

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.04

Соискатель: Колесник Сергей Александрович

Тема диссертации: Разработка математического аппарата численно-аналитического решения прямых и обратных задач сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами

Специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 21 октября 2016 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Колеснику Сергею Александровичу ученую степень доктора физико-математических наук.

Присутствовали: Наумов А. В. – *председатель*, Северина Н. С. – *ученый секретарь*, члены диссертационного совета: Битюков Ю. И., Борисов А. В., Бортакровский А. С., Босов А. В., Денисова И. П., Кибзун А. И., Красильников П. С., Котельников М. В., Красинский А. Я., Кулагин Н. Е., Кузнецов Е. Б., Кузнецова Е. Л., Куравский Л. С., Липатов И. И., Марков Ю. Г., Пантелеев А. В., Ревизников Д. Л., Семенихин К. В., Синицин В. И., Формалев В. Ф., Хрусталева М. М., Ципенко А. В.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.04, к.ф.-м.н., доцент

Н. С. Северина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.04 НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.10.2016 № 38

О присуждении Колеснику Сергею Александровичу, гражданину РФ,
ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Разработка математического аппарата численно-аналитического решения прямых и обратных задач сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «01» июля 2016 года, протокол № 35, диссертационным советом Д 212.125.04 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012, об изменении состава диссертационного совета № 628/нк от 07.10.2013, 574/нк от 15.10.2014, № 1339/нк от 29.10.2015, № 710/нк от 21.06.2016.

Соискатель Колесник Сергей Александрович 1979 года рождения, в 2002 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», после учебы в очной аспирантуре при кафедре «Вычислительная математика и программирование» МАИ в 2005 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Моделирование сопряженного теплопереноса между пристенными газодинамическими

течениями и анизотропными телами» в диссертационном совете на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

В 2015 году окончил докторантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ.

Работает старшим научным сотрудником НИО-9 и по совместительству доцентом кафедры «Вычислительная математика и программирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре «Вычислительная математика и программирование» факультета «Прикладная математика и физика».

Научный консультант – профессор кафедры «Вычислительная математика и программирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ Формалев Владимир Федорович.

Официальные оппоненты:

1. Карташов Эдуард Михайлович, гражданин Российской Федерации, Заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» при институте тонких химических технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технологический университет»;

2. Волков Игорь Куприянович, гражданин Российской Федерации, Лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Математическое моделирование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;

3. Кондратов Дмитрий Вячеславович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная информатика и информационные технологии в управлении» Поволжского института управления имени П.А. Столыпина – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика», доктором физико-математических наук, профессором Кудиновым Василием Александровичем, и утвержденном ректором, доктором технических наук, профессором Быковым Дмитрием Евгеньевичем, указала, что диссертация содержит новые научные результаты, имеющие существенное теоретическое и практическое значение, представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне по решению крупной проблемы о математическом моделировании сопряженного теплопереноса.

Замечания по диссертации:

1. В первой главе проведен обзор моделей турбулентности вязкого газодинамического течения, но не указано, какая модель заведена в программные комплексы.

2. В главе 3 установлен факт разрыва на границе сопряжения двух анизотропных тел касательных составляющих вектора плотности теплового потока. Однако для границы сопряжения изотропного газа и анизотропного тела не показано как ведут себя нормальные и касательные составляющие вектора плотности теплового потока.

3. При разработке замкнутой методологии численного решения обратных задач используются экспериментальные данные, полученные расчетным путем с известными теплофизическими характеристиками, которые считаются искомыми. Но не указан критерий истинности в случае экспериментальных данных, полученных в натурных экспериментах.

Диссертационная работа и отзыв были обсуждены и одобрены на заседании научно-технического совета кафедры «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика» Самарского государственного технического университета – 29.08.2016, протокол №11.

