

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.08

Соискатель: Минюшкин Дмитрий Николаевич

Тема диссертации: «Математическое моделирование изменения формы метеороидного тела при аэродинамическом нагреве».

Специальность: 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 30 июня 2023 года, протокол № 9, 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 Минюшкину Дмитрию Николаевичу 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., Бишаев А.М., Буров А.А., Косенко И.И., Котельников В.А., Маркеев А.П., Никитченко Ю.А., Овчинников М.Ю., Ревизников Д.Л.

Председатель диссертационного
совета 24.2.327.08,
доктор физико-математических наук,
профессор

Красильников
Павел Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.327.08,
доктор физико-математических наук,
с.н.с.

Гидаспов Владимир
Юрьевич

Начальник отдела У
Т.А. Аникина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 июня 2023 г. № 9

О присуждении Минюшкину Дмитрию Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование изменения формы метеороидного тела при аэродинамическом нагреве», представленная к защите по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы», принята к защите 27.04.2023 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом 24.2.327.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4, приказ Минобрнауки России о создании совета - № 1192/нк от 12.10.2022.

Соискатель Минюшкин Дмитрий Николаевич, 27 июня 1976 года рождения. В 1999 г. Минюшкин Д.Н. окончил «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по специальности «Прикладные математика и физика» (диплом БВС 0756820).

В 2002 г. окончил очную аспирантуру МФТИ по специальности 05.07.01 Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

В настоящее время Минюшкин Дмитрий Николаевич работает в должности заведующего лабораторией механики сплошных сред МФТИ.

Научный руководитель – доктор технических наук, Молчанов Александр Михайлович. Основное место работы – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра 204 «Авиационно-космическая теплотехника», профессор.

Официальные оппоненты:

1. Мартыненко Сергей Иванович, ведущий научный сотрудник Лаборатории №8 (физического моделирования двухфазных течений) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН), д.ф.-м.н., профессор.
2. Лаптев Игорь Вячеславович, кандидат физико-математических наук, начальник лаборатории Акционерного общества «Государственный научный центр РФ «Исследовательский центр им. М.В. Келдыша»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения» (Адрес: 143966, Россия, Московская обл., г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33) в своем положительном отзыве, подписанном первым заместителем Генерального директора – заместителем Генерального конструктора Дергачёвым Александром Анатольевичем указала, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям ВАК, в том числе установленным

п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней №842 от 24.09.2013г., и заслуживает положительной оценки, а её автор, Минюшкин Дмитрий Николаевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Замечания по диссертации:

1. В начале главы 1 указывается, что в разработанном автором методе расчета разрушения материала метеороидных тел учитывается только влияние конвективного теплообмена. В связи с этим следовало бы хоть как-то охарактеризовать, в какой степени данное предположение сужает практические приложения работы.
2. Выводы по главе 4 содержат недоработанный текст.
3. Начало (первые два абзаца) раздела 4.1 полностью повторяют фрагмент текста введения к этой главе на стр.73.
4. В последнем абзаце стр. 12 фраза «моделирование ламинарно-турбулентного перехода изменение формы летательного аппарата» должна относиться по смыслу к изменению формы метеороидного тела. Вообще, текст диссертации содержит весьма значительное количество падежных несоответствий, пропусков дефисов и других знаков препинания, хотя в целом работа написана хорошим грамотным языком.

Соискатель имеет по теме диссертации 8 опубликованных работ из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

1. Минюшкин Д. Н. Расчет эволюции уносимой теплозащиты методом поверхностей уровня //Физико-химическая кинетика в газовой динамике. — 2016. — Т. 17. — №. 4. — С. 10 — 10 (РИНЦ).

2. Минюшкин Д. Н. Трёхмерный расчёт прогрева и уноса теплозащитного материала с использованием платформы OpenFOAM и

неструктурированной сетки //Космонавтика и ракетостроение. — 2018. — №. 5. — С. 101 — 111 (ВАК, РИНЦ, RSCI)

3. Минюшкин Д. Н., Крюков И. А. Расчет прогрева и уноса теплозащитного материала в осесимметричной постановке //Теплофизика высоких температур. — 2020. — Т. 58. — №. 2. — С. 244-248. (WoS, Scopus).

4. Minyushkin D. N., Kryukov I. A. Calculation of aerodynamic heating and ablation of thermal protection system in axisymmetric formulation //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. — Т. 2181. — №. — С. 020025. (WoS, Scopus).

