

**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЯКОВЛЕВ»
(ПАО «ЯКОВЛЕВ»)**

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хоанг Ван Хынг на тему «Автоматизация выбора схемы и параметров беспилотных летательных аппаратов самолётно́го типа с использованием многодисциплинарной оптимизации», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Актуальность темы. Диссертационная работа Хоанг Ван Хынг посвящена актуальным вопросам автоматизации проектирования и оптимизации технического облика беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В настоящее время широкое распространение получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА) военного и гражданского назначения (сельское хозяйство, логистика и экологический мониторинг). На сегодня востребованы два основных типа БПЛА: самолётно́го и роторного типа, а также их комбинации. В работе рассматриваются аппараты самолетного типа с большой продолжительностью полета, требующие особо тщательного проектирования для обеспечения аэродинамического и весового совершенства.

В этой связи разработка автоматизированных систем (алгоритмов и программ) для поддержки выбора схем и параметров БПЛА, с учетом возможностей существующего программного обеспечения и вычислительных ресурсов, является актуальной задачей.

Цель диссертации. Разработка автоматизированной системы, методик, алгоритмов и программного обеспечения (ПО) для поддержки быстрого выбора рациональных параметров облика новых БПЛА самолётно́го типа на этапах концептуального проектирования и модификации существующих. **Объектом исследования** является БПЛА самолётно́го типа, **предметом исследования** - методика выбора схемы и параметров БПЛА самолётно́го типа.

Для достижения поставленной цели Хоанг Ван Хынг были определены следующие **задачи исследования:**

1. Выбор эффективного варианта оптимизационного эволюционного алгоритма и адаптация его к проектированию БПЛА самолётно́го типа.
2. Разработка комплекса проектных переменных для генерации аэродинамических схем в широком диапазоне от «нормальной» до схемы «утка», включая «тандем».
3. Разработка быстрого алгоритма вычисления взлётной массы повышенной точности с учётом требований продольной устойчивости.
4. Разработка математических моделей для быстрого расчёта аэродинамических характеристик (АДХ) различных аэродинамических схем.
5. Проведение анализа и выбора весовых формул основных частей конструкции самолёта с учётом масштабного фактора.
6. Разработка «Автоматизированной системы поддержки концептуального проектирования (АСП_КП)» с использованием опубликованных и вновь разработанных программных блоков.
7. Оценка достоверности результатов проектирования в разработанной АСП_КП.

Научная новизна диссертационной работы Хоанг Ван Хынг заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм и ПО автоматизированной системы поддержки концептуального проектирования «АСП_КП» ЛА самолётного типа на основе варианта оптимизационного алгоритма «дифференциальной эволюции» (ДЭ), отличающийся от известных решений интеграцией опубликованных ПО с вновь разработанными программами: параллельных вычислений; сокращения размерности популяции; использования метода штрафной функции; введением пространства проектирования для учёта дискретных переменных.

2. Предложен компактный набор из 12 проектных переменных, способный порождать в процессе оптимизации различные аэродинамические схемы от «нормальной» до схемы «утка», включая «тандем» путём введения в рассмотрение относительной площади двух несущих поверхностей.

3. Разработана методика и ПО уточнённого расчёта взлётной массы с внутренним циклом учёта обеспечения условия продольной устойчивости.

4. Разработан комплекс методик для исследования значимости проектных переменных в процессе оптимизации, оценки близости получаемого решения к оптимальному и исследования рельефа целевой функции в многомерном пространстве проектных переменных.

Теоретическая значимость диссертации состоит в развитии методического и алгоритмического обеспечения предварительного проектирования БПЛА. Разработанная методика определения рационального размерно-весового облика дополняет перечень существующих методик проектирования беспилотных летательных аппаратов в интересах развития и совершенствования беспилотных авиационных систем.

Разработанная методика моделирования АДХ ЛА позволяет анализировать основные схемы самолёта и формировать направления оптимизации параметров. Предложенный алгоритм уточненного расчета взлётной массы с введением условий обеспечения продольной устойчивости позволил сократить число проектных переменных и время оптимизационных расчётов.

