

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук Кондратова Дмитрия Вячеславовича на диссертационную работу Денискиной Галины Юрьевны на тему «Методы и алгоритмы оптимизации процесса 3D-печати функциональных объектов из композиционных материалов», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность избранной темы.

Диссертационное исследование посвящено разработке методов и алгоритмов оптимизации процесса 3D-печати функциональных объектов из полимерных композиционных материалов, находящихся в настоящее время широкое применение во многих отраслях промышленности. При использовании 3D-печати возможен полный контроль над расположением волокон во время процесса печати, что позволяет располагать 100% волокон в соответствии с требуемыми условиями эксплуатации изделия.

Актуальность работы обусловлена тем, что практически неисследованными являются вопросы, связанные с оптимизацией процесса 3D-печати функциональных объектов из полимерных композитов в части контроля расположения волокон при печати, позволяющих учитывать критерии разрушения композита.

Содержание работы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель, и поставлены задачи диссертационной работы, изложены научная новизна, отмечены теоретическая и практическая значимость, приведены методология и методы исследования, степень достоверности и апробация результатов, представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена постановке оптимизационной задачи выбора схемы 3D-печати функциональных объектов из термопластичных композиционных материалов. Предлагается метод нахождения значений критерия разрушения композиционного материала как целевой функции задачи оптимизации. Решается задача поиска оптимальных траекторий укладки волокон при 3D-печати.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«14» 09 2023.

Во второй главе рассмотрено дискретное вейвлет-преобразование функций, определённых на n -мерном промежутке, а также даны понятия неортогонального кратномасштабного анализа и схемы подъёма. Построены вычислительные алгоритмы для локально-аппроксимационных сплайнов, основанные на дискретном вейвлет-преобразовании и свёртке. На их основе разработаны алгоритмы для нахождения значений вейвлетов и их частных производных на основе схемы подъёма. Применение этих средств позволило осуществить параллельное построение функций из вейвлет-системы на области печати при использовании разных ядер свёртки.

Третья глава посвящена исследованию применения вейвлетов в задачах теории упругости. На основании полученных во второй главе результатов предложен метод приближённого решения задач теории упругости с помощью вейвлетов.

В четвёртой главе приводится описание программного комплекса для реализации разработанных методов и алгоритмов моделирования, управления и оптимизации процесса 3D-печати функциональных объектов из волокнистых композиционных материалов. Приведены общая организация программного комплекса и назначение его функциональных блоков.

В заключении сформулированы основные полученные в диссертации результаты, перспективы и направления дальнейших исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендации, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна.

Научная новизна исследования заключается в разработке специального математического и алгоритмического обеспечения решения задачи оптимизации процесса 3D-печати функциональных объектов из полимерных композиционных материалов.

Научные результаты, полученные в диссертации, достаточно обоснованы и являются новыми, в частности: постановка задачи оптимизации процесса 3D-печати функционального объекта из полимерного композиционного материала; математическая модель управления укладкой волокон при 3D-печати; метод нахождения оптимальной схемы 3D-печати, в котором критерий разрушения композиционного материала представлен, как функция нескольких переменных, которыми являются углы, образуемые волокнами с границей области печати; численный метод решения уравнений механики композиционных материалов, описывающих напряжённо-деформированное состояние конструкции, основанный на вейвлетах, построенных с помощью

схем подразделений и подъёма; алгоритм вычисления значений таких вейвлетов на основе операции свёртки последовательностей, позволяющий организовать параллельные вычисления значений базисных функций; алгоритмы и программный комплекс управления и оптимизации процесса 3D-печати объекта, в которых реализована возможность нахождения оптимальной схемы печати, диктуемой условиями его эксплуатации.

Основные результаты работы имеют строгое математическое обоснование. В диссертационной работе использован математический аппарат теории функций комплексного переменного, теории оптимизации, вейвлет-анализа, механики композиционных материалов, численные методы. Все утверждения и теоремы приведены подробно и логически обоснованы. Полученные результаты снабжены содержательными комментариями. Полученные автором результаты прошли апробацию на международных конференциях и научных семинарах. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 10 публикаций в рецензируемых научных изданиях, получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе:

1. В диссертации не объясняется, почему для построения аппроксимации гомеоморфизма и приближённого нахождения значений частных производных был выбран локально-аппроксимационный сплайн.

2. Известно, что для биортогональных сплайн-вейвлетов существуют готовые формулы для фильтров, не требующие подъёма. Почему они не использованы в работе?

3. При применении интерполяционной схемы в подъёме в диссертации использовались только те маски, которые приводят к масштабирующим функциям Deslauriers-Dubuc, хотя существует бесконечное множество интерполяционных масштабирующих функций.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе.

Заключение.

Диссертация Денискиной Галины Юрьевны «Методы и алгоритмы оптимизации процесса 3D-печати функциональных объектов из композиционных материалов» является завершённой научно-квалификационной работой на актуальную тему, характеризующейся научной новизной и практической значимостью. Диссертация содержит достаточное количество теоретических результатов, пояснений, рисунков и примеров,

написана квалифицированно и аккуратно оформлена. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (физико-математические науки), отвечает требованиям положения «О порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук.

Автор диссертации, Денискина Галина Юрьевна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

доктор физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Информационная
безопасность автоматизированных систем»
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.»
410054 Саратов, ул. Политехническая, 77,
(8452) 99-88-17
kondratovdv@sstu.ru

Кондратов Дмитрий Вячеславович

07.09.2023 г.

Подпись доктора физико-математических наук, доцента Дмитрия Вячеславовича Кондратова заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



[Handwritten signature]

А.В. Потапова

С отзывом ознакомлена
14.09.2023 *[Handwritten signature]* Денискина Г.Ю.