

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20.04.2022 № 5

О присуждении Ткачеву Василию Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Математическое моделирование процессов теплопереноса в локально равновесных и неравновесных условиях» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 08.02.2022 (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.377.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, утвержденным приказом Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Ткачев Василий Константинович, 25 мая 1993 года рождения, в 2015 году окончил ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет» по специальности «Промышленная теплоэнергетика». С 2015 г. по 2019 г. обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по направлению подготовки 13.06.01 – «Электро- и теплоэнергетика». С марта 2021 года является лицом, прикрепленным для подготовки диссертации без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

С сентября 2015 года по настоящее время Ткачев В.К. работает старшим преподавателем кафедры «Промышленная теплоэнергетика» и кафедры «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Научный руководитель – Кудинов Игорь Васильевич, доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Официальные оппоненты: Литовка Юрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов); Вельмисов Петр Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (г. Ульяновск), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Вычислительная математика и программирование», к.ф.-м.н., доцентом Крыловым Сергеем Сергеевичем, заслуженным деятелем науки РФ, профессором кафедры «Вычислительная математика и программирование», д.ф.-м.н., профессором Формалёвым Владимиром Федоровичем и профессором кафедры «Вычислительная математика и программирование», д.ф.-м.н., доцентом Колесником Сергеем Александровичем, утвержденном и.о. проректора по научной работе, д.т.н., профессором Равиковичем Юрием Александровичем, указала, что представленная диссертация является законченным научным исследованием, соответствующем специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Отзыв содержит следующие замечания: 1) уравнения динамического и теплового пограничных слоев записаны не полностью, так как не учитываются уравнение неразрывности, вертикальная компонента вектора скорости и производная давления вдоль канала; 2) в работе всюду принят постоянный перепад давления, что может вызвать погрешность; 3) требуется пояснить значение термина «дополнительные функции» для одного уравнения с одной искомой функцией, и для какого дополнительного уравнения они строятся; 4) необходимо пояснить значение дополнительных граничных условий; 5) необходимо объяснить термин «локально-неравновесный».

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, написанные в соавторстве и единолично, 5 статей в журналах из перечня ВАК, 7 статей в Web of Science и Scopus. В работах, выполненных в соавторстве, вклад соискателя является определяющим в разработке методов математического моделирования, расчетной работе и анализе полученных результатов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. *Кудинов И.В., Курганова О.Ю., Ткачев В.К.* Получение точного аналитического решения стационарной двумерной задачи теплопроводности с источником теплоты // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия физико-математические науки. 2019. Т. 23, № 1. С. 1-9.

2. *Ткачев В.К.* Получение точного аналитического решения нестационарного уравнения Навье-Стокса // Южно-Сибирский научный вестник. – 2019. – № 4. С. 296-302.

3. *Еремин А.В., Ткачев В.К., Тарабрина Т.Б., Кудинов И.В., Колесников С.В.* Получение аналитического решения задачи теплообмена для турбулентного пограничного слоя // Вестник национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2019. – Том 8, № 6. С. 540-545.

4. *Eremin, A. V., Stefanyuk, E. V., Kurganova, O. Y., Tkachev, V. K., & Skvortsova, M. P.* A generalized function in heat conductivity problems for multilayer structures with heat sources // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2018. – Т. 47. – № 3. С. 249-255.

5. *Kolesnikov S.V., Kudinov V.A., Trubitsyn K.V., Tkachev V.K., & Stefanyuk E.V.* Computer models of pipeline systems based on electro hydraulic analogy // Innovations and prospects of development of mining machinery and electrical engineering. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2017. – V. 87. – №. 3. – UNSP 032015.

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют. Суммарный объем публикаций с участием автора составляет 9,15 печатных листов, из них лично автору принадлежит 4,1 печатных листа.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы официальных оппонентов:

В отзыве официального оппонента Литовки Ю.В. указаны следующие замечания: 1) заявленная цель работы не определяет область ее применения; 2) не приведены экспериментальные исследования для проверки адекватности построенной математической модели в главе 4 диссертации; 3) в выводах не приведено количественных сравнений полученных решений с известными методами; 4) обнаружено несоответствие экономического эффекта в автореферате и акте внедрения; 5) методика расчета экономического эффекта ни в диссертации, ни в приложении к ней не приводится.

В отзыве официального оппонента Вельмисова П.А. приведены следующие замечания: 1) как выполняется исходное дифференциальное уравнение в точке задания граничного условия первого рода?; 2) как разделяется взаимосвязанная система гидродинамики и теплообмена в задаче с переменной от температуры вязкости?; 3) в чем заключается физическая причина невозможности мгновенного

установления граничного условия первого рода в задаче локально неравновесного теплообмена в движущейся жидкости?; 4) что означает термин «автоматическая идентификация» компьютерной модели?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя.

