



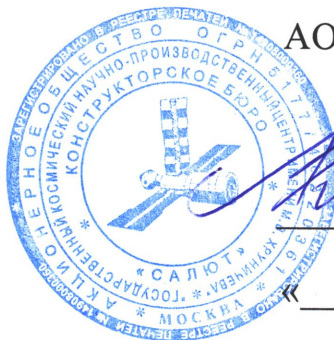
Госкорпорация «Роскосмос»  
Акционерное общество  
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР имени М.В. ХРУНИЧЕВА»**  
(АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

Новозаводская ул., д. 18, г. Москва, 121309, тел.: 8 (499) 749 99 34, факс: 8 (499) 749 51 24  
Тел.: 8 (499) 749 83 43, факс: 8 (499) 142 59 00, e-mail: [agd@khrunichev.ru](mailto:agd@khrunichev.ru), <http://www.khrunichev.ru>  
ОГРН 5177746220361, ИНН/КПП 7730239877/773001001

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель генерального  
конструктора КБ «Салют»  
по проектно-расчётным работам  
И космическим комплексам  
АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»,  
д.т.н., профессор



Владимиров

Александр Владимирович

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

121309, г. Москва, ул. Новозаводская, д.18  
[salut@khrunichev.ru](mailto:salut@khrunichev.ru), тел. 8 (499) 749 99 56

**ОТЗЫВ**

на автореферат кандидатской диссертации Борщева Никиты Олеговича  
на тему «Методы исследования тепловой модели многоразового элемента  
конструкции спускаемого космического аппарата с учётом свойства  
анизотропии»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных  
аппаратов»

Целью диссертационной работы являлась разработка методики по  
определению компонентов тензора теплопроводности анизотропного  
материала шпангоута стыковочного агрегата спускаемого аппарата по  
данным теплофизического эксперимента.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

02 06 2021 г.

Для достижения цели автором были поставлены и решены следующие **основные задачи:**

- проанализированы существующие математические модели распространения тепловых потоков в сплошной однородной анизотропной среде с целью создания обобщённой математической модели для идентификации компонентов тензора теплопроводности;

- разработан алгоритм решения обратной задачи параметрической идентификации математической модели распространения тепловых потоков в сплошной однородной анизотропной среде;

- модернизирован численный метод для реализации параметрической идентификации математической модели теплопереноса тепловых потоков в анизотропных твердых телах, позволяющий вычислить компоненты тензора теплопроводности;

- решена обратная задача радиационного теплопереноса по воспроизведению теплового аэродинамического падающего потока на конструкцию активного стыковочного агрегата (АСА) для создания специального экспериментального стенда, позволившего имитировать тепловую аэродинамическую нагрузку лучистым тепловым диффузным потоком;

- выбраны проектные параметры ИК-имитаторов стенда для моделирования аэродинамического теплового нагрева шпангоута лучистым тепловым диффузным потоком.

**Научная новизна исследования** определяет методы исследования тепловой модели многоразового элемента конструкции спускаемого аппарата с учётом свойства анизотропии, а именно:

1. Обобщённая математическая модель шпангоута АСА, позволяющая провести идентификацию компонентов симметричного тензора теплопроводности.

2. Алгоритм для решения задачи параметрического определения компонентов вектора теплопроводности элемента шпангоута АСА,



позволяющий определить ориентацию вектора теплопроводности в обеспечении уточнённого теплового состояния конструкции.

3. Проектные параметры ИК-имитаторов стенда (задаваемые на них тепловые потоки, их геометрические характеристики и расположение в пространстве) для воспроизведения условий эксплуатации АСА на основе решения обратной задачи радиационного теплопереноса стохастическим методом моделирования Монте-Карло.

Описание указанных выше методов кратко раскрыто в автореферате рассматриваемой диссертационной работы.

**Степень достоверности и апробации результатов** подтверждается строгой постановкой задачи исследования с принятыми допущениями, чёткой формулировкой применяемых формализованных описаний, результатами программной реализации и хорошей сходимостью результатов теоретического исследования симметричного тензора теплопроводности шпангоута АСА с их реальными значениями.

Вместе с тем, автореферат рассматриваемой работы не лишен некоторых недостатков.

Текст автореферата, не смотря на корректировки в соответствии с новыми требованиями к оформлению авторефератов, по-прежнему содержит заметное количество грамматических, стилистических ошибок и неточностей. В тексте автореферата не полностью раскрыта модернизация численного метода для реализации параметрической идентификации модели теплопереноса. Автор использует термин «теплопроводность» как обозначение физической величины, что не совсем корректно и должно быть заменено на «коэффициент теплопроводности». Данные замечания не снижают общую научную значимость и прикладное значение работы, не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация Борщева Никиты Олеговича является завершённой научно-квалификационной работой. Рассматриваемая работа по своей новизне, научной значимости и практическим результатам удовлетворяет

критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (п. 9), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Борщев Никита Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

**Привлеченный эксперт:**

Начальник отдела аэрогазодинамики, тепловых нагрузок и проектирования моделей КБ «Салют» АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»



Каракотин Иван Николаевич

« 31 » 05 2021 г.