

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.120.01,

созданного на базе

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт системного программирования им. В.П. Иванникова

Российской академии наук

Министерства науки и высшего образования РФ

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09 октября 2025 года № 2025/24

О присуждении Новикову Роману Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы машинного обучения по спектрам кардиологических данных для проблемно-ориентированных цифровых продуктов» по специальности 2.3.5 – «математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 14 февраля 2025, протокол № 2025/06 диссертационным советом 24.1.120.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук (ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования РФ; адрес: 109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, дом 25), создан Приказом Минобрнауки России о советах по защите докторских и кандидатских диссертаций от 2 ноября 2012 г. № 714/нк.

Соискатель Новиков Роман Сергеевич, 1994 года рождения.

В 2018 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». В 2022 году окончил аспирантуру Федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Работает старшим научным сотрудником в Закрытом акционерном обществе «ЕС-лизинг» (ОКОГУ: 4210014 — Организации, учрежденные юридическими лицами или гражданами, или юридическими лицами и гражданами совместно).

Диссертация выполнена в отделе математической кардиологии Закрытого акционерного общества «ЕС-лизинг» (ОКОГУ: 4210014 — Организации, учрежденные юридическими лицами или гражданами, или юридическими лицами и гражданами совместно).

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор, Позин Борис Аронович, Закрытое акционерное общество «ЕС-лизинг», технический директор.

Официальные оппоненты:

1. Кознов Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет, профессор,
2. Евтушенко Геннадий Сергеевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт - Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, главный научный сотрудник,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (г. Москва) в своем положительном заключении, подписанном Будзко Владимиром Игоревичем, доктором технических наук, главным научным сотрудником Отдела 63 «Методы и программные средства накопления и обработки данных», указала, что диссертационная работа

выполнена на достаточно высоком уровне и является законченным научным исследованием.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 3 работы, а также 2 патента РФ на изобретение.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Березин А.А., Новиков Р.С., Новопашин М.А., Позин Б.А., Шмид А.В. Применение метода неинвазивного оценивания нарушений углеводного обмена при скрининге населения. Труды Института системного программирования РАН. – 2020. – Т. 32, № 5. – С. 121-130.
2. Бусенков А.А., Холодов Э.А., Новиков Р.С., Позин Б.А. Подход к отображению данных для пользователей телемедицинских систем раннего обнаружения заболеваний по ЭКГ. Труды Института системного программирования РАН. – 2022. – Т. 34, №2: – С. 201-208.
3. Новиков Р. С., Новопашин М. А., Позин Б. А. Применение имитационного моделирования недостающей выборки для создания модели классификации по трем и более классам на примере задачи обнаружения степени нарушения углеводного обмена. Программная инженерия. – 2025. – Т. 32, № 6. – С. 280—291.
4. Компьютеризированный способ неинвазивного выявления нарушений углеводного обмена по электрокардиограмме: Пат. 2728869 Рос. Федерация. МПК A61B 5/0402, G06F 17/14, G16H 50/20, G16H 50/70 / А.В. Шмид, А.А. Березин, М.А. Новопашин, Р.С. Новиков, Б.А. Позин, А.М. Мкртумян, Т.Н. Маркова № 2019127394; заявл. 30.08.2019; опубл. 31.07.2020, Бюл. № 22
5. Компьютеризированный способ неинвазивного выявления нарушений углеводного обмена по вариабельности сердечного ритма и носимое автономное устройство для его реализации: Пат. 2751817 Рос. Федерация. МПК A61B 5/024, A61B 5/0295, A61B 5/346, A61B 5/1455, G06F 17/14, G16H 50/20, G16H 50/70 / А.В. Шмид, М.А. Новопашин, А.А. Березин, Р.С. Новиков,

А.М. Мкртумян, Б.А. Позин, № 2020128752, заявл. 31.08.2020; опубл. 19.07.2021 Бюл. № 20

В работе [1] автором представлено описание процесса проведения неинвазивного удаленного скрининга по кардиологическим данным с использованием моделей классификации, построенных по предложенным методам, и сравнение с рекомендованными процессами проведения скрининга (скрининговыми тестами). В работе [2] автором представлена реализация ролевой модели пациента и личного кабинета пациента разработанной телемедицинской системы дистанционного мониторинга. В работе [3] автором предложен алгоритм построения модели порядковой классификации, продемонстрированный на задаче раннего выявления предиабета и сахарного диабета 2 типа по серии ЭКГ. В патентах [4; 5] отражен вклад автора в создание моделей выявления кардиопризнаков нарушений углеводного обмена по спектрам кардиологических данных.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в сфере исследований, соответствующей теме диссертации, и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан и реализован метод построения моделей бинарной классификации объектов для телемедицинских систем дистанционного мониторинга кардиологических данных на основе машинного обучения при помощи анализа амплитудно-частотных спектров (Фурье-спектров) кардиологических данных;
- разработан и реализован метод построения моделей порядковой классификации объектов при помощи имитационного моделирования выборки по результатам работы бинарного классификатора кардиологических данных;

