115 по тексту диссертации).

3. Не достаточно полно рассмотрен вопрос экономической эффективности, которую можно получить от внедрения полученных результатов в авиационную промышленность.

Надо отметить, автору работы необходимо было замкнуть систему моделирования ПС на всех этапах ее функционирования и решить задачу оптимизации выбора облика ПС под конкретную задачу десантирования груза и это автору работы удалось. А решать эту задачу с использованием более точных математических моделей отдельных этапов функционирования УППГС при десантировании в заданную точку заданного груза на данном этапе не целесообразно. Будем надеется, что эти замечания будут учтены автором работы в дальнейшей работе. Кроме того, например, задача математического моделирования процессов наполнения ПС в научном плане полностью не решена.

Отмеченные недостатки не снижают достоинства и значимости работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Арувелли Сергея Витальевича «Методика определения облика управляемой планирующей парашютной грузовой системы под параметры транспортной операции» выполнена на высоком научном уровне и содержит решение актуальной научной задачи – разработки нового методического подхода в проектировании управляемых планирующих парашютных грузовых систем на основе эволюционных алгоритмов. Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Арувелли Сергей Витальевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности

05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Диссертация и автореферат Арувелли С.В. рассмотрены на заседании Научно-технического совета ФКП «ГкНИПАС», протокол № 2-11 от 30 ноября 2020 г.

Заместитель председателя НТС, доктор технических наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный советник



Ниязов В.Я.

Подпись Ниязова В.Я заверяю:
Председатель НТС, кандидат технических наук, директор



Астахов С.А.

Федеральное казенное предприятие
«Государственный казенный научно-испытательный полигон авиационных систем»

Адрес: 140250, Россия, Московская обл., г.о. Белоозёрский, Воскресенский район
Тел.: +7 (495) 556-07-09
+7 (495) 556-07-40
E-mail: info@gknipas.ru