

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации

Денискиной Галины Юрьевны «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

Для изготовления технических объектов функционального назначения в различных отраслях промышленности все чаще применяют полимерные композиционные материалы, обладающие требуемыми для эксплуатации физико-механическими характеристиками. Поэтому задача разработки проблемно-ориентированных систем управления и оптимизации процессов изготовления таких объектов из полимерных композитов методами 3D-печати, является **актуальной**.

В диссертации получены **новые научные результаты**. В том числе, поставлена задача оптимизации нахождения траекторий укладки волокон на основе критерия разрушения композиционного материала. Разработана математическая модель управления процессом укладки волокон при 3D-печати функциональных объектов, посредством которой траектории укладки волокон полимерного композита получаются с помощью аналитических функций, краевые условия для которых – это углы, образуемые волокнами с границей области печати. На базе этой модели предложен метод нахождения оптимальной схемы укладки волокон при печати, исходя из условий эксплуатации функционального объекта. Расширено понятие локально-аппроксимационного сплайна, получены оценки погрешности аппроксимации таким сплайном гладкой функции. Установлены формулы для нахождения значений локально-аппроксимационных сплайнов и их производных в узлах сетки, основанные на свёртке. Показано, что эти формулы являются частным случаем вейвлет-восстановления. Разработан метод построения биортогональных вейвлет-систем на триангулируемых пространствах с конечным множеством симплексов. Разработан метод применения биортогональных вейвлет-систем к приближённому решению дифференциальных уравнений в частных производных. В частности, показано его применение к приближённому решению уравнений теории упругости. Приведены результаты сравнения точных методов решения с приближёнными.

На основании изложенного можно сделать вывод, что полученные в диссертации **результаты** обладают **научной новизной, теоретической и практической значимостью**. Сформулированные задачи решены и полностью соответствуют цели исследования.

Удел документационного  
обеспечения МАИ

«3» 10 2023г.



Выносимые на защиту положения апробированы и достаточно полно опубликованы в рецензируемых научных изданиях, включая международные системы цитирования. Имеются свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Вместе с тем следует отметить некоторые недостатки.

Так, например, в алгоритме вычисления значений масштабирующих функций, вейвлетов и их частных производных (стр. 14) необходимо подробнее пояснить, как производится выбор последовательностей для задания свойств масштабирующих функций и вейвлетов. В работе также присутствуют опечатки.

Данные замечания не влияют на общее положительное заключение.

### Заключение.

Считаю, что диссертация Денискиной Галины Юрьевны выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей заявленной научной специальности и требованиям «Положения о присуждении учёных степеней». Автор заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Доцент кафедры математического анализа  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Московский государственный  
университет имени М. В. Ломоносова»,  
кандидат физико-математических наук, доцент



С.А. Степанянц

28.09.2023

119991, ГСП-1, Российская Федерация  
г. Москва, Ленинские горы, МГУ, д.1,  
Механико-математический факультет,  
Кафедра математического анализа  
Тел.: +7 (495) 939-18-01  
E-mail: tri\_zvezdochki@mail.ru

Подпись Степанянца Сурена Арменовича заверяю.  
Декан Механико-математического факультета,  
член-корреспондент РАН, профессор



А.И. Шафаревич