Соискатель имеет 64 опубликованные научные работы по теме диссертации, из них 26 из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (в том числе 15 в журналах, реферируемых в международных базах Web of Science или Scopus), 1 монография и 1 учебное пособие. Получено 8 свидетельств о государственной регистрации программных комплексов для ЭВМ. Часть работ опубликована в соавторстве, при этом вклад соискателя был определяющим, а опубликованные результаты получены либо лично соискателем, либо при непосредственном участии соискателя. Без соавторов опубликовано 15 научных работ в различных изданиях. В опубликованных работах излагаются основные положения диссертационной работы: методы построения комплексных математических моделей теплопереноса между вязкими теплогазодинамическими течениями и анизотропными телами, новые абсолютно устойчивые экономичные численные методы, описание программных комплексов и результаты численных экспериментов, методология решения обратных задач сопряженного теплопереноса.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Колесник С. А. Идентификация компонентов тензора теплопроводности анизотропных композиционных материалов // Механика композиционных материалов и конструкций. 2012. Т. 18, №1. С. 111-120.
2. Колесник С. А. Метод численного решения обратных нелинейных задач по восстановлению компонентов тензора теплопроводности анизотропных материалов // Вычислительные технологии. 2013. Т. 18, №1. С. 34-45.
3. Колесник С. А. Метод восстановления тепловых потоков к анизотропным элементам конструкций силовых установок // Известия РАН. Энергетика. 2013. №5. С.146-153.
4. Колесник С. А. Метод идентификации нелинейных компонентов тензора теплопроводности анизотропных материалов// Математическое моделирование. 2014. Т. 26, №2. С. 119–132.
5. Формалев В. Ф., Колесник С. А. Сопряженный теплоперенос между пристенными газодинамическими течениями и анизотропными телами // Теплофизика высоких температур. 2007. Т. 45, №1. С. 85–93.
6. Формалев В. Ф., Колесник С. А., Кузнецова Е. Л. Влияние продольной неизотермичности на сопряженный теплообмен между пристенными газодинамическими течениями и затупленными анизотропными телами // Теплофизика высоких температур. 2009. Т. 47, №2. С.456–463.
7. Кузнецова Е. Л., Колесник С. А. Обратная коэффициентная задача теплопереноса в анизотропном полупространстве // Известия РАН. Энергетика. 2011. №4. С.117–123.
8. Колесник С. А., Кузнецова Е. Л. Моделирование сопряженного теплопереноса в условиях аэрогазодинамического нагрева анизотропных затупленных носовых частей гиперзвуковых летательных аппаратов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2012. №3. С. 40–45.
9. Формалев В. Ф., Колесник С. А. Методология решения обратных коэффициентных задач по определению нелинейных теплофизических характеристик анизотропных тел // Теплофизика высоких температур. 2013. Т. 51, №6. С.875–883.

10. Колесник С. А., Формалев В. Ф., Кузнецова Е. Л. О граничной обратной задаче теплопроводности по восстановлению тепловых потоков к границам анизотропных тел // Теплофизика высоких температур. 2015. Т. 53, №1. С.72–77.

Монография:

11. Формалев В. Ф., Колесник С. А. Математическое моделирование аэрогазодинамического нагрева затупленных анизотропных тел. М.: Изд-во МАИ, 2016. 160с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертацию официального оппонента Карташова Эдуарда Михайловича.

Замечания по диссертационной работе.

1. Не исследована сходимость функциональных рядов в аналитических решениях задач анизотропной теплопроводности, особенно в окрестности начального момента времени.

2. Возникает путаница в понятии «сопряженный». Этот термин используется в физическом смысле, когда рассматриваются совместные задачи газодинамики и теплопроводности и в математическом смысле при решении обратных задач.

3. Не сформулирован четко критерий истинности восстанавливаемых функций в обратных задачах. Ведь об искомым функциях ничего неизвестно, кроме экспериментальных значений температур в анизотропном теле и некоторых априорных предположений о виде функций.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Волкова Игоря Куприяновича.

Замечания по диссертационной работе.

