

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мина Тейна на тему «Оптимизация траекторий космических аппаратов с использованием эволюционной стратегии с адаптацией ковариационной матрицы», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Данная диссертационная работа посвящена разработке методики оптимизации межорбитальных и межпланетных перелётов. Особое внимание уделяется межпланетным перелётам с гравитационными манёврами космических аппаратов (КА) с двигателями малой тяги. При этом, для решения оптимизационных задач применяется принцип максимума Понтрягина. Получаемую в результате краевую задачу предлагается решать с помощью нового метода, называемого эволюционной стратегией с адаптацией ковариационной матрицы (СМАЕС) и относящегося к группе метаэвристических алгоритмов.

Известно, что оптимизация многовитковых межорбитальных перелётов и межпланетных траекторий с гравитационными манёврами для КА с двигателями малой тяги является достаточно трудоёмким процессом. Это связано и с многоэкстремальностью рассматриваемых задач, и с высокой чувствительностью процесса поиска решения к выбору начального приближения неизвестных параметров краевой задачи. Указанные выше трудности позволяет в значительной степени преодолеть предлагаемый метод оптимизации траекторий межорбитальных и межпланетных перелётов, совмещающий использование необходимых условий оптимальности принципа максимума и алгоритма СМАЕС. Предложенный подход является основой диссертационной работы.

Дальнейшее повышение эффективности схем выведения КА на высокие орбиты и продвижение научных исследований дальше в космос

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 24 05 2018

требует рассмотрения все более сложных задач баллистического проектирования. Данные обстоятельства определяют **актуальность** данной работы, заключающуюся в создании новой методики оптимизации траекторий межорбитальных и межпланетных перелётов с **целью** увеличения эффективности практической реализации сложных схем межорбитальных и межпланетных перелетов.

Таким образом, **научная новизна** диссертационной работы заключается в создании методической базы для решения задач оптимизации межпланетных и межорбитальных перелётов КА с малой тягой, основанной на использовании необходимых условий оптимальности принципа максимума в комбинации с численным методом решения краевой задачи СМАЕС. Используя разработанную методику, автор работы получил ряд численных результатов оптимизации межорбитальных и межпланетных перелётов. Так, например, автором была проведена оптимизация межпланетного перелёта от Земли к Юпитеру с использованием от одного до пяти гравитационных манёвров. Возможность получения решения для таких сложных схем перелёта свидетельствует в пользу эффективности разработанной автором методики. Также разработан устойчивый метод оптимизации многовитковых межорбитальных перелетов КА с малой тягой между некомпланарными орбитами, основанный на совместном использовании условий оптимальности непрямого метода и алгоритма СМАЕС, позволяющий получать регулярные решения.

Достоверность полученных результатов следует из адекватной формулировки задач, использования хорошо обоснованных фундаментальных подходов, таких как принцип максимума Понтрягина. Численные результаты подвергались неоднократной прямой проверке. Многие результаты, полученные в диссертации, сравнивались с результатами, опубликованными другими авторами.

Таким образом, практическая значимость диссертационной работы Мина Тейна заключается в:

- разработке новой методики решения задач оптимизации траекторий межорбитальных и межпланетных перелетов КА с малой тягой, основанной на использовании алгоритма CMAES;
- разработке программного обеспечения, реализующего предложенную методику;
- получении ряда численных результатов на базе разработанной методики: выведение КА с низкой околоземной орбиты на ГСО, выведение КА на систему рабочих гелиоцентрических орбит для исследования Солнца, выведение КА на орбиту около планеты назначения для исследования этой планеты или его спутников;

При этом можно отметить и ряд недостатков, содержащихся в автореферате рассматриваемой работы:

- при межпланетных перелётах с гравитационными манёврами в точке гравитационного манёвра разработанная методика не учитывает случай, когда угол поворота гиперболического избытка скорости меньше максимального, что сужает область поиска решения в пространстве выбираемых переменных;
- в автореферате присутствует ряд грамматических ошибок;

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы. Судя по автореферату, диссертация является самостоятельным и оригинальным исследованием, содержащим научную новизну. Избранные методы исследования свидетельствуют о достоверности и обоснованности полученных результатов.

Рецензируемая диссертационная работа полностью соответствует критериям «Положения о порядке присуждения научных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Мин Тейн заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по

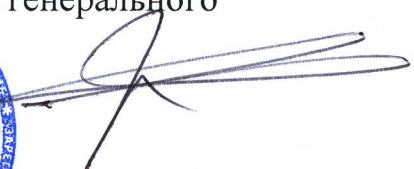
специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник направления №1
ФГУП МОКБ «Марс», к.т.н., доцент

 М.А. Шатский

Подпись М.А. Шатского удостоверяю
Заместитель директора ФГУП МОКБ «Марс»
по научной работе, Заместитель генерального
конструктора, д.т.н.





В.Н. Соколов