

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

24.2.375.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело _____

решение диссертационного совета от 20.06.2025 г. № 19

О присуждении Судакову Дмитрию Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система поддержки принятия врачебных решений для ранней оценки состояния сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным пороком сердца» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения, принята к защите 15.04.2025 г. (протокол заседания №11) диссертационным советом 24.2.375.03, созданным на базе ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1 приказом Минобрнауки России №449/нк от 18.12.2013 г., срок полномочий продлен приказом Минобрнауки России №561/нк от 03.06.2021 г. .

Соискатель Судаков Дмитрий Евгеньевич, 10 ноября 1997 года рождения в 2024 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ») по направлению 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь», № 106834 0109826 от 12.07.2024 г. Работает

ассистентом на кафедре «Биомедицинская техника» в ФГБОУ ВО «ТГТУ», Министерство науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель — Фролов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Официальные оппоненты:

Крамм Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры основ радиотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва.

Тычков Александр Юрьевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и радиоэлектронные системы», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», г. Курск **в своем положительном отзыве**, подписанном Серегиным Станиславом Петровичем, доктором медицинских наук, профессором, заведующим кафедрой биомедицинской инженерии, и утвержденном Алтуховым Александром Юрьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, ИО проректора по научной и международной деятельности, **указала, что** диссертационная работа Судакова Д.Е. выполнена на актуальную тему, на высоком научно-техническом уровне, качественно оформлена и обладает внутренним единством. Диссертационное исследование проведено автором самостоятельно, автореферат диссертации соответствует ее содержанию. Диссертационная работа Судакова Д.Е. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача разработки системы оценки сердечно-сосудистой системы с врожденным

пороком сердца и прогнозирования изменения ее параметров от возраста, а реализации на ее основе задачи определения точного момента возникновения критического состояния больного и имеющей существенное значение для создания медицинских программно-аппаратных комплексов. Материалы диссертационной работы Судакова Д.Е. полностью соответствуют научной специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. При этом, имеется соответствие пунктов научной новизны диссертационного исследования 2, 15 и 20 направлениям исследований из паспорта вышеуказанной научной специальности. Диссертация соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а соискатель, Судаков Дмитрий Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Соискатель имеет 39 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ: 4 – в периодических изданиях, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки РФ, **из них 2 – в рецензируемых научных журналах по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения,** 13 – прочие публикации.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Судаков Д.Е. Математическое моделирование пульсирующего сердца с дефектом межжелудочковой перегородки / С.В. Фролов, Д. Е. Судаков, А.А. Коробов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2024. №2. С.79–106. *Судаков Д.Е. представил 0D мерную математическую модель сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным дефектом межжелудочковой перегородки.*

2. Судаков Д.Е. Построение зависимостей изменения параметров организма ребенка от возраста / Д.Е. Судаков, С.В. Фролов, Д.Г. Старых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024 Том 12. №3

URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1622>

DOI: 10.26102/2310-

6018/2024.46.3.004. *Судаков Д.Е. представил алгоритм расчета основных параметров сердечно-сосудистой системы на основании экспоненциального закона*

3. Судаков Д.Е. Совместное использование методов функциональной диагностики и математического моделирования сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным пороком сердца /Д.Е. Судаков, С.В. Фролов // Российский кардиологический журнал. 2024;29 С.7. *Судаковым Д.Е. изложены возможные пути объединения методов функциональной диагностики и математического моделирования и преимущества, которые это может дать.*

4. Судаков Д.Е. Система поддержки принятия врачебных решений для педиатрических пациентов с врожденными пороками сердца/ Д.Е. Судаков, С.В. Фролов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2025. Т. 17. № 1 (65) С.10–23. *Судаков Д.Е. Разработал структуру системы поддержки принятия врачебных решений*

5. Судаков Д.Е. Выявление локальных особенностей сигнала электроэнцефалографа с использованием искусственной нейронной сети /Д.Е. Судаков, П.С.Ш. Матея, В.М.Д.К. Фуши, С.В. Фролов // Инженерный вестник Дона. 2021. № 7 (79). С. 230–237. *Судаков Д.Е. изложил подходы к обработке сигнала ЭЭГ, о выделении информации связанной с сердечно-сосудистой системой.*

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все они положительные и были подготовлены и присланы из:

1. ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск. Отзыв подписал Доцент кафедры информационные и измерительные системы и технологии, д.т.н., Алексанян Грайр Каренович.

2. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар. Отзыв подписал заведующий кафедрой физики и информационных систем, д.ф.-м.н., проф. Богатов Николай Маркович.

3. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел. Отзыв подписал профессор кафедры приборостроения, метрологии и сертификации, д.т.н., доц. Дунаев Андрей Валерьевич.

4. ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Таганрог. Отзыв подписал профессор кафедры электрогидроакустической и медицинской техники института нанотехнологий, электроники и приборостроения, д.т.н., доц. Кравчук Денис Александрович.

5. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», г. Астрахань. Отзыв подписал доцент кафедры «Связь», к.т.н., доц. Кутузов Денис Валерьевич.

6. ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Отзыв подписал заведующий кафедрой «Медицинской инженерии», к.т.н., доц. Мусин Ильдар Наилевич.

7. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», г. Санкт-Петербург. Отзыв подписал заведующий кафедрой биотехнических систем, д.т.н., проф. Юлдашев Зафар Мухамедович.

В отзывах указаны следующие замечания:

недостаточная детализация некоторых этапов расчетов. Хотя общее описание модели дано подробно, хотелось бы увидеть больше конкретных примеров вычислений и их интерпретации; необходимость дальнейшего подтверждения надежности модели. Желательно провести дополнительные исследования модели на большем количестве клинических данных, с целью окончательного подтверждения её надежности; В автореферате недостаточно освещены механизмы адаптации модели к индивидуальным особенностям конкретного пациента; некоторые этапы исследования могли бы быть подкреплены дополнительными аргументами относительно преимуществ выбранной методологии перед альтернативными подходами; в работе стоило бы рассмотреть экономическую составляющую проекта, оценить потенциальную выгоду от использования модели для целей диагностики и терапии; было бы

полезно включить графики и диаграммы, демонстрирующие, как меняется динамика гемодинамических параметров в разные периоды роста ребенка; желательно привести предварительную оценку экономических затрат на реализацию предлагаемой системы в клиниках разного уровня оснащённости; фраза «0D-мерная математическая модель» в целом неудачна, так как английская буква «D» сокращает слово «Dimension», в дословном переводе уже обозначающее «измерение, мера».

Все отзывы **положительные** и содержат вывод о том, что диссертационная работа соответствует актуальным на момент написания отзыва требованиям (согласно п. 9 — 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым Высшей аттестационной комиссией к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Дмитрий* Евгеньевич Судаков заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в соответствующей области наук и наличием тематических публикаций, что позволяет им компетентно определить теоретическую и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика, основанная на математической модели сердечно-сосудистой системы с включенным в нее блоком, характеризующим дефект межжелудочковой перегородки, в которой использовано совокупное применение методов вычислительной гемодинамики и физиологических законов сердца, позволившая выявить качественно новые закономерности исследуемого явления;

предложена оригинальная научная идея, основанная на закономерности экспоненциального изменения параметров сердечно-сосудистой системы в процессе роста и развития ребенка;

введено новое понятие многомасштабной по времени математической модели гемодинамики ребенка;

доказана перспективность использования алгоритма прогнозирования критического состояния ребенка с использованием многомасштабной по времени модели гемодинамики.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложен и развит новый подход к моделированию сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным пороком сердца, с учетом развития детского организма;

использованы методы математического моделирования, вычислительной гемодинамики, обработки экспериментальных данных, аппроксимации, визуализации результатов моделирования, системного анализа, объектно-ориентированного программирования;

изложены положения теории кровообращения, функциональные закономерности работы сердца: закон Франка—Старлинга, гомеометрические и гетерометрические соотношения;

изучено поведение сердечно-сосудистой систем у детей различных возрастных категорий и выявлены параметры, на основании которых можно определить момент возникновения критического состояния;

проведена модернизация математической модели гемодинамики для детей с врожденным пороком сердца, обеспечившая получение новых результатов для ребенка с дефектом межжелудочковой перегородки.

