

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юй Вэйцзе на соискание учёной степени кандидата технических наук «Формирование периодических орбит космического аппарата с солнечным парусом в окрестности точки либрации L2 системы Земля-Луна», представленной по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Диссертационная работа Юй Вэйцзе посвящена использованию солнечных парусов (СП) для повышения эффективности управления полётом систем ретрансляционной связи между Землёй и Луной, особенно с обратной стороной Луны и её полярными регионами. Актуальность работы подтверждается активными научными исследованиями и прикладными разработками по теме возможности применения гало-орбит различной конфигурации в качестве орбит функционирования для системы ретрансляционной связи.

Целью исследования является разработка методик и вычислительных процедур для формирования, поддержания и осуществления выведения на искусственные периодические орбиты, которые могут быть созданы за счёт светового давления в окрестности точки либрации L2 системы Земля-Луна.

Для достижения поставленной цели требуются решения следующие задачи:

1. Разработка математических моделей движения КА в системе Земля-Луна и анализ особенностей его движения в рамках круговой ограниченной задачи трёх тел, характеристик естественных периодических орбит и свойств интеграла Якоби.

2. Разработка методик и вычислительных процедур для формирования искусственных периодических орбит КА с СП в окрестности точки L2 системы Земля-Луна, включая резонансные орбиты, сформированные на базе естественных орбит Ляпунова и гало-орбит, и цилиндрические орбиты, полученные на базе аналитических решений линеаризованных уравнений движения.

3. Анализ зависимости характеристик сформированных искусственных периодических орбит от углов установки паруса, начального относительного положения Солнца и проектных параметров СП.

4. Разработка методики и вычислительной процедуры для поддержания орбит КА с СП, оснащенных устройством регулировки отражательной способности.

5. Разработка методик и вычислительных процедур выведения КА с СП с естественных периодических орбит на искусственные периодические орбиты.

Научная новизна полученных результатов:

1. Разработаны методики и вычислительные процедуры формирования искусственных периодических орбит на основе линеаризации динамических уравнений КА с СП в окрестности точки L2 системы Земля-Луна и использования метода множественной стрельбы.

2. Разработаны методика и вычислительная процедура определения управления для поддержания орбит КА с СП на основе адаптивного управления в скользящем режиме с учетом особенностей движения системы Солнце-Земля-Луна.

3. Разработаны методики и вычислительные процедуры оптимизации программы управления выведением КА с СП на искусственные периодические орбиты с использованием естественных периодических орбит в качестве начального приближения.

В первой главе рассматриваются основные аспекты движения КА с СП в окрестности точки либрации L2 системы Земля-Луна.

Во второй главе описываются разработанные методики и вычислительные процедуры формирования искусственных орбит, включая резонансные орбиты второго порядка и цилиндрические орбиты.

В третьей главе описываются разработанные методика и вычислительная процедура

поддержания искусственных орбит на основе управления в скользящем режиме.

В качестве наиболее значимых результатов, полученных в работе, можно отметить следующие:

1) Созданы математические модели движения космического аппарата (КА) в системе Земля-Луна и изучены особенностей его движения в рамках ограниченной круговой задачи, проведён анализ естественных периодических гало-орбит и характеристик интеграла Якоби.

2) Разработаны методы и алгоритмы построения искусственных периодических орбит КА с использованием СП вблизи точки L2 системы Земля-Луна. Рассмотрены резонансные орбиты, основанные на естественных орбитах Ляпунова и гало-орбитах, а также цилиндрические орбиты, полученные на основе аналитических решений линеаризованных уравнений движения.

3) Созданы методики и алгоритмы для перевода КА с естественных периодических орбит на искусственные, используя СП.

Достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью теоретических выводов с результатами численного моделирования.

В качестве недостатков работы, исходя из анализа текста автореферата, можно привести следующие:

1) Отсутствует анализ проектных характеристик системы управления движением СП, таких как задержки системы управления и ограничений на угловую скорость вращения поверхности СП.

2) Характеристики и преимущества резонансных орбит чётко не описаны.

3) Влияние гравитационных возмущений со стороны других небесных тел, а также от нецентральности гравитации Земли и Луны не учитывается.

Указанные недостатки не снижают высокого уровня представленных в автореферате результатов. Диссертационная работа Юй Вэйцзе «Формирование периодических орбит космического аппарата с солнечным парусом в окрестности точки либрации L2 системы Земля-Луна» является завершённым научным исследованием, соответствует требованиям ВАК РФ, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Отзыв на автореферат диссертации подготовил доцент кафедры «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, к.т.н. (по специальности 05.07.09(2.5.16)) Корянов Всеволод Владимирович, контактный телефон: 8(499)261-45-90, электронная почта: vkoryanov@bmstu.ru, адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1.

Доцент кафедры «Динамика и
управление полетом ракет и космических
аппаратов» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
к.т.н., доцент



Корянов В.В.

6, 11, 2024

Подпись Корянова В.В.
удостоверяю

Руководитель НУК СА
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Калугин В. Г.

