

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Бакри Ибрагима на тему «Синтез законов стабилизации пространственного движения космического аппарата с малой асимметрией в атмосфере Марса», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. - Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Значительное число марсианских миссий содержат в программе полёта этап атмосферного спуска космического аппарата (КА) на поверхность планеты. Отличительные особенности движения КА в атмосфере Марса обусловлены её большой разрежённостью, из-за чего чрезвычайно затруднительно погасить всю кинетическую энергию аппарата путём аэродинамического торможения, а также недостаточной определённости характеристик атмосферы. Одной из основных проблем неудачных посадок на планету является отсутствие точных сведений о начальной точке входа в атмосферу посадочного модуля. Необходимость обеспечения безаварийной посадки спускаемых на Марс КА определяет **актуальность** диссертационного исследования Бакри И.

Целью диссертационной работы, судя по автореферату, является разработка приближённых оптимальных законов управления угловым движением спускаемых космических аппаратов с малой асимметрией в атмосфере Марса, стабилизирующих данные КА относительно вектора скорости с целью обеспечения заданных условий движения в момент ввода парашютной системы.

В работе Бакри И. получены следующие результаты, обладающие **научной новизной**:

- приближённые аналитические выражения для непрерывных оптимальных законов управления по угловой скорости и пространственному углу атаки, обеспечивающих стабилизацию КА относительно вектора скорости в атмосфере Марса, учитывающие возмущающее влияние малой аэродинамической и малой массово-инерционной асимметрий на движение КА относительно центра масс;
- дискретные аналоги полученных непрерывных оптимальных законов

управления, позволяющие учесть влияние дискретного характера работы двигателей системы управления;

- методика и алгоритм построения области допустимых значения асимметрий спускаемого КА, позволяющая исключить влияние главного резонанса при его неуправляемом движении в атмосфере Марса.

Достоверность результатов работы определяется сравнением аналитических оценок с результатами численного моделирования. Работа достаточно **апробирована** – представлена более чем на семи научных конференциях. Результаты работы опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 4 статьях в журналах, рекомендованных ВАК и 2 статьях в изданиях, индексируемых в Scopus.

Практическая значимость работы определяется представленной методикой построения области допустимых значений асимметрий спускаемых КА, позволяющей исключить влияние главного резонанса при их неуправляемом движении в атмосфере Марса.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. Из автореферата не ясно, почему для построения оптимального управления использовался метод Беллмана, а не другие известные методы оптимального управления, например, метод Понтрягина.

2. В автореферате не сказано о присутствии или отсутствии в работе сравнений численных результатов, полученных при различных моделях аэродинамики КА.

3. Из материалов автореферата не ясно каким образом результаты диссертационной работы можно использовать для других планет Солнечной системы (в частности для планеты Земля). По приведённым в реферате аналитическим соотношениям основные отличия заключаются в скоростном напоре - q (определяется плотностью атмосферы - ρ). Как соискатель допускает применение полученных им результатов для других планет?

Указанные недостатки не снижают научной и практической значимости работы в целом и не влияют на общую положительную оценку. Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на

актуальную тему и выполнена автором на высоком научном уровне

Считаю, что диссертационная работа на тему «Синтез законов стабилизации пространственного движения космического аппарата с малой асимметрией в атмосфере Марса» полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Бакри Ибрагим заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Заместитель генерального
конструктора по научной
работе, к.т.н.

Максим Владимирович
Борисов

АО «РКЦ «Прогресс»,
443009, г. Самара, ул. Земеца, д. 18,
Тел.: 8(846) 228-52-10; e-mail: borisovma@samspace.ru

Я, М. В. Борисов, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Бакри И. и их дальнейшую обработку.

Подпись М. В. Борисова удостоверяю
Заместитель начальника отдела кадров

В. А. Беломытцев



28.11.2023