



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИМЕНИ М.В.КЕЛДЫША»
(АО ГНЦ «Центр Келдыша»)

Онежская ул., д. 8, Москва, Россия, 125438
Тел. +7 (495) 456-4608 Факс: +7 (495) 456-8228
ОКПО 47430587 ОГРН 1217700095667 ИНН/КПП 7743355574 / 774301001
kerc@elnet.msk.ru; https://keldysh-space.ru

16.10.2023 № 570-08/4

на № 010/22-14.09.23 от 28.09.2023

Об отзыве на автореферат диссертации

В отдел Ученого и диссертационных
советов МАИ
Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.327.03
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)» (МАИ),
доктору технических наук, доценту

Старкову А.В.

Волоколамское ш., д. 4,
г. Москва, 125993

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации на тему «Оптимизация траекторий космического аппарата с электроракетной двигательной установкой при наличии возмущающих ускорений», автор Юн Сон Ук.

Приложение:

Отзыв на автореферат на 3 листах в 2-х экз.

Ученый секретарь
АО ГНЦ «Центр Келдыша»
кандидат военных наук

Ю.Л. Смирнов

Исполнитель: Кувшинова Е.Ю.
тел. +7(495)456-64-42

Отдел документационного
обеспечения МАИ

21.11.2023

Отзыв

на автореферат диссертации

«Оптимизация траекторий космического аппарата с электроракетной двигательной установкой при наличии возмущающих ускорений», автор Юн Сон Ук. Диссертация представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационная работа автора посвящена разработке метода оптимизации возмущенных траекторий с малой тягой на основе применения комплексных дуальных чисел с использованием угловой переменной (вспомогательной долготы) в качестве новой независимой переменной вместо времени. Рассмотрены задачи перелетов КА с ЭРДУ в околоземном пространстве (между высокими эллиптическими орбитами, геопереходной и геостационарной орбитами, между околосредними околоземными орбитами), межпланетных перелетов (между точками либрации L_2 Земля–Солнце и точками либрации L_1 систем Марс–Солнце, Юпитер–Солнце, Сатурн–Солнце) и перелетов к Луне (между околоземной и окололунной орбитами) со стыковкой геоцентрического и селеноцентрического участков в точке либрации L_1 , в том числе с решением задачи сквозной оптимизации траектории перелета к Луне с оптимальной стыковкой участков.

Тема диссертационной работы автора **актуальна**, поскольку расчет оптимальных траекторий с использованием высокоточных моделей возмущающих ускорений при решении задач межорбитальных и межпланетных перелетов сопряжен со сложностью выбора начального приближения для решения краевых задач и подготовки математической модели оптимального движения. В связи с этим, разработка эффективной методики решения задач оптимизации траектории перелета с малой тягой, преодолевающей указанные выше недостатки, представляет интерес для дальнейшего развития теории оптимального движения КА с малой тягой.

Представленные в диссертационной работе исследования обладают **научной новизной**. Среди новых результатов можно отметить метод оптимизации возмущенных траекторий перелета с малой тягой на основе

Отдел документационного
обеспечения МАИ

использования комплексных дуальных чисел, которые позволяют точно вычислять вторые производные от функций, определяемых по сложным алгоритмам, с умеренными вычислительными затратами. Также разработанный метод обеспечивает возможность проведения оптимизации траектории без необходимости задания начального приближения для неизвестных параметров краевой задачи принципа максимума.

Практическая значимость представленных в диссертационной работе результатов определяется возможностями применения созданного программно-математического обеспечения для широкого круга межорбитальных и межпланетных перелетов с ЭРДУ. Кроме того, практической значимостью обладают представленные в работе оценки влияния высокоточных моделей возмущающих ускорений по сравнению с более простыми моделями.

К недостаткам автореферата можно отнести следующее:

1. Формулировка темы диссертационной работы в части наличия возмущающих ускорений носит общий характер, хотя в работе рассматриваются возмущения только от притяжения удаленных небесных тел и гармоник геопотенциала.

2. Разработка новых вычислительных подходов к оптимизации межорбитальных перелетов с ЭРДУ приводит к проблеме оценки эффективности предлагаемых методик. Представляет интерес оценка работоспособности и эффективности разработанного автором программно-математического обеспечения по сравнению с альтернативными методами, решающими аналогичные задачи.

3. На странице 15 автореферата в пятой главе не указана опорная плоскость относительно которой определяется наклонение конечной окололунной орбиты равное 35° .

4. На страницах 18-19 автореферата в пятой главе приведены условия стыковки геоцентрического и селеноцентрического участков. Они представляют собой условия стыковки на сфере Хилла у Луны и фиксацию момента стыковки. Представленные условия являются избыточными, так как оптимальная траектория (без разбиения на геоцентрический и

селеноцентрический участки) в фиксированный момент времени не обязательно проходит через сферу Хилла. Данную постановку можно отнести к задачам оптимизации траекторий перелета с условием во внутренней точке траектории.

Указанные недостатки не снижают положительную оценку, которую заслуживает диссертация автора. Судя по автореферату, представленная диссертационная работа по новизне, научной и практической значимости полученных результатов соответствует предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор диссертационной работы Юн Сон Ук заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
Отдела комплексного анализа
ракетно-космических систем

Кув

Е.Ю. Кувшинова

« 16 » _____ 10 _____ 2023 г.

Подпись Е.Ю. Кувшиновой удостоверяю
Ученый секретарь
АО ГНЦ «Центр Келдыша»
кандидат военных наук



Ю.Л. Смирнов

Кувшинова Екатерина Юрьевна, 125438, Россия, г. Москва, Онежская ул., д. 8, тел. +7(495) 456-64-42, kuvshinova@kerc.msk.ru, Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (АО ГНЦ «Центр Келдыша»).

Автор отзыва не возражает против включения своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата наук и их дальнейшую обработку в соответствии с требованиями ВАК.