



**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
«ЭНЕРГИЯ» ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА»
(ПАО «РКК «ЭНЕРГИЯ»)**

Ленина ул., д. 4А, г. Королёв, МО, 141070
Тел. +7 (495) 513-86-55, факс +7 (495) 513-86-20
e-mail: post@rsce.ru; http://www.energia.ru
ОКПО 07530238; ОГРН 1025002032538
ИНН/КПП 5018033937/997450001

07.08.2023 № 012-4/140

На № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 24.2.327.03, д.т.н., доценту
Старкову А.В.

Московский авиационный
институт
125993, г. Москва,
Волоколамское ш., 4

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Аунг Мью Танта
на тему *«Проектирование низкоэнергетических перелётов к Луне с использованием точек либрации системы Земля-Луна»*, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 — «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Представленная диссертация посвящена **актуальной** проблеме, связанной с повышением эффективности выполнения космических манёвров при реализации лунных перелётов с целью доставки грузов большой массы на окололунную орбиту.

Целью работы является разработка метода проектирования низкоэнергетических лунных перелётов. Использование этого метода позволит определять эффективные схемы перелёта на окололунные орбиты, требующие для своей реализации минимальные затраты топлива.

Научная и практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

1. Разработан метод проектирования низкоэнергетических лунных перелётов, предполагающих использование в качестве начального приближения траекторию, проходящую через окрестность коллинеарных точек либрации L1 или L2 системы Земля-Луна;
2. Описаны условия, обеспечивающие близость формы, размера и расположения оскулирующих геоцентрических орбит точки либрации и космического

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«30» 08 2023.

аппарата в момент прохождения космическим аппаратом окрестности точки либрации;

3. Разработанный метод позволит обеспечить эффективное исследование и освоение Луны при реализации лунных грузовых перелетов в части увеличения доставляемой полезной нагрузки на окололунные орбиты при использовании имеющихся и проектируемых транспортных космических средств.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработке метода проектирования низкоэнергетических лунных перелётов, предполагающих использование в качестве начального приближения траекторию, которая проходит через окрестность коллинеарных точек либрации L1 и L2 системы Земля-Луна. Также научная новизна заключается в использовании положения восходящего узла лунной орбиты по отношению к плоскости земного экватора при нахождении начального приближения оптимизируемой траектории.

Достоверность полученных результатов обеспечивается:

- использованием математической модели задачи четырёх тел при описании траектории перелёта к Луне, которая учитывает воздействие на КА Земли, Луны и Солнца на всех этапах перелёта;
- использованием апробированных методов численного интегрирования при решении задачи Коши и краевой задачи для системы дифференциальных уравнений;
- использованием апробированных методов решения задач на условный экстремум;
- сравнительным анализом численных результатов с результатами, опубликованными в литературе.

Краевые задачи в космической баллистике играют особую роль из-за их сложности и, в первую очередь, из-за сложности поиска начального приближения при их решении. Автор диссертации предпринял успешную попытку поиска начального приближения при решении задачи перелета на окололунную орбиту с учетом влияния на траекторию трех планет. При этом необходимо высказать несколько замечаний.

Замечания

1. В работе не обоснован выбор метода поиска начального приближения. Почему вместо краевой задачи с 5-ю принятыми в работе варьируемыми параметрами и 5-ю параметрами орбиты при заданном аргументе широты точки либрации выбрана именно задача минимизации функционала J ?
2. В работе не обоснован выбор принятых при исследовании методов интегрирования и оптимизации.

Сделанные замечания не снижают ценности полученных автором результатов. Диссертационная работа Аунг Мьо Танта представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая выполнена на высоком научном уровне, а указанные замечания могут быть учтены в последующей работе. Развиваемые в работе подходы имеют существенное практическое и методическое значение.

Заключение

Из автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация Аунг Мьо Танта «Проектирование низкоэнергетических перелётов к Луне с использованием точек либрации системы Земля-Луна» является самостоятельным и законченным исследованием и соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (п. 9 – 14) ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник отдела ПАО «РКК Энергия»

доктор технических наук

Муртазин Рафаил Фарвазович

Инженер-математик I категории ПАО «РКК Энергия»

аспирант

Беляева Екатерина Константиновна

Подписи Муртазина Р.Ф. и Беляевой Е.К. заверяю:

Ученый секретарь Института открытого акционерного общества

«Ракетно-космическая корпорация «Энергия»

доктор физико-математических наук



Хатунцева Ольга Николаевна

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва. Московская область, г. Королев, 141070, ул. Ленина, д. 4а. Тел. 8-495-513-6145, E-mail: ekaterina.belyaeva4@rsce.ru