



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

09 НОЯ 2018 № 11204 / 4954-52  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Ученому секретарю  
Диссертационного совета  
Д 212.125.08, д.т.н., профессору**

**Ю.В.Зуеву**

О направлении отзыва на  
автореферат диссертации  
Басова А.А.

Волоколамское ш., д.4,  
Москва, А-80, ГСП-3, 125993  
Московский авиационный институт

Уважаемый Юрий Владимирович!

Направляем в совет Д.212.125.08 отзыв на автореферат диссертации Басова  
Андрея Александровича «Децентрализованная бортовая система  
терморегулирования пассивного типа с автономным управлением»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение:

Отзыв на автореферат диссертации Басова А.А. 4л., 2 экз.

С уважением,  
Зам. директора,  
д.ф.-м.н., профессор РАН

 **А.А.Лутовинов**

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № \_\_\_\_\_  
12 11 20 18



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Басова Андрея Александровича  
«Децентрализованная бортовая система терморегулирования пассивного типа  
с автономным управлением», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Обеспечение тепловых режимов космических аппаратов является одной из критически значимых задач, определяющих саму возможность функционирования космического устройства. Поэтому тема работы А. А. Басова, направленная на повышение надежности систем обеспечения теплового режима космических аппаратов, бесспорно, является актуальной.

Диссертационная работа посвящена децентрализованной системе терморегулирования космических аппаратов. В данной работе исследуются свойства системы обеспечения теплового режима (СОТР) космических аппаратов (КА), которая в отличие от традиционных СОТР, не имеет строго централизованного управления, а распределена по тепловой структуре КА.

Работа включает четыре главы и заключение. Первая посвящена аналитическому обзору современных СОТР. В ней предложена классификация СОТР, описаны их подсистемы, и охарактеризованы этапы теплового проектирования космического аппарата. Во второй главе представлены модели воздействующих на КА внешних тепловых факторов, корректность учета которых является одним из наиболее значимых факторов, определяющих облик СОТР. Основной теоретической частью работы является третья глава. В ней описаны инструменты теплового математического моделирования, представлены результаты моделирования параметров сосредоточенных и распределенных СОТР, проведен сравнительный анализ этих систем, на основании которого определены критерии целесообразности использования децентрализованных СОТР. Четвертая глава посвящена внедрению результатов исследования.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 12 / 11 / 20 18

В некотором роде распределенная схема СОТР сложилась в современных научных космических аппаратах, собираемых из большого числа приборов. В таком аппарате каждый прибор имеет СОТР с отдельной системой управления. Как правило, СОТР приборов в этих аппаратах полностью независимы и учитывают только минимальные тепловые интерфейсы с соседними приборами или космической платформой. Для этих аппаратов такая структура СОТР применяется не в виде научно проработанной оптимальной системы, а в качестве схемы распределения ответственности между разработчиков приборов. Поэтому в таких аппаратах не используются очевидные преимущества децентрализованной СОТР, состоящие в возможности значительного повышения надежности за счет оптимального взаимодействия разных частей СОТР.

Как следует из автореферата, А.А.Басов исследовал подобную структуру СОТР именно как систему, в которой максимально учитывается тепловое влияние одних элементов на другие. Такой подход имеет два преимущества. Во-первых, подобная система может быть построена таким образом, при котором неблагоприятные тепловые условия, возникающие в одних частях системы, будут компенсированы воздействиями со стороны других частей. Во-вторых, в последнее время появились КА научного назначения, тепловая структура которых представляет собой набор строго термостабилизированных на очень разном температурном уровне тепловых зон. Для подобной структуры необходимо решать обратную задачу учета и минимизации тепловых воздействий одних частей аппарата на другие. Предложенный А.А.Басовым подход для этого представляется наиболее подходящим.

Одной из самых важных проблем, решаемых в диссертационной работе А.А.Басова, является повышение надежности системы терморегулирования космического устройства. В децентрализованной СОТР сильно снижается значимость аварийных отказов в отдельных частях СОТР для теплового режима КА в целом. Немалую степень важности этому результату добавляют факторы чрезвычайно высокой стоимости современных космических



аппаратов и усиления зависимости их работоспособности от точности поддержания теплового режима.

Необходимо отметить удачный выбор математических инструментов, применяемых автором. В качестве метода моделирования Басов А.А. использует узловой метод, который в настоящее время в отечественном приборостроении применяется достаточно редко. Обычно для тепловых расчетов используются компьютерные системы, сочетающие трехмерное проектирование и конечно-элементный метод моделирования. По сравнению с таким сочетанием узловой метод является более трудоемким и требовательным к пониманию теплофизических процессов в конструкции. Но при этом данный метод дает гораздо больше возможностей в решении обратных и оптимизационных тепловых задач. Факт использования Басовым А.А. этого метода говорит о высокой квалификации соискателя в области прикладной теплофизики.

Бесспорным достоинством работы является внедрение результатов при создании системы терморегулирования реальных космических аппаратов.

Не менее важно и экспериментальное подтверждение теоретических положений диссертации путем анализа работы систем терморегулирования после запуска космических аппаратов, в системе терморегулирования которых были использованы результаты диссертационной работы.

Необходимо отметить, что количество публикаций Басова А.А., в которых раскрываются положения работы, значительно превышают необходимый минимум. Данный фактор говорит о глубине проработанности темы. В этой связи можно отметить и значительное число патентов в перечне публикаций. Это демонстрирует большое количество новых технических решений, что является бесспорным достоинством диссертации в области технических наук.

В будущих исследованиях можно рекомендовать Басову А.А. использование обратных тепловых задач для оптимизации параметров децентрализованных СОТР. Хотя из автореферата ясно, что подготовленный

соискателем математический аппарат для этого пригоден, но информация о применении в работе результатов решения обратных задач отсутствует.

Работа не лишена некоторых недостатков. Во второй главе работы представлена модель суммарных падающих на поверхность КА лучистых потоков, однако более подходящей для концепции децентрализованной СОТР является модель поглощенных отдельными фрагментами КА тепловых потоков. Не рассмотрен вариант произвольной трехосной ориентации КА при определении падающих потоков.

Однако данные недостатки являются несущественными и не снижают общий высокий уровень работы.

Представленное Басовым А.А. исследование обладает научной новизной и вносит существенный вклад в теорию и практику терморегулирования космических аппаратов. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Басов А.А. достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Кандидат технических наук,  
Заведующий лабораторией Астрофизических  
рентгеновских детекторов и телескопов ИКИ РАН,  
Семена Николай Петрович \_\_\_\_\_

06.11.2018 г

Заместитель директора, д.ф.-м. н, профессор РАН,  
А.А.Лутовинов \_\_\_\_\_



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997, Москва, ГСП-7, Профсоюзная ул. 84/32, (495)333-5445, semena@iki.rssi.ru