

Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»



Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.spacecorp.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

Ученому секретарю
Диссертационного совета
24.2.327.03
при МАИ (НИУ)

от 16.01.2024 № РКС НТС9-3

На № _____ от _____

А.В. Старкову

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы
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 (технические науки)».

Приложение: Отзыв на 3 л. в 2 экз.

Ученый секретарь



С.А. Федотов

А.Б. Ткачев
+ 7 (495) 673-94-30 доб. 44-96

Удел документационного
обеспечения МАИ
1 02 2024.

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 16.01.2024 № РКС НТСЗ-3

На № _____ от _____

Отзыв на автореферат диссертации

Паинг Сое Ту У «Оптимизация межорбитальных перелетов с конечной тягой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

В настоящее время существует большое количество проектов перспективных космических миссий в околоземном пространстве, в которых планируется использование космических аппаратов (КА) с электроракетными двигательными установками (ЭРДУ). Ключевой особенностью применения ЭРДУ является возможность увеличения конечной массы КА на целевой орбите или снижения требований к классу используемых средств выведения за счет высокого удельного импульса ЭРДУ. Проведение проектно-баллистических исследований перспективных проектов позволяет не только определить возможность реализации, но и получать предварительные оценки энергетических затрат и эффективности. Проведение такого анализа требует расчета и оптимизации множества вариантов траекторий перелетов, при этом поиск решений связан с проблемами недостаточно хорошей вычислительной устойчивости существующих методов оптимизации и большими вычислительными затратами, требуемые для решения задач.

Исследование, которое проводится в диссертации Паинг Сое Ту У, посвящено разработке методов численной оптимизации траекторий межорбитальных перелетов в околоземном пространстве КА с двигателями конечной тяги в рамках невозмущенных моделей движения.

К основным особенностям подходов, представленных в диссертационной работе, стоит отнести:

- оптимизацию траекторий КА с ЭРДУ ограниченного ускорения с применением принципа максимума Понтрягина и метода продолжения по параметру в околоземном пространстве за фиксированное время, что позволяет получить верхние оценки затрат характеристической скорости перелета;

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«1» 02 2024.

- оптимизацию комбинированных схем перелета на ГСО для различных средств выведения с определением параметров промежуточных орбит и конечных масс КА на целевой орбите в зависимости от фиксированной продолжительности транспортных операций.

Представленные в диссертационной работе методики и многочисленные результаты обладают научной новизной и практической значимостью. В частности, обнаружена немонотонная зависимость оптимального времени перелета от величины тяги на траекториях с фиксированной угловой дальностью в задаче перелета с минимальными затратами топлива и рассмотрена задача оптимизации схемы выведения геостационарного космического аппарата с ЭРДУ с использованием ракет-носителей среднего класса.

Достоверность представленных результатов подтверждается применением адекватных математических моделей движения, использованием хорошо известных численных методов и соответствует результатам других авторов.

Вместе с тем, судя по автореферату, работа не лишена недостатков:

- из содержания автореферата следует, что используется невозмущенная модель гравитационного поля Земли (центральное ньютоновское гравитационное поле), хотя на практике при анализе движения КА в околоземном пространстве требуется рассматривать влияние возмущающих ускорений, связанных с нецентральностью гравитационного поля Земли, притяжением Луны и Солнца и др.);

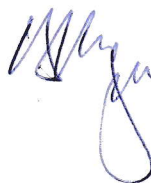
- из материалов автореферата следует, что решение задачи оптимизации траекторий перелета КА с ЭРДУ ограниченной тяги рассматривается при фиксированных параметрах на левом конце траектории и закрепленным правым концом или с правым концом со свободными линиями апсид и узлов, а также конечным значением истинной аномалии КА. Однако не рассмотрены практически интересные варианты оптимальных межорбитальных перелетов с частично-свободными условиями на левом конце траектории;

- в формульных зависимостях и пояснениях к ним имеются неточности. Например, на стр. 9 после перечисления обозначений компонент реактивного ускорения нарушен их последующий порядок расшифровки, а на стр. 10 в формуле функции переключения S появляется компонента "с", которая, вероятно, является величиной, указанной ранее как w – скорости истечения двигателя.

Указанные замечания не снижают общей научной ценности проведённого автором исследования.

Вывод: судя по автореферату, диссертация Паинг Сое Ту У «Оптимизация межорбитальных перелётов с конечной тягой» является самостоятельным и законченным исследованием, содержит решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для развития теории и практики механики космического полёта. Работа соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней (п.9-14), 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».

Заместитель начальника
отделения по функциональным
дополнениям и ассистирующим
системам ГНСС,
доктор технических наук



Куршин Владимир
Викторович

Начальник отдела исследования
перспективных технологий и
моделирования,
кандидат технических наук.



Ткачев Александр
Борисович

« 16 » января 2024 г.

Подписи Куршина В.В. и Ткачева А.Б. заверяю

Ученый секретарь АО «Российские космические системы»,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



С.А. Федотов

« 16 » января 2024 г.

