

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
исследовательской деятельности

Южного федерального университета

доктор химических наук, доцент

А.В. Метелица

« 13 » ноября 2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» о диссертационном исследовании **Шаброва Сергея Александровича** на тему «Математическое моделирование и качественные методы анализа граничных задач с производными по мере», представленном к защите в диссертационный совет Д 212.038.20 по защите докторских и кандидатских диссертаций по физико-математическим наукам при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Шаброва Сергея Александровича посвящена математическому моделированию деформаций систем, состоящих из струн, стержней, имеющих внутренние особенности, сама система помещена в неоднородную среду с локальными особенностями. Ясно, что конструкции подобного рода все шире используются в современных отраслях техники, включая аэрокосмическую (мачты, антенны и т.п.).

Перечисленные выше особенности моделируемых систем приводят к

тому, что особенности моделируемых объектов превращаются в особенности математических моделей, которые приводят к потере гладкости решений. Обычно, при изучении подобных моделей используют теорию обобщённых функций. Однако, такой подход не всегда даёт желаемое – решение находится в сопряжённом пространстве, т. е. является слабым, и говорить о значениях решения и его производных в конкретных точках бессмысленно. Более того, в этом случае возникают трудно разрешимые проблемы, например, умножение обобщённой функции на разрывную. К задачам, рассмотренным в диссертационной работе, оказалась применимой концепция поточечной трактовки уравнений, предложенная Ю. В. Покорным и эффективно использованная автором настоящей диссертации.

Актуальность диссертационной работы обусловлена практической необходимостью разработки новых качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей, которые реализуются в виде граничных задач, как второго, так и четвёртого порядков с производными по мере. Таким образом, тема диссертации Шаброва Сергея Александровича актуальна и соответствует специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

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

Целью работы является разработка новых качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей сложных физических систем, состоящих из струн, стержней, реализуемых в виде граничных задач для дифференциальных уравнений; разработка и обоснование эффективных численных методов и алгоритмов, для получения приближенных решений.

В диссертационной работе получены следующие основные научные ре-

зультаты, сформулированные в виде положений, выносимых на защиту, характеризующихся научной новизной:

1. Проведено вариационное обоснование математических моделей, описывающих малые деформации систем, состоящих из стержней, струн, помещённых во внешнюю среду с локализованными особенностями.

2. Доказана корректность полученных математических моделей.

3. Изучены свойства нелинейных математических моделей, возникающих при моделировании нелинейных деформаций изучаемых систем, состоящих из стержней, струн, помещённых во внешнюю среду с локализованными особенностями

4. Изучены общие вопросы теории математических моделей с разрывными решениями: корректность моделей с решениями, имеющими не только разрывы, но и самостоятельное значение в точке разрыва, которое необходимо учитывать для адекватности модели соответствующему процессу.

5. Доказано, что спектр математической модели, как второго, так и четвёртого порядков, обладает свойством осцилляционности.

6. Получены достаточные условия, при которых математические модели сингулярной и сильно сингулярной консоли обладают свойством податливости.

7. Разработаны эффективные численные методы решения граничных задач для уравнений второго и четвертого порядков на основе метода конечных элементов, с учетом особенностей его применения к моделям с локальными особенностями; доказана сходимость приближенного решения к точному решению.

8. Разработаны эффективные алгоритмы решения негладких граничных задач и комплекс компьютерных программ, осуществлен вычислительный эксперимент на тестовых задачах.

9. Решены задачи прикладного характера: а) получены приближенные решения математических моделей, описывающих деформации неоднородной струны (с одним или двумя закреплёнными концами), находящейся во внеш-

ней среде с локализованными особенностями; б) приближенное решение дифференциальной модели, описывающей малые деформации консоли, находящейся в среде с особенностями; в) нахождение деформаций системы, состоящей из стержня и струны.

3. Степень достоверности полученных результатов

Разработанные в диссертационной работе методы исследования математических моделей сложносочленённых систем основаны на фундаментальных методах современного качественного анализа, теории интеграла и меры, функционального анализа. Эффективно применен (с обоснованием) метод конечных элементов для граничных задач с локализованными особенностями. Проведённые вычислительные эксперименты свидетельствуют об эффективности предложенных численных методов.

