

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.14

Соискатель: Тихоновец Алена Васильевна

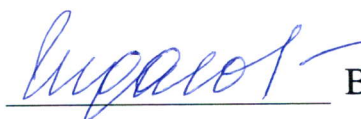
Тема диссертации: Разработка комбинированной физико-математической модели для описания течений высокой динамической неравновесности

Специальность: 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 11 декабря 2020 года, протокол № 10, 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 Тихоновец Алене Васильевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: Красильников П.С. – *председатель*, Гидаспов В.Ю. – *ученый секретарь*, а также члены диссертационного совета: Холостова О.В., Бардин Б.С., Буров А.А., Колесник С.А., Косенко И.И., Котельников В.А., Котельников М.В., Никитченко Ю.А., Ревизников Д.Л., Рябов П.Е., Формалев В.Ф., Ципенко А.В., Шамолин М.В..

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.14, д.ф.-м.н., доцент



В.Ю. Гидаспов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.14,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11 декабря 2020 г. № 10.

О присуждении Тихоновец Алене Васильевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка комбинированной физико-математической модели для описания течений высокой динамической неравновесности» по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы» принята к защите «2» октября 2020 года (протокол заседания № 6) диссертационным советом Д 212.125.14, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства науки и высшего образования РФ, 125993, Москва, А-80, ГСП - 3, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ Министерства образования и науки РФ о создании диссертационного совета – №714/НК от 02.11.2012 г.

Соискатель Тихоновец Алена Васильевна, 1991 года рождения, в 2016 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», были присуждены квалификация «Инженер» по специальности 160702 «Гидроаэродинамика», диплом 107724 1457888 с отличием, и степень бакалавра по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», диплом 107724 1456627 с отличием.

В 2020 году освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», диплом 107718 1178987.

С 2018 г по настоящее время работает в должности ассистента на кафедре №105 «Аэродинамика летательных аппаратов» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре №105 «Аэродинамика летательных аппаратов». Научный руководитель – профессор кафедры №105 «Аэродинамика летательных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», доктор физико-математических наук, доцент, Никитченко Юрий Алексеевич.

Официальные оппоненты:

1. Кузнецов Михаил Михайлович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры теоретической физики государственного образовательного учреждения высшего образования Московской области «Московский государственный областной университет».

2. Борзенко Евгений Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной газовой динамики и горения физико-технического факультета федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ»), в своем положительном отзыве, подписанном доцентом, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Сектора №11, Гореловым С.Л., и утвержденном доктором физико-математических наук, профессором РАН, Первым заместителем Генерального директора Государственного научного центра ФГУП «ЦАГИ», Медведским А.Л., указала, что диссертация представляет собой высококвалифицированную научную работу. Тематика диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы». Диссертация удовлетворяет всем требованиям Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» и заслуживает положительной оценки, а её автор, Тихоновец Алена Васильевна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Соискатель имеет 6 опубликованных научных работ по теме диссертации, из них 3 работы опубликованы в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, входящих в список, рекомендуемый ВАК, а также индексируемые в международных реферативных базах данных, а именно: Scopus, Web of Science и др., в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Работы опубликованы в соавторстве, при этом вклад соискателя был определяющим, а опубликованные результаты получены либо лично соискателем, либо при его непосредственном участии. В опубликованных работах излагаются основные положения диссертационной работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Статьи:

1. Березко М. Э., Никитченко Ю. А., Тихоновец А. В. Сшивание кинетической и гидродинамической моделей на примере течения Куэтта // Труды МАИ, 2017, №94, http://mai.ru/upload/iblock/f5f/berezko_nikitchenko_tikhonovets_rus.pdf

2. Ю. А. Никитченко, С. А. Попов, А. В. Тихоновец, “Комбинированная кинетико-гидродинамическая модель течения многоатомного газа”, // Матем. моделирование, 31:2 (2019), 18–32. Англ. изд. Ju.A. Nikitchenko, S.A. Popov, A.V. Tikhonovets. Composed Kinetic-Hydrodynamic Model of Polyatomic Gas Flow // Mathematical Models and Computer Simulations. Volume 11, pages 740–749 (2019)

3. Ю. А. Никитченко, А. В. Тихоновец, “Тестирование кинетико-гидродинамической модели на примере расчета обтекания поглощающей поверхности”, Матем. моделирование, 32:9 (2020), 103–118

Тезисы докладов:

1. Березко М.Э., Тихоновец А.В. Сшивание кинетической и гидродинамической моделей на примере течения Куэтта. // Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов. – М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017. – 1479 с.

