

УДК 681.516.32

MIL моделирование и настройка системы управления беспилотными летательными аппаратами самолетного типа

Кошкина Анастасия Александровна^(*)

koshkinaaa@student.bmstu.ru

Бабенко Максим Денисович

babenkamd@student.bmstu.ru

Чулин Николай Александрович

nchulin@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается использование MIL моделирования при проектировании и настройке системы управления БПЛА самолетного типа. Математическое моделирование реализовано в программе на языке C++, включая блоки динамики и кинематики БПЛА, системы управления с контурами по высоте, линейной скорости, углу курса и боковой перегрузки. Результаты вычислительных экспериментов подтверждают возможность решения поставленной оптимизационной задачи моделирования динамики БПЛА и настройки его системы управления с использованием выбранного стека технологий.

Ключевые слова: БПЛА, MIL моделирование, система управления, ПИ-регулятор, настройка контуров управления, генетический алгоритм

Введение. Одной из ключевых задач при разработке нового БПЛА является проектирование и настройка системы управления. Одним из подходов, используемых при создании системы управления, является MIL (Model-in-the-Loop) моделирование. Использование подобного подхода зачастую способствует снижению издержек, поскольку дает возможность выявить ошибки на ранних стадиях разработки, что позволяет избежать дорогостоящих модификаций физических прототипов. Кроме того, тестирование в виртуальной среде позволяет оценить функционирование системы в разнообразных сценариях, что повышает надежность конечного продукта.

Материалы и методы; результаты. В работе рассмотрено применение MIL моделирования при разработке и настройке системы управления БПЛА самолетного типа нормальной аэродинамической схемы. Моделирование математической модели реализовано с использованием разработанной в интегрированной среде разработки Qt Creator приложения на языке C++. Созданную модель условно можно разделить на два блока. Первый блок — это модель динамики и кинематики БПЛА, учитывающая аэродинамику летательного аппарата [1]. Второй блок — это система управления БПЛА, которая включает контуры по высоте, линейной скорости, углу курса, боковой перегрузке. В системе управления применяется стандартный подход к управлению и регулированию нелинейными системами с использованием ПИ-регуляторов по ошибкам в каждом из контуров управления [1].

В приложении предусмотрен графический интерфейс для ввода параметров начального состояния объекта, уставок и коэффициентов контуров

управления для удобства их настройки, а также отображения необходимых графиков. Функционал приложения позволяет проводить настройку системы управления с применением последовательности оптимизационных процедур, численно реализуемых с использованием генетического алгоритма [2, 3]. Подбираются такие коэффициенты системы управления, которые обеспечивают качество переходных процессов, близкое к требуемым. Сначала осуществляется настройка контура управления по высоте, затем по линейной скорости. В завершении проводится одновременная настройка контура управления по курсу и боковой перегрузки. Проведенные вычислительные эксперименты по настройке системы управления показали принципиальную применимость рассмотренного подхода.

Заключение. Разработанные оптимизационные процедуры показали свою эффективность в настройке системы управления БПЛА самолетного типа. Использование выбранного стека технологий и MIL моделирования при реализации программного обеспечения позволило решить поставленную задачу существенно быстрее, чем при использовании системы научных вычислений MathWorks MATLAB.

Список источников

- [1] Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. *Динамика полета беспилотных летательных аппаратов*. Москва, Машиностроение, 1973, 616 с.
- [2] Пушкарева А.Д., Масленников А.Л. Настройка системы стабилизации космического аппарата CubeSat в режиме разгона двигателей маховиков с использованием генетического алгоритма. *Авиакосмическое приборостроение*, 2024, № 5, с. 37–49.
- [3] Кузнецов М.А., Масленников А.Л. Настройка системы регулирования двухроторной аэродинамической системы с использованием генетического алгоритма. *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*, 2023, № 4, с. 33–38. <https://doi.org/10.25791/pribor.4.2023.1403>