ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Мочаловой Юлии Дмитриевны «Методы анализа данных и многомасштабные подходы для исследования прочностных характеристик композиционных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

На сегодня одним из важнейших приоритетов, непосредственно связанных с научно-технологическим развитием в нашей стране и в мире является разработка научно обоснованных принципов управления процессами создания композиционных материалов с заданными свойствами. Особенно актуальным является решение задач, направленных на создание долговечных композиционных материалов с заданными функциональными особенностями и развитие методов компьютерного моделирования, позволяющих проводить их проектирование, начиная с атомно-кристаллического и до макроуровня. Работа Ю.Д. Мочаловой посвящена именно этой важной области и предлагает решения, основанные на комплексном применении модельно-ориентированного подхода для многомасштабного моделирования структуры и механических свойств композиционных материалов и методов интеллектуального анализа данных для прогнозирования процессов их разрушения при заданных нагрузках, с целью дальнейшей оптимизации их состава.

Ю.Д. Мочалова начала свою работу в этой области под моим руководством, будучи аспирантом и с самого начала продемонстрировала большой интерес и способности к научной деятельности. За время работы над диссертацией она проявила себя как грамотный и самостоятельный исследователь, способный ставить и решать сложные научные задачи.

В работе Мочаловой Ю.Д. были расширены представления о возможностях применения методов машинного обучения для аппроксимации сложных нелинейных зависимостей между параметрами структуры многослойных композиционных материалов и их прочностными характеристиками, определяемыми на основе критериев разрушения.

Центральным результатом диссертационного исследования является разработка нового гибридного подхода к решению задач анализа и оптимизации

многослойных композиционных материалов, основанного на комплексном использовании многомасштабных подходов, моделей машинного обучения и эволюционных методов оптимизации, что обеспечило существенное сокращение вычислительных затрат для получения решений по сравнению с прямыми методами численного расчета.

Ю.Д. Мочаловой применена новая итеративная двунаправленная рекуррентная архитектура, в которой скрытые состояния каждого слоя обновляются с учетом соседних слоев сверху и снизу на нескольких итерациях. Такой механизм реализует итеративное согласование межслойных состояний, аналогичное физическому перераспределению напряжений, и формирует устойчивое представление всей структуры для предсказания интегрального индекса разрушения. Данный подход открывает возможности для быстрого и точного прогнозирования механических характеристик сложных многослойных структур.

Кроме того, в диссертационной работе получены следующие теоретически значимые результаты:

- обоснована целесообразность последовательного представления структуры многослойного композиционного материала при решении задач прогнозирования прочности, что позволило теоретически связать порядок укладки слоев с результирующими механическими характеристиками материала в рамках моделей машинного обучения;

- развиты подходы к построению суррогатных моделей в задачах анализа и оптимизации многослойных композиционных материалов, основанные на использовании рекуррентных нейронных сетей для аппроксимации результатов численного моделирования;

- показана теоретическая возможность интеграции классической теории слоистых структур и моделей машинного обучения в едином вычислительном контуре анализа прочностных характеристик многослойных композиционных материалов;

- сформированы методические основы использования эволюционных алгоритмов оптимизации в сочетании с суррогатными моделями машинного обучения для решения многокритериальных задач оптимизации структуры композиционных материалов.

Результаты диссертации неоднократно докладывались на отечественных и международных конференциях, опубликованы в ведущих научных изданиях.

Следует отметить уверенное владение Мочаловой Ю. Д, современными методами многомасштабного моделирования, а также аппаратом машинного обучения и анализа данных. Говоря о личных качествах Мочаловой Юлии Дмитриевны, следует отметить ее инициативность, целеустремленность, ответственность, умение вести научный поиск, большую работу с источниками на иностранном языке.

Диссертационная работа «Методы анализа данных и многомасштабные подходы для исследования прочностных характеристик композиционных материалов» является законченным, оригинальным научным исследованием, отличающимся научной новизной, достаточной теоретической и практической значимостью и может быть представлена к защите в диссертационный совет по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель:
д.ф.-м.н., главный научный сотрудник,
руководитель отдела №27 ФИЦ ИУ РАН.

Абгарян Каринэ Карленовна
«22» сентября 2026 г.

Подпись Абгарян Каринэ Карленовны заверяю

Заместитель директора
по научной работе Р.В. Вершинин