



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Научно-производственное
объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)

Ленинградская ул., д. 24, г. Химки, Московская область, 141402

Тел. +7 (495) 573-56-75, факс +7 (495) 573-35-95;
e-mail: npol@laspace.ru; www.laspace.ru

ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566

от 01.11.2018 № 410/24378

на № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.125.08, ФГБОУ
«Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский
университет)» (МАИ),

д.т.н., профессору Зуеву Ю. В.

125993 Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамске ш., д.4.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Басова Андрея Александровича

на тему: **Децентрализованная бортовая система терморегулирования
пассивного типа с автономным управлением**

по специальности 01.04.14. – Теплофизика и теоретическая теплотехника
на соискание учёной степени кандидата технических наук

1. Актуальность избранной темы. Диссертация содержит результаты научных и конструкторских исследований автора работы, направленных на оптимальное проектирование систем обеспечения тепловых режимов (СОТР) – одной из важнейших систем жизнеобеспечения космических летательных комплексов (КЛК). Цель исследований – решение задачи создания таких СОТР, которые способствовали бы увеличению сроков активного существования КЛК за счет повышения вероятности их безотказной работы (ВБР). Очевидно, что успешное решение этой задачи обусловит достижение положительного эффекта – снижения материальных затрат, направляемых на развитие РКТ и увеличения объема проводимых КЛК фундаментальных исследований космического пространства за счет увеличения ресурса КЛК.

Отмеченное свидетельствует об **актуальности** темы диссертации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Для достижения

поставленной цели автор проводит технический анализ СОТР существующих КЛК (гл. 1) и **обосновано** находит целесообразность разделения их по принципам построения на **классические централизованные** и **децентрализованные**. К первым он относит схемы СОТР с характерно выраженным *центральным критичным элементом* и базирующиеся на замкнутых гидравлических и газовых контурах, включающих агрегаты с пониженной надежностью: насосы, вентиляторы, регуляторы, клапаны, компенсаторы, теплообменники, трубопроводы. Ко вторым – схемы СОТР с использованием пассивных средств, обеспечивающих необходимые параметры посредством теплообмена только излучением и теплопроводностью между элементами конструкции КЛК и между ними и окружающим пространством (тепловая изоляция, термоизоляторы, термосопротивления, терморегулирующие покрытия (ТРП) и др.), и средств терморегулирования (тепловые трубы, нагревательные элементы, тепловые аккумуляторы).

На практике повышение ВБР СОТР первого класса обеспечивается дублированием *критичных элементов*, а второго – простым подбором пассивных элементов и средств с наиболее стабильными и точными теплофизическими свойствами и термооптическими характеристиками. Отсюда следует **обоснованный** вывод о снижении материальных затрат при использовании **децентрализованных СОТР с автономным управлением**.

Далее (гл.2) автор анализирует известные способы математического моделирования теплового воздействия на КЛК при длительном полете в космосе и устанавливает круг допущений, упрощающих эти модели для **оперативного** расчета теплообмена КЛК с внешней средой при проектировании СОТР рассматриваемого класса, а в гл. 3 производит аналогичные действия с математической моделью, описывающей внутренний теплообмен между элементами СОТР КЛК. При этом упрощаемая модель дополняется уравнениями внутренних и внешних возмущений, что позволяет **оперативно** определять многочисленные параметры СОТР в нештатных условиях функционирования КЛК.

Наконец, в гл. 4 автором путем сравнения рассчитанных при проектировании температурных состояний ряда созданных при его участии космических объектов с результатами стендовых и летных испытаний доказывается **достоверность** проведенных преобразований указанных математических моделей.

Также по результатам летных испытаний шлюзовой камеры модулей «Наука» и «Рассвет», установленных на МКС, узлового модуля «Причал», разработки РКК «Энергия», микроспутника «Чибис-М», СОТР аппаратуры

космического эксперимента «РК-21-8» и целевой аппаратуры «Egypatsat», разработанных с участием и под руководством автора, получено подтверждение успешного применения **децентрализованных СОТР** и их преимуществ, заключающихся в значительном повышении надежности, увеличении срока их службы и, соответственно, ресурса КЛК.

