

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.061.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № -----

решение диссертационного совета от 19.06.2018 № 5

О присуждении Филимонову Сергею Анатольевичу, гражданину Российской Федерации **ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Гибридный метод для совместного решения многомерных и сетевых задач гидродинамики и теплообмена» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 10.04.2018 (протокол заседания № 3) диссертационным Советом Д 003.061.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Федерального агентства научных организаций (ИВМиМГ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6, созданного приказом Минобрнауки России №105нк-209 от 11.04.2012 г.

Соискатель Филимонов Сергей Анатольевич, 1983 года рождения. В 2007 году **окончил** Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет». В 2010 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет». Работает лаборантом

кафедры теплофизики Института Инженерной Физики и Радиоэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теплофизики Института инженерной физики и радиоэлектроники, Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Дектерев Александр Анатольевич, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра теплофизики, заведующий.

Официальные оппоненты:

Белолипецкий Виктор Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, Отдел вычислительных моделей в гидрофизике, главный научный сотрудник;

Тарасевич Владимир Владимирович, доктор технических наук, доцент, Новосибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, (структурное подразделение отсутствует), научный сотрудник – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск.

в своем положительном отзыве, подписанном Николаем Николаевичем

Новицким, доктором технических наук, главным научным сотрудником, заведующим лаборатории трубопроводных и гидравлических систем №51 **указала, что** работа посвящена новому решению актуальной научной задачи – моделирования сложных гидравлических систем, содержащих в себе нестандартные элементы. Теоретическое значение работы состоит в объединении возможностей сетевых методов теории гидравлических цепей для расчета потокораспределения (в отношении быстродействия) и пространственных методов моделирования процессов теплообмена (в отношении точности). Диссертационная работа «Гибридный метод для совместного решения многомерных и сетевых задач гидродинамики и теплообмена» является законченной научно-квалификационной работой, обладающей внутренним единством, удовлетворяет критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученых степеней (пункты 9, 10, 11, 13 и 14 раздела «II. Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней» постановления правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842), а её автор, Филимонов Сергей Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ.

Опубликованные работы представляют собой статьи в научных журналах, материалы конференций и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ общим объемом 65 страниц и в полном объеме отражают содержание диссертации.

В работах отражены результаты научного исследования: гибридный метод моделирования задач гидродинамики и теплообмена, алгоритм реализации метода, программный модуль, в котором реализован гибридный метод, всестороннее тестирование алгоритма, применение гибридного метода для решения научных и практических задач.

Основные значительные работы по диссертации:

1. Filimonov, S.A.; Mikhienkova, E.I.; Dekterev A.A.; Boykov D.V. Hybrid methods for simulating hydrodynamics and heat transfer in multiscale (1D-3D) models // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 899. No. 5. P. 052004.

Личный вклад: участие в построении гибридного метода, реализация гибридного метода в виде программного модуля.

Объем публикации: 7 страниц

2. С.А. Филимонов, П.А. Необъявляющий, Е. И. Михиенкова, Применение гибридного алгоритма моделирования для исследования системы удаления вредных газов алюминиевого производства // Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2016. № 6(44). С.64-79.

Личный вклад: построение и адаптация гибридной модели системы удаления газов, расчет значений выравнивающих сопротивлений.

Объем публикации: 16 страниц

3. Михиенкова Е.И., Филимонов С.А., Дектерев А.А. Гибридный алгоритм для совместного расчета многомасштабных гидравлических задач с учетом тепловых процессов // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии Т.17 №4 (2016), с. 380-392.

Личный вклад: участие в реализации гибридного метода решения задач гидродинамики теплообмена, в подборе тестов для верификации разработанного метода и в анализе полученных результатов.

Объем публикации: 16 страниц

4. Филимонов С. А., Дектерев А. А., Сентябов А. В., Минаков А. В. Моделирование сопряженного теплообмена в системе микроканалов при помощи гибридного алгоритма // Сиб. журн. индустр. матем., Т.18 №3 (2015), 86–97.

Личный вклад: реализация метода сопряжённого теплообмена между сетевыми и пространственными элементами на базе модели «гибридного теплообменника», построение гибридных моделей микроканальных

теплообменников, участие в анализе результатов расчета построенных моделей.