Основные результаты работы докладывались на следующих научных конференциях и семинарах:

1. Всероссийская школа-семинар «Современные проблемы аэрогидродинамики», МГУ, Сочи, 2014;
2. 10-я Всероссийская школа-семинар «Аэрофизика и физическая механика классических и квантовых систем», АФМ, 2016;
3. Семинар проф. В.В. Лунева и Ю.М. Липницкого, ЦНИИмаш, 2016;
4. Семнадцатая Международная школа-семинар «Модели и методы аэродинамики», Евпатория, ЦАГИ, 2017;
5. Семинар проф. В.В. Лунева и Ю.М. Липницкого, ЦНИИмаш, 2018;
6. 21-я международная конференция по вычислительной механике и современным прикладным программным системам, 2019, Алушта, Крым;
7. Международный военно-технический форум «Армия-2022». Круглый стол: «Актуальные вопросы совершенствования средств автоматизации Воздушно-космических сил»;
8. XIV Международная конференция по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли, 2022, Алушта, Крым.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию официального оппонента, доктора физико-математических наук Мартыненко Сергея Ивановича, заверенный заведующим лабораторией, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН А.Ю. Вараксиным. Отзыв положительный, содержит замечания:

1. Первая глава (аналитический обзор состояния исследования в области моделирования уноса материалов метеороидных тел) не содержит сравнительного анализа математических моделей рассматриваемых физико-химических процессов, а так же комплексов программ для их реализации. Поэтому трудно понять какие задачи с точки зрения автора являются наиболее актуальными, решению которых и должна быть посвящена диссертация.

2. В формуле для коэффициента искусственной вязкости (2.11) квадратный корень извлекают из отрицательного числа.

3. Параграф 2.3 заканчивается словами: «Показано, что при уменьшении характерного размера ячеек (то есть повышении их числа и, соответственно, увеличении ресурсозатратности вычислений) можно повысить качество расчета ламинарного теплового потока в окрестности критической точки». Означает ли это отсутствие «сходимости по сетке» (т.е. слабой зависимости характеристик от параметра дискретизации)?

4. Отдельные фразы в диссертации не проясняют ситуацию, а приводят к дополнительным вопросам. Например, на с. 85 сказано: «Сильное изменение поверхности означает сильное движение точек расчётной сетки, что может привести к ухудшению качества расчётной сетки и сделать её непригодной для расчёта». Следует пояснить:

– Какое изменение кривизны поверхности метеорита автор считает сильным?

– Какую адаптацию вычислительной сетки автор считает сильной?

– Какие характеристики автор использует для оценки качества сетки?

5. Автор часто оперирует терминами, не приводя их определений, что затрудняет понимание работы. Например: лётная характеристика

метеоритных тел (с. 4), поверхность метеорита может быть «некачественной» (с. 34), распад пограничного слоя (с. 47), поверхностная сетка формы метеорита (с. 73) и др.

6. Выводы плохо соответствуют поставленным задачам исследования, не содержат количественных параметров, поэтому трудно судить о достижимости цели исследования.

7. В диссертации отмечено чересчур много опечаток.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, кандидат физико-математических наук Лаптева Игоря Вячеславовича, заверенный ученым секретарем ФО ГНЦ «Центр Келдыша», кандидатом физико-математических наук Смирновым Ю.Л. Отзыв положительный, содержит замечания:

1. Подавляющее большинство метеоритов представляют собой каменные тела, поэтому математическая модель уноса материала метеорита должна описывать разрушение силикатов. Представленные в диссертации модели валидируются, в основном, на задачах по уносу графита и некоторых композитных материалов.

2. При моделировании аэродинамики, прогрева и уноса материала метеорита сложной формы не учитываются аэродинамические моменты, действующие на метеорит и приводящие, в общем случае, к изменению его ориентации по направлению к движению, что может приводить к смещению точек натекания и изменению тепловых нагрузок.

3. В работе не раскрыта область применения метода эффективной длины, не приведены оценки точности моделирования отрывных зон, донных эффектов и их влияния на тепловой режим и унос материала метеорита.

4. На стр. 35 вместо выражения для z_{reff} записана формула (2.27) для Γ_{reff} .

5. В диссертации имеются грамматические опечатки.

На автореферат диссертации поступило 3 отзыва. Все поступившие отзывы положительны. В поступивших отзывах отмечается актуальность и научная новизна диссертационного исследования, практическая значимость полученных результатов работы.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Отзыв подписан: доктором физико-математических наук, профессором Кузнецовым Гением Владимировичем и заверен ученым секретарем Кулинич Е.А. Отзыв положительный, в отзыве представлены замечания, что на стр. 5 сформулированы 6 целей диссертации, пять из которых являются задачами и в описании постановки задачи часто используется словосочетание «расчёт прогрева и уноса в трёхмерной постановке», но не расшифровывается что уносится.

