

ОТЗЫВ

научного руководителя д.т.н., профессора Мякочина А.С.
на диссертационную работу Басова А.А.

**«Децентрализованная бортовая система терморегулирования
пассивного типа с автономным управлением», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**

Квалификационная работа Басова А.А. посвящена одной из определяющих научно-технических задач создания космической техники – разработке принципов построения интегрированной в конструкцию космического объекта энергоэффективной высоконадежной системы терморегулирования не имеющей характерно выраженного центрального элемента, критичного для её работоспособности.

В процессе выполнения работы автором решен ряд задач:

- анализ с использованием тепловых математических моделей целесообразности применения пассивных средств терморегулирования и децентрализации системы;

- оценка влияния на надежность СОТР автономного управления ее элементами и использования децентрализованной структуры;

- разработка критериев целесообразности применения децентрализованной пассивной СОТР с автономным управлением элементами;

- выявление типов космических объектов, для которых эффективно использование пассивных децентрализованных систем.

Отмечаю, что выполненная соискателем работа комплексная – экспериментально-теоретическая. Она включает несколько взаимосвязанных частей. В одной из таких частей проанализирована сходимость результатов теплового математического моделирования с телеметрической информацией о тепловом состоянии исследуемого космического объекта, полученной при его полете в составе международной космической станции. Различие результатов моделирования и телеметрической информации составило $1...3^{\circ}\text{C}$, что с учетом погрешностей измерений, дешифровки и собственно моделирования является хорошим результатом. Кроме того, выявленные расхождения имеют выраженную систематичность и могут быть легко учтены при уточнении тепловой математической модели.

Соискателем проведен анализ возможных погрешностей и неопределенностей, влияющих на итоговую корректность тепловой математической модели и предложена этапность теплового проектирования КА, обеспечивающее минимизацию влияния неопределенностей при удовлетворительном учете погрешностей.

Приведенные в работе примеры тепловых математических моделей космических объектов, анализ тенденции изменения характеристик

децентрализованной пассивной системы терморегулирования, влияющих на эффективность ее применения, в том числе, анализ надежности, позволили сформулировать критерии применения на космических объектах рассматриваемых систем терморегулирования. Выявлены функциональные ограничения применения таких систем, на основании которых рекомендованы типы космических объектов, для которых применение децентрализованной пассивной СОТР может дать наибольший технический эффект.

Для решения задач теплового математического моделирования применялись многократно проверенные результатами летных испытаний программные комплексы отечественной – «ВС СОТР», разработчик ФГУП «ЦНИИМАШ», и импортной - «SINDA – FLUINT» - «TERMAL DESKTOP» (США) разработки.

По итогам изложенных в работе материалов отмечаю, что научная новизна диссертационной работы Басова А.А, выражается в том, что:

- использован аппарат математического моделирования для прогнозирования и оптимального выбора облика СОТР и КА в целом, в зависимости от конкретного назначения КА.
- проведен сравнительный многофакторный анализ классической и децентрализованной СОТР;
- впервые предложены критерии целесообразности использования пассивной децентрализованной СОТР в космических объектах различного назначения;
- разработаны принципы построения децентрализованной пассивной СОТР, способной выполнять свои функции при отказе бортовых средств управления и, в сокращенном объеме, решать задачи термостабилизации КА даже в случае потери электропитания.
- рекомендована структура комплексной тепловой математической модели на основе анализа допущений, принимаемых при моделировании элементов систем обеспечения теплового режима.

Практическая значимость результатов представляемой работы состоит в значительном повышении надежности СОТР определенных типов КА и космических объектов при увеличении срока их службы, снижении относительной массы системы, экономии ресурсов бортовых вычислителей, снижении электропотребления служебных систем и увеличении полезного объема отсеков КА.

Особо необходимо отметить широкое внедрение результатов работы при создании разноплановых образцов космической техники, значительное количество разработанных уникальных технических решений по теме работы, защищенных патентами Российской Федерации и создание расширяемой линейки малоразмерных эффективных элементов для децентрализованных систем терморегулирования, обеспечивающих их дальнейшее широкое внедрение в практическую космонавтику.

В целом считаю, что диссертационная работа Басова Андрея Александровича «Децентрализованная бортовая система терморегулирования пассивного типа с автономным управлением» отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14. – "Теплофизика и теоретическая теплотехника".

А.С. Мякочин,
д.т.н., профессор
11.10.2018

Подпись профессора А.С. Мякочина удостоверяю

Директор института №2



В.П. Монахова

В.П. Монахова.