

0.1. Исмаилов К. Оптимальное проектирование малоразмерного БПЛА с использованием эволюционных алгоритмов

В настоящее время задача проектирования беспилотного авиационного комплекса включает большое число параметров и представляет собой итеративный процесс. Ввиду вычислительной сложности оптимизации классическими методами [1], одним из перспективных методов оптимального проектирования является использование эволюционных алгоритмов [2], автоматизация задачи оптимального поиска для нахождения глобального минимума одной или нескольких целевых функций.

В данной работе представлены результаты оптимального проектирования планера беспилотного летательного аппарата с массой полезной нагрузки 3 кг и продолжительностью полета 2 часа с электрическим источником питания. Оптимизация производилась на этапе предварительного проектирования с использованием эволюционных алгоритмов. Поле начальных приближений определялось с помощью разработанной программы для расчета геометрических характеристик самолета [3]. Рассматривались летательные аппараты традиционной аэродинамической схемы, с передним горизонтальным оперением, тандемные летательные аппараты и летающие крылья. Использовались конструкция несущих элементов лонжеронного типа с работающей обшивкой и конструкция фюзеляжа типа монокок. Генерация следующего поколения, скрещивание и мутационные изменения решений проводились по бинарным параметрам по аналогии с включением и отключением генов в живой природе. При этом варьировались геометрические характеристики планера, конфигурация силовой установки и конструктивно-силовой схемы крыла. Селекция решений производилась pull-методом: по целевым функциям, отражающим аэродинамическую эффективность планера, критериям безопасности полета и при прочих равным характеристикам выбиралось решение с наименьшей взлетной массой. В качестве целевых функций были выбраны аэродинамическое качество и качество снижения, при этом контролировались величины минимальной скорости, размах углов атаки между режимом полета с максимальным качеством и режимом сваливания. Расчет целевых функций проводился по результатам трехмерного моделирования аэродинамики в пакете OpenFOAM на кластере СКИФ Cyberia [4].

В результате расчетов получен эскизный прототип беспилотного летательного аппарата, обладающий взлетной массой 13 кг при использовании стекловолоконных и карбоновых композитных конструкционных материалов. Планер выполнен в виде аэродинамической схемы «летающее крыло». Базовая площадь крыла — 1.18 м^2 , размах — 3 м. Аэродинамическое качество планера составило 19 единиц, ко-

эффициент профильного сопротивления — 0.0136, удлинение крыла — 7.27 и эффективное удлинение — 6.25. Скорость наивысшего качества — 17–20 м/с, минимальная скорость — 13 м/с.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Тимченко С. В.

Список литературы

- [1] ТОРЕНБИК Э. Проектирование дозвуковых самолетов: пер. с англ. Е. П. Голубкова // М.: Машиностроение, 1983. 648 с.
- [2] OLIVEIRA R. ET AL. Genetic optimization applied in conceptual and preliminary aircraft design. SAE Technical Paper, 2008. N. 2008-36-0198.
- [3] КАГЕНОВ А. М., ИСМАИЛОВ К. К., Программа для предварительного проектирования и расчета беспилотных воздушных судов с конструктивно-силовой схемой крыла лонжеронного типа и фюзеляжа — монокок. (свидетельство № 2021614941) / М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент), 2021.
- [4] KAGENOV A. M., KOSTYUSHIN K. V., ISMAILOV K. K. ET AL. The development of a cloud system for investigation of UAVs aerodynamic characteristics // J. Phys.: Conf. Ser. 2020. Vol. 1488. P. 1–5.