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. Отзыв подписан: кандидатом технических наук Шевченко А.В, кандидатом технических наук, доцентом Прокопенко Е.А., доктором технических наук, профессором Пироговым С.Ю. и утверждён: заместителем начальника Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского по учебной и научной работе, доктором технических наук, профессором Ю.В. Кулешовым. Отзыв положительный, в отзыве сделаны замечания:

1. На странице 4 автореферата автор рассуждает про три составляющие, которые необходимо учесть при моделировании разрушения метеорита и изменения его формы. Но ниже приводит четыре составляющие, что на наш взгляд, только расширяет степень проработанности темы исследований.

2. Минюшкин Д.Н. в своем автореферате ссылается на то, что «метеоритной проблемой» занималось множество ученых и подтверждает это фундаментальными работами только отечественных ученых (хотя, забыв упомянуть академиков Черного Г.Г., Суржикова С.Т. и Ландау Л.Д.), но при

этом не приводит фундаментальные работы иностранных ученых (Дж.Мартина, Д. Хейз и др.).

3. На наш взгляд, приведенную автором научную новизну под пунктом 2 следует отнести к практической значимости работы, так как разработанный лично автором программный комплекс (хотя номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ в тексте автореферата не приводится) представляет собой прагматическую цель исследования.

4. На странице 10 автореферата в абзаце 3 приведены параметры невозмущенного набегающего потока, и указанные там значения давления и температуры не соответствуют параметрам атмосферы Земли, скорее всего, автор имел ввиду значения давления и температуры торможения.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Отзыв подписан: кандидатом физики-математических наук, Писляковым В. В. и заверен специалистом по персоналу Прокопенко И. Н. Отзыв положительный, в отзыве представлены замечания, что легенда к рисункам 1-2 (на стр. 8-9) чересчур краткая и что автор не затронул вопрос о сложности (времени выполнения) используемых алгоритмов..

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в отрасли наук, к которой относится диссертационная работа Минюшкина Дмитрия Николаевича, что подтверждается наличием у них многочисленных публикаций по теме диссертации в рецензируемых изданиях за последние 5 лет.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных лично соискателем исследований:

1. Разработан математический метод расчёта тепловых потоков на основе модификации метода эффективной длины;
2. Показана возможность оценки тепловых потоков на телах сложной формы - с впадинами и выбоинами;

3. На языке программирования C++ проведена программная реализация метода расчёта тепловых потоков;
4. Разработан вычислительный метод расчёта прогрева и уноса материала метеороидного тела в трёхмерной постановке на основе несопряжённого подхода, когда задача расчёта аэродинамического нагрева решается отдельно от задачи расчёта уноса и прогрева материала на поверхности метеорита;
5. Показана возможность расчёта прогрева и уноса двумя способами:
 - с использованием оценки тепловых потоков, предложенным в работе математическим методом на основе модификации метода эффективной длины;
 - с помощью расчёта тепловых потоков через решение уравнений Навье-Стокса;
6. Разработан алгоритм расчёта механизма уноса углеродного материала в воздухе в равновесной постановке с использованием открытых библиотек mutation++;
7. Реализованы разработанные модели и методы в проблемно-ориентированном комплексе параллельных программ, предназначенном для определения аэродинамического нагрева, расчёта изменения формы на основе суперкомпьютерного моделирования;
8. Проведен расчёт изменения формы сложного метеороидного тела в трёхмерной постановке и прогрева его материала для режима, где определяющим является аэродинамический нагрев: характерный размер метеорита 0.25 м, скорость движения 2000 м/с, высота 20 км.

Практическая значимость работы: разработанная методология и программные коды позволяют за относительно небольшое время оценить изменение формы метеорита в результате аэродинамического нагрева при движении в атмосфере.

Достоверность результатов полученных результатов обеспечена строгостью используемого математического аппарата и подтверждается

сравнением результатов вычислительных экспериментов с известными в литературе экспериментальными и расчетными данными.

Личный вклад заключается в разработке модифицированного метода эффективной длины, реализация его в программном коде, разработке метода расчёта прогрева и уноса материала и реализация его в программном коде, проведении комплексного расчёта на основе разработанных кодов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Диссертационная работа Минюшкина Д.Н. полностью удовлетворяет пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года «О порядке присуждения ученых степеней», представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой проведены автором исследования актуальных задач динамически неравновесных течений с помощью различных физико-математических моделей.

На заседании 30 июня 2023 года (протокол № 9) диссертационный совет принял решение присудить Минюшкину Дмитрию Николаевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.1.9. – «Механика жидкости, газа и плазмы», участвовавших в заседании; из 18 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.327.08,
доктор физико-математических наук,
профессор

Красильников
Павел Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.327.08,
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Гидаспов Владимир
Юрьевич

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина



30 июня 2023 г.