

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента кафедры высшей математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Чернякиной Ирины Владиславовны на диссертацию Паинг Сое Ту У на тему «Оптимизация межорбитальных перелетов с конечной тягой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа отражает основные результаты исследования, посвященного изучению проблемы проектирования межорбитальных геоцентрических траекторий космических аппаратов (КА), оснащенных маршевыми электроракетными двигательными установками (ЭРДУ).

В настоящее время на борту КА различного назначения все чаще используются ЭРДУ в качестве маршевых двигательных установок. Широко известно, что применение ЭРДУ позволяет существенно увеличить транспортные возможности КА в силу высокого удельного импульса тяги двигательных установок этого типа по сравнению с традиционными химическими двигателями. Однако проблема оптимизации законов управления и соответствующих траекторий движения КА с ЭРДУ остается недостаточно проработанной. В этой связи, проблема повышения эффективности межорбитальных транспортных операций для КА, использующих ЭРДУ, которой посвящена диссертационная работа, на сегодняшний день является весьма актуальной.

Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается:

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«19 01 2024» г.

- Использованием уже известных математических моделей движения КА с ЭРДУ в центральном ньютоновском гравитационном поле в инерциальной декартовой системе координат.

- Корректным использованием апробированных методов численного интегрирования и решения краевых задач.

- Сравнительным анализом полученных в работе численных результатов с результатами, опубликованными другими авторами.

Полученные автором диссертации основные методические и расчётные результаты прошли апробацию на отечественных и международных научно-технических конференциях.

Судя по диссертационной работе, построение работы логично. В ней освещены следующие ключевые вопросы:

1. Дано описание математических моделей движения КА с идеально-регулируемым и нерегулируемым двигателем, используемых в задаче оптимизации межорбитальных перелетов.

2. Представлено описание двух численных методов, применяемых для решения двухточечной краевой задачи принципа максимума Л.С. Понтрягина: базового метода продолжения по параметру и метода продолжения по гравитационному параметру.

3. Даются численные результаты решений ряда задач оптимизации траекторий межорбитального перехода КА с идеально-регулируемым двигателем, двигателем ограниченного ускорения и двигателем ограниченной тяги при использовании метода продолжения по гравитационному параметру.

4. Представлены численные результаты оптимизации комбинированных схем перелета на геостационарную орбиту для космических транспортных систем на базе РН «Falcon 9» и РН среднего класса.

Полученные в работе результаты исследования отличаются определенной теоретической новизной

В частности, разработана работоспособная и оригинальная методика расчета и оптимизации траекторий межорбитальных переходов КА с ЭРДУ. В качестве основного достоинства предлагаемого подхода можно отметить, что для решения краевой задачи не требуется выбор начального приближения для неизвестных параметров краевой задачи принципа максимума.

В диссертационной работе поставлена четкая цель, указаны основные задачи, перечислены методы исследования, определены объект и предмет исследования, описана теоретическая значимость и установлена практическая значимость работы, сформулировано четыре положения, выносимых на защиту. Основное содержание работы представлено достаточно информативно и позволяет понять суть проведенного исследования.

Оценивая содержание диссертации, следует отметить, что диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается непротиворечивой методологической платформой и взаимосвязанностью выводов.

Рецензируемая диссертационная работа написана корректным научным языком, достаточно хорошо технически оформлена и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук. По материалам диссертации опубликовано 5 работ, из которых 4 статьи в научных периодических изданиях перечня ВАК, 1 статья – в журнале, входящем в систему Scopus.

Значимость полученных результатов для развития технических наук

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты этого исследования позволят оптимизировать комбинированные схемы выведения КА с ЭРДУ на различные рабочие геоцентрические орбиты, и, в частности, могут быть использованы для проектно-баллистического анализа перспективных космических миссий.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Разработанные в диссертации методы и методики могут найти применение для моделирования, оптимизации и быстрого анализа комбинированных схем выведения КА с ЭРДУ на заданные геоцентрические орбиты для произвольных промежуточных орбит и определять предельные возможности проектируемых космических миссий.

Соответствие работы паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов, а именно:

п.1: Разработка и совершенствование математических моделей, используемых для описания движения и управления летательным аппаратом на различных режимах полёта;

п.5: Создание методов анализа и проектирования траекторий одиночных летательных аппаратов, а также группы ЛА.

Соответствие содержания диссертационной работы специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов подтверждается используемыми методами исследования, апробацией работы, и положениям вынесенными на защиту.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

В автореферате представлены разделы, отражающие содержание и структуру диссертационной работы: актуальность, цель, задачи, методы, основные положения, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, выводы. Приводится краткое содержание глав диссертации, описание разработанных методов, основные результаты расчётов. Таким образом, автореферат соответствует основным положениям диссертации, дает целостное и полное представление о содержании и результатах работы.

**В критической части отзыва считаем необходимым указать
следующее:**

1 В диссертации присутствуют отдельные опечатки и неточности. Во введении, все разделы называются главами. В оглавлении подведение итогов везде, кроме второй главы называются «Заключение по разделу». Например, на девятой странице в предложении, вероятно, имеется в виду не большой, а большей массы. На рисунке 3.4.4 не хватает пробела после запятой в подписи. На рисунках 4.2.1 – 4.2.5 отсутствуют обозначения разных цветов на проекциях траекторий движения.

2 Использование интерполяции указывается в качестве недостатка других методов решения задач оптимизации, однако в диссертации тоже используется процедура интерполяции. При этом отсутствует описание отличий и преимуществ используемого в диссертации метода.


3 В работе анализ движения КА рассматривается лишь в рамках центрального поля тяготения. При этом не учитывается ряд факторов, возмущающих траекторию: нецентральность гравитационного поля Земли, гравитационное влияние от Луны и Солнца, аэродинамическое воздействие верхней атмосферы Земли и т.д.

Заключение


Диссертационная работа Паинг Сое Ту У на тему: «Оптимизация межорбитальных перелетов с конечной тягой» представляет собой цельную завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеет практическую значимость. Новые методики, разработанные диссертантом, позволяют получать адекватные результаты по поиску оптимального управления межорбитальными перелетами КА с двигателями малой тяги и с комбинацией двигателей большой и малой тяги для широкого диапазона граничных условий, развитию теории и разработки методов численной оптимизации траекторий межорбитальных перелетов КА с двигателями конечной тяги.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Паинг Сое Ту У, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

к.т.н., доцент кафедры высшей математики

 Черныгина И.В.
12.01.2024




С отзывом ознакомлен
Паинг Сое Ту У / 19.01.2024

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Адрес организации: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34

Тел. +7(846) 267-43-70

Сайт: <https://www.ssau.ru/>

Email: ssau@ssau.ru