

ОТЗЫВ

официального оппонента Постникова Евгения Борисовича на диссертационную работу Попова Михаила Ивановича «Аналитические и численные методы математического моделирования при исследовании внутренних задач свободной конвекции в кондуктивно-ламинарном режиме», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации

Несмотря на то, что задачи о математическом моделировании термоконвективных ламинарных движений жидкости в замкнутых полостях впервые ставились еще в конце 1950 – 1960-х годах (работы G.K. Batchelor'a, A.E. Gill'a), аспекты данной проблемы, рассмотренные в настоящей диссертации, являются по-прежнему актуальными, прежде всего в контексте взаимодействия математической постановки задачи и решающих ее численных методов. Это связано с тем, что подходы, ставшие классическими, в основном оперируют асимптотическими аналитическими методами, которые дают только оценку устойчивости и *качественных* характеристик гидродинамических и тепловых потоков. В то же время широкий класс приложений, как технических (например, системы термоконтроля), так и естественнонаучных (ряд задач геофизики) требует, прежде всего, разработки эффективных численных методов, которые могут дать обоснованные по точности *количественные* решения. Немаловажным является также удобство реализации подобных алгоритмов современными средствами математического программного обеспечения общего профиля.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, полученных в диссертации, подтверждается корректным использованием положений тепломассопереноса, методов математической физики и теории численных методов. Достоверность полученных результатов подтверждается также приведенным анализом результатов численных экспериментов и их сравнении с доказанными аналитическими выводами, апробацией основных результатов на конференциях и семинарах, публикациями в научных изданиях, соответствующих тематике работы.

Новизна работы и теоретическая значимость полученных результатов

Новизна диссертационной работы заключается в детальном исследовании и обосновании, как аналитическом, так и на основе численных экспериментов, методов математического моделирования задач нестационарной и стационарной кондуктивно-ламинарной свободной конвекции в прямоугольной области и разработке соответствующих численных алгоритмов.

К наиболее значимым научным результатам следует отнести:

1) во второй главе – явные аналитические выражения для решения гидродинамической подзадачи исследованной проблемы тепломассопереноса, которые позволяют использовать их для обоснованной оценки надежности численного математического моделирования; также следует отметить весьма добросовестное исследование вопроса о характере изменения величины коэффициентов разложения решения по базисным функциям и обоснованные выводы о номерах членов ряда, обрезание на которых предоставляет достаточную точность для практических расчетов;

2) в третьей главе - строгое обоснование методами функционального анализа обусловленности, сходимости и устойчивости предлагаемой дискретной численной схемы, а также нахождение оптимального шага итераций; особо следует отметить раздел 3.3 третьей главы, в котором рассмотрен вопрос об улучшении решения на границе моделируемой области, что обусловлено двумя важными факторами - во-первых, предложенный метод позволяет избежать традиционной проблемы численного моделирования – необходимости существенного адаптивного измельчения сетки вблизи границ области, что отнимает значительный объем памяти компьютера и замедляет быстрдействие расчетов, а во-вторых подобный подход непосредственно связан с физической картиной рассматриваемой задачи – специфическими свойствами течения в пограничном слое; предложенное решение не только элегантно с точки зрения математического моделирования, но и убедительно обосновано с точки зрения математической строгости;

3) в четвертой главе – явный и наглядный анализ влияния мелкости разбиения сетки дискретизации на точность решения, а также выявленный факт инверсии течения при росте числа Прандтля.

Практическая значимость

Предложенная численная схема, для которой наглядно продемонстрирована ее эффективность для высокоточных расчетов даже при относительно грубом шаге сеточного разбиения, может быть использована для широкого класса технически важных задач тепломассопереноса в ограниченных областях, в частности охлаждающих контуров. Ее реализация в виде разработанного программного комплекса, ориентированного на современное программное обеспечение, делает практическое использование доступным для специалистов, работающих в данной области. Программный код, приведенный в приложении диссертации отличается высокой

читабельностью и хорошо самодокументированным стилем.

При отмеченных достоинствах, к диссертационной работе Попова М.И. все же имеется ряд замечаний:

- 1) несмотря на наличие указанных границ гидродинамических критериев, выделяющих область применимости исследованной модели, в работе не рассмотрен теплофизический вопрос об интервале изменения температур, при котором можно пренебречь изменением кинематической вязкости; приведение подобной оценки может оказаться важным для моделирования ряда технически важных жидкостей;
- 2) недостаточное внимание уделено тестированию результатов по критерию сравнения решений, полученных при помощи разработанного программного обеспечения, с известными более простыми решениями для линий тока и изотерм.

Однако данные недостатки не снижают ценность выполненной работы с точки зрения математического анализа, математического моделирования и теории разработки численных методов.

Заключение

Представленная диссертация в целом выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую пп. 2, 3 и 4 паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Автореферат адекватно содержание диссертационной работы и, как и само представление и оформление диссертации, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой

степени кандидата наук и их авторефератам.

Основные научные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на 5 научных конференциях, соответствующих профилю работы и опубликованы в 9 научных трудах соискателя, включая 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

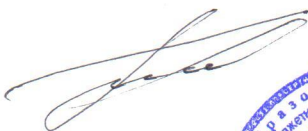
На основе вышесказанного считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор - Попов Михаил Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук, доцент,

профессор кафедры физики и нанотехнологий

ФГБОУ ВПО «Курский государственный университет»



Постников Евгений Борисович

Почтовый адрес: 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

Тел.: (4712)51-04-69

E-mail: postnicov@gmail.com

