



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

(АО «ВПК «НПО машиностроения»)

ул. Гагарина, д. 33, г. Реутов, Московская область, 143966
телеграфный: Реутов Московской ВЕСНА (АТ346416)
Тел.: (495) 528-30-18 (канцелярия) Факс: (495) 302-20-01
E-mail: vpk@vpk.npomash.ru http://www.npomash.ru
ОКПО 07501739, ОГРН 1075012001492
ИНН/КПП 5012039795/509950001

14.11.18
на № _____

№ 95/238
от _____

Председателю диссертационного совета
Д212.125.08 на базе
Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета)
Доктору технических наук, профессору
Ю.А. Равиковичу

125993, Москва,
Волоколамское шоссе, д.4

Уважаемый Юрий Александрович!

Высылаю Вам отзыв ведущей организации на диссертационную работу Басова Андрея Александровича «Децентрализованная бортовая система терморегулирования пассивного типа с автономным управлением» по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение: Отзыв ведущей организации в 2-х экземплярах, на 6 листах каждый.

Заместитель Генерального директора,
заместитель Генерального конструктора

П.А. Широков



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

(АО «ВПК «НПО машиностроения»)
ул. Гагарина, д. 33, г. Реутов, Московская область, 143966
телеграфный: Реутов Московской ВЕСНА (АТ346416)
Тел.: (495) 528-30-18 (канцелярия) Факс: (495) 302-20-01
E-mail: vpk@vpk.npomash.ru http://www.npomash.ru
ОКПО 07501739, ОГРН 1075012001492
ИНН/КПП 5012039795/509950001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора,
заместитель Генерального конструктора
АО «ВПК «НПО машиностроения»



П. А. Широков

№ _____
на № _____ от _____

« 14 » « 11 » 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Басова Андрея Александровича «Децентрализованная бортовая система терморегулирования пассивного типа с автономным управлением», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Диссертационная работа Басова А.А. посвящена исследованию методами теплового математического моделирования возможности создания эффективных высоконадежных систем обеспечения теплового режима (СОТР) для космических аппаратов с длительным сроком активного существования. Исследован вопрос целесообразности применения пассивных средств терморегулирования в сочетании с децентрализованной («сетевой») архитектурой системы. Применение СОТР, состоящей из пассивных элементов и средств терморегулирования, существенно повышает надёжность и снижает затраты на создание и эксплуатацию малых модулей пилотируемых орбитальных комплексов, выполняющих вспомогательные задачи, без необходимости проведения регламентных и ремонтно-восстановительных работ. В этой связи тема диссертационного исследования обладает высокой актуальностью.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
23 11 2018

В работе определены критерии целесообразности применения децентрализованной («сетевой») архитектуры СОТР в составе космического аппарата, а также показано, что интеграция в конструкции космического аппарата элементов пассивной децентрализованной СОТР с автономным управлением позволяют увеличить полезный объём космического аппарата и экономить ресурсы бортовых вычислителей. Это обуславливает несомненную практическую значимость темы диссертационного исследования, которая подтверждается также документами о внедрении результатов работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и четырех приложений.

В первой главе диссертации приводятся: определение и классификация СОТР космических аппаратов. На основе приведенной классификации все системы терморегулирования разделены на условные два класса – активную и пассивную. Определена отличительная черта и одновременно «слабое звено» активных систем – ярко выраженный централизованный побудитель движения как правило, однофазного теплоносителя. Даны определения децентрализованной и децентрализованной пассивной СОТР.

Далее в первой главе рассмотрены этапы проектирования и приведены существенные особенности алгоритма проектирования СОТР, рассмотрены особенности расчета воздействующих на поверхность космического аппарата (КА) тепловых нагрузок и приведены основные факторы, вносящие неопределенности и погрешности в тепловые математические модели КА.

Во второй главе приводится обзор физических факторов теплового воздействия на космический аппарат в условиях длительного полёта в космическом пространстве, а также математическое описание таких воздействий. Проанализированы такие факторы теплового воздействия, как собственная спектральная интенсивность излучения Солнца, длинноволновый спектр излучения планет и интенсивность излучения Солнца, отражённого поверхностью планеты. По результатам проведённого анализа даны рекомендации по выполнению тепловых расчётов космических агрегатов с использованием многократно проверенного на предприятиях

отрасли пакета программ «TERM» и программного комплекса «ВС СОТР» отечественной разработки.

Третья глава посвящена описанию математической модели тепловых процессов, проходящих в бортовых СОТР. Приведены примеры численного расчёта системы с обратной связью по температуре хладагента. Проанализированы параметры активной централизованной системы и воздействующих на неё факторов, приводящих к автоколебательным режимам.

