

Утверждаю
Генеральный конструктор КБ «Салют»,
ктн, председатель НТС



М.Б.Соколов

2015 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Иванюхина Алексея Викторовича

«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».

Использование электроракетных двигательных установок (ЭРДУ) в составе автоматических космических аппаратов (КА) для исследования солнечной системы становится всё более актуальной задачей. В последнее время реализуется всё больше таких миссий, среди которых можно отметить межпланетными КА с маршевой ЭРДУ: Deep Space 1 (1998, пролет астероида и двух комет), Smart-1 (2003, выход на окололунную орбиту), Hayabusa (2003, доставка образцов грунта с астероида Итокава), Dawn (2007, последовательный перелет к астероидам Веста и Церера).

При явной востребованности использования КА с ЭРДУ проведение оптимизации их траекторий по-прежнему остаётся методически сложным и кропотливым в реализации процессом. На практике получить удовлетворительное решение поставленной задачи оптимизации траектории КА с ЭРДУ достаточно тяжело и для этого требуются большие усилия проектанта. В связи с этим развитие методических подходов к решению и

проработка алгоритмов их реализации, доведения этой работы до готового программного обеспечения является важной и **актуальной** задачей, эти проблемы рассматриваются в работе Иванюхина А.В.

В качестве цели работы заявлена разработка методики определения области существования решений в пространстве основных параметров ЭРДУ для задач перелёта КА с ограниченной тягой и формирование на её основе устойчивой методики проектирования траекторий перелета.

Автором получены следующие наиболее значимые **научные и практические результаты**:

- предложена и апробирована методика построения границы области существования решений в пространстве параметров ЭРДУ основанная на задаче о минимальной тяге и методе продолжения по параметру, проведена глубокая автоматизация процесса её построения, предложен переход к решению на основе анализа области существования задачи перелёта КА с заданными проектными параметрами;
- рассматриваемые методы доведены до программной реализации на языке программирования C++;
- приведены расчёты межпланетных перелётов КА с ЭРДУ к Марсу, для этой задачи получен ряд полезных для практике результатов, таких как вид области существования и системы изолиний на широком диапазоне дат старта и времён перелёта с минимально возможными требованиями к энергодвигательной установке КА, эти результаты могут быть использованы в процессе проектирования реальных миссий.

Научная новизна работы состоит в новом подходе к проектированию траекторий межпланетных КА с ЭРДУ и рассмотрении задачи на минимум тяги.

В качестве недостатков автореферата можно отметить следующее:

- используемые модели масс систем КА формула (9) и изменения мощности солнечных батарей формула (43) являются достаточно

грубыми приближениями и не отражают многих нюансов состава КА и работы энергосистемы на базе солнечных батарей;

- приведённый численный пример из главы 3 – перелёт Земля-Мартс выполнен для абстрактного КА и все результаты приведены в виде удельных характеристик, сама же миссия и КА подробно не описаны.

Несмотря на указанные недостатки, можно утверждать, что представленная диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне, а развиваемые в ней методы имеют большое практическое значение.

Исходя из этого можно констатировать, что работа отвечает критериям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Иванюхин А.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Заместитель начальника отдела КБ «Салют»,
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева

А.Г. Курныков

Начальник сектора. КБ «Салют»,
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, к.т.н.

В.Д. Денисов

Учёный секретарь НТС КБ «Салют»
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, д.т.н.

Р.В. Бизяев

Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В.Хруничева» (Конструкторское бюро «Салют»)

Адрес: 121087, Москва, ул. Новозаводская, д.18. Тел.: 8-499-749-52-71, 8-499-749-91-64