



Акционерное общество
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)

Ленинградская ул., д. 24, г. Химки, Московская область, 141402, ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566
тел.: +7 (495) 573-56-75, факс: +7 (495) 573-35-95, e-mail: npol@laspace.ru, www.laspace.ru

25 09 2025 № 517/15

На № _____ от _____

Учёному секретарю
диссертационного совета
24.1.098.01

на базе ИПМех РАН,
к.ф.-м.н.

Сысоевой Е.Я.

119526, г. Москва,
просп. Вернадского, д. 101, корп. 1

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный конструктор

А.С. Митькин

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Проскурякова Александра Игоревича

«Задача оптимизации траектории выведения космического аппарата на целевую орбиту со сбросом отделяемых частей средств выведения в атмосферу Земли», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.1.7 – Теоретическая механика, динамика машин

Диссертационная работа посвящена решению задачи оптимального управления перелетом космического аппарата с опорной круговой орбиты искусственного спутника Земли на геопереходную (целевую) орбиту со сбросом центрального блока и дополнительного топливного бака в атмосферу Земли.

В диссертации автором получены следующие **научные результаты**:

1. Определены схемы перелета космического аппарата с малыми дополнительными затратами характеристической скорости на сброс его отработавших частей в атмосферу Земли в импульсной постановке;

2. При помощи параметрических исследований для задачи в импульсной постановке показано, что на построенной на основе принципа Лагранжа экстремали достигается локальный максимум полезной массы;

3. Установлено, что решение задачи с априорным предположением об апсидальности импульсных воздействий совпадает с соответствующим решением задачи без априорного предположения об апсидальности импульсных воздействий при неограниченном заранее времени перелета и фазовом ограничении на максимально возможное удаление космического аппарата от Земли;

4. На основе методики «лестница задач» решена задача оптимизации траектории выведения космического аппарата, оснащенного двигателем большой ограниченной тяги, с опорной круговой орбиты искусственного спутника Земли на целевую эллиптическую орбиту со сбросом дополнительного топливного бака и центрального блока разгонного блока в атмосферу Земли и построены соответствующие экстремали Понтрягина;

5. Установлено, что решение задачи перелета космического аппарата с двигателем большой ограниченной тяги близко к решению соответствующей задачи в импульсной постановке и дополнительные расходы топлива на сброс дополнительного топливного бака и центрального блока разгонного блока малы;

6. Для задачи с большой ограниченной тягой на основе метода продолжения решения по параметру был произведен переход от решения первой постановки задачи (с заданными константами $\alpha = 0.08$, $\beta = 0.01$) к решению второй (с заданными массовыми характеристиками);

7. Установлено, что отличие экстремали Понтрягина в случае учета второй зональной гармоник от соответствующей экстремали Понтрягина без учета второй зональной гармоник как для первой, так и для второй постановки задачи с большой ограниченной тягой мало в смысле сходимости метода Ньютона.

Отдельно хотелось бы отметить удачный прием исследования от простого к сложному, который диссертант называет «лестницей задач». Такой подход придает наглядности работе и позволяет существенно продвинуться в исследовании широкого спектра задач.

Отметим практическую значимость работы, которая заключается в том, что информация об оптимальных траекториях выведения космического аппарата с низкого круговой орбиты искусственного спутника Земли на целевую геопереходную орбиту со сбросом дополнительного топливного бака и центрального блока разгонного блока в атмосферу Земли может быть использована при создании и оценке реальных систем управления движением центра масс КА с двигателем большой тяги.

Достоверность научных исследований основывается на строгой математической постановке задач, применении хорошо изученных методов. Широкая апробация работы подчеркивает уровень проработки рассматриваемой научной проблемы. Результаты исследований докладывались на различных научных конференциях и семинарах. По результатам диссертации опубликовано 27 работ, в том числе 5 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из которых 2 статьи — в изданиях, входящих в базу цитирования Scopus и Web of Science).

Работа вносит существенный вклад в развитие теории оптимизации в механике космического полета.

Вместе с тем к тексту автореферата имеется ряд замечаний:

1. Те пункты, которые автор пишет под заголовком научная новизна диссертационной работы, на самом деле являются научными результатами.
2. Содержание диссертации в тексте автореферата приведено слишком сжато и практически без представления численных результатов, графиков или таблиц. Результаты представлены только на двух графиках (3 и 4) для третьей и шестой главы. При описании раздела 6.5 приводится единственный численный результат. В остальных случаях дано только краткое словесное описание. При этом большой объем уделён, например, при описании раздела 4.4 алгоритму пересчёта компонентов импульсов скорости из исходной системы координат в модифицированную локальную. Причём, далее эти формулы и обозначения никак не используются, алгоритм является вспомогательным, а не одним из

научных результатов работы. Аналогичное замечание также касается раздела 5.3, где приведена система дифференциальных уравнений движения центра масс КА в центральном ньютоновском гравитационном поле в вакууме. В целом, автореферат должен содержать сами основные результаты работы, а не их перечисление.

3. В тексте автореферата присутствует ряд опечаток, пропущены запятые. На рисунке 3 на первых двух графиках на осях ординат отсутствуют числовые значения. Также в тексте автореферата не приведены описания моментов времени, для которых построены эти графики. Кроме того, аналогичные графики для участка перелёта КА с целевой орбиты на ГСО в тексте автореферата отсутствуют.
4. Проведенное исследование было бы еще более полезным, если бы в нем учитывалось большее количество гармоник от гравитационного поля Земли, а не только влияние второй зональной гармоники.
5. Также из текста автореферата неясно какая модель атмосферы использовалась, отсутствует информация о ГОСТах на атмосферу или указания на то, является ли данная модель атмосферы статической или динамической.
6. В тексте автореферата можно отметить недостаток критического анализа введенных упрощений и ограничений моделей. Хотелось бы также увидеть список направлений, которые автор считает важными, для дальнейших исследований в рамках рассматриваемой задачи.
7. В работе отсутствуют сравнения с результатами решения задачи, которые получены другими методами (например, прямыми методами оптимизации) или с результатами решения задачи стандартными программными продуктами типа GMAT, ASTOS, AGI STK и других. Такое сравнение позволило бы продемонстрировать сильные стороны работы или оценить недостатки предлагаемого подхода.

Однако, указанные недостатки не оказывают существенного влияния на полученные результаты и не снижают общую высокую оценку выполненной диссертационной работы, научную и практическую ценность полученных результатов. Рекомендуем их учесть при проведении дальнейших исследований.

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Проскурякова Александра Игоревича «Задача оптимизации траектории выведения космического аппарата на целевую орбиту со сбросом

отделяемых частей средств выведения в атмосферу Земли» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение для развития космической отрасли.

На основании текста автореферата можно сделать вывод о том, что работа Проскурякова Александра Игоревича соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор, Проскуряков Александр Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Ведущий математик
отдела баллистики и навигации,
кандидат технических наук



Гордиенко Евгений Сергеевич

Зам. начальника отдела
отдела баллистики и навигации,
кандидат технических наук



Симонов Александр Владимирович

Начальник сектора
отдела динамики полета космических
аппаратов,
кандидат технических наук



Розин Петр Евгеньевич

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО "НПО Лавочкина")

Почтовый адрес: 141402, РФ, г. Химки, Московская область,
Ленинградская ул., д. 24.

Телефон: +7 (495) 573-56-75

Официальный сайт: <http://www.laspace.ru/>

Электронная почта: npol@laspace.ru