

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.25  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 18 февраля 2015 г. № 3

О присуждении Правдину Сергею Федоровичу, гражданство Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование структуры и функции левого желудочка сердца» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 26 ноября 2014 г., протокол № 15 диссертационным советом Д 212.285.25 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; приказ Минобрнауки России о создании совета № 760/нк от 03.12.2012 г.

Соискатель Правдин Сергей Федорович 1985 года рождения, в 2008 году соискатель окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный университет им. А.М. Горького», в 2011 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ; работает в должности научного сотрудника отдела теории приближения функций ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, ФАНО.

Диссертация выполнена в отделе теории приближения функций ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН, ФАНО, и в лаборатории математической физиологии ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, ФАНО.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН Бердышев Виталий Иванович, ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН, директор.

**Научный консультант** — кандидат физико-математических наук Панфилов Александр Викторович, Гентский университет, г. Гент, Бельгия, факультет естественных наук, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Шардаков Игорь Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБУН Институт механики сплошных сред УрО РАН (г. Пермь), лаборатория интеллектуального мониторинга, заведующий лабораторией;

**Липанов Алексей Матвеевич**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, ФГБУН Институт механики УрО РАН (г. Ижевск), лаборатория физико-химической механики, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГБУН Институт математических проблем биологии РАН, г. Пущино Московской обл., в своём положительном заключении, подписанном Махортых Сергеем Александровичем, кандидатом физико-математических наук, заведующим лабораторией обработки данных, указала, что диссертация Правдина Сергея Федоровича представляет собой научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью, характеризуется обоснованностью выводов, отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор Правдин Сергей Федорович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3 и 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 8 тезисов докладов, опубликованных в материалах международных (6) и Всероссийских (2) научных конференций. Общий объем – 8,5 п.л., 7,5 п.л. – авторский вклад. Наиболее значительные научные работы:

1. Pravdin S.F., Berdyshev V.I., Panfilov A.V., Katsnelson L.B., Solovyova O., Markhasin V.S. Mathematical model of the anatomy and fibre orientation field of the left ventricle of the heart / *Biomedical Engineering Online*, 12:54, 2013. 21 p. Объем 2,6 п.л.

2. Правдин С.Ф. Неосесимметричная математическая модель анатомии левого желудочка сердца / *Российский журнал биомеханики*. Вып. 17, № 4 (62), 2013. С. 84-105. = Pravdin S.F. Non-axisymmetric mathematical model of the cardiac left ventricle anatomy / *Russian Journal of Biomechanics*. Vol. 17, № 4 (62), 2013. Pp. 75-94. Объем 2,6 п.л.

3. Pravdin S.F., Dierckx H., Katsnelson L.B., Solovyova O., Markhasin V.S., Panfilov A.V. Electrical wave propagation in an anisotropic model of the left ventricle based on analytical description of cardiac architecture / *PLoS ONE* 9(5): e93617. doi:10.1371/journal.pone.0093617. 2014. 15 pp. Объем 1,875 п.л.

4. Правдин С.Ф. Программа расчёта электрофизиологической активности левого желудочка сердца. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2014614919, дата поступления заявки 19.03.2014, номер заявки 2014612379, дата регистрации 13.05.2014.

На автореферат поступили положительные отзывы:

- **Медвинского Александра Берельевича**, д.ф.-м.н., профессора, зав. лаб. биофизики возбудимых сред ФГБУН «Институт теоретической и

экспериментальной биофизики РАН» (г. Пущино), в отзыве которого содержится замечание:

Не вполне удовлетворительно название работы, поскольку функция левого желудочка включает не только (а может быть, не столько) проведение электрического возбуждения, но также механическую перекачку крови.

- **Осипова Григория Владимировича**, д.ф.-м.н., зав. кафедрой теории управления и динамики машин факультета вычислительной математики и кибернетики ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в отзыве которого содержатся замечания:

1. Построенная модель – это идеализация. Хотелось бы иметь значительно больше информации по ее сравнению с данными МРТ здоровых и больных сердец.

2. Из автореферата не ясно, какие получены новые конкретные результаты по активности в левом желудочке на предложенной модели.

3. В автореферате практически нет информации по методике распараллеливания расчетов.

