

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.038.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАЛТИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ»

ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 июня 2025 г. № 15

О присуждении Акопян Белле Кареновне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 23 апреля 2025 года, протокол № 10 объединенным диссертационным советом 99.2.038.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 44/нк от 30 января 2017 года.

Соискатель Акопян Белла Кареновна, 15 декабря 1997 года рождения, работает старшим преподавателем кафедры прикладной информатики в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2020 году соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» с присвоением квалификации магистра по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника». В 2024 году окончила освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертация выполнена на кафедре прикладной информатики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Татарникова Татьяна Михайловна, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», институт информационных технологий и программирования, директор.

Оппоненты: 1. Маколкина Мария Александровна, доктор технических наук, доцент, основное место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра инфокоммуникационных систем, заведующий кафедрой; 2. Анисимов Алексей Андреевич, кандидат технических наук, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра биотехнических систем, доцент, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Зегждой Дмитрием Петровичем, членом-корреспондентом РАН, профессором РАН, доктором технических наук, профессором, директором института компьютерных наук и кибербезопасности, утвержденном Фоминым Юрием Владимировичем, кандидатом физико-математических наук, проректором по научной работе, указала, что диссертация «Модели и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи разработки моделей и алгоритмов, обеспечивающих качественную автоматизированную экспресс-диагностику состояния сердечно-сосудистой системы обследуемых с заданными состояниями сердечного ритма (нормальный ритм, желудочковая экстрасистолия, предсердная экстрасистолия) с применением электронных вычислительных устройств. Основные научные результаты, представленные в диссертации, обладают необходимой научной новизной, достоверны, обоснованы, апробированы на научных конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня, рекомендованного ВАК РФ. Диссертация «Модели

и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии» соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пп. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842. Автор диссертационной работы Акопян Белла Кареновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика..

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 3, в том числе 3 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 1 работу в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования (МБЦ); 2 результата интеллектуальной деятельности; 12 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 6 работ опубликованы соискателем без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной деятельности) составляет 5,1 печ.л. из общего количества 7,77 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Акопян, Б.К. Пространство информативных признаков для классификации эпизодов нарушения сердечного ритма /Акопян Б. К., Татарникова Т. М. // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2024. – Т. 67, № 12. – С. 1082-1086.

2. Акопян, Б.К. Алгоритм обнаружения опорных точек на цифровой электрокардиограмме в режиме реального времени / Б.К. Акопян // Труды учебных заведений связи. – 2024. – Т. 10, № 6. – С. 46-54.

3. Акопян, Б.К. Классификация эпизодов нарушений сердечного ритма по информативным признакам во временной области электрокардиограммы / Б.К.

Акопян // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2024. – Т. 67, № 4. – С. 305-314.

Результаты интеллектуальной деятельности, которые в соответствии с п. 12.1 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, приравниваются к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации:

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021617425 Российская Федерация. Программа для имитационного моделирования сигнала электрокардиограммы: № 2021616724: заявл. 14.05.2021: опубл. 14.05.2021 / Б.К. Акопян, О.О. Жаринов, А.П. Шепета.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681380 Российская Федерация. Программное средство для обнаружения и классификации аритмий по сигналу электрокардиограммы: № 2022681363: заявл. 14.11.2022: опубл. 14.11.2022 / Б.К. Акопян, О.О. Жаринов.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ, которые в соответствии с Рекомендацией ВАК приравниваются к публикациям, в которых излагаются основные научные результаты диссертации:

6. Akopyan, B.K. Distribution Law of the Blood Pressure Estimation Based on Sufficient Statistics / B. K. Akopyan, A. P. Shepeta // Wave Electronics and Its Application in Information and Telecommunication Systems. – 2022. – Vol. 5, No. 1. – P. 11-15.

Публикации в других изданиях:

7. Акопян, Б.К. Обзор алгоритмов обработки электрокардиограмм для систем поддержки принятия решения о классификации нарушений сердечного ритма /Б.К. Акопян// Международная научная конференция «Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах» (Санкт-Петербург, 14–22 апреля 2021 г.): сб. докладов / СПб.: Изд-во ГУАП, 2021. С. 7-12.

