



МОКБ МАРС
РОСАТОМ

**Московское опытно-конструкторское
бюро «Марс» – филиал федерального
государственного унитарного
предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт автоматики
им. Н.Л. Духова»
(МОКБ «Марс» – филиал ФГУП
«ВНИИА»)**

1-й Щемиловский пер., д. 16, стр. 1,
Москва, 127473
Телефон (495) 688-64-44, факс (499) 973-18-96
E-mail: office@mokb-mars.ru
ОКПО 07623885, ОГРН 1027739646164
ИНН 7707074137, КПП 770743001

16.01.2024 № 8-9705-06/793

На № 601-16-538 от 18.12.2023

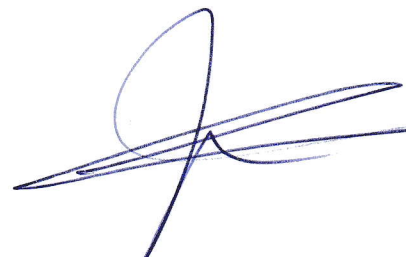
О направлении отзыва на
автореферат Паинг Сое Ту У

Уважаемый Александр Владимирович

Высылаю Вам отзыв на автореферат по диссертационной работе Паинг Сое Ту У. на тему «Оптимизация межорбитальных перелётов с конечной тягой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Приложение: «Отзыв...» на 3 л., 2 экз.

Научный руководитель МОКБ «Марс»

 В.Н.Соколов

Радугин Игорь Сергеевич
+7 (499) 978-18-41

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«17» 01 2024.

**Московское опытно-конструкторское бюро «Марс» –
филиал федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт
автоматики им. Н.Л. Духова»**

(МОКБ «Марс» – филиал ФГУП «ВНИИА»)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Паинг Сое Ту У «Оптимизация межорбитальных перелётов с конечной тягой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационная работа Паинг Сое Ту У посвящена разработке методики баллистического проектирования межорбитальных миссий космических аппаратов (КА). Процесс поиска оптимальных траекторий в таких миссиях всё ещё является довольно непростой задачей и требует разработки эффективных методик. Данное обстоятельство в совокупности с тем, что в настоящее время планируется достаточно большое количество подобных миссий, определяет актуальность данной работы.

В качестве маршевой двигательной установки КА в настоящей работе рассматривается электроракетная двигательная установка (ЭРДУ). Оптимизационная задача сводится к краевой с помощью принципа максимума Понтрягина. Полученная краевая задача решается с помощью метода продолжения по гравитационному параметру.

В работе используется математическая постановка и численный метод решения задачи оптимизации многовитковых траекторий с фиксированной угловой дальностью, свободным временем перелета и с использованием невозмущенной истинной долготы в качестве независимой переменной.

В последней главе приводятся методика и результаты оптимизации комбинированной схемы выведения на геостационарную орбиту (ГСО) с

Отдел документационного
обеспечения МАИ

№ 01 2024

использованием промежуточной орбиты без жестких ограничений на высоту перигея и наклонение. Следует отметить, что поиск оптимальной траектории перелёта КА на ГСО по критерию максимизации конечной массы, сведён к задаче условной минимизации, которая решается с использованием метода неопределенных множителей Лагранжа и метода продолжения.

Разработанные автором методики показывают высокую эффективность, что видно по достаточно многочисленным численным примерам, приведенным в автореферате.

Таким образом, **научная новизна** работы состоит в:

- Разработанном методе оптимизации траекторий перелета КА с ограниченным реактивным ускорением на основе применения принципа максимума, метода продолжения и условий трансверсальности для свободных элементов конечной орбиты;
- Математической постановке и численном методе решения задачи оптимизации многовитковых траекторий с фиксированной угловой дальностью, свободным временем перелета и с использованием невозмущенной истинной долготы в качестве независимой переменной;
- Методике быстрого анализа комбинированных схем выведения КА с ЭРДУ на ГСО.

Достоверность полученных результатов в части постановок рассмотренных задач и полученных решений подтверждается сравнением с результатами, опубликованными другими авторами и не вызывает сомнений.

В качестве **недостатка** можно отметить, что не рассмотрен вопрос применения прямых методов поиска оптимальных решений, которые являются альтернативой используемому в работе принципу максимума Понтрягина.

Указанный недостаток не снижает общей положительной оценки представленной работы. Судя по автореферату, диссертация является

законченным исследованием, содержит решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для развития теории и практики механики космического полёта. Работа соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (п. 9 – 14) ВАК РФ, а её автор Паинг Сое Ту У заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Заместитель научного руководителя
МОКБ «Марс» – филиала ФГУП «ВНИИА»,
кандидат технических наук

Радугин Игорь Сергеевич

Подпись Радугина И.С. заверяю.

Научный руководитель МОКБ «Марс»,
доктор технических наук

Соколов Владимир Николаевич



Контактная информация:

Московское опытно-конструкторское бюро «Марс» –
филиал ФГУП «ВНИИА», Россия, 127473, г. Москва,
1-ый Щемиловский пер., д.16
Тел.: +7 (499) 978-91-55
Эл.почта: sokolov@mokb-mars.ru