- **Няшина Юрия Ивановича**, д.т.н., профессора, зав. кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», в отзыве которого содержится замечание:

Во второй главе работы приведен расчет электрофизиологической активности миокарда левого желудочка сердца согласно ранее известной модели. Однако сущность принятой модели и принятые обозначения описаны недостаточно, эта основная физическая модель работы должна быть описана более ясно.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается общностью тематики исследований. Официальные оппоненты являются высококвалифицированными специалистами по математическому моделированию и численным методам, механике, биомеханике и имеют работы в данной области.

В ведущей организации работают следующие известные специалисты в области математической биологии: А.В. Москаленко, С.Э. Шноль. Ведущая организация широко известна своими достижениями в области математического и компьютерного моделирования в биологии, способна определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработаны** оригинальные осесимметричная и несимметричная математические модели структуры левого желудочка сердца; новые численные методы построения сеток и решения начально-краевой задачи для систем реакции-диффузии на осесимметричной версии модели; программный комплекс для компьютерного моделирования электрофизиологической активности миокарда;

- **предложен** новый подход к моделированию архитектоники миокарда левого желудочка сердца – метод спиральных поверхностей;
- **доказана** перспективность использования метода спиральных поверхностей при моделировании структуры и электрофизиологической активности сердца и наличие закономерностей в распространении волн электрического возбуждения в миокарде при различных параметрах анизотропии сердечной мышцы.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

– **доказаны:**

1) справедливость теоретических предложений анатомов о моделировании структуры миокарда левого желудочка сердца в виде семейства вложенных поверхностей;

2) применимость предложенных диссертантом численных методов и комплексов программ к задачам моделирования электрофизиологической активности миокарда левого желудочка;

– применительно к проблематике диссертации **результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих базовых методов математического и компьютерного исследования, в том числе методов численного решения начально-краевой задачи для систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных;

– **изложены** положения метода спиральных поверхностей, доказательства соответствия построенных моделей конкретных сердец экспериментальным данным, идеи метода построения сеток и вычисления лапласиана для численного решения вышеупомянутой задачи;

– **раскрыта** ограниченность метода спиральных поверхностей и предложены пути разработки его обобщений для более точного воспроизведения характерных особенностей хода волокон в миокарде обоих желудочков сердца;

– **изучены** связи поведения волн электрического возбуждения в миокарде и анизотропии миокарда; факторы, влияющие на скорость распространения таких волн;

– **проведена** модернизация существующих математических моделей, численных методов, алгоритмов и комплексов программ расчёта хода волокон и мышечных слоёв и электрофизиологической активности миокарда левого желудочка.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

– **определены** пределы применимости предложенных моделей и численных методов;

– **созданы** комплексы программ расчёта хода мышечных волокон и слоёв и электрофизиологической активности миокарда левого желудочка;

– **даны предложения** по дальнейшему совершенствованию методов математического моделирования структуры миокарда и расчёта его электрофизиологической активности.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- **показана** воспроизводимость результатов исследования на различных компьютерах (как на традиционных персональных, так и на высокопроизводительных суперкомпьютерах параллельного действия);
- **теория построена и верифицирована** на известных, опубликованных экспериментальных данных;
- **идеи диссертации базируются** на общепринятых фундаментальных принципах математического исследования и построения моделей;
- **использовано** сравнение данных расчётов и экспериментальных данных, полученных с помощью различных, в том числе самых передовых, методик;
- **установлено** качественное и количественное совпадение расчётных и экспериментальных данных, обосновывающее адекватность предложенных моделей.


Личный вклад соискателя состоит в непосредственном получении и проверке всех результатов; активном участии во всех этапах процесса, непосредственном получении и обработке данные всех проведённых вычислений, подготовке большей части текста и иллюстраций всех публикаций в соавторстве по выполненной работе. Основные выводы и положения диссертации были продемонстрированы в докладах и выступлениях на научных конференциях.

Диссертационная работа Правдина Сергея Федоровича является самостоятельной и завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация содержит решение задачи, имеющей существенное значение для развития математического моделирования сердца.

На заседании 18 февраля 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Правдину С.Ф. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 22 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 22, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель  
диссертационного совета

 Арестов Виталий Владимирович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

 Пименов Владимир Германович

18 февраля 2015 г.