8. Акопян, Б.К. Обработка результатов биомедицинских измерений с учетом возможного влияния психофизиологических факторов / Б.К. Акопян, А.С. Бугрова // Метрологическое обеспечение инновационных технологий: Сборник

статей V Международного форума, Санкт-Петербург, 02 марта 2023 года / Под редакцией В.В. Окрепилова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2023. – С. 262-263.

9. Акопян, Б. К. Применение методов машинного обучения для классификации эпизодов нарушений сердечного ритма / Б. К. Акопян // Прикладной искусственный интеллект: перспективы и риски: Сборник докладов Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 17 октября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. – С. 215-217.

10. Акопян, Б.К. Разработка устройства обнаружения электрокардиосигнала, применимого для организации биологической обратной связи / Б. К. Акопян // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах 24: Сборник докладов Четвертой Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 8–15 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. – С. 3-7.

11. Акопян, Б.К. Сравнение инструментария математических пакетов Matlab и Mathcad при их использовании для обработки биомедицинских сигналов / Б.К. Акопян, А.С. Бугрова // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых, Тольятти, 18–20 апреля 2023 года. – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2023. – С. 382-385.

12. Акопян, Б.К. Разработка и исследование показателей качества алгоритма обнаружения и классификации нарушений сердечного ритма / Б.К. Акопян, О.О. Жаринов // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах 22: Сборник докладов Второй Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 11–15 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург:

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. – С. 15-18.

13. Акопян, Б.К. Метод коррекции оценки артериального давления при автоматизированном измерении электронным тонометром / Б.К. Акопян, А.П. Шепета // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы: Материалы XXV Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 30 мая – 03 июня 2022 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. – С. 14-18.

14. Акопян, Б.К. Особенности оценки артериального давления при автоматизированном измерении электронным тонометром / Б.К. Акопян, А.П. Шепета // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах 22: Сборник докладов Второй Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 11–15 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. – С. 19-22.

15. Акопян, Б.К. Микропроцессорный кардиомонитор. Алгоритм обработки сигнала / Б.К. Акопян, А.В. Городецкая, О.О. Жаринов // Научная сессия ГУАП: Сборник докладов научной сессии, посвященной Всемирному дню авиации и космонавтики. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 08–12 апреля 2019 года. Том Часть II. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2019. – С. 243-246.

16. Акопян, Б.К. Разработка компьютерной имитационной модели электрокардиосигнала/ Б.К. Акопян, О.О. Жаринов // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах: Первая Всерос. научная конференция. СПб.: ГУАП, 2020. С. 17-23.

17. Акопян, Б.К. Разработка программного обеспечения для имитационного моделирования сигнала электрокардиограммы/ Б.К. Акопян, О.О. Жаринов // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах: международная науч. конф. СПб.: ГУАП, 2021. С. 13-19.

18. Akopyan, B.K. Development of the automated cardiac rhythm disorders detection and classification algorithm / B.K. Akopyan // Bulletin of the UNESCO Department "Distance education in engineering" of the SUAI – Vol. Issue 7, 2022. – P. 28-31.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Маколкиной М.А.; официального оппонента Анисимова А.А.; ведущей организации СПбПУ; Романовой-Большаковой И.К., д.т.н., доцента, профессора кафедры робототехнических систем и мехатроники ФГАОУ ВО "Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)"; Флегонтова А.В., д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой информационных систем ФГБОУ ВО "Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена", Богатырева В.А., д.т.н., профессора факультета программной инженерии и компьютерной техники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»; Астраханцевой И.А, д.э.н., доцента, проректора по экономике, финансам и цифровой трансформации ФГБОУ ВО "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"; Каретникова В.В., д.т.н., профессора, первого проректора ФГБОУ ВО "Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова", Черныш Н.Ю., к.м.н., доцента кафедры лабораторной медицины с клиникой ФГБУ "НМИЦ им. В.А. Алмазова"; Сергеева Т.В., к.б.н., заведующего лабораторией физиологии биоуправления ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины».

