



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "РОСКОСМОС"

Федеральное государственное унитарное предприятие
"ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ" (ФГУП ЦНИИмаш)



ул. Пионерская, д.4, городской округ
Королёв, Московская область, 141070

Тел. (495) 513-59-51
Факс (495)512-21-00

E-mail:corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОКПО 07553682, ОГРН 1025002032791
ИНН/КПП 5018034218/501801001

19.05.2017 исх. № 9003-129

На исх. № _____ от _____

В диссертационный совет Д 002.024.01 фГУ
«Федеральный исследовательский центр Институт
прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН»

Высылаю Вам отзыв ФГУП ЦНИИмаш на автореферат диссертации
Широбокова М.Г. на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук.

Приложение: отзыв 2 экз. на 6 л.

Главный ученый секретарь

ФГУП ЦНИИмаш, д.т.н., профессор

Ю.Н. Смагин

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Широбокова Максима Геннадьевича
«Баллистико-навигационные аспекты миссий малых космических аппаратов
к Луне и точкам либрации», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.01 – «Теоретическая механика»

Наметившаяся в настоящее время в мировой космонавтике тенденция к миниатюризации космической техники и использования малых космических аппаратов (МКА), в том числе, и для исследований и решения прикладных задач в дальнем космосе, включая полеты МКА к Луне и в окрестности точек либрации систем небесных тел, предусматривает, наряду с решением многих других задач, и разработку соответствующих методов и технологий баллистического проектирования и проведение на их основе комплекса работ по баллистическому обоснованию и обеспечению реализации подобных миссий. Определенный вклад в решение данной актуальной проблемы сделан и в диссертационной работе М.Г. Широбокова.

Одним из наиболее принципиальных и сложных аспектов проектирования баллистических схем полета дальних МКА являются жесткие ограничения по допустимой массе топлива, требуемого на реализацию этих схем. Для проектирования схем полетов рассматриваемых дальних миссий МКА М.Г. Широбоков выбрал использование в качестве энергодвигательных систем МКА электроракетных двигательных установок малой тяги с высоким удельным импульсом, и эксплуатацию динамических эффектов влияния нескольких небесных тел на движение КА.

В ряду работ, связанных с проектированием схем полета КА к Луне и в окрестности точек либрации систем Земля-Луна и Солнце-Земля на основе использования двигательных установок малой тяги, автор определил свое

место в неисследованных ранее областях данных проектно-баллистических исследований, и решил ряд задач по данному направлению, представляющих теоретический и практический интерес. Это относится, в частности, к определению характеристик спиральных траекторий перелета на гало-орбиты вокруг точки L_1 системы Земля-Луна с помощью цепочек резонансных сближений КА с Луной, и построению стабилизированных окологрунтовых орбит, на которые могут быть осуществлены переходы КА с гало-орбит вокруг точек либрации L_1 и L_2 системы Земля-Луна. Исследован также вопрос о смене номинальных орбит КА вокруг точек либрации, с оценкой энергетических затрат на подобные операции в случае схода КА с исходных гало-орбит по причине невыполнения в определенный период времени требуемых коррекций на поддержание этих орбит. Решение указанных задач и сделанные выводы по полученным результатам составляет научную новизну работы.

При проведении исследований автором выполнено большое количество численных расчетов с использованием предложенных им методик и разработанных алгоритмов, применительно к МКА двух классов: а) к мини КА с массой 300 кг, б) к нано КА, массой 10 кг. При этом рассматривалось использование двигателей СПД-100В для мини-КА и двигателей из серии ВГТ-3 для нано-КА. Реалистичность использования данных средств придает практическую ценность рассчитанным траекториям и спроектированным схемам полета КА, а сделанные на основе анализа результатов большого количества вариантов расчетов выводы дают основания надеяться на их достоверность.

Наряду со сказанным, по диссертационной работе М.Г. Широкова и ее автореферату существует ряд вопросов и замечаний.

1. Существует более привычный способ доставки МКА в нужную область космического пространства, включая лунные орбиты. В частности –

в качестве попутного груза (субаппарата) на борту более крупного космического аппарата – и отделение субаппарата от подобного «носителя» уже на конечной орбите. Самостоятельный полет в «дальний космос» нано- или мини-КА может занять, с учетом ограничений со стороны ДУ малой тяги, значительно большее время (как показано во 2 главе диссертации – до 1 года и даже более). Это ужесточает требования к сроку службы аппарата, к его живучести в жестких условиях длительных радиационных и тепловых воздействий. Поэтому было бы желательно в начале диссертации выполнить сравнительный анализ эффективности 2-х указанных способов выведения МКА на окололунные и гало-орбиты.

