

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и исследовательской
деятельности ФГАОУ ВО «Южный
федеральный университет,
доктор химических наук, с.н.с.



Метелица А.В.

«29» августа 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» на диссертацию Литвинова Дмитрия Анатольевича «Математическое моделирование процессов с локализованными особенностями на геометрическом графе», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы диссертации

Исследование краевых задач на геометрическом графе (прежде всего, работы Ю. В. Покорного, О. М. Пенкина, В. Л. Прядиева, С. А. Шаброва) инициировали усиление интереса к изучению процессов с локализованными особенностями на геометрическом графе.

Необходимость в развитии приближенных методов решения начально-краевых задач для систем уравнений на геометрических графах, а именно адаптация метода конечных элементов для математических моделей деформаций и вынужденных колебаний растянутой сетки из струн. Оценка погрешности метода продиктованы необходимостью иметь процедуру для решения прикладных задач для сетеподобных объектов, широко применяемых в технике (антенны, вантовые конструкции и т.п.).

Характерной особенностью рассматриваемых в диссертационной работе математических моделей является наличие особенностей не только во внутренних вершинах, но и на ребрах графа.

Следует отметить, что необходимость рассмотрения задач в такой постановке диктуется не только тем, что они ранее не рассмотрены, а ещё и тем, что решения задач в такой постановке позволят расширить класс

возможных приложений математических моделей с локализованными особенностями на графе. Представленная работа является одной из первых в упомянутом направлении, что также подтверждает ее актуальность.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографического списка литературы и приложения (тексты программ). Во введении обоснована актуальность темы исследования, приведен обзор основополагающих результатов по теории дифференциальных уравнений на геометрических графах.

Гл.1 «Математическая модель малых деформаций растянутой сетки . . . » наряду с построением математической модели малых деформаций сетки из струн содержит описание основного математического объекта, рассматриваемого в диссертации – геометрического графа с локализованными особенностями на дугах.

Гл. 2. «Математическая модель малых колебаний стержня и струны» посвящена построению математической модели малых колебаний сетеподобных конструкций. Обоснование корректности модели проведено с помощью вариационного подхода.

Гл. 3 диссертации посвящена ⁴численному методу, применяемому к изучаемым моделям, а именно модифицированному к этому случаю МКЭ.

Главы 4,5 посвящены описанию разработанного программного комплекса на языке Python и проведенному вычислительному эксперименту.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Развивая существующие исследования в выбранном направлении, соискателем предлагаются новые подходы качественного и приближенного анализа математических моделей, основным математическим объектом которых является система уравнений на геометрическом графе.

Отметим, что наличие в рассматриваемых математических моделях локализованных особенностей не только во внутренних вершинах, но на ребрах графа, приводит к трудностям, вызванным не только топологией сети, но потерей гладкости решения во внутренних точках ребер.

В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- новые подходы при анализе математических моделей в которых основополагающим математическим объектом является единое уравнение с производной по мере;

- доказательство корректности математических моделей, описывающих малые деформации и малые вынужденные колебания растянутой сетки из струн с локализованными особенностями;
- адаптация метода конечных элементов к рассматриваемым моделям;
- оценка близости приближенного решения, найденного с помощью адаптированного МКЭ, к точному решению на геометрическом графе.

На основании результатов, приведенных выше, автор диссертационного исследования разработал комплекс программ для решения соответствующих задач на геометрическом графе.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность результатов, приведенных в работе, представленной к защите, обеспечена строгими доказательствами, использующими современные методы функционального анализа, математического моделирования, построения и обоснования метода конечных элементов для уравнений на геометрическом графе. Приведена оценка погрешности адаптированного метода конечных элементов для рассматриваемых математических моделей.

Проведенные вычислительные эксперименты, состоящие в решении тестовых задач, подтверждают работоспособность разработанного программного комплекса.

Диссертация содержит полные и строгие доказательства всех результатов, точные и подробные ссылки на цитируемую литературу.

Значимость результатов диссертации для науки и производства

Диссертационная работа имеет как теоретическую, так и практическую направленность. Полученные в ней результаты и разработанные методы могут быть использованы для исследования широких классов математических моделей с локализованными особенностями на графе.