- предложена методика формирования выборки данных для создания моделей классификации по спектрам кардиологических данных;
- предложена архитектура фреймворка для разработки программных модулей классификации в качестве проблемно-ориентированных цифровых продуктов для телемедицинских систем дистанционного мониторинга кардиологических данных. По предложенной архитектуре реализован специализированный фреймворк на основе программной платформы Peraspera Cardio разработки ЗАО «ЕС-лизинг»;
- при помощи реализованного фреймворка для разработки моделей классификации разработаны программные модули выявления кардиопризнаков нарушений углеводного обмена (НУО) по Фурье-спектрам кардиологических данных и модель выявления подозрения на НУО по серии Фурье-спектров кардиологических данных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов машинного обучения, включая методы обработки спектральных данных и алгоритмы классификации, что позволило получить новые научные результаты в области разработки телемедицинских систем;
- проведена модернизация существующих подходов к построению моделей машинного обучения на основе кардиологических данных путем интеграции спектрального анализа и специализированного фреймворка, что обеспечивает получение новых результатов в области телемедицинских систем дистанционного мониторинга кардиологических данных.

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

- разработаны и внедрены в практическую деятельность организации ООО «КардиоАрм», а именно в процесс разработки телемедицинской системы, методы построения моделей классификации по спектрам кардиологических данных в виде программных модулей.
- определены перспективы практического использования результатов исследования в виде разработанной телемедицинской системы

дистанционного мониторинга кардиологических данных в рамках федерального проекта «Здоровье здоровых», позволяющей расширить охват скринингом на нарушения углеводного обмена взрослого населения на 33% (по сравнению с рекомендуемыми тестами анализа крови) за счет обслуживания сельского населения и обеспечить экономию затрат на анализы крови на 61% путем предварительной сортировки пациентов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила.

- Результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением разработанных методов построения моделей классификации и методики формирования выборки данных, подтверждена достоверность разработанных моделей классификации в ходе двух клинических исследований.
- Теория построена на известных проверяемых данных клинических исследований, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.
- Использованы современные методики сбора и обработки кардиологической информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов выборки и измерений объектов выборки, включая анализ Фурье-спектров кардиологических данных.
- При помощи реализованного специализированного фреймворка для разработки моделей классификации разработаны программные модули выявления кардиопризнаков нарушений углеводного обмена (НУО) по спектрам кардиологических данных и модель выявления подозрения на НУО по серии спектров кардиологических данных. Модели машинного обучения, реализованные в этих модулях, защищены патентами: №2728869 (РФ, также подтвержден как патент Японии №7562338) и №2751817 (РФ).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя в получении исходных кардиологических данных и клинических исследованиях, в личном участии в апробации результатов исследования, разработке медицинской системы самостоятельного управления здоровьем за счет скрининга состояния пациента по последовательности

электрокардиограмм сердца первого отведения, выполненных при участии автора, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных лично автором, в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания.

- 1) В работе недостаточно подробно раскрыта новизна предлагаемой методики формирования выборки спектров кардиологических данных. Имело смысл уточнить новизну путем выделения практической направленности на рассматриваемую автором предметную область.
- 2) В диссертационной работе не приведен пример применения разработанных соискателем методов на открытых выборках кардиологических данных для обоснования их полезности вне проведенных при участии автора клинических исследований.
- 3) В тексте диссертации выбор используемых моделей классификации обосновывается требованием к интерпретируемости, однако отсутствуют пояснения, каким образом предлагается осуществлять интерпретацию результатов работы модели бинарной классификации, и примеры интерпретации результатов.
- 4) При описании методики формирования выборки данных автор упомянул, что на исходной ЭКГ необходимо учитывать такие артефакты, как дрейф изолинии и амплитудные выбросы, вызванные потерей контакта электрода. Однако существуют и другие артефакты на ЭКГ, такие как мышечные артефакты и электромагнитные помехи. Имело бы смысл рассмотреть в рамках методики существующие алгоритмы устранения данных артефактов.
- 5) В тексте диссертации представлен сравнительный анализ существующих моделей выявления сахарного диабета второго типа по параметрам вариабельности сердечного ритма по публикациям лишь до 2019 года.

6) В качестве практического результата работы автор приводит реализованную медицинскую систему самостоятельного управления здоровьем за счет скрининга состояния пациента по последовательности ЭКГ. Однако, учитывая, что внедрение данной системы ведется в рамках одного из федеральных проектов, в тексте работы было бы целесообразно указать технические характеристики, а также выполнить анализ вклада предложенной технологии в разработку данной системы (на сколько удалось повысить эффективность разработки, на сколько повысилась эффективность целевой системы и пр.).

Соискатель Новиков Роман Сергеевич согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 09 октября 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие важное значение для развития методов машинного обучения для обработки данных в цифровой медицине, присудить Новикову Р. С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 1.

Заместитель председателя диссертационного совета,
профессор,
доктор физико-математических наук

Петренко А. К.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Турдаков Д. Ю.

09 октября 2025 года