

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФБГОУ ВПО «Пермский
государственный национальный
исследовательский университет»,
Д.ф.н., доцент



И.Ю. Макарихин

«9» октября 2014 г.

О Т З Ы В

ведущей организации о диссертации **В.А. Голодова** «Интервальный подход к регуляризации неточно заданных систем линейных уравнений» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Актуальность темы диссертации

Диссертация В.А. Голодова посвящена исследованию актуальных вопросов, связанных с корректной постановкой и строгим исследованием математических моделей с интервальной неопределенностью параметров модели, а также с точными вычислениями при использовании современных вычислительных технологий, поддерживаемых реальными компьютерами и суперкомпьютерами. Актуальность этих вопросов в настоящее время только возрастает и результаты, полученные в указанном направлении, являются определяющими для весьма широкого круга задач разработки теоретических основ компьютерной реализации новых информационных технологий, математического моделирования и теории доказательного вычислительного эксперимента. Свидетельством этого являются многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей, опубликованные в последние 10 лет (Э.А. Бибердорф, В.А. Горелик, Ю.Г. Евтушенко, У. Кулиш, А.В. Панюков, С.П. Шарый и др.).

Структура и содержание работы

Основной текст работы включает Введение, четыре главы и Заключение. Вспомогательный материал вынесен в Приложения.

Во Введении приводится авторское обоснование актуальности исследуемой проблемы, обсуждается степень разработанности темы исследования, формулируются цели и задачи работы, приводится формулировка научной новизны полученных результатов, дается описание их теоретической и практической значимости, сформулированы положения, выносимые на защиту. Приводится

информация об апробации результатов, публикациях автора.

Первая глава работы (стр. 15-35) носит подготовительный и вспомогательный характер, здесь приводятся примеры возникновения интервальной неопределенности, дан обзор и проведен анализ различных постановок интервальных задач, описаны существующие подходы к их решению.

Во второй главе (стр. 36-45) предлагается и описывается подход к решению неточно заданных систем линейных уравнений, суть которого состоит в погружении исходной системы в интервальную систему и в поиске точек соответствующего допускового множества, называемых псевдорешениями. Особенностью предлагаемого подхода и алгоритмов поиска псевдорешений является возможность корректировки правой части исследуемой системы в случае её несовместности. Предлагаемый подход существенно использует известную теорему Рона. Центральные утверждения этой главы сформулированы в виде теорем 2.3.1 (стр. 37), 2.5.1 (стр. 41).

Третья глава (стр. 46-70) посвящена вопросам эффективной реализации подхода, описанного в предыдущей главе. Такая реализация основана на использовании аппарата безошибочных рациональных вычислений и ресурсов параллельных вычислений в рамках современных гетерогенных вычислительных систем. Здесь последовательно и подробно описывается разработанный автором Программный комплекс вычисления псевдорешений интервальных систем. Основные программные решения защищены свидетельствами РОСПАТЕНТа: Exact Computation 2.0, Свидетельство № 2013612818; ExactISLAYSolver 1.0, Свидетельство № 2014610333; ExactLinPSolver 1.0, Свидетельство № 2014610445. Описаны схема работы с программным комплексом вычисления псевдорешения интервальной системы, форматы входного и выходного файлов и параметры запуска программы.

В четвертой главе (стр. 71-83) приводятся результаты тестирования разработанных программных комплексов и примеры, иллюстрирующие эффективность предлагаемого подхода применительно к двум задачам математического моделирования: к линейной системе межотраслевого баланса с реальными данными и 24x24-матрицей удельных прямых затрат (с коррекцией правой части) и к задаче определения компонентов многокомпонентных смесей.

В Заключение приводится краткая формулировка основных результатов диссертации.

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

Основные научные положения, сформулированные в диссертации, основаны на использовании методов математического анализа, линейной алгебры, анализа алгоритмов.

Все выводы диссертации (они сформулированы в конце каждой главы) и вытекающие из них рекомендации обоснованы результатами проведенных исследований; утверждения, сформулированные в виде теорем, доказаны на современном уровне строгости.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена сопоставительным анализом разработанных и существующих подходов и методов. Теоретические положения, выведенные в работе, обосновываются строгостью исходных посылок и корректным применением использованного математического аппарата.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором разработан и реализован подход к решению неточно заданных систем линейных уравнений за счет погружения исследуемой системы в интервальную систему и перехода к поиску допускового множества интервальной системы.

