

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Шайна Екатерины Александровны
«Математическое моделирование процессов в стержневых системах с
локализованными особенностями»,
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность проблемы состоит в особенностях, которые часто появляются при математическом моделировании трудно формализуемых процессов, возникающих в реальных физических системах. Ряд проблем, которые возникают при попытке их разрешения, можно разделить на следующие:

1. Проблема умножения обобщённых функций на разрывную. Есть частные решения в алгебраическом классе обобщённых функций Коломбо.

2. Для реальных прикладных задач редко можно подобрать решение краевой задачи. Разрешимость здесь слабая.

Одно из направлений для успешного решения подобных задач стало возможным после выхода работ Ю. В. Покорного, где было предложено наряду с интегралом Стилтеса использовать в решении производные по мере. Соискателем была поставлена и решена актуальная и важная задача, связанная с разработкой новых качественных и приближённых аналитических методов исследования математических моделей физических систем, реализованных в виде сочленённых стержней. Разработка и обоснование эффективных численных методов и алгоритмов. Решение этих задач весьма актуально в рамках исследуемой проблемы и не вызывает сомнений.

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

Соискатель активно представляет свои работы и доклады на различных Российских конференциях и семинарах. Начиная с 2015 года и до самой защиты фактически проводилась апробация работы на этих выступлениях. Поэтому на защиту вынесены именно те утверждения, которые прошли проверку широкой научной общественностью, а именно: качественные и приближённые методы исследования математических моделей, формализованных и виде единого уравнения с производными по мере, численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ. Имеется свидетельство о регистрации программ для ЭВМ за номером 2022661989. Реализуется адаптированный метод конечных элементов. Результаты исследований достаточно убедительны, полностью обоснованы и не вызывают сомнений в их значимости.

Достоверность и новизна.

В диссертационной работе Шайна Екатерины Александровны разработанные методы исследования сложносочленённых систем опираются на

фундаментальную теорию современного качественного анализа, теорию интеграла, теорию меры, на методы функционального анализа. Достаточно сказать об адаптированном методе конечных элементов для граничных задач с локализованными особенностями, которые приводят к потере гладкости у решения модели. Метод получил обоснование на базе современных подходов в применении вычислительных алгоритмов для уравнений с особенностями. Поэтому достоверность результатов и выводов строго обоснована. Относительно новизны работы можно привести несколько результатов, которые следует отметить как новые: получена оценка скорости роста собственных значений спектральной задачи для изучаемой математической модели; доказана возможность применения метода Фурье; корректность изучаемых математических моделей. Очень интересен вариант применения метода конечных элементов для решения задач в математических моделях с производными по мере. Здесь делается оценка сходимости приближённого решения к точному и доказывается достаточная близость приближённого решения к точному. Считаю, что приведенные результаты свидетельствуют о существенной научной новизне работы.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

В работе соискателя рассматриваются сложные объекты, подверженные деформациям, при этом здесь возникают особенности как внутри самих объектов, так и со стороны внешней среды. Предложенные методы в работе и полученные результаты показывают, что появилась возможность их использовать в качестве инструментария для исследования таких математических моделей. Практическая значимость методики достаточно хорошо представлена. Возникают вопросы точности модели, её сходимости к нужным практике результатам и т.д. В работе диссертанта сделана оценка скорости роста собственных значений спектральной задачи, что позволило в достаточной мере обосновать возможность применения метода Фурье к математической модели, описывающей малые колебания стержневой системы с особенностями. Научный интерес представляет разработка и обоснование новых качественных аналитических методов исследования математических моделей, которые формально представлены в виде единого уравнения с производными по мере. Результаты тестирования полученных численных методов с применением ЭВМ дают достаточную близость приближённого решения к точному. Получены важные научные результаты, которые с успехом будут применяться в практическом направлении при моделировании подобных сложных объектов.

Содержание диссертации, её завершенность.

Область исследования и содержание диссертации соответствует формуле специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки)». Область исследования соответствует 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 12 работах, из них 3 работы из перечня, рекомендованных ВАК и международной базы данных Scopus. Получено 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. Результаты работы прошли апробацию на многочисленных конференциях всероссийского и регионального уровня, на семинарах и симпозиумах, начиная с 2015 года и до настоящего времени. Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, библиографического списка, состоящего из 92 наименования и трёх приложений. Приводятся листинги программ на языке Python и таблицы значений точного и приближённого решений и погрешности численного эксперимента. Диссертация изложена на 112 страницах и содержит 23 рисунка и 6 таблиц.

Замечания по работе.

1. Не завершены оценки скорости сходимости построенного метода конечных элементов – фактически получена оценка относительно шага по пространству (первого порядка), а итоговая оценка, содержащая шаги по времени и пространственной переменной – отсутствует.

2. Имеются погрешности в оформлении таблиц и графиков. В частности, в таблицах В1-В6 диссертации (в приложении) представлены данные об абсолютной и относительной погрешностях. Однако, в столбце абсолютной погрешности отсутствует единица измерения величины. Также на графиках, на которых представлены точные и приближенные решения выбран неудачный масштаб, при котором их трудно отличить друг от друга.

3. В качестве пожелания оппонент предлагает в будущем провести исследования, касающиеся уточнения оценок констант, в теоремах 2.2.1 и 2.4.1, а также показателя степени в теореме 1.3.1? Являются ли приведенные значения неулучшаемыми?

Отмеченные недостатки не влияют существенным образом на основные теоретические и практические результаты диссертации, которая представляет собой научное исследование высокого уровня.

Заключение.

Диссертация Шайна Екатерины Александровны является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены новые научные результаты, например, разработаны эффективные численные методы решения граничных задач для уравнений четвертого порядка; разработаны эффективные алгоритмы решения негладких граничных задач и комплексы программ для ЭВМ при решении этих задач. Полученные автором результаты достоверны, выводы в заключении обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчётах. Диссертация написана грамотным языком,

аккуратно оформлена. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что диссертационная работа содержит всю формально необходимую совокупность оригинальных научных результатов, обобщений и выводов согласно пп. 9–14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в редакции от 11.09.2021), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шайна Екатерина Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

« 06 » сентября 2022 г.

Официальный оппонент,
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донской государственный технический университет»,
факультет «Информатика и вычислительная техника»,
кафедра «Математика и информатика», заведующий

Сухинов Александр Иванович

344003, ЮФО, Ростовская область,
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
<https://donstu.ru>
8-863-273-85-14 (раб.)
sukhinov@gmail.com

Подпись А.И. Сухинова удостоверяю:

Ученый секретарь
Ученого совета ДГТУ



В.Н. Анисимов