2. В приведенных в автореферате примерах траекторий со сближениями МКА с Луной речь идет об исходных эллиптических геоцентрических орбитах, таких, например, как ГПО. В то же время в работе были рассмотрены и исходные низкие круговые околоземные орбиты. При указанном способе разгона (тяга действует почти непрерывно и всегда направлена по касательной к скорости аппарата) МКА будет удаляться от Земли по раскручивающейся спиралевидной траектории, а эксцентриситет оскулирующих к этой траектории орбит будет оставаться достаточно малым вплоть до достижения высот ~ 100000 км и более. Поэтому было бы интересно показать, как будут реализовываться резонансные цепочки сближения с Луной и для таких орбит с достаточно высоким перигеем.

3. При оценке и обсуждении выигрыша по энергетике при перелете на новую номинальную гало-орбиту по сравнению с возвратом на исходную гало-орбиту после пропуска необходимых коррекций этой орбиты (гл. 4) как-то упускается из виду, что затраты на реализацию подобных перелетов могут быть, в рассмотренных примерах, в обоих случаях выше 50 м/с по характери-

стической скорости, что превышает затраты по переводу МКА с подлетных траекторий на гало-орбиты с помощью цепочек резонансных сближений с Луной. Вопрос состоит в следующем: предусматриваются ли в разрабатываемых схемах полета МКА по рассматриваемым маршрутам резервные запасы топлива, необходимые для реализации подобных динамических операций?

4. Из автореферата косвенно можно понять, что автор знаком со многими работами по направлениям проводимых им исследований, а по некоторым из рассматриваемых им вопросов он даже делал обзоры в соответствующих разделах диссертации. Однако в автореферате не упомянут ни один из наиболее авторитетных исследователей, добившийся интересных результатов в данных направлениях, и не указаны ссылки на публикации с результатами исследований других авторов.

5. К числу других замечаний по автореферату можно отнести определенную небрежность в изложении представляемых результатов и вольность в применяемой терминологии, в ряде случаев отличающейся от сложившейся научной терминологии, используемой в отечественных работах по космической баллистике и небесной механике.

Так, при представлении траекторий движения МКА во вращающейся системе координат ничего не сказано о самой этой системе: где находится ее начало, что является ее базовой плоскостью, куда направлена основная ось. Обо всем этом читающему автореферат приходится догадываться.

Режут слух выражения типа: «траектория распространяется», «прыжки КА по резонансам» и некоторые другие.

Удивляет, что в числе публикаций автора по теме диссертации нет ни одной работы, опубликованной в российских изданиях из перечня ВАК.

Вместе с тем, несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа М.Г. Широбокова заслуживает положительной оценки. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет научную новизну и большую практическую ценность. Автореферат достаточно полно отражает суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Отзыв составили:

1) Вишняков Валерий Модестович

Кандидат технических наук

(специальность 05.12.20 – оптические системы связи, локации и обработки информации)

Ведущий научный сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия «**Центральный научно-исследовательский институт машиностроения**»,

141070, Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, дом 4.

Сайт: <http://www.tsniimash.ru/>

Тел.: +7(495)513-46-33

E-mail: VM_Vishnyakov@tsniimash.ru

“ 19 ” мая 2017 г.

В.М. Вишняков

подпись

Подпись В. М. Вишнякова удостоверяю

Главный ученый секретарь ФГУП ЦНИИмаш,
д.т.н., профессор

“ ”



Ю.Н. Смагин

подпись

2) Колюка Юрий Федорович

Кандидат технических наук

(специальность

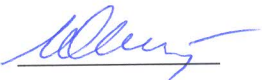
Начальник лаборатории, с.н.с. Федерального государственного унитарного предприятия «**Центральный научно-исследовательский институт машиностроения**»,

141070, Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, дом 4.

Сайт: <http://www.tsniimash.ru/>

Тел.: +7(495) 513-51-97

E-mail: yfk@mc.ysa.ru

“ 19 ” мая 2017 г.  Ю. Ф. Колюка

подпись

Подпись Ю. Ф. Колюки удостоверяю

Главный ученый секретарь ФГУП ЦНИИмаш,
д.т.н., профессор

“ ”

2017 г.



 Ю.Н. Смагин

подпись

печать организации