

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Вороновой Ольги Сергеевны «Вычислительные алгоритмы и программные
средства геометрического моделирования многофакторных
тепломассообменных процессов», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 –
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
(технические науки)

1. Актуальность темы диссертации

На предприятиях ряда отраслей промышленности (в строительстве, химическом производстве, металлургии, углеобогащении и др.) основы функционирования многих технологических систем составляют процессы теплообмена. Повышение эффективности процессов и совершенствование оборудования вызывает необходимость детального исследования процессов и расчета оптимальных параметров аппаратов, реализующих рассматриваемые процессы.

Наиболее эффективным направлением решения данной проблемы является применение математического моделирования с использованием современных моделей и компьютерных технологий, в том числе с применением геометрических интерполянтов.

В этой связи развитие методов многомерной интерполяции, обоснование вычислительных алгоритмов и разработка комплекса программных средств геометрического и компьютерного моделирования многофакторных теплообменных, является актуальной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

- корректным применением фундаментальных положений физики процессов теплообмена при выполнении теоретических исследований;
- корректным использованием математического аппарата БН-исчисления, который основан на инвариантах аффинной геометрии и позволяет моделировать мультипараметрические геометрические интерполянты непосредственно в том пространстве, в котором исследуется процесс;
- эффективным применением результатов моделирования при разработке рекомендаций по модификации параметров технологии;
- корректным использованием результатов исследований, имеющих широкий спектр применения для различных отраслей, использующих процессы теплообмена;
- достаточным количеством примеров и вычислительных экспериментов, выполненных в программном пакете Maple, для которых определялся коэффициент детерминации с учётом узловых и промежуточных точек интерполяции;

– положительными результатами сравнения решения неоднородного уравнения теплопроводности однородного стержня с помощью геометрических интерполянтов с решением этого же уравнения методом разделения переменных.

3. Анализ содержания диссертации

В первом разделе проведен анализ методов моделирования многофакторных тепломассообменных процессов с помощью многомерной интерполяции и аппроксимации, которые показали отсутствие единого подхода к многомерной интерполяции и аппроксимации применительно к решению широкого спектра практически ориентированных задач технической термодинамики и теплопередачи, расчёта и проектирования теплогенерирующих установок, систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Обоснован выбор математического аппарата БН-исчисления для создания вычислительных алгоритмов и программных средств геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, который позволяет предложить новые и усовершенствовать существующие методы многомерной интерполяции и аппроксимации.

Результаты проведенного анализа позволили сформулировать цель и задачи работы.

Следует отметить, что в разделе приводятся некоторые излишне подробные сведения, например, общеизвестное определение интерполяции из математической энциклопедии. Кроме того, первая ссылка на литературные источники начинается с номера 50.

Во втором разделе рассмотрен метод подвижного симплекса при составлении геометрических схем интерполянта для моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, который позволяет конструировать геометрические объекты в пространстве. Автором разработаны принципы определения геометрических интерполянтов, проходящих через наперед заданные точки, которые используются для обоснования вычислительных алгоритмов геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов.

Предложен вычислительный алгоритм геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, который позволяет получить аналитические зависимости в виде точечных уравнений, что обеспечивает эффективное моделирование в многомерном аффинном пространстве, получая при этом относительно несложную программную реализацию.

Следует отметить, что предложенный автором вычислительный алгоритм геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов представлен в виде стенограммы и принципиальной блок-схемы, однако не описаны порядок и примеры его применения.

Кроме того, автором разработан набор вычислительных алгоритмов, комплекс прикладных программ для реализации которых не описан.

В третьем разделе разработаны вычислительные алгоритмы геометрического моделирования различных параметров физического состояния холодильного агента, получены параметрические уравнения для определения зависимости степени сухости пара, зависимость энтальпии и зависимость давления насыщения от температуры и объема хладагента. Результаты могут применяться для проектирования холодильной техники и технологических процессов в промышленности, в системах кондиционирования и вентиляции воздуха, для хранения продуктов питания, а также в других сферах деятельности.