Объем публикации: 12 страниц

5. Филимонов С. А., Дектерев А. А., Бойков Д. В. Численное моделирование кожухотрубчатого теплообменника с помощью гибридного алгоритма // Тепловые процессы в технике, № 8, 2014. С. 343-348

Личный вклад: реализация модели «гибридного теплообменника», построение гибридных моделей кожухотрубчатых теплообменников, участие в постановке задачи и анализе результатов расчета построенных моделей.

Объем публикации: 5 страниц

6. Бойков Д. В., Филимонов С. А. Моделирование системы смазки редуктора хода экскаватора // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies Том 3 номер 4. 2010. с. 454–462

Личный вклад: участие в постановке задачи, построение сетевой модели системы смазки, построение трехмерной модели поворотного штуцера и определение его гидравлического сопротивления.

Объем публикации: 9 страниц

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

На автореферат поступило 4 отзыва. Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертационная работа соответствует специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.т.н., М.Г. Сухаревым, профессором кафедры прикладной математики и компьютерного моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», г. Москва. Отзыв положительный,

содержит замечания:

- На стр. 6 - 8 неоднократно говорится о законе сохранения количества движения (к.д.) и об уравнении сохранения импульса (и.). В классических сочинениях по механике сплошных сред нет ни того, ни другого термина. Строго говоря, ни к.д., ни и. не сохраняются, но есть физический закон, связывающий эти величины. Классики чаще всего называют его законом количества движения.
 - Есть неточности в обозначениях и терминах. Приведу лишь один пример. « S_{h_i} - тепловой источник в i -м узле» (стр. 7, под ф-лой 5), хотя ясно, что речь идет не о тепловом источнике, а о размерной величине, которая может суммироваться с энтальпией.
2. Отзыв на автореферат, подписанный д.т.н., В.Р. Чупиным, профессором, Заведующим кафедры городского строительства и хозяйства, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск. Отзыв положительный, содержит замечания:
- Автор сделал акцент только на стационарный режим течения, тогда как работа многих устройств носит существенно не стационарный характер.
 - На шестой странице в разделе «Структура и объем работы» говорится что диссертация состоит из четырех глав, тогда как в самом тексте диссертации упоминается пять глав.
3. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., В.Я. Рудяком, профессором кафедры теоретической механики, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», и к.т.н. Р.Ш. Мансуровым, доцентом, заведующим кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», г. Новосибирск. Отзыв положительный, содержит замечания:

- Автором приводится сравнение профилей скорости на рис. 5 для эталонной и разномасштабной моделей систем, представленных на рис.4. Однако для протяженных объектов профиль скорости в конце участка соответствует профилю стабилизированного течения. Поэтому, на наш взгляд участок, где расположено сечение 1 следует отнести к «компактным» объектам и вести расчет в полностью пространственной постановке. В этом смысле следует конкретизировать, каким образом объект определяется как протяженный или как «компактный», в процессе решения технологических задач.
 - В параграфе 2.3 описан способ объединения двух частей модели (протяженной и «компактной») в одну. Представлена схема объединения на рис. 2, но не приведены результаты расчётов, форм профилей скоростей в процессе стыковки, например, для различных соотношений гидравлических диаметров ветви и узла, скоростей в ветви и узле, при слиянии или разделении поток в узле.
4. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф-м.н., С.А. Исаевым, профессором кафедры механики, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», г. Санкт-Петербург. Отзыв положительный, содержит замечания:
- Ядром гибридного подхода является обобщённый метод коррекции давления. Почему-то при разработке этого метода не используются и не упоминается метод аддитивной коррекции, известный метод понижения размерности и ускорения сходимости, при решении уравнения поправки давления. Почему?
 - Замечательна идея соединения задач разной размерности имеет

тонкое место – их стыковку. Для ламинарных течений вроде бы есть относительная ясность вроде бы в оставлении этой цели, тем более, что в центре внимания находится сохранения расхода. А как быть с турбулентностью, не понятно. Хотелось бы видеть в работе обсуждение этой проблемы.

- Вычислительная эффективность гибридного метода оценивается его сравнением с пространственным моделированием (в рамках пакета SigmaFlow) и десятикратный выигрыш не выглядит чрезмерно большим. Напротив, он мог быть на порядки выше при таком оценочном подходе. Представляется, что гораздо важнее для гибридного метода уточнение решения мультиразмерной задачи. Возможно было бы оправдано сравнение гибридного и чисто сетевого инженерного метода. На выбранной конкретной задаче.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в области математического моделирования процессов гидродинамики и теплообмена, наличием публикаций в указанной сфере исследований и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны математическая модель, вычислительные алгоритмы и программный комплекс, предназначенный для моделирования гибридных (1D-3D) задач гидродинамики и теплообмена.