Сборники трудов конференций:

1. Nikitchenko Y., Popov S., Tikhonovets A. (2019) Special Aspects of Hybrid Kinetic-Hydrodynamic Model When Describing the Shape of Shockwaves. In: Rodrigues J. et al. (eds) Computational Science – ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11539. Springer, Cham

2. Yu. Nikitchenko, S. Popov, A. Tikhonovets. Active Surface Calculation Method Using Kinetic-Hydrodynamic Model.

Зарегистрированные программные продукты:

1. «Программа расчёта профиля ударной волны с использованием кинетико-гидродинамической модели», свидетельство о регистрации № 2020664358

2. «Программа расчёта обтекания сорбирующей пластины в широком интервале чисел Маха и Кнудсена», свидетельство о регистрации № 2020664359

На диссертацию поступили отзывы:

Отзыв на диссертацию ведущей организации.

Отзыв положительный. По диссертации имеются следующие замечания:

1. Разработанная физико-математическая модель не имеет принципиальных ограничений по числам Маха, а расчеты поля течения поглощающей поверхности приведены только для сверхзвукового режима течения.

2. В работе не представлены конкретные примеры реализации методики повышения экономичности вычислительного процесса.

3. Не рассмотрены решения нестационарных задач.

4. В тексте диссертации замечены следующие опечатки и неточности:

- стр.3, абзац 2: пропущен пробел перед скобкой;

- стр.8, абзац 1: пропущена запятая перед союзом "и";

- стр. 30 абзац 1: лишняя запятая перед союзом "и";

- стр. 34 абзац 1: лишняя запятая.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.ф.-м.н., доцента Кузнецова Михаила Михайловича.

Отзыв положительный. По диссертации имеются следующие замечания:

1. Обтекание сорбирующей газ поверхности представлено в диссертационной работе только для сверхзвукового течения.

Дозвуковые обтекания не менее интересны. Особый интерес

представляет течение, создаваемое поглощающей поверхностью в неподвижном газе. В работе такие течения не рассмотрены.

2. На стр. 27 и стр.28 для модели Навье-Стокса-Фурье использована аббревиатура НСФ, в остальном тексте – NSF.

3. В первом абзаце стр. 69 не согласовано время глаголов

4. В первом абзаце стр. 91 пропущен предлог "с".

Отзыв на диссертацию официального оппонента, к.ф.-м.н., доцента Борзенко Евгения Ивановича.

Отзыв положительный. По диссертации имеются следующие замечания:

1. Отмечу несколько небрежностей, допущенных при оформлении работы. При записи выражений для напряжений на стр. 39 и 73 присутствуют опечатки. Название третьей главы не соответствует её содержанию.

2. Автор работы часто приводит качественные показатели эффективности использования комбинированной схемы с точки зрения использования вычислительных ресурсов, но отсутствуют конкретные её оценки. Также отсутствует информация о величине шага вычислительной сетки и обоснования его выбора.

3. Сравнение данных численного моделирования проводится с экспериментальными работами, датированными 1966 и 1976 годами. Хотелось бы видеть проверку достоверности на более современных экспериментальных результатах.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов.

- 1. Старший научный сотрудник лаборатории механики сложных жидкостей ИПМех РАН, кандидат физико-математических наук, Федюшкин А.И.**

Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания:

1. Параметры, входящие в системы уравнений (например, (1)-(3)), не описаны.
2. Как приведенные векторы тепловых потоков ω_i и φ_i входят в систему (1)-(3)?
3. В автореферате есть только одно сравнение численных результатов (кинетической модели) с экспериментальными результатами, приведенными на рис. 1. Нет ссылки на экспериментальную работу.

2. Доцент, заместитель заведующего кафедрой "Вакуумная, компрессорная техника" МГТУ им. Н.Э.Баумана, кандидат технических наук, Калинин Д.А.

Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания:

1. В автореферате слишком коротко представлено содержание Введения диссертации.
2. Из разряда внутренних течений рассмотрено только течение Куэтта, следовало бы также рассмотреть течение Пуазейля.
3. В реферате обнаружено несколько опечаток, есть также замечания по формату рисунков.

3. Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГУП ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского, Вышинский В.В.

Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания:

1. Словосочетание "удовлетворительное совпадение" звучит странно (стр. 8 автореферата). Совпадение может либо быть, либо не быть.
2. При решении первой тестовой задачи следовало бы сравнить поток массы на входной и выходной границах. Судя по тому, что на выходной границе заданы мягкие условия, расход не должен сохраняться.

