

РАКЕТНО - КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ

141070

г. Королев

Московской области,

ул. Ленина, 4-а

Телеграфный "ГРАНИТ"

Телефон: (495) 513-86-55

Факс: (495) 513-88-70, 513-86-20, 513-80-20

E-mail: post@rsce.ru

http://www.energia.ru



06.10.15

№ 012-4/260

На № _____

Ученому секретарю диссертационного

совета Д 212.125.12

к.т.н., доц. Дарнопых В.В.

125993, г.Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское ш., д. 4,

Московский авиационный институт (национальный

исследовательский университет).

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Иванюхина Алексея Викторовича, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему «Методы проектирования траекторий КА с электроракетными двигателями на основе анализа области существования решений и исследования задачи о минимальной тяге».

Приложение – упомянутое на 2-х листах.

Заместитель руководителя НТЦ

РКК «Энергия» им. С. П. Королёва, д.т.н.

Ю.П. Улыбышев

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванюхина А.В. на тему «Методы проектирования траекторий КА с электроракетными двигателями на основе анализа области существования решений и исследования задачи о минимальной тяге», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

К настоящему времени все чаще электроракетные двигательные установки (ЭРДУ) находят свое применение на космических аппаратах (КА), предназначенных для исследования дальнего космоса и довыведения на высокие околоземные орбиты. Преимущества от использования ЭРДУ в качестве маршевых двигательных установок на межпланетных КА непосредственно подтверждаются успешной реализацией последних миссий, среди которых: исследование объектов астероидного пояса («Dawn»); исследование комет при близком сближении на пролетной траектории («Deep Space-1»); доставка образцов грунта с астероида («Hayabusa»). Кроме того, на ближайшие годы запланирован еще целый ряд исследовательских миссий, в рамках которых предполагается использование ЭРДУ. Вследствие этого вопросы методологии решения задач баллистического проектирования межпланетных траекторий КА с двигателями малой тяги (ЭРДУ) остаются актуальными.

Рассматриваемая работа посвящена весьма актуальной проблеме – проблеме существования решения в задаче межпланетного перелета КА с ЭРДУ с нерегулируемым двигателем ограниченной тяги. При этом анализ существования решения соответствующей задачи проводится на множестве основных проектных параметров КА с ЭРДУ (тяги и удельного импульса).

Для анализа вопросов, связанных с существованием решений в соответствующих задачах оптимизации межпланетных перелетов на множестве проектных параметров КА, в диссертационной работе автором предложен подход, предполагающий решение некоторой вспомогательной задачи на минимум тяги. Анализ этой задачи проводится в рамках формализма принципа максимума Понтрягина. Данная постановка задачи оптимизации межпланетных перелетов отличается научной новизной, а сама задача имеет методологическое значение для решения задач баллистического проектирования траекторий КА с ЭРДУ.

В диссертационной работе представлены полученные автором результаты решений для различных задач межпланетного перелета КА в рамках постановки задачи на минимум тяги и перехода от этого решения к задаче на максимум конечной массы КА при заданных параметрах ЭРДУ (тяги и скорости истечения). Автором рассмотрены перелеты между различными планетами и малыми телами Солнечной системы, а также перелеты по

замкнутым маршрутам. Стоит отметить применяемую автором методику решения краевых задач принципа максимума, основанную на использовании метода продолжения. Выбор в качестве параметра продолжения скорости истечения ЭРДУ (проектного параметра КА) позволил автору получить качественную оценку семейства решений для широкого диапазона значений данного параметра.

Обоснованность и достоверность результатов, полученных автором, подтверждается использованием адекватных математических моделей движения КА, а также применением в данной диссертационной работе апробированных численных методов интегрирования систем дифференциальных уравнений и решения систем нелинейных уравнений.

Среди недостатков данной работы следует отметить следующие:

1. в автореферате приведён пример перелёта к Марсу и рассмотрен только вариант «нулевой стыковки», при которой в конечный момент времени положение и скорость КА и Марса равны, и не рассмотрены другие варианты краевых условий, такие как пролёт планеты и т.д.;
2. осталось не вполне прояснённым влияние многоэкстремального характера решений рассматриваемых задач на уровень минимальной тяги и мощности ЭРДУ, хотя подобный характер решений является отличительной чертой рассматриваемых задач оптимального управления.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Судя по автореферату, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком уровне. Полученные результаты позволяют квалифицировать работу как решение новой научной задачи.

Таким образом, диссертационная работа соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» п. 9-14, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Иванюхин Алексей Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Зам. руководителя НТЦ,
РКК «Энергия» им. С. П. Королёва, д.т.н.

Ю.П. Улыбышев

Начальник сектора

О.Н.Седельников

Подписи Ю.П. Улыбышева и О.Н.Седельникова удостоверяю

Учёный секретарь диссертационного
совета РКК «Энергия», к.ф.-м.н



О.Н.Хатунцева

Улыбышев Юрий Петрович, Седельников Олег Николаевич.

ОАО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королёва".

Рабочий адрес: ул. Ленина, д. 4А, г. Королёв, Московская обл., Россия, 141070.

Рабочий телефон: (495)513-64-07