предложены: новый метод реализации гидродинамической связи между разными по размерности частями гибридной модели, этот способ позволяет получить единое поле давления для всей модели, что, в сравнении со стандартным способом, основанном на обмене граничными условиями, обеспечивает более устойчивое и быстро сходящееся решение;

новый метод реализации теплообмена между пространственной и сетевой частями модели в виде модели «гибридного теплообменника», который позволяет моделировать теплообмен как с одиночной трубой, так и с пучком

труб.

доказано: качество предложенного метода, путем его всестороннего тестирования

введены новые понятия в гидродинамическом моделировании разномасштабных объектов: «стыковочная ветвь», «единая система уравнений на поправку давления», «гибридный теплообменник».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана эффективность применения предложенных методов для моделирования разномасштабных задач гидродинамики и теплообмена;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы методы теории гидравлических цепей, методы вычислительной гидродинамики, методы решения системы линейных алгебраических уравнений;

изложены принципы построения гибридных моделей задач гидродинамики и теплообмена,

раскрыты возможности сокращения вычислительных затрат при использовании гибридного метода для задач гидродинамики и теплообмена,

изучены методы многомерного и сетевого моделирования для задач гидродинамики и теплообмена,

проведена модернизация алгоритма решения системы линейных алгебраических уравнений на поправку давления.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) гибридный метод для совместного решения многомерных и сетевых задач гидродинамики и теплообмена и его реализация в виде программного модуля. Созданный программный комплекс применялся для моделирования систем вентиляции и тепло-водоснабжения предприятия ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова»; для системы удаления газов из

электролизного корпуса Красноярского алюминиевого завода; для моделирования системы микроканалов в рамках проекта РФФИ и для учебного курса «Математическое моделирование задач гидродинамики и теплообмена» кафедры теплофизики СФУ;

определены возможности и перспективы практического использования предложенного гибридного метода, для решения задач изучения и/или проектирования сложных гидродинамических объектов;

создан комплекс программ для решения гибридных моделей, расширяющий возможности программного комплекса, предназначенного для моделирования многомерных задач гидродинамики и теплообмена;

представлены рекомендации для применения гибридного метода моделирования задач гидродинамики и теплообмена.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ соответствие результатов моделирования данным натурального эксперимента, взятых из открытых литературных источников;

теория построена на основе математической модели, выражающей фундаментальные законы сохранения массы, импульса и энергии в потоке жидкости или газа;

идея базируется на анализе, обобщении и развитии мирового опыта разработки и совершенствования подходов к построению гибридных моделей гидродинамики и теплообмена;

использованы опубликованные материалы по рассматриваемой тематике, представляющие собой обзор постановок и методов решения задач гидродинамики и теплообмена при помощи гибридных моделей.

установлено качественное согласие результатов, полученных автором с аналогичными результатами, представленными в сторонних источниках.

использованы современные методики сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит: в ключевой роли на всех этапах исследования: участие в постановке задач исследования и в разработке

численного метода объединения разных по масштабу моделей в единую модель и в построении расчетного алгоритма и его реализации в виде программного модуля и в проведении тестирования полученного модуля и его использовании для решения практических задач; подготовка публикаций.

На заседании 19 июня 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Филимонову С.А. ученую степень кандидата технических наук.

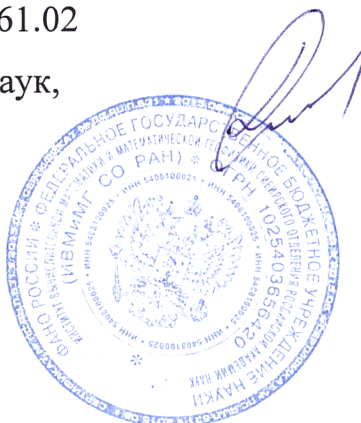
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 11 докторов наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 003.061.02
доктор физико-математических наук,
профессор

Пененко

Владимир Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 003.061.02
доктор физико-математических наук,
доцент



Сорокин

Сергей Борисович

Дата
19 июня 2018 года