

Утверждаю
Врио заместителя начальника 4 Центрального
научно-исследовательского института
Министерства обороны Российской Федерации
по научной работе
кандидат военных наук



С. Кондратьев

«14» мая 2021 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Самохина Александра Сергеевича на тему
«Методика построения экстремалей Понтрягина в задачах сквозной
траекторной оптимизации межпланетных перелётов с учётом
планетоцентрических участков», представленной на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 –
«Теоретическая механика»

Применение автоматических космических аппаратов (КА), а также разработка пилотируемого транспортного корабля для исследования планет солнечной системы требуют решения комплекса задач обоснования применения и баллистического проектирования таких объектов. В настоящее время и в обозримой перспективе определяющим фактором исследования планет солнечной системы является энергетический фактор, при этом возрастает фактор времени, в связи с чем рассмотренная в работе комбинация двигателей большой (ДБТ) и малой тяги (ДМТ) может обеспечить перелёт к планете назначения КА требуемой массы за приемлемое время.

Этим определяется *актуальность научной задачи* – разработки методов и алгоритмов баллистического проектирования траекторий межпланетных маневров.

Автор провёл проектно-баллистические исследования в области построения комбинированного управления перелётом КА к спутнику Марса

Фобосу и возвращением к Земле на основе решения задачи сквозной оптимизации всей миссии с учётом притяжения планет на планетоцентрических участках, которая до настоящего времени проводилась в упрощенной постановке.

В ходе решения научной задачи и достижения цели исследований автором получен следующий *новый научный результат*:

Разработана методика («лестница задач»), позволяющая строить экстремали Понтрягина в задачах оптимизации межпланетных перелётов с единым функционалом с учётом притяжения планет и Солнца без использования грависфер нулевой протяжённости, в том числе при управлении космическим аппаратом с комбинированной двигательной установкой.

Научная значимость полученных автором результатов заключается в дальнейшем развитии теоретических и прикладных методов решения задач локальной и многоэкстремальной оптимизации с использованием принципа максимума Понтрягина при определении оптимального управления КА с комбинированной тягой при межпланетных перелётах в части их регулярного решения.

Практическая значимость работы состоит:

- в разработке программного комплекса расчёта и оптимизации межпланетных траекторий КА, оснащённых ДБТ и ДМТ;

- в обосновании возможности и реализуемости миссий к Фобосу и возвращением к Земле с использованием различных схем перелёта – с вариацией количества активных участков, витков подлёта к Марсу, а также использования гравитационного поля Луны;

- в построении окон старта в диапазоне с 2020 г. по 2030 г. на основе глобальной оптимизации энергетических характеристик маневров перелёта по маршруту Земля-Марс-Земля;

- в рекомендациях целесообразности проектирования межпланетного КА с ДМТ на основе оценки выигрыша от использования малой тяги.

Достоверность результатов исследований подтверждается:

- выбранным автором инструментарием - расчётно-теоретическим методом проведения исследований с использованием принципа максимума Понтрягина;

- учётом при построении модели движения КА притяжения крупных тел на всей траектории;

- использованием для проверки полученных результатов программно-методического обеспечения, разработанного в ИПМ им. М.В.Келдыша.

Результаты исследований реализованы:

- в учебном процессе Института космических технологий ИА РУДН.

Полученные в диссертационной работе результаты отражены в 38 научных публикациях автора, 7 из которых опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Вместе с тем, исходя из сведений, изложенных в автореферате диссертации, необходимо отметить ряд недостатков:

1. В автореферате не четко представлена математическая постановка задачи.
2. Приведенный в автореферате расчёт траектории возврата от Фобоса к Земле не учитывает притяжение Земли, а также не рассматривает задачу входа в атмосферу Земли.
3. В автореферате не показано, с какой степенью доверия получены выигрыши при использовании малой тяги, а также при использовании гравитационного поля Луны для совершения пертурбационного маневра.
4. В автореферате нет определения введённых автором отдельных понятий, что затрудняет восприятие материалов диссертации.

Отмеченные недостатки не снижают ценности представленной работы, которая в целом оценивается положительно.

В автореферате изложены все наиболее важные результаты, выносимые на защиту, его оформление в основном соответствует требованиям, предъявляемым к научным трудам.

Вывод: судя по автореферату, диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, содержит решение актуальной научной задачи разработки методов и алгоритмов баллистического проектирования траекторий межпланетных экспедиций. Работа в целом отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Начальник управления
кандидат технических наук
доцент



Г. Казаков

«13» мая 2021г.

Главный научный сотрудник
доктор технических наук
профессор



Н. Котяшев

«13» мая 2021г.

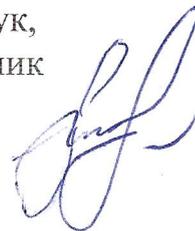
Старший научный сотрудник
кандидат технических наук
доцент



М. Степанов

«13» мая 2021г.

Секретарь Ученого совета
ФГБУ «4 ЦНИИ» Минобороны России
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



А. Боярский

«14» мая 2021г.