К результатам диссертации, обладающим научной новизной, относятся следующие результаты:

1. Предложен, обоснован и детально разработан подход к регуляризации неточно заданных линейных систем, включающий процедуры коррекции правой части интервальной системы с возможностью минимизации такой коррекции относительно параметра, определяющего величины соответствующих интервалов (стр. 37-45).

2. Разработано и реализовано параллельное программное обеспечение для эффективного решения поставленной задачи регуляризации в распределенных вычислительных системах с графическими ускорителями (стр. 46-56).

3. Разработан и реализован программный комплекс для безошибочных дробно-рациональных вычислений в гетерогенных вычислительных системах (стр. 56-69).

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическое значение разработанного в диссертации подхода состоит в том, что он составляет теоретическую основу для разработки специализированных компьютерных систем, ориентированных на эффективное решение широкого круга задач с неполной информацией о параметрах, включая случаи интервальной неопределенности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных программных комплексов при решении актуальных прикладных задач, возникающих в различных сферах приложений. Это относится не только к конечномерным задачам, рассмотренным в четвертой главе диссертации, но и к задачам, исходная постановка которых связана с функционально-дифференциальными уравнениями (краевые и вариационные задачи, задачи управления).

Результаты диссертации можно рекомендовать для использования в научных исследованиях, проводимых в Пермском и Уральском государственных университетах, в профильных институтах РАН.

Общие замечания по работе

1. На наш взгляд, целесообразно было бы сохранить идентичную форму-

лировку целей и задач диссертационной работы (см. стр. 9 диссертации и стр. 5 автореферата).

2. В формулировку одной из ключевых теорем диссертации - Теоремы 2.5.1 (стр. 42) не входит утверждение о том, что решение x^* является *наилучшим возможным псевдорешением*. Это же замечание относится к тексту автореферата (стр. 11).

3. Форма записи допускового множества (1.16) на стр. 23 ошибочно содержит квантор общности относительно всех элементов интервальной матрицы коэффициентов A .

4. Утверждение о неэффективности использования языка OpenCL (стр. 13 автореферата) следовало сопроводить хотя бы одним иллюстрирующим примером.

5. Пропущена таблица данных для различных компонентов модельных смесей, – Таблица 4.10 (возможно, это замечание относится только к конкретному экземпляру диссертационной работы).

6. Текст диссертации содержит опiski и опечатки. Ограничимся списком соответствующих страниц: 6, 9, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 32, 34, 36, 44, 72, 73, 75, 83, 90, 92, 94, 95, 96, 97. Это замечание относится и к тексту автореферата: стр. 3, 5, 6, 11, 14.

7. В тексте автореферата отсутствует информация о структуре и объеме диссертационной работы.

Сделанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности

Содержание диссертации соответствует указанной специальности по следующим областям исследований: разработка теоретических основ создания программных систем для новых информационных технологий (п.14), разработка методов обеспечения высоконадежной обработки информации (п. 11), разработка математических моделей и методов взаимодействия информационных процессов на базе специализированных вычислительных систем (п. 12).

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация В.А. Голодова «Интервальный подход к регуляризации неточно заданных систем линейных уравнений» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи регуляризации линейных алгебраических систем с неточными данными, имеющей существенное значение для исследований в рамках специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики, включая разработку теоретических основ создания программных систем для новых информационных технологий в математическом моде-

лировании.

Основные положения и результаты диссертации в должной мере отражены в научных публикациях, докладывались и обсуждались на научных семинарах, школах и конференциях всероссийского и международного уровня.

Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Валентин Александрович Голодов несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Диссертация и отзыв рассмотрены, а отзыв утвержден на заседании кафедры информационных систем и математических методов в экономике ПГНИУ, протокол № 2 от 8 октября 2014 г.

Профессор кафедры информационных систем
и математических методов в экономике
ПГНИУ
доктор физико-математических наук

В.П. Максимов

