

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.125.14
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение Диссертационного Совета от 24.12.2014 №18

О присуждении Рощину Антону Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование пространственных течений в газовых трактах с использованием адаптивных сеток» по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы» принята к защите 23 октября 2014 года, протокол №14 Диссертационным Советом Д 212.125.14 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4.

Соискатель Рошин Антон Сергеевич 1988 года рождения, в 2011 году окончил Московский Физико-Технический Институт (государственный университет, МФТИ). В период подготовки диссертации соискатель проходил обучение в очной аспирантуре МФТИ с 2011 г. по сентябрь 2014 г. Соискатель с 03.2008 по 10.2009 работал техником в ФГУП «Центр Келдыша», с 10.2009-07.2012 – инженер, с 07.2012 по настоящее время работает научным сотрудником в ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша».

По теме диссертации имеется 2 работы в журналах из перечня ВАК. Экзамены кандидатского минимума сданы, материалы предварительной экспертизы диссертации и все остальные документы соответствуют требованиям положения «О порядке присуждения учёных степеней» в полном объёме.

Диссертация выполнена на кафедре «Тепловые процессы» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет) при ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», 125438, г. Москва, ул. Онежская, д. 8.

Научный руководитель – заместитель заведующего кафедрой «Тепловые процессы» МФТИ, доктор технических наук, профессор **Борисов Дмитрий Марианович**, работает заместителем начальника отделения ракетных двигателей на твердом топливе и прямоточных воздушно-реактивных двигателей ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша».

Официальные оппоненты:

Егоров Иван Владимирович член-корр. РАН, доктор физико-математических наук, начальник НИО-8 ГНЦ ФГУП «Центральный аэродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»

Иванов Игорь Эдуардович кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Молекулярная физика» Московского государственного университета

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (г. Королёв) в своем положительном отзыве, составленном начальником центра аэрогазодинамики и теплообмена д.т.н., профессором Ю.М. Липницким, начальником отдела

газодинамики старта, к.ф.-м.н. А.В. Сафроновым, начальником сектора, к.ф.-м.н. Н.Ф. Кудимовым указала, что в диссертации получены интересные результаты фундаментального характера, исследования носят завершённый и достоверный характер, а результаты могут быть использованы при создании стендов и наземной отработке ракетных двигателей второй ступени, а так же при разработке и оптимизации конструкций воздухозаборных устройств прямоточных двигателей летательных аппаратов в организациях ФГУП «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», ФГУП ЦАГИ имени Н.Е. Жуковского, ФКП «НИЦ РКП», ФГУП ЦНИИмаш, КБхиммаш им. А.М. Исаева, ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко».

Был сделан ряд замечаний редакционного и содержательного характера:

1. В диссертации применяются неструктурированные расчётные сетки, описаны их преимущества по сравнению со структурированными для задач со сложной геометрией. Вместе с тем указывается о сильной зависимости аппроксимации и получаемом решении от качества расчётной сетки, ориентации граней относительно течения газа. При этом не приведены данные сравнений по двум вариантам сеток, подтверждающие указанные преимущества (сравнения получаемой численной вязкости, различие в количестве турбулентной вязкости на скачках).

2. Автор упоминает о применении схемы 3-го порядка точности аппроксимации по времени, вместе с тем по пространству используемые схемы имеют 2-ой порядок. В работе не обоснована целесообразность такого подхода.

3. Метод пристеночных функций, без разрешения течения в зоне ламинарного подслоя на приближённом решении уравнений пограничного слоя в этой зоне, в частности без учёта градиентов давления. Его применимость для расчёта отрывных течений автором недостаточно обоснована.

4. На с.61 в формуле для функции полной вариации существует опечатка.

5. На с.13 автореферата не понятна формула приближённого решения уравнений пограничного слоя.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании подсекции №1 секции №2 НТС института, протокол «28 от 27.11.14г, утверждён заместителем генерального директора по науке доктором технических наук О.П. Клишевым.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, их компетентностью по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Соискатель имеет 6 научных работ по теме диссертации, из которых, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией – 2, в сборниках статей – 0, в сборнике студенческих научных работ – 3, тезисов докладов в сборниках материалов международных (1) и всероссийских (0) конференций.

