

Отзыв
официального оппонента на диссертацию
Конкиной Александры Сергеевны
«Аналитическое и численное исследования гидродинамических моделей
с многоточечным начально-конечным условием»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа А.С. Конкиной посвящена аналитическому и численному исследованиям гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием, используемых для изучения процессов гидродинамики и описания городских автотранспортных потоков.

Начально-конечные задачи для вырожденных и невырожденных уравнений математической физики на множествах различной геометрической структуры в настоящее время активно изучаются. В диссертации, на основе теоретических результатов исследования гидродинамической задачи на восьмиреберном графе с начально-конечным условием, строятся численные алгоритмы решения, которые реализуются в виде комплекса компьютерных программ.

1. Актуальность темы исследования

Разработка эффективных аналитических и численных методов исследования процессов течения вязкоупругих несжимаемых жидкостей и динамики городских транспортных потоков с эффектами ретардации, описываемых начально-конечными задачами для линейных уравнений соболевского типа на графах с ребрами, имеющими «длину» и «ширину», обусловлена необходимостью решения задач практики.

Целью диссертационной работы является математическое моделирование, аналитическое и численное исследования гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием, разработка алгоритмов численных методов и их реализация в виде комплекса программ.

Рассмотренные в работе задачи представляют научный теоретический и прикладной интерес. Тема исследования является **актуальной**.

2. Научная новизна исследований и основных результатов

К новым научным результатам, являющимся заслугой автора диссертации, можно отнести:

- новую математическую модель транспортного движения на сети с перекрестками с учетом эффекта ретардации;
- доказанную однозначную разрешимость на восьмирёберном геометрическом графе начально-конечной задачи для модели Осколкова и линейной модели Навье-Стокса;
- разработанные алгоритмы численного решения многоточечных начально-краевых задач для модели Осколкова и линейной модели Навье-Стокса на основе методов Галеркина;
- оригинальный комплекс компьютерных программ и полученные с его использованием результаты вычислительных экспериментов.

3. Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности изложенных в работе результатов обеспечивается строгими математическими доказательствами всех утверждений, приведенных в диссертации. Доказательства изложены четко и ясно.

Достоверность научных положений подтверждается строгой постановкой задач, результатами проведенных вычислительных экспериментов.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Научная значимость результатов диссертации заключается в развитии общей теории линейных моделей соболевского типа. Вкладом в теорию служит доказательство однозначной разрешимости многоточечных начально-конечных задач для математических моделей Навье-Стокса и динамики транспортного потока на сети с перекрестками.

Разработанные автором алгоритмы решения задач и, на их основе, программный комплекс, сориентированы на решение практических задач гидродинамики вязкоупругих несжимаемых жидкостей, задач движения транспорта.

Результаты работы могут найти применение в теоретических и практических изысканиях университетов и научно-исследовательских

организациях, таких как: Московский ГУ им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский ГУ, Новосибирский ГУ, Белгородский ГУ, Башкирский ГУ, Челябинский ГУ, Югорский ГУ, Южно-Уральский ГУ, Институт механики УНЦ УрО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН и других.

5. Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Представленная к защите диссертационная работа А.С. Конкиной содержит решение задачи, имеющей существенное значение для гидродинамики, регулирования транспортных потоков мегаполисов.

Диссертация А.С. Конкиной является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и имеющей важное теоретическое и практическое значение.

Автореферат полностью отражает содержание работы, оформление которой соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Основные результаты выполненной работы нашли отражение в 7 публикациях автора в открытой печати, из которых: 5 – статьи в журналах, индексируемых в базах Scopus/Web of Science и рекомендованных ВАК, 2 – свидетельства государственной регистрации программы для ЭВМ.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Объем диссертационной работы составляет 118 страниц. Библиография содержит 84 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении приводится историография вопроса. Делается постановка задачи. Обосновываются актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Формулируется цель, ставятся задачи исследования.

В первой главе приводятся определения, вспомогательные теоремы и теоретические утверждения, на которые соискатель опирается в дальнейшем.

В второй главе рассматривается задача о течении вязкоупругой несжимаемой жидкости, описывающая транспортный поток с учетом эффекта ретардации на сети дорог с регулируемыми перекрестками. Рассмотрена система уравнений Осколкова на восьмиреберном графе. Модель редуцируется к уравнению соболевкого типа с

относительно p -ограниченным оператором. Доказывается однозначная разрешимость многоточечной начально-конечной задачи. Представлены численный алгоритм решения задачи и результаты вычислительных экспериментов.

В третьей главе исследуется линейная модель Навье-Стокса с многоточечным начально-конечным условием. Доказывается теорема о существовании и единственности решения задачи Дирихле для линеаризованной системы уравнений Навье-Стокса. Описан реализующий решение численный алгоритм. Приведены результаты вычислительного эксперимента для прямоугольной области.

В заключении приводятся выводы по результатам исследований.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания.

1. Численные алгоритмы решения рассматриваемых задач основаны на представлении искомых функций в виде галеркинской суммы $\sum_{k=1}^N u_k(t) \varphi_k(x)$. В диссертации не исследуется вопрос о выборе необходимого количества слагаемых этой суммы для достижения заданной величины погрешности решения.
2. При подстановке общих решений (2.6.8) в систему условий (2.6.6) /стр.69 диссертации/ получается система алгебраических уравнений (2.6.9). Не ясно, откуда в системе (2.6.9) возникло последнее равенство, ведь в условиях (2.6.6) оно отсутствует.
3. В таблицах 1-4 /стр. 80/ не понятно, обозначение «х» в «шапке» таблицы относится к столбцу или к строке? И почему на разных временных интервалах $[\tau_{j-1}, \tau_j]$ (табл.1,3) и $[\tau_j, \tau_{j+1}]$ (табл.2,4) одно и тоже решение представлено разным количеством строк?
4. На стр. 63 (Этап 9) следовало бы указать конкретный использованный метод решения системы однородных дифференциальных уравнений из множества методов решения ОДУ, встроенных в пакет Maple 2017.
5. В работе нет анализа временны'х затрат на вычисления и скоростных характеристик процессора ЭВМ, на которой проводились вычислительные эксперименты.
6. В работе содержится ряд неточностей и опечаток.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают научной и практической значимости исследований.

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

Диссертация А.С. Конкиной является законченной научно-квалификационной работой, соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: (п.1) разработка новых методов моделирования объектов и явлений; (п.2) развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей; (п.4) реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рецензируемая работа «Аналитическое и численное исследование гидродинамических моделей с многоточечным начально-конечным условием» удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор – Конкина Александра Сергеевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

**Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры «Математическое моделирование»
Стерлитамакского филиала Башкирского
государственного университета Министерства
науки и высшего образования России**

Кризский Владимир Николаевич
453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, д. 49,
тел.: (3473) 43-22-50,
e-mail: Krizsky@rambler.ru

Подпись заверяю:
начальник отдела
правового и кадрового обеспечения



12.08.2020

В.Н. Кризский

И.Ф. Валеев