

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Бородулина Бориса Борисовича  
«Алгоритмы и системы автоматического управления температурой несущей  
конструкции автономного объекта»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами

**Актуальность темы.** В настоящее время при создании перспективных космических летательных аппаратов (КЛА), особенно малого класса, наблюдается ужесточение требований к уровню температурных деформаций несущих конструкций. Особенно острой проблема снижения градиента температуры и обеспечения ее максимально равномерного уровня становится при создании аппаратов с оптической контрольно-измерительной аппаратурой, оснащенной системой зеркал и линз. В этом случае термические деформации силовой конструкции КЛА могут привести к нарушению его функционирования, например к ошибкам в определении собственного местоположения и курса. Ввиду того, что пассивные способы снижения температурных градиентов во многом себя исчерпали, необходима разработка новых активных средств обеспечения термостабильности несущей конструкции аппарата, включающей в себя автоматически управляемые нагреватели. Однако в настоящее время алгоритмы и системы автоматического управления ними недостаточно разработаны. Поэтому работа Бородулина Бориса Борисовича, направленная на создание набора алгоритмов и построения на их основе системы управления, является актуальной.

**Научная новизна.** Основными новыми научными результатами автора диссертации являются следующие:

1. Автором разработаны алгоритмы автоматического управления температурой несущей конструкции КЛА обеспечивающие значительно более высокий уровень стабильности температурного поля условиях изменения режимов теплового нагружения во время орбитального полета.
2. Постановлена и решена задача оптимального управления температурным распределением в заданном сечении несущей конструкции, отличающаяся от известных формулировкой определяющих уравнений для определения мощности дискретно распределенных по поверхности управляемых нагреватели, позволяющая получить либо минимальное отклонение от заданного равномерного распределения температуры, либо обеспечить максимальное быстроедействие системы регулирования.

**Практическая значимость.** Разработанная методика, реализованная автором в виде комплекса алгоритмов в программной среде «Matlab», может быть использована при создании и выборе параметров систем

автоматического управления температурным режимом КЛА дистанционного зондирования Земли, оснащенных оптико-электронной аппаратурой.

**Замечания:**

1. В пятой главе диссертации автором проведено сравнение непрерывного и релейного алгоритмов управления температурой несущей конструкции КЛА, но, к сожалению, осталась непонятным, можно ли в рамках предлагаемого подхода комбинировать использование этих алгоритмов в процессе полета.
2. Также из автореферата неясно, насколько параметры управления зависят от вида орбиты, по которой совершает свой полет КЛА, в частности, не приведены оценки мощности управляемых теплоисточников, которые могут потребоваться для обеспечения необходимого температурного режима КЛА при выходе из тени Земли.

Результаты работы диссертанта в достаточной степени изложены в научных публикациях, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК.

**Заключение.** Считаю, что несмотря на указанные замечания, диссертация по актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует Положению и требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бородулин Борис Борисович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для защиты диссертации Бородулина Б.Б.:

Профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, доцент (специальность 05.07.01 и 05.07.07)



04.12.23

Просунцов Павел Викторович

prosuntsovp@bmstu.ru, тел. +7(499)263-66-20  
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, дом 5, стр.1

Подпись Просунцова П.В. заверяю



СЛУЖБА УПРАВЛЕНИЯ КАДРАМИ  
П. В.  
800-203-00-48