1. Условия типа условий (4.1.3):

$$T(\pm\infty, y, t) = 0, \frac{\partial T(\pm\infty, y, t)}{\partial x} = 0, x \in (-\infty, +\infty), y \in (0, +\infty), t > 0$$

для дифференциального оператора второго порядка по переменному $x \in (-\infty, +\infty)$ не являются корректными ни по существу, ни по форме их

представления. Если изучаемый процесс протекает в неограниченной области, то достаточно указать класс функций, в котором ищется решение рассматриваемой задачи (Владимиров В.С. Уравнения математической физики.– М.: Наука, 1967.–438с.);

2. “Эффект сноса” температурного поля в анизотропном материале, на котором фактически базируется предполагаемый диссертантом новый способ тепловой защиты носовых частей высокоскоростных летательных аппаратов, он мог установить и не прибегая к анализу результатов многочисленных вычислительных экспериментов с использованием разработанного программного комплекса. Этот эффект явно просматривается, в частности, в представлении (4.1.11) решения задачи (4.1.1)-(4.1.5) в пространстве изображений композиции интегрального преобразования Лапласа и экспоненциального интегрального преобразования Фурье;

3. Фактически остался открытым вопрос об определении параметра регуляризации в программных комплексах для решения обратных задач. Фраза “Параметры регуляризации можно подбирать ... по максимальной близости искомой функции к общему ее представлению” на стр. 321 диссертации (2-ой абзац сверху) не проясняет ситуацию. О какой “близости” идет речь: по интегральной норме или по максимальному отклонению?

4. Встречаются досадные опечатки (стр. 79 диссертации – “значение теплопроводности”), неудачные фразы (стр. 82 диссертации, 2-й абзац снизу), редакционные погрешности (стр. 342, ссылка 118).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Кондратова Дмитрия Вячеславовича.

Замечания по диссертационной работе.

1. При получении аналитических решений задач теплопереноса в анизотропных телах не обосновано применение интегральных преобразований Фурье и Лапласа.

2. При решении обратных задач сопряженного теплопереноса рассмотрены только линейно-непрерывные базисные функции, однако

существуют и другие, например, более простые кусочно-постоянные базисные функции. Почему выбраны именно линейно-непрерывные?

3. Не обосновано количество узлов в анизотропном теле для получения в них экспериментальных значений температур и ничего не сказано о глубине заделки измерительных приборов в этих точках, хотя эти параметры существенно влияют на результаты идентификации.

4. Имеются незначительные орфографические и стилистические ошибки и опечатки.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы, поступившие на автореферат диссертации, положительные. В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна, достоверность полученных автором результатов и их теоретическая и практическая значимость.

ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором, Заведующим отделом Галаниным Михаилом Павловичем.

Замечание. Из автореферата не совсем понятно, как на границе «газ – твердое тело» учтен нелинейный лучистый тепловой поток, встроенный в линейный оператор прогонки?

ФГБУН Институт прикладной механики Российской академии наук.

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, заместителем директора ИПРИМ РАН по научной работе Данилиным Александром Николаевичем.

К замечанию можно отнести достаточно сжатое изложение в автореферате методологии решения обратных задач, из которого, в частности, не ясно возможно ли применение этой методологии для решения других задач механики сплошных сред?

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

Отзыв подписан профессором кафедры «Математическое моделирование и математическая физика», доктором физико-математических наук Валишиным Анатолием Анатольевичем.

Замечание: При составлении алгоритма решения обратных задач не понятно как выбираются базисные функции $N_m(T)$ в формуле (68). Могут ли быть они произвольные или должны быть определенного вида?

ФГБОУ ВО "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева".

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором, Зав. лабораторией математического моделирования социально-экономических и экологических систем Катаевой Лилией Юрьевной.

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?

ГБУ Национальный исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором РАН, директором департамента координации и сопровождения государственных программ Медведским Александром Леонидовичем.

Замечаний нет.

АО "НПО Энергомаш им. академика В. П. Глушко"

Отзыв подписан начальником отдела термогазодинамики и теплообмена АО "НПО Энергомаш им. академика В. П. Глушко", доктором физико-математических наук, профессором Стерниным Л.Е. и ведущим инженером-программистом АО "НПО Энергомаш им. академика В. П. Глушко" кандидатом физико-математических Александровым Б.П. и утвержден

заместителем генерального директора–Главным конструктором АО “НПО Энергомаш им. академика В. П. Глушко” Чвановым В.К.

Несмотря на хорошее впечатление от диссертации в целом, имеются существенные недостатки:

1. Отсутствует обзор литературных данных по численным методам сопряженного теплообмена, что затрудняет понимание новизны вклада автора в разработанные численные модели.

