

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу Легкого Алексея Андреевича «Вычислительная биомеханика сердца: сократительная активность миокарда и диастолическое состояние аортального клапана»,

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертационная работа Легкого Алексея Андреевича посвящена вопросам вычислительной биомеханики сердца на примере задач, которые имеют высокую научную и прикладную ценность: разработка модели для расчёта диастолического состояния реконструированного аортального клапана и создание программной платформы для исследований сопряжённых моделей миокарда. Моделирование аортального клапана позволяет оптимизировать форму его створок на предоперационном этапе, что облегчает работу хирургов и снижает стоимость процедуры замены клапана. Разработанная программная платформа упрощает процесс подготовки новых сопряжённых моделей миокарда и позволяет проводить фундаментальные исследования развития болезней сердца и методов для их терапии. Также, программная платформа сопряжённых моделей миокарда может быть использована для генерации синтетических данных для калибровки моделей под конкретные клинические задачи.

В основе работы лежит решение задач нелинейной теории упругости для мягких тканей, рассматриваемых как в активной, так и в пассивной постановках. При этом сердечно-сосудистые заболевания характеризуются многоуровневой и многомасштабной природой: патологические изменения затрагивают клеточные структуры, внеклеточный матрикс, тканевую архитектуру и анатомию всего органа. Предложенные в работе подходы во многом позволяют учитывать эту сложность, что открывает новые возможности как в фундаментальных исследованиях, так и в практической медицине. Важно отметить, что реализованные программные комплексы имеют широкую область применения — от биомеханики до инженерных расчётов для гиперупругих материалов (например, мягкая робототехника).

Исследование посвящено интеграции методов вычислительной механики, электрофизиологии и клинической кардиологии. Легким А.А. проведён анализ сопряжённых электромеханических моделей миокарда и предложена эффективная численная схема расщепления по процессам, включающая распространение электрической активации и механическую деформацию на несогласованных тетраэдральных сетках. Разработанная программная платформа продемонстрировала хорошую параллельную эффективность вплоть до тысячи ядер, что важно для проведения практических исследований.

Другим значимым результатом является разработка технологии виртуального размещения створок аортального клапана в персонализированной геометрии аорты пациента. Предложенная модель нахождения диастолического состояния клапана учитывает особенности хирургической процедуры и формализует медицинские критерии коаптации, что позволяет прогнозировать послеоперационную функциональность неоклапана. Практическая ценность работы подтверждена сравнением расчетных данных с результатами натурных экспериментов на свиных аортах.

В ходе работы над диссертацией А.А. Легкий изучил большой объём научной и технической литературы по особенностям моделирования биоматериалов с учётом контактного взаимодействия, методам вычислительной механики и современным технологиям программирования. Он проявил такие важные качества талантливого исследователя как высокая трудоспособность и научная добросовестность, способность к критическому анализу и аргументированному отстаиванию своей

позиции, способность к освоению новых предметных областей и научному обоснованию получаемых результатов.

Легкий А.А. принимал участие в качестве исполнителя в исследованиях по ряду проектов, поддержанных грантами Российского научного фонда, и внёс существенный вклад в их успешную реализацию. Результаты своей работы Легкий А.А. докладывал на ряде российских и международных конференций. Основные результаты диссертации опубликованы в 11 рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК и индексируемых в международных базах данных Web of Science или Scopus.

Диссертационная работа Легкого Алексея Андреевича является научно-квалификационным трудом, в котором содержится решение научных задач, связанных с разработками математических моделей, численных методов и программных платформ, имеющих практическую ценность для клинического применения в кардиологии. Разработанные методы вносят вклад в теорию и практику вычислительной биомеханики сердца. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Объём проделанной работы, полнота и строгость изложения результатов соответствуют уровню кандидатской диссертации по физико-математическим наукам. Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных изданиях, апробированы на научных и научно-практических конференциях.

Считаю, что диссертационная работа Легкого Алексея Андреевича «Вычислительная биомеханика сердца: сократительная активность миокарда и диастолическое состояние аортального клапана» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Научный консультант,
доцент кафедры высшей математики, механики
и математического моделирования
ФГАОУ ВО Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет),
кандидат физико-математических наук (01.02.04)

Саламатова Саламатова Виктория Юрьевна

+7 (905) 792-53-27, salamatova_v_yu@staff.sechenov.ru

20.05.2025

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991,
г. Москва, ул. Трубецкая, д.8, стр.2; тел. (495) 609-14-00; e-mail: rectorat@staff.sechenov.ru;
<https://www.sechenov.ru>