Выполнен вычислительный эксперимент по увеличению отсеков поверхности отклика при моделировании параметров физического состояния хладагента. В результате установлено, что дискретизация геометрической модели дает возможность получить более качественные результаты, если они необходимы для особо точных расчетов.

Обоснован вычислительный алгоритм геометрического моделирования дискретизированных двухфакторных тепломассообменных процессов с помощью многомерной интерполяции и аппроксимации. Следует отметить универсальность полученных моделей, которые подразумевают, что при изменении исходных данных, вычислительный алгоритм остается без изменений.

Следует отметить, что не предложено программное обеспечение для применения разработанных алгоритмов в различных отраслях.

В четвертом разделе обоснован вычислительный алгоритм моделирования зависимости невязки теплового баланса жаротрубного котлоагрегата от количества конвективных труб и их внутреннего диаметра. Полученная модель позволяет оптимизировать конструктивные размеры конвективной части агрегата и найти оптимальное соотношение внутреннего диаметра конвективных труб и их количества с необходимым значением невязки теплового баланса.

Разработан вычислительный алгоритм моделирования 3-факторного процесса на примере тепломассообменных процессов, протекающих в жаротрубном котлоагрегате. Разработанная модель конвективного тепломассообмена, принадлежит 4-мерному пространству и аналитически описана точечными уравнениями, которые представлены в параметрическом виде. Полученная модель дает возможность совершенствовать процесс проектирования жаротрубных котлоагрегатов с учетом конструктивных и эксплуатационных характеристик.

Следует отметить, что в данном разделе автором не рассмотрена возможность построения системы автоматизированного проектирования котлоагрегатов с использованием разработанных алгоритмов и программ.

В пятом разделе разработан вычислительный алгоритм решения дифференциальных уравнений математической физики с помощью геометрических моделей многофакторных тепломассообменных процессов,

который может обобщаться на многомерное пространство и применяться для решения дифференциальных уравнений с большим количеством переменных по аналогии с геометрическим моделированием многофакторных тепломассообменных процессов и явлений.

Проведен вычислительный эксперимент по решению неоднородного уравнения теплопроводности с помощью аппроксимирующей поверхности отклика, проходящей через 16 наперёд заданных точек, подтверждающий достоверность результатов работы предложенного вычислительного алгоритма.

Следует отметить, что в разделе не рассмотрен вопрос программного обеспечения для применения предложенных алгоритмов.

4. Научная новизна работы

Новизна разработанных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций состоит в следующем.

– Получила дальнейшее развитие геометрическая теория обоснования вычислительных алгоритмов интерпретации результатов натуральных экспериментов на основе математических моделей многофакторных тепломассообменных процессов.

– Впервые обоснованы вычислительные алгоритмы геометрического моделирования дискретизированных двухфакторных тепломассообменных процессов и проведен вычислительный эксперимент на примере моделирования физического состояния теплоносителя различного технического назначения с помощью многомерной интерполяции.

– Впервые разработаны вычислительные алгоритмы и программные средства для проведения вычислительных экспериментов по моделированию и оптимизации конструктивных и эксплуатационных характеристик жаротрубных котлоагрегатов, что позволяет совершенствовать процесс их проектирования и эксплуатации.

– Впервые предложен способ аппроксимации решения неоднородного уравнения теплопроводности однородного стержня с помощью геометрических интерполянтов.

5. Ценность для науки и практики полученных автором результатов

Научное значение работы состоит в обосновании нового метода геометрического и компьютерного моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, который может быть также эффективно использован для моделирования других многофакторных процессов и явлений.

Практическое значение результатов работы состоит в создании комплекса программ для реализации вычислительных алгоритмов моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, в том числе:

– моделирование с помощью многомерной интерполяции параметров физического состояния теплоносителя различного технического назначения;

– моделирование 2-факторного процесса определения невязки теплового баланса, который позволяет оптимизировать конструктивные размеры конвективной части жаротрубного котлоагрегата и найти оптимальное соотношение внутреннего диаметра конвективных труб и их количества с требуемым значением невязки теплового баланса.

6. Степень полноты опубликования полученных результатов

Основные научные и практические результаты достаточно полно опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 11 научных изданиях: в том числе 5 – в рецензируемых научных журналах и изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в Российской Федерации и Донецкой Народной Республики; 3 – по материалам научных конференций; 3 – в других изданиях.