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

4. Значимость результатов диссертации для науки и производства

Теоретическая и практическая значимость результатов и методов диссертационной работы заключается в возможности их использования для исследования математических моделей, описывающих деформации одномерных объектов с внутренними особенностями и особенностями, возникающих из-за наличия дефектов или особенностей у внешней среды, в которую погружен объект.

Разработанные в диссертации численные методы и программные средства можно использовать в качестве инструментария в работе с такими моделями.

Полученные автором работы результаты и разработанные в ней методы рекомендуется использовать в научных исследованиях, проводимых в Воронежском, Белгородском, Московском, Санкт-Петербургском, Саратовском, Самарском, Удмуртском государственных университетах, а также в НИИ и

КБ, связанных с разработкой и проектированием изделий и устройств, представляющих собой сложные механические системы, состоящие из струн и стержней, подверженных деформациям, вызванных воздействием внешней среды.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Первые пять глав тесно связаны с механическими моделями, служащими обоснованием рассматриваемых граничных задач для дифференциальных уравнений, но в диссертации отсутствуют рисунки (чертежи) упоминаемых струнно-пружинно-стержневых систем, это усложняет восприятие.
2. В работе не обсуждается вопрос о точности оценок погрешности, полученных в шестой главе работы.
3. Имеются замечания стилевого характера: начинать шестую главу следовало бы не с предложения «Далее для простоты мы полагаем $l = 1$ ». Автор «увлекается» словом «модель». Когда математическая модель построена, она превращается в конкретный математический объект. В данном случае мы имеем дело с граничной задачей. В связи с этим возникает диссонанс названий глав и параграфов с формулировками, присутствующих в них теорем.
4. В автореферате в формулировке п.1 положений, выносимых на защиту, пропущено «помещённых во внешнюю среду с локализованными особенностями», тем самым автор несколько ослабляет полученные им же результаты.

Указанные замечания относятся скорее к недостаткам изложения материала, чем к её фактическому содержанию.

5. Заключение

Оценивая диссертацию Шаброва Сергея Александровича в целом, можно утверждать, что его работа «Математическое моделирование и качественные методы анализа граничных задач с производными по мере» вносит весомый вклад в развитие механики.

мый вклад в исследование математических моделей с негладкими и разрывными решениями. Диссертация содержит полные и строгие доказательства всех результатов, необходимые ссылки на цитируемую литературу. Материал диссертационной работы изложен логично и ясно. Результаты, полученные в диссертации, своевременно опубликованы в 61 работе, из них 17 в изданиях из перечня ВАК и 5 монографиях, одну из которых следует отметить особо – «Дифференциальные уравнения на геометрических графах» (М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005, 272 с./ Ю.В. Покорный, О.М. Пенкин, В.Л. Прядиев, А.В. Боровских, К.П. Лазарев, **С.А. Шабров**/). Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа «Математическое моделирование и качественные методы анализа граничных задач с производными по мере» является завершённым научным исследованием, выполненным на актуальную тему, содержит новые научные и прикладные результаты, совокупность которых можно квалифицировать как существенное научное достижение в области исследования математических моделей, описываемых граничными задачами для дифференциальных уравнений, имеющими негладкие и разрывные решения, а также разработки численных методов нахождения их приближенных решений. Работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Шаброва Сергея Александровича «Математическое моделирование и качественные методы анализа граничных задач с производными по мере» по своему научному уровню, практической значимости, степени новизны полученных результатов соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями внесенными приказом МОН РФ №1593 от 14.12.2016 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор за-

служивает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук (специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессором Жуковым Михаилом Юрьевичем (344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова 8-А, Институт математики, механики и компьютерных наук ЮФУ, тел +7 (863) 2-975-111, e-mail: myuzhukov@gmail.com, myzhukov@sfedu.ru).

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры вычислительной математики и математической физики Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета (протокол № 10 от 25 октября 2017 года).

Заведующий кафедрой вычислительной математики и математической физики института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета, доктор физико-математических наук, профессор




Михаил Юрьевич Жуков

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»
Личное подписание

Жукова М.Ю.

ЗАБЕРЯЮ:

Ведущий специалист по работе с персоналом

Васильев

« 02 » 11 20 17 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (ФГАОУ ВО ЮФУ);

Адрес: 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42

Телефон: +7 (863) 218-40-00

Электронная почта: info@sfedu.ru

Официальный сайт: <http://sfedu.ru>