В итоге совокупность теоретических и конструкторских исследований автора диссертации обеспечила ему возможность сделать соответствующие **выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации.**

3. Новыми результатами исследований следует признать:

- введение в теоретическую теплотехнику **нового понятия** и терминов **централизованные и децентрализованные СОТР КЛК** и признаков их различия;
- сформулированные **критерии** целесообразности применения децентрализованных СОТР в сложных комплексах пилотируемых КА и в менее сложных автоматических космических аппаратах;
- формулировку **основных принципов построения децентрализованных СОТР** с использованием автономного управления;
- новые **схемы** эффективных СОТР с продолжительным (до 15 лет) сроком безотказной работы, реализованные в выше указанных проектах.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов заключается в проведенной на основе практического участия в проектировании широкого спектра КЛК их классификации, **модификации** математических моделей для **оперативных** расчетов параметров **децентрализованных СОТР**, в подтверждении своих результатов расчета и стендовой отработки этих СОТР для ряда КЛК с результатами их летной эксплуатации.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты и выводы, вытекающие из содержания диссертации, могут быть включены в ведомственные документы отрасли космической техники (в методики, руководства, стандарты и др.), а также в учебные пособия специализированных учебных заведений.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенности.

Материалы диссертации изложены в 4-х главах в логической последовательности, в достаточном для формулировки выводов объеме и на техническом языке, понятном для специалистов по выбранной теме. **Завершенность** работы подтверждается соответствующими содержанию диссертации **выводами (заключением).**

Содержание автореферата в краткой форме повторяет основное содержание диссертации.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом.

Достоинства диссертации освещены в предыдущих пунктах отзыва.

Что же касается основных замечаний, то **необходимо и полезно** для соискателя по мере их важности выделить следующее:

а) считаю ошибочной попытку автора выделять весовую долю СОТР в общей массе КЛК того или иного класса, и особенно, в децентрализованных СОТР, поскольку в теплообменных процессах участвуют все элементы и средства СОТР, а также и все элементы конструкции КЛК. О последнем в тексте отмечает и сам автор. К «лишним» элементам в составе КЛК можно отнести только дублирующие элементы/средства СОТР. Все же остальные элементы, обладая теплопроводностью, теплоемкостью, тепловыделяющей (даже БКС и источники электричества и тепла), поглощающими и отражающими свойствами участвуют в тепловых процессах при работе СОТР. Так что, можно считать, что масса децентрализованных СОТР составляет около 100% веса этого модуля в составе КЛК, может быть только за исключением массы источника централизованного электробеспечения;

б) к средствам и элементам, привлекаемым к формированию схем децентрализованных СОТР, автору следовало бы отнести и радиоизотопные источники тепла и электроэнергии;

в) автор ограничивается указанием, что модифицированная им матмодель дополняется уравнениями внутренних и внешних возмущений. Следовало бы указать их типы и принимаемые пиковые их значения в процентном отношении;

г) **оформление** диссертации, в целом, **содержательное**, но в тексте встречаются необязательные повторы текста, путающее первоначальное восприятие читающего – приходится часто возвращаться к ранее усвоенному материалу.

д) в Списке литературы, содержащем 74 пункта, встречаются источники, не упомянутые в тексте. Это – либо не обозначенные в тексте символом [], либо обозначенные словом **и др.** (например, на стр. 18 [2,3, 7 и др.]) после перечисления через запятую в одних скобках некоторых номеров, либо незаметно исчезнувшие после обычно неоднократной коррекции текста диссертации.

В целом тщательное ознакомление с диссертацией соискателя позволяет составить представление о **научной работе соискателя**. Однако пусть и малое (две-три) число статей, посвящённых математическому

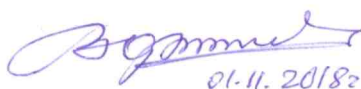
моделированию некоторых СОТР, и значительное число разработанных им на основе его научных знаний технических решений на уровне изобретений и внедренных в созданные КЛК, свидетельствует об успешном синтезе его научной и конструкторской деятельности и высокой квалификации.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Таким образом, диссертация Басова Андрея Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по формированию принципов построения, определения области применения **децентрализованной бортовой системы терморегулирования пассивного типа с автономным управлением** и расчетному и экспериментальному исследованию её теплотехнических и физических параметров, имеющей значение для развития знаний в области космонавтики.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Басов Андрей Александрович заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Официальный оппонент – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») Финченко Валерий Семёнович.


01.11.2018г

/Финченко В.С./

Подпись Финченко В.С. заверяю

Заместитель генерального директора по научной работе
доктор технических наук, профессор



Шевченко С.Н.