

ОТЗЫВ

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

В последние годы наблюдается рост значимости беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые могут быть использованы в различных отраслях авиации, сельского хозяйства, логистики, дистанционного зондирования Земли, геологоразведке, связи, картографии, а также для ситуационного и экологического мониторинга.

При разработке БПЛА для обеспечения аэродинамического и весового совершенства приходится решать множество междисциплинарных задач по выбору оптимальных проектных параметров, таких как взлетная масса, скорость, удельная нагрузка на крыто, относительная площадь и другое. Поэтому разработка автоматизированных систем для компьютерной поддержки выбора схем и параметров БПЛА самолётного типа с целью повышения лётной эффективности и сокращения времени первоначального этапа проектирования за счёт использования методов междисциплинарной оптимизации (МДО) является *актуальной задачей*.

Объект исследования: БПЛА самолётного типа.

Предмет исследования: методика выбора схемы и параметров БПЛА самолётного типа.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что:

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 (AVL, FreeCAD) 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 «test-opt» 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 результатов работы заключается в том, что:

1. Разработанная методика моделирования АДХ ЛА со сложными аэродинамическими компоновками несущих поверхностей позволяет анализировать все основные известные схемы самолёта при оптимизации проектных параметров и обеспечивает возможность расширения рассмотрения различных новых конфигураций в будущем.

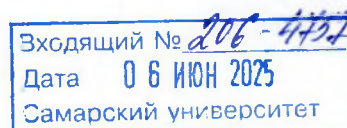
2. Разработанная методика использования уравнения существования ЛА с учётом дополнительного требования обеспечения продольной устойчивости сокращает число проектных переменных на две единицы и время оптимизационных расчётов.

3. Предложенный способ включения оценочной величины взлётной массы в состав вектора проектных переменных существенно ускоряет процесс оптимизации.

Достоверность научных результатов, получаемых по предлагаемой методике, доказана специально разработанным комплексом методов и методик:

1. Путём сопоставления результатов математических моделей аэродинамики с экспериментальными данными, полученными в аэродинамической трубе.

2. Через оценку точности алгоритма расчёта взлётной массы путём сопоставления расчётного значения взлётной массы по предлагаемой методике с характеристиками двух реальных БПЛА самолётного типа.



3. Оценка точности расчёта массы топлива выполнена по двум известным методикам и предложена собственная более точная методика для ЛА с большой дальностью полёта.

4. Достоверность и эффективность разработанной методики поиска оптимальных значений проектных переменных доказаны путём выполнения реинжиниринга двух известных ЛА самолётного типа и с применением комплекса методик «test-opt».

Некоторые замечания

1. В тексте автореферата не приведены обозначения величин потребной энерговооружённости " $\bar{N}$ " и аэродинамического качества "К", а также отсутствуют обозначения действующих на БПЛА самолетного типа сил и моментов, указанных на рис. 4. Условные обозначения величин и массовых коэффициентов, входящих в формулы (14)-(18) приведены не полностью.

2. На стр. 14 автореферата допущена грамматическая ошибка, пропущено окончание: «Результаты однократного расчёта ... сравнивались с опубликованным(и) данным(и) реальных прототипов ...». На стр. 17 пропущена буква «ь»: «Для анализа рельефа целевой функции ... с цел(ь)ю оценки близости...».

3. Из автореферата не ясно, на какой крейсерской скорости и дальности полета проводились численное моделирование и эксперимент. Было бы не лишним привести формулу для определения массы топлива крейсерского полета, по которой были получены данные из табл. 4.

4. Для лучшего понимания результатов диссертационного исследования геометрические проектные параметры (табл. 1) рекомендуется отобразить на одном из рис. 1,2,7,9.

5. В тексте автореферата личный вклад автора следовало обозначить, просто перечислив полученные им лично результаты. В методах исследования будет не лишним упомянуть использованный оптимизационный алгоритм «дифференциальной эволюции».

Отмеченные недостатки *не снижают* практическую ценность работы и не влияют на обоснованность защищаемых положений.

Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на достаточно высоком уровне. Полученные автором результаты являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными.

Работа отвечает требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Хоанг Ван Хынг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Доктор технических наук, профессор кафедры
«Авиа- и ракетостроение» ФГАОУ ВО «Омский
государственный технический университет»,
главный научный сотрудник НИЛ "Парогазовые смеси
в конструкциях ракет-носителей".

Служебный адрес:
644050, РФ, Омск, пр-т Мира, д. 11
тел.: (3812) 27-52-12, 25-75-77
e-mail: vatrushlyakov@yandex.ru



/ Трушляков Валерий Иванович/
25.05.2025

Я, Трушляков Валерий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой кандидатской диссертации Хоанг Ван Хынга и на их дальнейшую обработку.



Подпись д.т.н., профессора Трушлякова В.И. заверяю.
Учёный секретарь учёного совета ОмГТУ



/ Трушляков Валерий Иванович/

Немцова Анна Федоровна /

