

## ОТЗЫВ

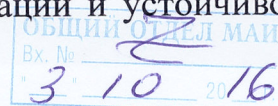
**на автореферат диссертации Колесника Сергея Александровича  
«Разработка математического аппарата численно-аналитического  
решения прямых и обратных задач сопряженного теплопереноса между  
вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами»,  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-  
математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Математическое моделирование совместного (сопряженного) теплообмена между вязкими газодинамическими течениями и элементами конструкций сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов (ЛА) учитывает взаимное влияние теплового состояния как газа, так и обтекаемого тела, что значительно (до 50% и более) сокращает погрешности, возникающие при традиционном подходе, когда тепловые потоки от газа к телу определяются без учета теплового состояния тела и наоборот, температурные поля в теле определяются без учета газодинамических характеристик вязкого газодинамического течения. В этой связи диссертационная работа Колесника С.А. является **весьма актуальной**.

В диссертационной работе сформулированы комплексные физико-математические модели сопряженного теплопереноса между вязкими ударными газодинамическими течениями и притупленными анизотропными телами в условиях аэрогазодинамического нагрева ЛА, разработаны и обусловлены по аппроксимации и устойчивости новые экономичные абсолютно устойчивые методы численного решения задач вязкой газодинамики в ударных слоях и многомерной теплопроводности в анизотропных телах (наличие смешанных производных), впервые получены точные аналитические решения класса задач анизотропной теплопроводности с граничными условиями II–IV-го родов, разработана методология численного решения обратных граничных и коэффициентных задач сопряженного теплопереноса в анизотропных телах по восстановлению тепловых потоков и нелинейных компонентов тензоров теплопроводности.

В диссертации получены следующие **новые результаты**:

1. На основе идеологии расщепления и использования апостериорной информации разработаны и обоснованы по аппроксимации и устойчивости





экономичные абсолютно устойчивые методы численного решения задач вязкой теплогазодинамики, анизотропной теплопроводности и сопряженных задач газовой динамики и анизотропной теплопроводности, причем экономичность достигается расщеплением дифференциальных операторов по координатным направлениям с использованием скалярных прогонок, а устойчивость обеспечивается экстраполяцией по пространственным переменным в газе и по времени – в анизотропном теле.

2. Впервые получены аналитические решения класса задач теплопереноса в анизотропных телах в условиях теплообмена с окружающими средами; особенностью этих задач является наличие смешанных производных, что исключает применение метода разделения переменных.

3. Разработана новая методология численного решения обратных задач сопряженного теплопереноса по восстановлению тепловых потоков от газодинамического течения к анизотропному телу и компонентов тензора теплопроводности анизотропных тел, зависящих от температуры. Методология основана на неявном методе градиентного спуска минимизации квадратичного функционала невязки, на методе параметрической идентификации, новых методах численного решения прямых задач, методе моделирования и решения задач для определения элементов матриц чувствительности, методах регуляризации квадратичных функционалов невязки.

4. Разработаны интегрированные программные комплексы по численному решению прямых и обратных задач сопряженного теплообмена, с помощью которых получены многочисленные результаты, в частности теоретически установлен новый способ тепловой защиты из анизотропных материалов с высокой степенью продольной анизотропии.

Наряду с достоинствами следует отметить некоторые **замечания**:

1. Из автореферата не ясна геометрия обтекаемых затупленных тел: монолитны или имеют разрывы теплофизических характеристик и каков характер этих разрывов?



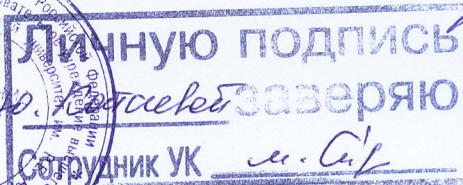
2. Каким образом нелинейность четвертой степени на границе сопряжения включена в линейный оператор прогонки, что позволило достичь устойчивости по начальным данным?

Заключение:

Полагаю, что диссертационная работа выполнена на высоком физико-математическом уровне, в ней решена крупная комплексная проблема по математическому моделированию прямых и обратных задач сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами, она удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ о присуждении ученых степеней доктора физико-математических наук, из чего следует, что ее автор Колесник Сергей Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Зав. лаборатории математического моделирования социально-экономических и экологических систем Нижегородского госуд. технического университета им. Р.Е. Алексеева,  
д.ф.-м.н., профессор

Катаева Лидия Юрьевна



*[Handwritten signature]*

27.09.2016

*Л.Н. Седорова*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева"

603950, Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24

Телефон: (831) 436-23-25; Факс: (831) 436-94-75

E-mail: nntu@nntu.nnov.ru