7. Реализация результатов диссертации в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию

Реализация выводов и рекомендаций работы подтверждается:

– внедрением результатов исследований в практику проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха жилых и общественных зданий (справка о внедрении № 25 от 21.05.19 г. выдана ЧП «Гасикспецстрой»);

– внедрением в учебный процесс ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ» (справка № 02 от 16.04.19 г. о применении при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Компьютерные технологии в науке и профессиональной деятельности» для подготовки магистров по направлению 08.04.01 «Строительство» и практических занятий по дисциплине «Геометрическое моделирование многофакторных процессов и явлений» для подготовки аспирантов по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»).

8. Соответствие содержания диссертации специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Вороновой О.С., представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

9. Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате в достаточном объеме изложены основные результаты исследований, приведенных в диссертации. В нем представлены научные положения, новизна и практическая значимость, основные выводы по 5 разделам диссертации, заключение, реализация результатов работы в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию.

10. Структура, стиль и язык диссертации

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследований. Стиль изложения содержания исследований и подача материала вполне логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для восприятия. Есть замечания относительно построения отдельных оборотов и пунктуации (с. 6, абзац 1, строка 2, с. 7, абзац 1, строка 4, с. 48, строка 2 снизу и др.).

11. Замечания по диссертации

11.1. В разделе 1 приводятся некоторые излишне подробные сведения, например, общеизвестное определение интерполяции из математической энциклопедии.

11.2. Ссылки на литературные источники начинаются с номера 50.

11.3. Во втором разделе предложенный автором вычислительный алгоритм геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов представлен в виде стенограммы и принципиальной блок-схемы, однако не описаны порядок и примеры его применения.

11.4. Автором разработан набор вычислительных алгоритмов, комплекс прикладных программ для реализации которых не описан.

11.5. В третьем разделе не описано программное обеспечение для применения разработанных алгоритмов в различных отраслях.

11.6. В разделе 4 автором предлагаются алгоритмы и программы расчёта параметров при проектировании котлоагрегатов, однако не рассмотрена возможность построения системы автоматизированного проектирования котлоагрегатов с использованием разработанных компьютерных средств.

11.7. В пятом разделе не рассмотрен вопрос программного обеспечения для применения предложенных алгоритмов.

Заключение

Отмеченные в отзыве недостатки не исключают общей положительной оценки диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, несмотря на недочеты, вполне приемлемы и не вызывают принципиальных возражений.

В целом, диссертационная работа Вороновой О.С. «Вычислительные алгоритмы и программные средства геометрического моделирования многофакторных тепломассообменных процессов», представленная на

многофакторных тепломассообменных процессов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), является законченной научно-исследовательской работой, посвященной разработке актуальной тематики, имеет научную новизну, практическое значение и достаточную реализацию в отрасли, выполнена на достаточно высоком научном уровне, соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки) и отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым ВАК ДНР к кандидатским диссертациям.

За получение новых научно обоснованных результатов в области математического моделирования технологических процессов, заключающихся в развитии методов многомерной интерполяции и аппроксимации, обосновании вычислительных алгоритмов и разработке комплекса программных средств геометрического и компьютерного моделирования многофакторных тепломассообменных процессов, что даёт возможность повысить эффективность решения инженерных задач технической термодинамики и теплопередачи, Воронова Ольга Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Официальный оппонент:

доцент кафедры «Прикладная математика»
ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», канд. техн. наук, доцент

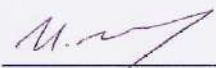
 И.В. Тарабаева

Адрес: 283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 131, 11-й корпус, 11.419
Тел./факс: +38(062) 301-09-51
e-mail: inkatar1@yandex.ru

«03» марта 2020г.


Я, Тарабаева Инна Викторовна, согласна на автоматизированную обработку моих персональных данных, приведенных в документе.

Канд. техн. наук, доцент

 И.В. Тарабаева

Подпись доцента Тарабаевой И.В. удостоверяю:
Начальник отдела кадров
ГОУВПО «ДОННТУ»



 К.М. Садлова