

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Васьковой Варвары Сергеевны «Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин».

Васькова В.С. окончила кафедру 305 «Пилотажно-навигационные и информационно-измерительные комплексы» факультета №3 «Системы управления, информатика и электроэнергетика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета), после чего в 2021 году поступила в аспирантуру на кафедру 802 «Мехатроника и теоретическая механика» института №8 «Компьютерные науки и прикладная математика», где освоила учебную программу к 2025 году.

За время обучения в аспирантуре Васькова В.С. существенно повысила свой образовательный и научный уровень, проявила творческий подход и настойчивость в решении поставленной научной проблемы. В годы обучения в аспирантуре многократно выступала с докладами на научных конференциях, а в рамках педагогической практики самостоятельно проводила практические занятия по математическому анализу, дифференциальным уравнениям и теоретической механике. После окончания аспирантуры Васькова В.С. успешно работает ассистентом на кафедре «Мехатроника и теоретическая механика».

Диссертационное исследование, выполненное Васьковой В.С., посвящено решению задач динамики полета космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи, являющейся математической моделью трасса, соединяющего две гелиоцентрические космические станции. В работе предложены способы перемещения космического аппарата в плоскости орбиты станций для постоянно ориентированного и корректируемого положения солнечного паруса, описаны модели солнечного паруса и леерной связи, введены понятия базовой и производной калибровочных характеристик, определяющих возможности солнечного паруса создавать соответственно силу и ускорение,

найден оптимальный угол наклона нормали солнечного паруса, необходимый для создания максимального ускорения в каждой точке траектории, проведен анализ и оценка действующих сил, выведены уравнения движения и записана теорема об изменении кинетической энергии.

Для случая полета с постоянно ориентированным солнечным парусом получены необходимые и достаточные условия существования связанного движения и возникновения маятниковых колебаний. Установлено, что сила солнечной радиации должна быть сонаправлена с внешней нормалью к траектории в некоторой точке, соответствующей среднему арифметическому эксцентрических аномалий начального и конечного положений космического аппарата на эллипсе, ограничивающем перемещения космического аппарата в орбитальной системе отсчета. Найдены множества пар точек, между которыми возможно перемещение с неослабевающим тросом. Подробно изучено перемещение между наиболее удаленными точками леерной связи при нулевых начальной и конечной скоростях.

Для случая с управляемым солнечным парусом разработана методика движения, предполагающая создание максимального касательного ускорения в каждой точке эллипса и разделяющая дугу, по которой осуществляется перелет, на участки разгона и торможения точкой переключения. Проведено сравнение динамики перемещения между наиболее удаленными точками леерной связи при нулевых начальной и конечной скоростях, и при нулевой только начальной скорости.

Проведен подробный численно-аналитический анализ основных динамических характеристик связанного движения при описанных способах управления солнечным парусом, а именно времени перелета, силы натяжения троса и относительной скорости, проиллюстрированный на примере реальных космических аппаратов.

Результаты сформулированы в виде алгоритмов и теорем, а также оформлены в виде графиков и блок-схем. Множества пар точек леерной связи, между которыми возможно перемещение, показано в виде диаграмм. Важно отметить,

что для решения задачи применялись как аналитические, так и численные методы.. Их комбинация позволила получить, в рамках сформулированной математической модели, полное и строгое решение поставленных задач. В частности, удалось провести практически полностью аналитическое исследование движения с постоянно ориентированным солнечным парусом, однако для вычисления интегралов в случае с управляемым парусом потребовалось использовать методы численного интегрирования.

На основе полученных результатов разработаны методики исследования динамики полета космического аппарата. Проведенное в диссертации исследование имеет не только теоретическое, но и прикладное значение. В частности, динамические характеристики относительного движения могут быть использованы для планирования различных космических миссий в дальнем космосе.

Научные результаты диссертации получены Васьковой В.С. самостоятельно. Они были представлены на различных международных конференциях и опубликованы в 5-ти статьях в журналах из перечня ВАК, две из которых проиндексированы в международной базе цитирования Scopus. Кроме того, оформлено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней.

«18» 12 2025 г.

Научный руководитель, д.ф.-м.н.,
доцент

А.В. Родников

Подпись Родникова А.В.
удостоверяю,

Директор дирекции
Института № 8, МАИ



С.С. Крылов