Практическая значимость диссертации. Работа ориентирована на применение в проектных подразделениях конструкторских бюро и обеспечение информационной поддержки принятия решений на различных этапах проектирования. Практическая ценность методики состоит в том, что она позволяет получать, наряду с оптимальными значениями проектных переменных, обширную дополнительную информацию в графическом и цифровом виде - облик самолёта, АДХ, энерговооружённость, массы компонентов ЛА.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проектировании, при проведении научно-исследовательских и поисковых работ, а также в образовательных целях. Практическую ценность представляют алгоритмы и коды программ в приложении к опубликованной диссертации, что позволит провести тестирование и апробацию программных модулей на других проектах ЛА.

Автореферат диссертации хорошо структурирован и соответствует содержанию диссертационной работы.

В качестве замечаний и предложений хотелось бы отметить следующее:

1. Предложенная схематизация аэродинамической компоновки ЛА и набор проектных переменных позволяет исследовать схемы с двумя несущими поверхностями (нормальная, «утка», «тандем»), но не описана возможность анализа схем типа «бесхвостка», «летающее крыло» с помощью предложенных алгоритмов или модификации набора проектных переменных.

2. Проведенный автором анализ значимости проектных переменных показывает, что часть из них оказывают несущественное влияние на целевую функцию, при этом

предложенный набор проектных переменных и ограничений в явном виде не включает параметры аэродинамического профиля (тип профиля, относительная толщина), влияющие на АДХ, массу крыла и конструктивно-силовую схему.

3. При анализе аэродинамических схем в автореферате не раскрыт вопрос методов учета влияния воздушных винтов (схемы установки, режимов работы) на аэродинамические характеристики и балансировку ЛА.

Указанные замечания не снижают общей научной ценности диссертации и их следует рассматривать как рекомендации по дальнейшей научной работе автора, замечания могут быть учтены автором при подготовке доклада по предъявляемой к защите диссертации.

Заключение. Диссертация Хоанг Ван Хынг на тему «Автоматизация выбора схемы и параметров беспилотных летательных аппаратов самолётного типа с использованием междисциплинарной оптимизации» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне. Диссертация соответствует паспорту специальности и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Хоанг Ван Хынг, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Заместитель главного конструктора
по перспективным проектам,
Начальник отделения Общих видов
КБ ИЦ



Нестеров Павел Валерьевич

Начальник отдела
эскизного проектирования
Отделения общих видов КБ ИЦ, к.т.н.



Шапиро Никита Сергеевич

Ведущий инженер-конструктор отдела
эскизного проектирования
Отделения общих видов КБ ИЦ



Гареев Раиль Фаузатович

Подписи заверяю

Начальник Конструкторского бюро



Барбин Андрей Юрьевич

«19» мая 2025 г.

Данные об организации ПАО «Яковлев»:

Адрес: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 68

Тел.: +7 (495) 777-21-01 Email: office@yakovlev.ru



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЯКОВЛЕВ»

ПАО «ЯКОВЛЕВ»

Ленинградский пр-т, д. 68, Москва, Россия, 125315
ИНН 3807002509, КПП 997450001, ОГРН 1023801428111
тел.: +7 (495) 777-21-01, факс: +7 (495) 221-36-39
e-mail: office@yakovlev.ru
www.yakovlev.ru

21.05.2025 № 16215

на №

*Отзыв на автореферат диссертации
Хоанг Ван Хынг*

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.379.03
Крамлиху А.В.

Самарский национальный
исследовательский университет
имени академика С.П. Королева

Адрес: 443086, г. Самара, Московское
шоссе, д. 34.

Уважаемый Андрей Васильевич!

В ответ на № 104-1621 от 26.03.2025 (вход.№ 14701 от 28.04.2025 г.) направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Хоанг Ван Хынг на тему «Автоматизация выбора схемы и параметров беспилотных летательных аппаратов самолётного типа с использованием междисциплинарной оптимизации», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Приложение: отзыв на автореферат на 3-х л. в 1 экз.

И.о. Первого заместителя генерального
директора

В.Ю. Нарышкин

Шапиро Никита Сергеевич
+7 (495) 777-21-01 (77-76)

Входящий № 104-4524
Дата 29 МАЙ 2025
Самарский университет