На автореферат диссертации поступили 7 положительных отзывов от:

д.т.н., доцента Кирсанова Ю.А., ведущего научного сотрудника лаборатории «Теплофизика и волновые технологии» Института энергетики и перспективных технологий ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук» (г. Казань);

PhD Шыныбай Ж.С., заведующего кафедрой «Электрические машины и электропривод» НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» (г. Алматы, Республика Казахстан);

к.ф.-м.н., доцента Певгова В.Г., доцента ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (г. Москва);

д.т.н., старшего научного сотрудника Паничкина А.В., ведущего научного сотрудника Омского филиала Института математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения РАН (г. Омск);

д.ф.-м.н., профессора Карташова Э.М., заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры «Высшая и прикладная математика» ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова) (г. Москва);

д.т.н., профессора Ильина В.К., заведующего кафедрой «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (г. Казань);

д.т.н., профессора Каледина В.О., заведующего научно-исследовательской лабораторией математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

В замечаниях указано на недостаточный объем экспериментальной верификации результатов; не ясна актуальность задачи о полях температур в бесконечном бруске; не раскрыта причина параболической зависимости вязкости от координаты; не пояснен способ получения критериального уравнения теплообмена, диапазон его применения и погрешность; не раскрыт процесс определения гидравлического сопротивления трубопроводов и необходимость нового подхода к его определению в настоящее время; не ясно, каким образом в локально неравновесных моделях гидродинамики и теплообмена учитываются длина и время свободного пробега микрочастиц; не раскрыты отличия метода решения задач для

локально неравновесных процессов автора от метода А.В. Лыкова; не рассмотрена модель динамического турбулентного пограничного слоя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики построения математических моделей тепломассопереноса и гидродинамики, основанные на теории двухфазного запаздывания, позволившие выявить новые физические эффекты;

предложен подход исследования процессов тепломассопереноса и гидродинамики на основе теории двухфазного запаздывания;

доказана перспективность использования разработанного программного обеспечения для расчета гидравлических сетей на основе предложенных моделей тепломассопереноса и гидродинамики;

введен новый класс координатных функций для решения рассматриваемых краевых задач теплового и динамического пограничных слоев, позволяющих существенно упростить процесс построения их решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность введения релаксационных слагаемых для теплового потока и касательного напряжения, градиента температуры и скорости в законах Фурье и Ньютона для адекватного описания процессов тепломассопереноса и гидродинамики;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** математический аппарат теории двухфазного запаздывания, основанный на учете пространственно-временной нелокальности реальных процессов тепломассопереноса и гидродинамики;

изложены основные теоретические положения, связанные с разработкой методов математического моделирования тепломассопереноса и гидродинамики в локально равновесных и неравновесных условиях;

раскрыты несоответствия существующих математических моделей тепломассопереноса и гидродинамики реальным физическим процессам при малых и сверхмалых значениях пространственно-временных переменных;

изучены основные положения взаимной зависимости тепловых и гидравлических явлений;

проведена модернизация математических моделей тепломассопереноса и гидродинамики и обнаружены новые характерные для данных процессов эффекты.

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

разработаны и внедрены новые компьютерные модели тепловых сетей города Самара, Саратовской и Тольяттинской ТЭЦ;

определены перспективы практического использования разработанных в диссертации компьютерных моделей сложных кольцевых трубопроводных систем;

создано программное обеспечение для реализации крайних задач теплопроводности и теплопереноса на основе ортогональных методов взвешенных невязок, рекомендуемое для использования в организациях, занимающихся эксплуатацией и проектированием гидравлического и теплотехнического оборудования;

представлены основные направления развития разработанных в диссертации методов математического моделирования процессов теплопереноса и гидродинамики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория подтверждается корректностью используемых математических положений локально неравновесной термодинамики, согласуется с имеющимися теоретическими и экспериментальными данными в области теплопереноса и гидродинамики из независимых источников;

идея базируется на теории двухфазного запаздывания, основные положения которой были использованы для разработки модернизированных математических моделей теплопереноса и гидродинамики;

использованы результаты точных и численных решений задач теплопереноса и гидродинамики из независимых источников для сравнения с результатами, полученными в диссертации;

установлено удовлетворительное совпадение расчетных данных, полученных на компьютерных моделях гидравлических систем, с результатами экспериментальных исследований.

Личный вклад соискателя состоит в постановке и решении научных и прикладных задач на всех этапах проведения диссертационного исследования; непосредственном участии в получении решений; анализе результатов; подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) При построении приближенно-аналитических решений вводятся дополнительные граничные условия, решение строится в виде функциональных рядов и при использовании метода Бубнова-Галеркина производится их почленное интегрирование и дифференцирование. Но это можно делать только при равномерной сходимости рядов, занимались ли вы этим вопросом?

2) При рассмотрении температурной неоднородной среды использован вполне определенный (экспоненциальный) закон. Насколько это подтверждается экспериментальной практикой или это сделано из чисто математических соображений удобства вычислений?

Соискатель Ткачев В.К. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании №5 от 20.04.2022 диссертационный совет принял решение присудить Ткачеву В.К. ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ за новые научно-обоснованные разработки в области математического моделирования теплопроводности в твердых телах, гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по научной специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0.

Председатель
диссертационного совета


Радченко Владимир Павлович

Ученый секретарь
диссертационного совета


Зотеев Владимир Евгеньевич

20 апреля 2022 г.