На примере внедренного во внешнем контуре СОТР модуля «Рассвет» международной космической станции принципа децентрализации и использования пассивных элементов (радиаторов с контурными тепловыми трубами) проведено сравнение традиционной и пассивной децентрализованной СОТР, показано преимущество децентрализации как по параметру надежности, так и по эксплуатационным характеристикам. Для типового космического объекта класса «внешняя установка», оборудования космического эксперимента «СВЧ-радиометрия», приведена подробная узловая тепловая модель, расчеты по которой также выявили преимущества децентрализованной пассивной СОТР.

Результатом сравнительного анализа стали сформулированные в главе принципы построения и теплового математического моделирования децентрализованных СОТР пассивного типа.

В четвёртой главе на основании результатов математического моделирования, проведенного в главе 3, определены космические объекты, на которых технически оправдано применение пассивных децентрализованных СОТР с автономным управлением в сегментах беспилотных и обитаемых/пилотируемых КА, выделены общие признаки таких космических объектов.

Обращает внимание технически обоснованный подход автора к внедрению на дорогостоящих космических объектах принципа децентрализации пассивной СОТР, выразившийся в поэтапном использовании усложняющихся технических средств. Проведенная разработка типовых компонентов децентрализованных СОТР, обладающих

малой массой, низкой стоимостью при высокой надежности и длительном сроке эксплуатации существенно облегчила внедрение авторских решений на космических объектах различного назначения – от внешней установки на модуле-носителе до достаточно крупного самостоятельного модуля орбитальной станции. Широкий диапазон реальных космических объектов, на которых успешно внедрены предложенные автором пассивные децентрализованные системы с автономным управлением демонстрирует легкую адаптируемость таких систем к различным изделиям.

На примерах достаточно значимых КА, в том числе проекте беспилотного корабля-модуля, проведен сравнительный анализ целесообразности децентрализации пассивной СОТР и сформулированы обобщенные критерии ее применимости. Предложенные обобщенные критерии позволяют сократить длительность итерационного процесса оптимизации СОТР конкретного КА.

Полученные в работе результаты позволяют на основе математических теплофизических исследований вести разработку систем терморегулирования, обеспечивающих эффективное использование ресурсов посещаемых долговременных космических объектов, в том числе планетных и околопланетных станций, автоматических КА различного назначения и микрообъектов, используемых для решения отложенных целевых задач.

Научная новизна диссертационного исследования определяется тем, что в результате работы была разработана идеология построения высоконадёжной «капсулированной» децентрализованной пассивной СОТР, способной выполнять свои функции при отказе бортовых средств управления.

Основные результаты диссертационной работы содержатся в 10 статьях, опубликованных в рекомендованных Высшей аттестационной комиссией журналах и 7 патентах Российской Федерации.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

К недостаткам можно отнести:

- беглое упоминание о тепловакуумных испытаниях, как средстве первичной верификации тепловой математической модели;
- недостаточное внимание, уделенное автором применению децентрализованных пассивных СОТР в автоматических КА.

Отмеченные недостатки не снижают существенную ценность представленной работы.

Диссертация Басова А.А. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне. Все результаты исследований обоснованы, их степень достоверности и новизны достаточно высока, подтверждена апробацией и внедрением результатов. Автором решены важные научно-технические задачи, имеющие практическую значимость для ракетно-космической отрасли.

Результаты работы могут быть рекомендованы для внедрения в практику теплового проектирования космических объектов различного назначения на предприятиях отрасли («РКЦ «Прогресс», «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», «НИИЭМ», «ВПК «НПО машиностроения», «НПО им. С.А. Лавочкина» и др.).

На основании текста диссертации можно заключить, что представленная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, а её автор, Басов Андрей Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Отзыв на диссертацию обсужден на заседании секции 1, «Проектные исследования и разработки» Научно-технического совета Акционерного общества «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения», протокол заседания №1-НТС/17 от 01.11.2018г.

Отзыв составили:

Главный научный сотрудник

доктор технических наук  Горский Валерий Владимирович

Почтовый адрес: 143966, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33

Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»

Тел.: 8 (495) 528-31-12

Главный конструктор по направлению

«Космические системы»

кандидат технических наук  Зайцев Сергей Эдуардович

Почтовый адрес: 143966, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33

Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»

Тел.: 8 (495) 528-75-54

Заместитель начальника отдела



Смирнов Александр Сергеевич

Почтовый адрес: 143966, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33

Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»

Тел.: 8 (495) 528-16-27

Учёный секретарь НТС предприятия

кандидат физико-математических наук



Точилев Леонид Сергеевич

Почтовый адрес: 143966, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33

Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»

Тел.: 8 (495) 300-93-14.