

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванюхина Алексея Викторовича «Методы проектирования траекторий КА с электроракетными двигателями на основе анализа области существования решений и исследования задачи о минимальной тяге», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Диссертация А.В.Иванюхина посвящена проблеме оптимизации траекторий космических аппаратов (КА) с электроракетными двигательными установками (ЭРДУ). Актуальность диссертации обусловлена перспективностью применения ЭРДУ для обеспечения различных космических транспортных операций в околоземном пространстве и в дальнем космосе, необходимостью проведения оптимизации траекторий КА с ЭРДУ с целью совершенствования их характеристик и для обеспечения корректности решения задачи выбора основных проектных и баллистических параметров КА, сложностью решения типовых задач оптимизации траекторий КА с ЭРДУ, недостаточной полнотой современной теории оптимальных перелетов с малой тягой и необходимостью разработки новых устойчивых методов численного решения задач оптимизации траекторий КА с ЭРДУ.

Одной из серьезных нерешенных задач теории оптимальных траекторий КА с ЭРДУ является проблема существования решения. Для многих задач невозможно заранее гарантировать существование решения при заданных граничных условиях и заданных параметрах КА и ЭРДУ. В этих условиях, отказ какого-либо численного метода оптимизации невозможно однозначно интерпретировать: он может быть вызван либо недостатками самого метода, либо означать отсутствие решения.

Научная новизна диссертации А.В.Иванюхина заключается в том, что им предложен подход к решению типовых задач оптимизации траекторий КА с ЭРДУ, позволяющий проводить диагностику существования решения. Для этого первоначально решается задача вычисления минимальной тяги,

необходимой для реализации перелета. Если значение минимальной тяги не превосходит значения располагаемой тяги, решение существует и может быть получено продолжением из оптимальной траектории с минимальной или идеально-регулируемой тягой, в противном случае решения нет. С учетом регулярности задачи минимизации тяги, предложенный подход позволяет эффективно проводить диагностику существования решения и реализовать устойчивые вычислительные методы оптимизации траекторий КА с ЭРДУ.

Практическая значимость также связана с созданием устойчивых численных методов оптимизации траекторий КА с ЭРДУ и с разработкой на их основе соответствующего программно-математического обеспечения, которое может использоваться в баллистических и проектных подразделениях предприятий, разрабатывающих космическую технику. Кроме того, решение задачи минимизации тяги позволяет определить минимально требуемую мощность ЭРДУ и верхнюю оценку для затрат рабочего тела ЭРДУ при реализации конкретных космических транспортных операций.

Результаты работы опубликованы в четырех научных изданиях из перечня ВАК и были доложены на российских и международных конференциях.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением хорошо обоснованных подходов (принцип максимума, метод продолжения) и подтверждается численными примерами.

В качестве недостатков можно отметить следующие:

- 1) В автореферате нет объяснения, что собой представляют функции $\eta(\mathbf{x}, t)$, $w(\mathbf{x}, t)$, которые появляются в системе (19) и используются далее.
- 2) Продолжение по дате старта и времени перелета, предлагаемое для построения изолиний (страницы 12, 13) приводит к изменению угловой

дальности перелета, что, при определенных условиях, может привести к переходу с изначально глобально-оптимальной экстремали к локально-оптимальной траектории с худшими характеристиками, чем на оптимальной траектории с оптимальным числом целых витков вокруг притягивающего центра.


3) В работе не рассмотрены планетоцентрические участки движения межпланетных КА с ЭРДУ (например, скрутка КА с подлетной траектории на целевую околопланетную орбиту), которые могут существенно увеличить длительность перелета и требуемые затраты рабочего тела ЭРДУ.

Перечисленные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Из текста автореферата следует, что работа выполнена на хорошем научно-техническом уровне, отвечает положению ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Иванюхин Алексей Викторович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Кафедра космического машиностроения СГАУ (НИУ), Старинова Ольга Леонардовна, solleo@mail.ru, адрес: 443086, г. Самара, ул. Гая, д. 45, тел: (846) 334-86-80, 267-46-88.


Профессор кафедры космического
машиностроения СГАУ
д.т.н.


Старинова О.Л.

Подпись Стариновой О.Л. заверяю.

Учёный секретарь СГАУ,
д.т.н.




Кузьмичев В.С.