

## ОТЗЫВ

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

Целью диссертационной работы Паинг Сое Ту У является развитие теории и разработка методов численной оптимизации траекторий межорбитальных перелетов космических аппаратов с двигателями конечной тяги для преодоления недостаточной вычислительной устойчивости и проблем выбора начального приближения существующих методов.

Теоретическая значимость и научная новизна заключаются в разработанном методе оптимизации траекторий перелета космических аппаратов с ограниченным ускорением на основе принципа максимума, метода продолжения и условий трансверсальности для свободных элементов конечной орбиты. Практическая значимость заключается в том, что были разработаны методы, позволяющие строить экстремали без необходимости выбора начального приближения для управления.

Работа выполнена на высоком научном уровне, построены многовитковые экстремали для задачи вывода космического аппарата, оснащённого электроракетной двигательной установкой, на геостационарную орбиту.

Достоверность результатов основана на использовании известных математических методов и сравнении результатов работы с работами других авторов. В результате исследования разработан программный комплекс.

Основные результаты опубликованы в 5 работах и докладывались на множестве научных конференций.

В качестве недостатков автореферата следует отметить следующее:

1. В работе не берутся во внимание различные возмущающих факторы, воздействующие на траектории космического аппарата, которые, возможно, могут привести к их значительному изменению, так как рассматриваются в том числе многовитковые траектории.
2. В начале автореферата отмечается недостаточная вычислительная устойчивость существующих методов оптимизации траекторий космических аппаратов и отмечается, что диссертация посвящена разработке устойчивых методов. Хотелось бы понять, насколько вычислительно устойчивыми получились разработанные в итоге методы, в том числе в сравнении с другими известными методами решения таких задач.
3. В автореферате многократно говорится про построенные *оптимальные* траектории. Хотелось бы понять, что имеется в виду под словами «оптимальные», являются ли такие траектории экстремалими Понтрягина или же проверялись также условия высших порядков.
4. Автореферат содержит незначительное количество опечаток. В частности, в подписи к рис. 11 на стр. 22 неверно написано слово «Наклонени».

Однако указанные недостатки не снижают теоретической и практической ценности работы.

#### Выводы.

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. В работе разработан подход к решению задачи оптимизации перелета космического аппарата с конечной тягой на основе принципа максимума и метода продолжения, а также разработан метод оптимизации многовиткового перелета космического аппарата, оснащённого электроракетной двигательной установкой, представлены результаты для выведения на геостационарную орбиту.

Работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Паинг Сое Ту У **заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук** по специальности 2.5.16 — Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
лаборатории №38 «Управление по неполным данным»  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской  
академии наук  
Эл. почта: samokhin@ipu.ru

Самохин А.С.

24 января 2024 г.

Личную подпись Самохина Александра Сергеевича заверяю.

Подпись *Самохина Александра Сергеевича*  
ЗАВЕРЯЮ  
ВЕД. ИНЖЕНЕР  
Заложнева Л.Л.

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской  
академии наук

117997, Россия, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65. Тел.: +7 495 334-89-10, +7 495 198-17-20