3. Следовало бы наряду с "мягкими" граничными условиями на выходной границе рассмотреть иные условия, например, "жёсткие" условия (повторение условий на входной границе) для гидродинамической задачи и иной закон стенки (в работе использован закон диффузного отражения с полной аккомодацией энергии).

4. В качестве пожелания хотелось бы предложить диссертанту сравнить решения с учётом и без учёта объёмной вязкости.

4. К.ф.-м.н., с.н.с., доцентр физического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Иванов И.Э.

Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания:

1. В тексте автореферата Комбинированная кинетико-гидродинамическая модель сокращённо называется то КНМ, то КГМ, используются термины то функция распределения, то весовая функция.
2. Не ясно, алгоритм по пространству двумерный или есть пространственная реализация?
3. В автореферате нигде не описаны численные алгоритмы решения базовых систем уравнений (есть алгоритм "сшивки" решений и в тексте диссертации есть аппроксимация пространственных и временных производных).

5. Д.ф.-м.н., профессор, заведующий лаборатории федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, Козлов В.В.

Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания:

1. Для расчётов поля течения поглощающей пластины в гидродинамической области не использовались современные методы и схемы численных решений.
2. Из текста реферата не ясно, как построена вычислительная схема в окрестности острия пластины, являющегося особой точкой течения.
3. Реферат содержит ряд опечаток и неточностей.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области тем, затрагиваемых в диссертационном исследовании, что подтверждается наличием у них многочисленных публикаций по теме диссертации в рецензируемых изданиях за последние 5 лет.

Выбор ведущей организации – ФГУП "ЦАГИ" – обусловлен ее положением как головного предприятия авиационной отрасли, проводящей исследования, эксперименты в области аэродинамики и гидродинамики. Данная организация является одним из ведущих предприятий России и также осуществляет научное сотрудничество с зарубежными партнерами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Разработан** метод сшивания (комбинирования) кинетической и гидродинамической моделей применительно к многоатомным газам.
- **Разработан** метод решения модельного кинетического уравнения (*МКЕ*), не требующий сохранения значений весовой функции во всей вычислительной области.
- **Получена** физико-математическая модель, объединяющая кинетическое и гидродинамическое описание течения (*КНМ*).
- Детально **исследованы** особенности применения разработанной модели в области течений высокой динамической неравновесности.

- На примере течения Куэтта (пристеночного сдвигового течения) **показано**, что *КНМ* ненамного уступает в точности кинетической модели и существенно превосходит ее в экономичности.
- На примере задачи о профиле ударной волны **показано**, что, в отличие от известных гибридных моделей, модель *КНМ* позволяет получать гладкие профили при значительно меньших размерах кинетической составляющей. Такое сокращение размеров ведёт к значительному уменьшению требуемого объёма оперативной памяти компьютера и к уменьшению количества вычислительных операций.
- На примере задачи об обтекании активной поверхности **показано**, что комбинированная кинетико-гидродинамическая модель позволяет физически адекватно описывать процессы, протекающие в переходной области течения газовой среды. В области сшива кинетической и гидродинамической составляющих модели отсутствуют разрывы производных газодинамических параметров.
- **Верифицирована** разработанная модель посредством сравнения расчетных данных с экспериментальными.

Практическая ценность результатов обусловлена тем, что разработанная соискателем модель позволяет получать гладкие (без разрывов производных) решения при относительно небольших размерах кинетической составляющей модели, что позволяет существенно повысить вычислительную экономичность модели.

Оригинальный метод решения кинетического уравнения, предложенный в диссертации, позволяет существенно смягчить требования к вычислительным средствам.

Физико-математическая модель течения и метод её численной реализации могут быть использованы при разработке вычислительных ядер *CFD*-пакетов.

Достоверность результатов исследования, научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, обуславливается

непротиворечивостью построенной модели известным уравнениям и методам их решения в кинетической теории газов. Результаты численных расчетов, полученные с помощью разработанной расчетной модели, подтверждены сравнением с данными экспериментальных и расчётных исследований разных авторов

Личный вклад.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней», так как является самостоятельно выполненной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи разработки комбинированной физико-математической модели для описания течений высокой динамической неравновесности.

На заседании «11» декабря 2020 года, протокол № 10, диссертационный совет принял решение присудить Тихоновец Алёне Васильевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета

Д 212.125.14, д.ф.-м.н., профессор

П.С. Красильников

Ученый секретарь диссертационного

совета Д 212.125.14, д.ф.-м.н., доцент

В.Ю. Гидаспов

11 декабря 2020 г.

Начальник отдела УС МАИ

Т.А. Анисина

