**Задача оптимального управления ориентацией космического аппарата  
в отечественных проектах мягкой посадки на поверхность Луны**

***Бирюков Д.А.***

*Студент, 6 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет космических исследований, Москва, Россия*

*E-mail: daniel.biryukov@cosmos.msu.ru*

В настоящее время увеличивается количество проектов исследования Луны [1]. Отечественная программа изучения Луны включает ряд космических аппаратов, предназначенных для реализации в текущем десятилетии [2] мягкой посадки на поверхность Луны в районе южного полюса.

Особенностью отечественных посадочных космических аппаратов является наличие только реактивной системы управления ориентацией, включающей разнотипные двигатели. Следует отметить, что дополнительный возмущающий момент сил определяется смещением центра масс из-за раздельных топливных систем маршевого двигателя.

Для построения системы управления посадочным космическим аппаратом на его борту необходимо решать задачи обеспечения ориентации и стабилизации углового движения с использованием реактивных двигателей на всех этапах полёта, включая выполнение манёвров и посадку на поверхность Луны.

В работе рассмотрена задача управления угловым движением на этапе основного торможения [2] при выполнении посадки. Работа маршевого двигателя при торможении создаёт возмущающий момент сил, возникающий из-за отклонения центра масс космического аппарата от оси приложения тяги.

При решении задачи реализована динамическая модель, описывающая движение космического аппарата вокруг его центра масс под действием возмущающего момента сил маршевого двигателя и управляющих моментов двигателей стабилизации. Математическая модель динамической системы учитывает зависимость требуемой ориентации и тяги маршевого двигателя от времени. В качестве критерия оптимальности рассматривается комбинированный функционал, включающий отклонение реализованной ориентации от заданной и затраты топлива.

Решением задачи является алгоритм включения и выключения двигателей стабилизации для поддержания заданной ориентации на фоне работы маршевого двигателя с переменной тягой на участке основного торможения во время посадки. Оцениваются затраты топлива на поддержание ориентации.

**Литература**

1. *Зеленый Л.М., Захаров А.В., Кузнецов И.А., Шеховцова А.В.* Лунная пыль как фактор риска при исследовании Луны // Вестник РАН. Том 91, № 11. 2021.  
   С.1063-1073
2. *Жуков Б.И., Лихачев В.Н., Розин П.Е., Сихарулидзе Ю.Г., Тучин А.Г., Тучин Д.А.* Управление движением космического аппарата при посадке на поверхность Луны // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2021. № 4. С.22-30.