

“УТВЕРЖДАЮ”

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт математических
проблем биологии РАН
д.ф.-м.н. В.Д.Лахно



2014 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию

Правдина Сергея Федоровича

“Математическое моделирование структуры и функции левого желудочка сердца”
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы

Математическое моделирование в биологии и медицине активно применяется в мире для описания и исследования самых разнообразных процессов, протекающих в живых организмах. В частности, в рамках международного проекта «Виртуальный физиологический человек» проводятся исследования по математическому моделированию анатомии и физиологии человека на разных уровнях: от молекулярного до организменного. Говоря о моделях сердца, нужно отметить, что уже создано несколько моделей сердца человека и животных, но они не раскрывают природу наблюдаемого хода волокон в миокарде. Существующие модели либо копируют (возможно, со сглаживанием) результаты измерений для конкретного сердца, либо описывают ход волокон очень упрощённо, напрямую задавая углы наклона волокон. Теоретическая ленточная концепция Торрента-Гуаспа до сих пор не была заложена в качестве базы ни в одну математическую или компьютерную модель желудочков.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

С.Ф. Правдин провёл качественное и количественное сравнение углов наклона волокон в обеих построенных моделях анатомии сердца с экспериментальными данными и показал, что данные модели воспроизводят углы наклона и ход волокон в целом достаточно близко к результатам экспериментов. Достоверность результатов электрофизиологических

расчётов подтверждается согласием данных, полученных им на анатомической трёхмерной модели органа, с опубликованными (Young, Panfilov, 2010) данными, полученными на простейших трёхмерных моделях ткани.

Оценка новизны и практической значимости

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

В области математического моделирования:

1) на основе теоретических концепций Петтигрю и Торрента-Гуаспа предложен новый метод спиральных поверхностей, используемый для задания структуры левого желудочка сердца (ЛЖ), и с его помощью создана не имеющая аналогов математическая модель формы и хода волокон в осесимметричном ЛЖ,

2) проведено сравнение полученных с её помощью результатов с данными экспериментов (собака, человек, норма), в т.ч. с современными данными диффузионно-тензорной магнито-резонансной томографии, показавшее качественное и – в ряде регионов стенки ЛЖ – количественное согласие результатов,

3) впервые проведено исследование влияния параметров модели на проведение возбуждения по миокарду ЛЖ, показано, что увеличение угла вращения волокон в стенке сердца сопровождается увеличением скорости распространения волны возбуждения и нивелирует анизотропию,

4) с помощью метода спиральных поверхностей разработана оригинальная обобщённая неосесимметричная модель ЛЖ, аналогично п. 2 проведена её верификация.

В области численных методов:

5) разработаны численные методы построения сетки и решения задач электрофизиологии (нормальное распространение электрического возбуждения по миокарду) на данной модели с учётом её особенностей.

В области разработки комплексов программ:

6) эти методы и алгоритмы решения указанных задач были воплощены в виде комплекса программ (на языке Си), использующего технологии параллельных вычислений.

По теме диссертации имеется 12 публикаций, в т.ч. 3 — в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Промежуточные этапы исследования обсуждались на научных конференциях.

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний, не носящих принципиального характера, можно назвать отсутствие сколь-либо развернутого описания связи предлагаемых моделей с широко распространенной в области физиологии сердечной деятельности автоволновой парадигмы. Это, в свою очередь, привело бы к более ясному пониманию возможностей практического использования результатов исследования в медицинских приложениях. Это не влияет, однако, на общую положительную оценку диссертационной работы.

Рекомендации по использованию

Предложенные в диссертации методы математического моделирования структуры сердца, численные алгоритмы и методики, приведённые результаты могут быть рекомендованы к использованию и дальнейшему изучению во всех исследовательских лабораториях, работающих в области математической кардиологии. А именно, в Институте механики Московского государственного университета, Уральском федеральном университете, Пермском государственном национальном исследовательском университете, Институте математики и механики УрО РАН, Институте иммунологии и физиологии УрО РАН, Институте механики сплошных сред УрО РАН, Лаборатории сравнительной кардиологии Коми научного центра УрО РАН.

Заключение

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные фундаментальные разработки, обеспечивающие решение важных теоретических задач области математического моделирования сердца. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры, подробные расчеты. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате.

Диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, ее автор Правдин Сергей Федорович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертация Правдина Сергея Федоровича обсуждена на семинаре Института математических проблем биологии РАН 11 декабря 2014 г., протокол № 05/14.

Отзыв подготовил заведующий лабораторией обработки данных Института

математических проблем биологии РАН кандидат физико-математических наук
С.А.Махортых.

Заведующий лабораторией обработки данных
Института математических проблем биологии РАН
кандидат физико-математических наук
142290 Московская обл.,
г. Пущино, ул. Институтская, 4



Сергей Александрович Махортых