Опубликованные статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Моделирование эффективности процессов горения топлива в до- и сверхзвуковых потоках в каналах энергоустановок сложной формы, А.В. Ананьев, Д.М. Борисов, И.В. Лаптев, А.С. Роцин, журнал «Известия РАН. Энергетика», № 4, 2012 г., с. 117-125

2. Роцин А.С., Ананьев А.В., Борисов Д.М. «Влияние учёта термодинамики реального газа на решение задачи Римана при высоких температурах» Журнал «Вестник Московского авиационного института», 2014, т.21, №4, с.161-167.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Егоров Иван Владимирович

(официальный оппонент)

- одной из основных целей диссертации является создание метода численного моделирования с учётом эффектов реального газа. На основе имеющегося программного обеспечения при упрощающем предположении, что газодинамические переменные зависят только от температуры (на самом деле они зависят от давления и температуры), диссертант создал требуемую программу. Согласно тестовым расчётам для невязкого и вязкого газов, это вносит некоторые дополнительные погрешности в результаты расчётов. В тестовых задачах оценивалась погрешность расчёта полей газодинамических переменных путём сравнения с решением по методу Годунова, следовало бы оценить погрешность расчёта местных коэффициентов сопротивления трения и теплопередачи, которая больше погрешностей расчёта газодинамических переменных;

- в тексте диссертации и в автореферате не описан процесс вычисления теплофизических параметров газа;

- некоторые работы из обзора литературы описаны недостаточно полно, не понятна их суть.

Иванов Игорь Эдуардович

(официальный оппонент)

- на стр.45 указывается, что “Полученные результаты сравниваются с результатами, полученными в результате работы общераспространённых программ Triangle [30], netgen [51] и gmsh [52]”. Было бы интересно привести таблицы сравнения результатов триангуаций по многим критериям для задач со сложными криволинейными границами;

- в модели Спаларта-Аллмараса используется параметр d – расстояние от точки до ближайшей стенки. В тексте не описано как этот параметр считается (какой алгоритм или используются средства пакетов 3D моделирования и генерации сетки).

- в тесте Взаимодействие ударной волны с пристеночным слоем стр.79 не указан размер используемой расчетной сетки.

- в главе 4 в разделе “Сравнение результатов” стр.100 приводится сравнение результатов экспериментов и численных расчётов для расчётного режима работы диффузора. Сравнение производится по интегральным параметрам (зависимость коэффициента восстановления полного давления в камере при различных диаметрах критического сечения сопла). Было бы интересно посмотреть сравнение локальных параметров (распределение параметров течения в характерных сечениях) и сравнение физической и численной визуализации структуры течения.

ОАО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» (составлен и.о. заместителя генерального конструктора С.А. Маханьковым, начальником сектора С.М. Алаторцевым, ведущим научным сотрудником, к.ф.-м.н. С.А. Биткиним), отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую положительную оценку автореферата отмечено, что в автореферате не упоминается и не приводится используемая модель турбулентности; в четвёртой главе диссертации приведены результаты расчёта течений в ГДТ высотного стенда в вязкой и невязкой постановках, однако в автореферате не совсем чётко сформулированы выводы обосновывающие указанные подходы.

ОАО «НПК «КБМ» (составлен заместителем начальника отделения, д.т.н, В.Г. Новиковым), отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы, отмечено, что автор в своих исследованиях ограничился построением неструктурированной расчётной

сетки с треугольными ячейками, между тем было бы целесообразным использование гибридных сеток, включающих дополнительно и прямоугольные ячейки.

ОАО «Корпорация «Московский институт теплотехники» (составлен заместителем генерального конструктора, к.т.н. В.И. Петрусевым, начальником отдела А.Б. Бобовичем, главным научным сотрудником, д.т.н., профессором А.А. Шишковым, главным научным сотрудником д.т.н., с.н.с. М.А. Багдасарьяном), отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы указано следующее: в тексте автореферата недостаточно подробно описана методика адаптации расчётной области в зоне пограничного слоя; в главе, посвящённой верификации разработанной методики на тестовых задачах, не приводятся допущения, используемые при их решении.

Московский физико-технический институт (государственный университет) (составлен зам. зав. кафедрой аэрофизической механики МФТИ, д.ф.-м.н., профессором, А.К. Алексеевым) отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы указано следующее: из методики не ясна методика оптимизации геометрии воздухозаборного устройства (ВЗУ); также не ясно, рассматривались лишь классические устройства, либо оптимизация проводилась с рассмотрением перспективных конвергентных схем ВЗУ.

