



ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО  
Государственный научный центр Российской Федерации –  
федеральное государственное унитарное предприятие

**"Исследовательский центр  
имени М.В.Келдыша"**

(ГНЦ ФГУП "Центр Келдыша")

ул. Онежская, д. 8, г. Москва, Россия, 125438  
Тел. +7 (495) 456-4608 Факс: +7 (495) 456-8228  
ОКПО 07547339 ОГРН 1027700482303 ИНН/КПП 7711000836/774301001  
kerc@elnet.msk.ru; kerc@comcor.ru; http://www.kerc.msk.ru

08.10.2015 № 13-08/41

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю

диссертационного совета ДС Д212.125.12  
ФГБОУ ВПО

«Московский авиационный институт»  
(национальный исследовательский  
университет)

кандидату технических наук

Дарнопов В.В.

Волоколамское ш., д. 4

г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993

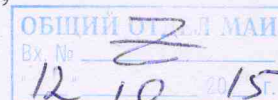
### ОТЗЫВ

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».

Электроракетные двигатели (ЭРД) находят все более широкое применение в современной космонавтике. В силу высокого удельного импульса перспективным направлением развития ракетно-космической техники является использование ЭРД в качестве маршевой двигательной установки для межпланетных космических аппаратов. В связи с этим, появляется необходимость баллистического обеспечения перелетов с электроракетными двигателями, а также определения требований к маршевой двигательной установке. Однако широко применяемые подходы к оптимизации перелета сталкиваются с рядом трудностей, одна из которых – отсутствие априорной информации о существовании решения краевой задачи при выбранных параметрах и условиях. Диссертационная работа А. В. Иванюхина посвящена оптимизации межпланетных траекторий КА с двигателями малой тяги и содержит методический подход к определению области существования решений в пространстве основных параметров двигательной установки, что, учитывая вышесказанное, делает ее актуальной.

Наиболее важными научными результатами, обладающими научной новизной, являются:

- Методический подход к проектированию оптимальных траекторий межпланетных КА с электроракетными двигателями как с ядерной установкой постоянной мощности, так и с солнечной энергоустановкой с переменной в зависимости от расстояния до Солнца мощностью, основанный на определении области существования решений в пространстве тяга-скорость истечения из решения набора оптимизационных задач на минимум тяги с ограничением на величину конечной массы;



- Изолинии характеристической скорости перелета Земля-Марс и минимального реактивного ускорения, построенные в пространстве продолжительность перелета-дата отлета от Земли для траекторий с минимальной тягой и заданным удельным импульсом тяги, демонстрирующие неединственность решений задачи.

Практическая значимость полученных автором в диссертационной работе результатов связана с возможностью использования разработанного методического подхода и программного обеспечения для решения широкого круга задач проектной баллистики межпланетных КА с ЭРД: обоснование требований к основным характеристикам ЭРД; определение основных характеристик межпланетного КА на начальных этапах разработки; расчет номинальных траекторий межпланетного перелета.

Следует отметить недостатки, присутствующие в автореферате:

- Не приведен вид силовой функции гравитационного поля, использующегося в расчетах
- В формуле (33) производной массы полезной нагрузки по скорости истечения (страница 12) присутствует опечатка.

В целом, насколько можно судить по автореферату, представленная диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и выполнена на высоком научно-техническом уровне, а ее автор, Иванюхин Алексей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Ведущий научный сотрудник  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»  
кандидат технических наук

А. А. Сеницын

Старший научный сотрудник  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»  
кандидат технических наук

Е. Ю. Кувшинова

Инженер 2-ой категории  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

Е. И. Музыченко

Подписи Сеницына А. А., Музыченко Е. И. и  
Кувшиновой Е. Ю. удостоверяю

Ученый секретарь  
ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»  
кандидат военных наук



Ю. Л. Смирнов