

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Титовой Алины Сергеевны на диссертационную работу Чебакова Евгения Владимировича «Разработка метода определения углового положения космического аппарата на основе анализа внешних тепловых потоков», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертационная работа Чебакова Е.В. посвящена разработке метода определения угловой ориентации космического аппарата, основанного на методологии обратных задач теплообмена. Предложенный автором метод является актуальным в качестве одного из подходов при разработке надёжной резервной системы ориентации современных космических аппаратов. Особенно важным это является для перспективных малогабаритных космических аппаратов.

Научная новизна работы состоит в том, что в ней впервые применяется методология обратных задач теплообмена для измерения пространственной ориентации космического аппарата на орбите полета. Разработка новых подходов к созданию систем ориентации является актуальной и востребованной задачей современной космической науки и техники.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в работе, подтверждается проведенным численным моделированием и апробацией разработанного метода при термовакуумных испытаниях. Результаты численного эксперимента подтверждаются исследованиями сходимости алгоритма и его устойчивостью к различным возмущающим факторам. Наиболее важным для практической реализации предложенного подхода является 2 раздел, по результатам которого оценивается точность и оперативность метода при влиянии различных неопределенностей. Результаты экспериментальной апробации разработанного алгоритма в термовакуумной камере подтверждают функциональность разработанного алгоритма и дальнейшую применимость метода в лётных испытаниях.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«10» 12 2020

Практическая значимость научного исследования заключается в том, что автором было разработано прикладное программное обеспечение, которое может быть использовано для экспериментальной апробации разработанного метода на микроспутнике. При этом создан прототип установки, реализующий предложенный метод определения углового положения космического аппарата, который может использоваться при проведении лётных испытаний штатного образца.

Основные научные результаты работы были опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, а также обсуждались на российских и международных конференциях и семинарах.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и приложений.

Во введении отражена актуальность выбранной темы и степень её проработанности, сформулированы цели и задачи работы. Раскрыта научная новизна исследования, а также достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы. Кратко охарактеризованы методы исследования. Представлены теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе диссертационной работы приводится постановка задачи предложенного метода. Рассматриваются существующие математические модели баллистики и теплообмена в космосе. Базируясь на результатах проведённого анализа, предлагается общая процедура построения приближенных моделей термобаллистики. При определении углового положения КА автором принимается ряд теплофизических допущений (например, не учитывается время нахождения КА в сумеречной зоне) и допущений в математической модели (раздел 1.4).

Вторая глава посвящена разработке алгоритма решения обратной задачи теплообмена на основе метода сопряжённых направлений. Приводится постановка сопряжённой задачи и определяются параметры градиентного метода минимизации. Для определения единственности решения обратной задачи предлагается метод случайных рестартов.

В третьей главе анализируется эффективность разработанного алгоритма с помощью вычислительного эксперимента. Проводится анализ сходимости вычислительного алгоритма для различных параметров орбит. Анализируется устойчивость к различным неопределённостям, влияющим на точность решения предложенного метода.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментально-расчётных исследований с использованием прототипа установки. Проводится обзор различных датчиков тепловых потоков. Приведена физическая модель процесса в экспериментальной системе, сформулированы требования к прототипам датчиков, условиям проведения и параметрам испытаний. Приводятся результаты предварительной апробации разрабатываемого подхода и проведения испытаний датчиков в термовакуумной камере.

В заключении обобщены результаты диссертационного исследования и представлены выводы по работе.

В качестве замечаний отметим следующее:

1. При определенных орбитах полета для конкретных КА необходимо учитывать отраженные от конструкции тепловые потоки, падающие на внешние поверхности КА, особенно не закрытые ЭВТИ. Кроме того, современные малогабаритные КА часто имеют мощную целевую бортовую аппаратуру с высоким тепловыделением. Из диссертационной работы не до конца ясно, как такие тепловые потоки будут учитываться, в случае невозможности исключения их влияния.

2. Автором сделан вывод о том, что для определения ориентации КА погрешность измерения тепловых потоков не должна превышать 3%. Не до конца понятно, с чем связано такое ограничение и как обеспечить работу системы при больших погрешностях.

3. При моделировании не проводилось последовательное решение обеих обратных задач теплообмена (радиационно-геометрической и граничной).

4. В ходе термовакуумных испытаний, описанных в главе 4, не проводилась термостабилизация кожуха вакуумной камеры, что влияет на адекватность имитации условий эксплуатации КА. В диссертации не проанализировано влияние температуры криоэкрана на тепловые потоки, падающие на объект испытаний.

Отмеченные недостатки не снижают ценности и практической значимости работы. Результаты научного исследования имеют значение для развития перспективной ракетно-космической техники и могут найти широкое применение в космической индустрии.

В целом диссертация Е.В. Чебакова представляет собой законченное исследование, посвящённое актуальной теме. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 — теплофизика и теоретическая теплотехника, а её автор, Чебаков Евгений Владимирович, заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук.

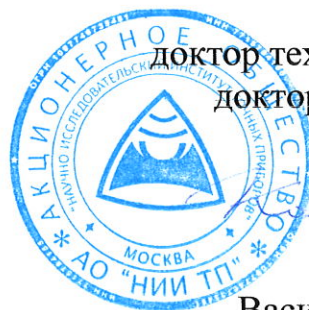
Отзыв подготовила:


старший научный сотрудник
лаборатории тепловых режимов
АО «НИИ ТП»,
кандидат технических наук


04.12.2020 Титова
Алина Сергеевна

Подпись Титовой А.С. заверяю:

Научный руководитель
АО «НИИ ТП»,
доктор технических наук,
доктор военных наук,
профессор




Кострюков
Василий Федорович