В диссертационной работе Литвинова Д. А. развиты качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей с локализованными особенностями на графе, проведено обоснование и тестирование эффективных численных методов с применением ЭВМ. Это означает, что её результаты могут быть использованы как специалистами в области математического моделирования, так и разработчиками реальных объектов и систем.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации результаты и разработанные в ней методы будут полезными в научных исследованиях, проводимых в Воронежском, Белгородском, Московском, Санкт-Петербургском, Саратовском, Самарском, Тамбовском университетах. Результаты работы могут быть внедрены в учебный процесс математического факультета Воронежского государственного университета по направлениям «Математика» и «Прикладная математика и информатика».

Практические результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж), а также в проектно-конструкторских предприятиях, связанных с разработкой конструкций, описываемых сетеподобными моделями, подверженных колебаниям, вызванными внешней средой.

Соответствие диссертационного исследования паспорту специальности

Тема диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (п. 2 «Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей», п. 3 «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий» и п. 4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»). Таким образом, в диссертации представлена вся триада — «математическая модель — численные методы — комплекс программ», необходимая в диссертациях по специальности 05.13.18.

Апробация полученных результатов

Результаты диссертации прошли достаточную апробацию на конференциях и семинарах. Основные результаты своевременно опубликованы в 23 научных работах. Официальному списку ВАК РФ соответствуют 1 работа автора ([3] из списка в автореферате), 2 публикации в изданиях, индексируемых в Scopus ([1, 2]), 2 статьи опубликованы в журналах из официального списка ВАК РФ по техническим наукам ([6, 7]). Имеется 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Недостатки и замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе Д. А. Литвинова имеются следующие замечания:

1. В диссертационной работе не приведены требования на величину шага по временной переменной, обеспечивающие устойчивость проведенного в 5 главе численного эксперимента для математической модели малых вынужденных колебаний сетки из струн.

2. На странице 57 в последней формуле имеется опечатка – « dt » в выражении под знаком суммы лишнее.

3. Автор применяет только явную схему. Был бы интересен результат применения к изучаемым моделям и других вычислительных схем. Это позволило бы сделать более убедительными утверждения об эффективности подходов автора.

4. Имеются некоторые стилистические небрежности, в частности выражение «из сетки из струн» (стр.6, 7, 57), которые, к счастью, не приводят к разночтениям.

Указанные недостатки не снижают положительного впечатления о работе и не умаляют ее научной значимости.

Заключение

Диссертационная работа Литвинова Д. А. посвящена актуальной теме, является самостоятельным и завершенным научным исследованием, выполненным на высоком научном и теоретическом уровне. Оценивая в целом диссертацию, можно утверждать, что работа вносит весомый вклад в исследование математических моделей, основополагающим математическим объектом которых является система уравнений на геометрическом графе.

Диссертация содержит полные и строгие доказательства всех результатов, точные и подробные ссылки на цитируемую литературу. Материал диссертации изложен логично и ясно, и соответствует паспорту научной специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации, в нём имеется список работ автора по теме исследования.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Литвинова Дмитрия Анатольевича «Математическое моделирование процессов с локализованными особенностями на геометрическом графе» по

своему научному уровню, практической значимости, степени новизны полученных результатов соответствует всем требованиям п. 9 «Положения об присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 11.09.2021) "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), а ее автор Литвинов Д.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры алгебры и дискретной математики Южного федерального университета (протокол № 9 от 29 августа 2022 г.)

Заведующий алгебры кафедрой
и дискретной математики ЮФУ,
доктор технических наук, с.н.с.



Handwritten signature

Б.Я. Штейнберг

28.08.2022

Южный Федеральный Университет
г. Ростов-на-Дону, 344006,
ул. Большая Садовая, 105/42
(+7 863) 305 19 90
<https://www.sfedu.ru>
info@sfedu.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Личную подпись <u>Штейнберг Б.Я.</u>
ЗАВЕРЯЮ:
Ведущий специалист по управлению персоналом <u>И.И. Любимова</u> 29. августа 2022г.