ОАО «Военно-промышленная корпорация «научно-производственное объединение машиностроения» (составлен начальником отделения, к.т.н. А.Е. Новиковым, главным специалистом Ю.М. Мироновым, учёным секретарём, к.ф.-м.н. Л.С. Точиловым) отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы указано следующее: из текста автореферата не понятно, каким образом автор строит

эквивалентную осесимметричную геометрию при расчёте комбинированного воздухозаборного устройства; некоторые рисунки и графики в автореферате нечётко изображены; в дальнейшей работе по тематике диссертации целесообразно сравнить результаты расчёта течения в воздухозаборнике (ВЗ) TVD-модификацией метода Годунова с результатами расчёта методом характеристик поля течения с внешними и внутренними скачками уплотнения в канале сверхзвукового и гиперзвукового ВЗ.

ФГУП Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (составлен начальником отдела «Специальные двигатели и химмотология», д.т.н., проф. Л.С. Яновским, научным сотрудником С.И. Мартыненко) отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы указано следующее: из текста автореферата не понятен смысл, вкладываемый автором в термин «адаптивные сетки»; в автореферате приведены результаты вычислительных экспериментов, однако не указаны параметры вычислительной сетки, количество временных слоёв и время расчёта, не обоснован порядок аппроксимации и выбор начальных условий при решении нестационарных задач.

ОАО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» (составлен заместителем начальника, д.т.н., Д.С. Мартиросовым) отзыв положительный, в качестве замечаний, не влияющих на общую высокую оценку работы указано следующее: не приводятся характеристики используемых методов Рунге-Кутты; не приводятся характеристики программного обеспечения, в частности, такого важного параметра, как затраты времени на проведение расчётов.

В дискуссии приняли участие:

Пирумов Ульян Гайкович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, член Совета по специальности 01.02.05.

Ревизников Дмитрий Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, член Совета по специальности 01.02.05.

Косенко Иван Иванович, кандидат физико-математических наук, профессор, член Совета по специальности 01.02.01.

Котельников Михаил Вадимович, доктор физико-математических наук, член Совета по специальности 01.02.05.

Красильников Павел Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, председатель Диссертационного Совета Д 212.125.14, член Совета по специальности 01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. **Разработан** алгоритм построения анизотропной триангуляции Делоне с ограничениями для произвольной двумерной области с криволинейными границами. Разработаны алгоритмы локального адаптивного уменьшения и увеличения разрешающей способности сеток вблизи особенностей геометрии и особенностей поля с интерполяцией параметров поля второго порядка точности;

2. **Предложена** TVD модификация метода Годунова для расчёта течения с учётом зависимости теплофизических параметров газа от температуры;

3. **Получены** результаты численного моделирования запуска и работы комбинированного высокоскоростного воздухозаборного устройства, позволившие оптимизировать его геометрию с целью улучшения

интегральных параметров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изложены алгоритмы построения неструктурированной расчётной сетки в двумерной области, заданной криволинейными границами;
- проведена модернизация метода Годунова для учёта переменности теплофизических свойств газа.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

- **Разработан** комплекс программ позволяющих производить дискретизацию произвольной расчётной области и проводить расчёт различных видов течений как в двумерном, так и в пространственном случаях. Проведена верификация, в том числе и с помощью результатов собственной экспериментальной работы.

Личный вклад автора.


Автором разработана численная методика и проведена серия расчетов течений в воздухозаборных устройствах и газодинамических трубах. Разработан алгоритм дискретизации произвольной двумерной области с криволинейными границами, позволяющий как увеличивать, так и уменьшать разрешающую способность сетки и производить адаптацию как к геометрии, так и к особенностям течения. Проведена верификация методики и параметрические расчеты, направленные на оптимизацию конструкции воздухозаборного устройства. Автором выполнена серия испытаний воздухозаборного устройства, направленных на верификацию расчетной методики.

Диссертационный совет пришёл в выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней.

На заседании «24» декабря 2014 года Диссертационный совет принял решение присудить Рошину А.С. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования Диссертационный Совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав Совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.14
д.ф.-м.н., профессор


П.С. Красильников

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 212.125.14
к.ф.-м.н., доцент


В.Ю. Гидаспов

Ученый секретарь МАИ, к.т.н.




А.Н. Ульяшина

24.12.2014