

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации ФАЙНА Максим Кирилловича*  
**«Формирование программ управления движением космических аппаратов  
с солнечной энергодвигательной установкой малой тяги  
между точками либрации  $L_1$  и  $L_2$  системы Земля-Луна»,**  
*представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика,  
управление движением летательных аппаратов»*

Перспективность применения электроракетных двигателей (ЭРД) при совершении миссий в окололунном пространстве связана с тем, что ЭРД позволяет увеличить срок активного существования космического аппарата (КА), существенно при этом снизив массу двигательной установки. Одним из недостаточно исследованных вопросов использования КА с ЭРД является выбор номинальных программ управления движением центра масс с учетом возникающих возмущений в системе Земля-Луна. В диссертационной работе М.К. Файна дается решение этого вопроса применительно к КА с солнечной энергодвигательной установкой малой тяги в системе Земля-Луна, что, несомненно, свидетельствует об актуальности данной работы.

Научную новизну диссертационного исследования составляют:

1. Математическая модель движения КА в рамках пространственной задачи трех тел, учитывающая возмущения от гравитации Солнца, нецентральности гравитационных полей Земли и Луны, а также светотеневую обстановку в окрестности Луны на базе конической модели тени от Земли и Луны.

2. Процедура формирования номинальной программы управления движением КА на базе конечномерной аппроксимации закона управления, вычисления производных от функционала по параметрам управления и сведения задачи поиска оптимального управления к задаче математического программирования в рамках ограниченной проблемы трех тел с учетом возмущений от гравитации Солнца, нецентральности гравитационных полей Земли и Луны и пребывания КА в тени от Земли и Луны.

Практическая значимость работы связана с возможностями разработанного в диссертационном исследовании программного комплекса для расчета межорбитальных перелетов КА с солнечной энергодвигательной установкой малой тяги в системе Земля-Луна.

К недостаткам автореферата можно отнести следующее:

1. Из автореферата неясно, почему для формирования программы управления была принята именно предложенная методика, нет сравнения с аналогами.

2. Не приведены оценки эффективности предлагаемой методики формирования номинальной программы управления движением КА для широкого набора перелетов.

Несмотря на указанные замечания, автореферат дает ясное представление о качестве, объеме и важности полученных в диссертации результатов. Автореферат и статьи автора, опубликованные в журналах, одобренных ВАК для опубликования научных результатов соискателей ученой степени кандидата наук, позволяют сделать вывод о

высоком научном уровне проведенных в диссертации исследований, об их актуальности и большой теоретической и практической значимости.

Судя по автореферату, представленная диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», а ее автор М.К. Файн заслуживает присуждения ему указанной ученой степени.

Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры Теоретической и прикладной механики  
Санкт-Петербургского государственного университета

Тихонов Алексей Александрович

10 декабря 2020

Я, Тихонов Алексей Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Файна Максима Кирилловича и их дальнейшую обработку

*Подготовлено в рамках существующего задания.  
Личную печать  
Тихонова А.А.  
уменьшено*

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ  
ГУОРП  
ОС СУВОРОВА



*10.12.2020*

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9.  
Тел. +7(812)3282000. Эл. почта: [spbu@spbu.ru](mailto:spbu@spbu.ru) Сайт: [spbu.ru](http://spbu.ru)