2. В работе нет сравнения разработанных автором моделей теплообмена с наиболее популярными моделями без сопряжения потоков по экономичности и трудоемкости вычислений, по точности результатов расчетов. Это не позволяет сделать априорный выбор в пользу той или иной модели, исходя из требований задачи и возможностей вычислительной техники.

3. В работе нет примеров использования разработанных для практического применения численных методов и программных продуктов в конкретных инженерных задачах, что не дает возможности оценить достоверность разработанных автором моделей и адекватность результатов расчетов экспериментальным данным.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, их компетентностью по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** методы построения комплексных математических моделей теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами в условиях аэрогазодинамического нагрева высокоскоростных летательных аппаратов;

- **разработан** математический аппарат численного решения граничных и коэффициентных обратных задач сопряженного теплопереноса;

- **разработаны** алгоритмы и программные комплексы по определению газодинамических и тепловых характеристик сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами;

- **разработаны** алгоритмы и программные комплексы по восстановлению тепловых потоков и нелинейных компонентов тензоров теплопроводности анизотропных тел;

- **получены** впервые аналитические решения класса задач для уравнений параболического типа, содержащих смешанные дифференциальные операторы с граничными условиями различных родов;

- **предложены** новые экономичные, абсолютно устойчивые методы расщепления с экстраполяцией по пространственным переменным и времени численного решения задач вязкой теплогазодинамики, анизотропной теплопроводности и сопряженных задач газодинамики и анизотропной теплопроводности;

- **доказана** перспективность использования анизотропных материалов с большой степенью продольной анизотропии в качестве тепловой защиты носовых частей высокоскоростных летательных аппаратов;

- **введено** новое понятие вычислительной математики – запас устойчивости конечно-разностных методов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказаны** теоремы об аппроксимации и устойчивости по начальным данным и правым частям новых конечно-разностных методов численного решения задач вязкой теплогазодинамики, анизотропной теплопроводности и сопряженных задач;

- **доказана** теорема о необходимых и достаточных условиях сходимости итерационного процесса при решении нелинейных задач идентификации;

- **доказана** теорема о построении аналитических решений задач для уравнений со смешанными дифференциальными операторами с помощью граничных функций влияния;

– **изложены**, на основе идей Тихонова А. Н., методы построения и использования регуляризирующих операторов для нелинейных задач идентификации;

– **исследовано** влияние степени продольной анизотропии на неизотермичность сопряженного теплопереноса.

Значение для практики полученных результатов заключается в том, что разработанные новые математические модели, численные методы и алгоритмы могут быть использованы при проектировании тепловой защиты высокоскоростных летательных аппаратов;

представлены методические рекомендации, на основе полученных результатов компьютерного моделирования, о возможности существенного снижения тепловых потоков от газа к телу при высокой продольной степени анизотропии.

Оценка **достоверности** результатов исследования выявила, что результаты, представленные в диссертационной работе, подтверждаются адекватными математическими моделями, строгими математическими доказательствами, точными аналитическими решениями, согласованием с результатами численных экспериментов и результатами других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов, математических моделей, численных методов, алгоритмов, доказательств теорем, разработке программных комплексов, получении и анализе результатов составляющих содержание диссертации.

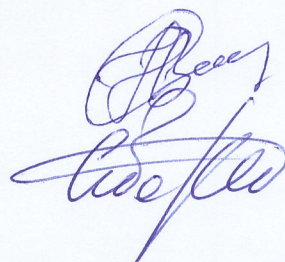
Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 “О порядке присуждения ученых степеней”: является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области методов математического моделирования аэрогазодинамического нагрева высокоскоростных летательных аппаратов, при этом решена крупная научная проблема по решению прямых и обратных задач сопряженного теплопереноса между вязкими теплогазодинамическими течениями и

анизотропными телами, что имеет важное хозяйственное значение, и вносит значительный вклад в развитие авиационной и ракетно-космической отрасли.

На заседании «21» октября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Колеснику С.А. ученую степень доктора физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 24, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.04, к.ф.-м.н., доцент



А. В. Наумов

Н. С. Северина

21.10.2016