

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Залукаевой Жанны Олеговны «**Моделирование объектов с сингулярной структурой**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

Актуальность проблемы. Математическое моделирование широко применяется в научных исследованиях и при решении прикладных проблем в различных областях науки и техники. В связи с этим вполне закономерным является интерес к исследованию математических моделей сложных физических систем, реализуемых в виде граничных задач для дифференциальных уравнений с разрывными решениями.

В диссертационной работе Залукаевой Жанны Олеговны проводится исследование математических моделей деформаций и колебаний струнных систем, допускающих наличие произвольного числа локализованных особенностей, приводящих к потере гладкости, а также разрывам у решений, что, безусловно, добавляет сложности в ходе проведения научно-исследовательской работы. Сложности, в первую очередь, вызваны невозможностью использования ставшей традиционной для изучения математических моделей, реализуемых в форме уравнений с обобщенными коэффициентами, теории обобщенных функций.

Развивая концепцию поточечного подхода, предложенного Ю.В. Покорным, автор диссертационной работы предлагает новые подходы для анализа математических моделей объектов с сингулярной структурой, а именно качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей, допускающих разрывные решения и формализованных в виде единого уравнения с производными по мере (в смысле Радона-Никодима), численные методы и алгоритмы нахождения

приближенных решений в виде комплексов проблемно-ориентированных программ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.

Представленная диссертационная работа посвящена развитию качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей объектов с сингулярной структурой, решения которых допускают разрывы.

В диссертации автором подробно исследуются:

- математическая модель малых деформаций разрывной струны с особенностями на концах, для которой в главе 1 приводится вариационное обоснование и доказывается ее корректность, а в главе 3 адаптируется метод конечных элементов и находится оценка сходимости;

- математическая модель колебаний разрывной стилтьесовской струны с жестко закрепленными концами, для которой в главе 2 приводится вариационное обоснование, доказывается корректность, обосновывается возможность применения метода Фурье для получения решения, решаются некоторые задачи прикладного характера, а также в главе 3 адаптируется метод конечных элементов и находится оценка сходимости;

- математическая модель колебаний разрывной стилтьесовской струны с упруго закрепленными концами, для которой в главе 2 приводится вариационное обоснование, доказывается корректность модели и находятся решения задач прикладного характера таких, как нахождение внешних воздействий, позволяющих перевести колебательный процесс в изучаемой модели в заданный момент времени в заданное состояние.

Кроме того, диссертационная работа содержит тексты программ, написанных автором диссертации на языке программирования Python, результаты вычислительных экспериментов на тестовых задачах, в том числе

визуализацию точного и приближенного решений и погрешностей в виде графиков к каждому примеру.

Автор выносит на защиту вопросы и решения, которые докладывались и обсуждались на научных конференциях и семинарах, были опубликованы в различных научных изданиях.

Приведенные выше аргументы свидетельствуют о том, что научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Залукаевой Ж.О., являются полностью обоснованными. Обоснованность результатов диссертации дополнительно подкреплена наличием всех необходимых ссылок на цитируемую литературу.

Научная новизна. Залукаевой Ж.О. предложены новые результаты и нестандартные решения для анализа математических моделей объектов с сингулярной структурой. Новизна предложенных в диссертационной работе подходов заключается в том, что в основу исследования положено единое уравнение с интегралами Стильбеса, понимаемыми в расширенном смысле, когда мера в точках разрыва «расщепляется». Предложенная в диссертации адаптация метода конечных элементов для математических моделей с сингулярной структурой, допускающих разрывные решения, и разработанные алгоритмы нахождения решений исследуемых моделей также являются новыми и представляют практический интерес.

Значимость результатов диссертационной работы для науки и техники. Предложенные в диссертационной работе методы исследования, безусловно, расширили возможности исследования математических моделей сложных физических систем. В свою очередь, полученные в диссертации результаты могут не только послужить основой для дальнейших исследований математических моделей сложных физических систем, но и быть использованы в различных современных отраслях техники таких, как, например, робототехника, аэрокосмические технологии и др.

На мой взгляд, немаловажной является возможность использования полученных в диссертационной работе результатов в учебном процессе при изучении математических моделей с разрывными решениями.

Содержание диссертации, ее завершенность. Область исследования и содержание диссертации соответствует формуле специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки): п. 1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений», 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», п. 4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента».

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 15 работах, 5 из которых в рекомендованных ВАК РФ рецензируемых научных изданиях, получено свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2017614993. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, библиографического списка из 69 наименований, 2 приложений с листингами программ, 1 приложение содержит свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. Работа представляет собой завершенный труд, изложена на 181 страницу, содержит 27 рисунков.

Замечания по диссертационной работе. В ходе изучения диссертационной работы «Моделирование объектов с сингулярной структурой» Залукаевой Ж.О. были выявлены следующие замечания:

1. В разделе 2.5 «Поиск режимов колебаний разрывной стилтьесовской струны» автором были приведены достаточно громоздкие

представления функций Φ^+ , Φ^- , Ψ^+ , Ψ^- , а также представления функций μ_i . Следовало бы ввести условные обозначения для упрощения формул.

2. При поиске режимов колебаний разрывной струны с особенностями на концах (подраздел 2.5.1) автором не рассмотрен случай, когда $2 < T \leq 3$.

3. Алгоритм работы программ представлен только во введении и автореферате. Следовало бы привести порядок эксплуатации программ и в главе 3, сопроводив его скриншотами для наглядности.

Тем не менее, вышеуказанные замечания не снижают ценность проведенной научной работы и не влияют на общее высокое мнение о качестве диссертации Залукаевой Ж.О.

Заключение. Диссертационная работа «Моделирование объектов с сингулярной структурой» Залукаевой Жанны Олеговны, несомненно, имеет теоретическую и практическую ценность, ее основные положения характеризуются научной новизной и могут быть использованы в практике. Диссертацию можно оценить как выполненное на высоком уровне, самостоятельное исследование с полными и строгими доказательствами всех заявленных результатов. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; отвечает критериям и требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842).

Все вышесказанное свидетельствует о том, что Залукаева Жанна Олеговна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-

математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой функционального анализа
и дифференциальных уравнений
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский
государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»



М.С. Бичегкуев

Контактные данные:

Адрес: 362025, РСО-А, г. Владикавказ, ул. Церетели, 16

Тел.: +7(8672) 53-21-59;

E-mail: bichegkuev@yandex.ru

Подпись М.С. Бичегкуева заверяю
Ученый секретарь Ученого совета
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский
государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»
кандидат педагогических наук, доцент



Ф.А. Кокаева