



Государственная корпорация
по космической деятельности "Роскосмос"



Акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения" (АО "ЦНИИмаш")

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН / КПП 5018200994 / 501801001

19.01.2024 исх. № 09001-572

На № _____ от _____

ФГБОУ "Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)".
Отдел Ученого и диссертационных
советов.

Ученому секретарю диссертационного
совета 24.2.327.03
д.т.н. Старкову А.В.

Волоколамское шоссе, д. 4,
Москва, 125993

Уважаемый Александр Владимирович!

Высылаю отзыв на автореферат диссертации Паинг Сое Ту У на тему
"Оптимизация межорбитальных перелётов с конечной тягой" на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 –
"Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов".

Приложение: 1. Отзыв на автореферат в 2 экз. на 3 л. каждый.

С уважением,

Главный ученый секретарь
АО "ЦНИИмаш", д.т.н., с.н.с.

В. Ю. Ключников

Отдел документационного
обеспечения МАИ

23 01 2024г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Паинг Сое Ту У

«Оптимизация межорбитальных перелётов с конечной тягой»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением
летательных аппаратов»

Электроракетные двигательные установки (ЭРДУ) нашли широкое применение в современных космических аппаратах (КА) ближнего космоса для решения таких задач, как довыведение КА на целевые орбиты, разведение космических аппаратов по орбитальным плоскостям и позициям, поддержание орбитальных позиций, увод КА на орбиты захоронения по завершении срока эксплуатации. Для выполнения таких динамических операций требуется проводить соответствующие баллистические расчеты, связанные с оптимизацией траекторий межорбитальных перелетов как на этапе проектирования космического полета, так и при управлении полетом. Настоящее исследование посвящено совершенствованию методов решения проектно-баллистических задач межорбитальных перелетов с двигателями конечной тяги, что и определяет **актуальность диссертационной работы.**

Целью диссертации является развитие теории и разработка методов численной оптимизации траекторий межорбитальных перелетов КА с двигателями конечной тяги.

Основными **научными результатами** работы являются:

- метод оптимизации траекторий перелета КА с двигателем ограниченного ускорения на основе применения принципа максимума, метода продолжения по параметру и условий трансверсальности для свободных элементов целевой орбиты;
- численный метод решения задачи оптимизации многовитковых траекторий с фиксированной угловой дальностью, свободным временем перелета и использованием невозмущенной истинной долготы в качестве независимой переменной;

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«23» 01 2024.

12

Исх. № 09001 - 572
«19» 01 2024.

- методика анализа комбинированных схем выведения космических аппаратов с ЭРДУ на геостационарную орбиту (ГСО).

Научная новизна результатов определяется тем, что предложены оригинальные методы решения проектно-баллистических задач межорбитальных перелетов с двигателями конечной тяги.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные методы и программно-математическое обеспечение могут быть использованы при выполнении проектно-баллистического анализа перспективных космических проектов.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием известного математического аппарата, применением адекватных математических моделей движения КА, а также тем, что они согласуются с результатами исследований, полученными другими авторами.

В качестве основных недостатков автореферата следует отметить:

- автор утверждает, что им разработана «новая математическая постановка и численный метод решения задачи оптимизации многовитковых траекторий с фиксированной угловой дальностью», однако формализованная постановка задачи и ее отличительные особенности в автореферате не приводятся;

- в автореферате при описании содержания глав диссертации отсутствует четкая привязка глав к научным результатам, выносимым на защиту, что затрудняет чтение автореферата;

- согласно автореферату «во второй главе рассматривается использование двух методов продолжения ... для решения двухточечной краевой задачи». Из последующего материала автореферата не ясен вклад автора в разработку метода решения задачи;

- из материала автореферата неясно, что подразумевается под перелетами с фиксированной угловой дальностью. Это может быть разность между конечной и начальной величинами истинной долготы L_f и L_0 , при этом конечная величина вспомогательной долготы K_f вычисляется в процессе решения двухточечной краевой задачи. Возможно фиксированной считается разность между конечной и начальной величинами вспомогательной долготы

K_f и K_0 , в этом случае конечное значение истинной долготы L_f вычисляется при интегрировании уравнений движения КА.

Указанные недостатки не снижают существенным образом качество диссертационной работы, научную и практическую значимость полученных в ней результатов.

В целом, судя по автореферату, диссертация Паинг Сое Ту У является законченным научным исследованием, содержащим новые научные результаты и обладающим практической значимостью. Работа соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней (п. 9-11,13,14), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – “Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов”.

Главный научный сотрудник АО «Центральный
научно-исследовательский институт машиностроения»

д.т.н., с.н.с.

 В.Г. Лаврентьев

адрес: 141070, Московская обл., г.о. Королев, ул. Пионерская, д.2

e-mail: lvg@mcc.rsa.ru

тлф. +7 (495) 513-51-97

Подпись главного научного сотрудника, д.т.н., с.н.с. Лаврентьева Виктора Григорьевича заверяю.

Главный учёный секретарь
АО «ЦНИИмаш», д.т.н., с.н.с.



 В.Ю. Ключников

« 19 » января 2024 г.