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

разработана и внедрена математическая модель сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным дефектом межжелудочковой перегородки, с возможностью расчета изменения параметров гемодинамики в процессе роста и

развития ребенка в профильную деятельность ООО «Биомедтех» при разработке диагностического оборудования для кардиологических больных в палатах интенсивной терапии; метод персонализации модели сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным дефектом межжелудочковой перегородки внедрен в профильную деятельность ООО «Медтехника» при разработке программного обеспечения и систем поддержки принятия врачебных решений; выявленные особенности изменения параметров сердечно-сосудистой системы ребенка используются ООО «Доступная диагностика» при оценке состояния кардиологических больных; результаты используются ФГБОУ ВО «ТГТУ» в процессе обучения бакалавров направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» и магистров направления подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» при проведении практических занятий и лабораторных работ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования на примере решения задачи персонализации модели с определением схемы точек приложения неинвазивных измерений функций состояния сердечно-сосудистой системы ребенка с использованием сертифицированного оборудования: пневматических тонометров, ультразвуковых аппаратов, магнитно-резонансного томографа;

теория основывается на имитационном моделировании и согласуется с известными опубликованными теоретическими и практическими результатами по теме диссертации и построена на данных, полученных в процессе экспериментальных исследований;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта моделирования сердечно-сосудистой системы ребенка и врожденных пороков сердца;

использованы результаты сравнения известных данных других авторов и статистических служб по рассматриваемой тематике (при выборе объекта исследования и описании предметной области исследования) с полученными в

процессе исследования значениями функций и свойств сердечно-сосудистой системы ребенка с пороком сердца;

установлена непротиворечивость авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках в области математического моделирования сердечно-сосудистой системы ребенка;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, известные положения теории вычислительной гемодинамики, математического моделирования и оптимизации.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах выполнения диссертационной работы: в теоретическом анализе материала по теме исследования, в математическом моделировании сердечно-сосудистой системы ребенка с врожденным пороком сердца, в разработке метода расчета параметров сердечно-сосудистой системы организма ребенка, позволяющего оценивать изменения параметров в процессе роста и развития организма, в разработке алгоритма, позволяющего прогнозировать критические состояния ребенка, в разработке системы поддержки принятия врачебных решений при диагностике и терапии детей с врожденными пороками сердца, позволяющей реализовать возможности предложенной математической модели гемодинамики в практической медицине.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: недостаточно обосновано применение экспоненциальных закономерностей для расчета изменения параметров организма ребенка с возрастом, недостаточно детально проведена оценка адекватности модели.

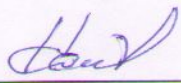
Соискатель Судаков Дмитрий Евгеньевич ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, с частью замечаний согласился и часть развернуто пояснил.

На заседании от 20.06.2025 года диссертационный совет принял решение присудить Судакову Д.Е. ученую степень кандидата технических

наук за решение актуальной научной задачи разработки системы поддержки принятия врачебных решений для оценки сердечно-сосудистой системы с врожденным пороком сердца и прогнозирования изменения ее параметров от возраста, и реализации на ее основе методики определения времени возникновения критического состояния больного, имеющее важное социально-экономическое значение.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 докторов наук по научной специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета проголосовали: за — 15 , против — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Председатель
диссертационного совета,
д.т.н., профессор

 /Кошелев Виталий Иванович/

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д.т.н., доцент



 /Овечкин Геннадий Владимирович/

20.06.2025 г.