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. Не обоснована необходимость новой методики оценивания артериального давления в условиях вариабельности и нарушений сердечного ритма. Не понятно, как оценивается точность обнаружения опорной точки сердечного сокращения на электрокардиограмме. В автореферате упомянуто, что выборка рассматриваемых классов сбалансирована путем случайного удаления данных, но не указано, сколько данных было удалено и как это повлияло на репрезентативность выборки. Не понятно, как оценивалась валидность математической модели полезного

сигнала электрокардиограммы и модели процедуры измерения артериального давления при заданных состояниях сердечного ритма. Не понятна сложность предложенных алгоритмов и требуемые для их реализации вычислительные ресурсы, то есть, действительно ли алгоритмы можно интегрировать на носимые устройства? Не приведены критерии оценки адекватности математических моделей реальным физиологическим процессам (страница 6). Отсутствует обоснование выбора параметров алгоритма обнаружения опорной точки электрокардиокомплекса на основе цифровой фильтрации (таблица 1, страница 10). Не указано, сколько данных было удалено из первоначальной выборки для балансировки классов и как это повлияло на её репрезентативность (страница 13). В автореферате не указано, насколько результат обнаружения опорной точки электрокардиокомплекса может отклоняться от ее истинного значения, чтобы считаться верно обнаруженным. В автореферате не указано, была ли произведена в работе оптимизация параметров алгоритма на основе методов цифровой фильтрации. В автореферате недостаточно подробно изложены подходы к валидации разработанных математических моделей, не раскрыты методы оценки соответствия моделируемых процессов реальным кардиофизиологическим данным. В разделе, посвящённом сравнительному анализу алгоритмов машинного обучения (таблица 3), отсутствует информация о выборе и настройке гиперпараметров, что ограничивает воспроизводимость и интерпретируемость результатов. Приведена формула (9) для агрегированных показателей пространства признаков классификации электрокардиокомплекса, но не объяснено, как весовые коэффициенты приведенных показателей влияют на точность классификации. Не приведены доверительные интервалы для ключевых показателей эффективности (F-мера, относительные погрешности). Отсутствует детализация вычислительной сложности алгоритмов, представленных в третьей главе, что могло бы упростить их адаптацию для устройств с ограниченными ресурсами. Разработанные автором модели и алгоритмы учитывают возможные влияния вариабельности ритма сердца и экстрасистол на качество измерений. Встаёт вопрос, насколько применимы данные модели при развитии у пациента

нарушений ритма по типу фибрилляции либо трепетания предсердий. Имеются единичные стилистические погрешности.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их достижений в отрасли науки, связанной с тематикой диссертации, наличием у них актуальных публикаций в соответствующей и смежных сферах научных исследований, способностью квалифицированно оценить актуальность, теоретическую значимость и практическую ценность диссертации. Д.т.н., доцент, заведующий кафедрой инфокоммуникационных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» М.А. Маколкина известна своими публикациями в области исследования телемедицинских услуг. К.т.н., доцент кафедры биотехнических систем ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» А.А. Анисимов хорошо известен своими трудами в области разработки программно-аппаратного обеспечения для регистрации и обработки информации в медицинских приборах. Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» зарекомендовала себя достижениями в области внедрения технологий цифровой медицины, принятия решений, методов анализа и обработки информации, в частности силами таких ученых, как Тархов Д.А., Малыхина Г.Ф., Зегжда Д.П.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны математические модели процессов записи электрокардиограммы и измерений артериального давления, сопровождающих процедуру обработки информации при экспресс-диагностике сердечно-сосудистой системы обследуемого;

предложены пространство информативных признаков, алгоритмы обработки информации при определении положения опорных точек

электрокардиокомплекса и классификации электрокардиокомплексов по информативным признакам с возможностью визуализации во время процедуры экспресс-диагностики;

доказана перспективность автоматизированной обработки информации при экспресс-диагностике и принятия решений о состоянии сердечно-сосудистой системы обследуемых с заданными состояниями сердечного ритма (нормальный ритм, желудочковая экстрасистолия, предсердная экстрасистолия) с применением медицинских систем обработки информации;

введена процедура совместной обработки информации при учете сердечного ритма в математической модели информационного сигнала электрокардиограммы и математической модели обработки информации об артериальном давлении, что делает возможным принятие решений о состоянии сердечно-сосудистой системы в условиях, максимально приближенных к реальной экспресс-диагностике.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана применимость моделей и алгоритмического обеспечения электронных вычислительных устройств для обработки информации и автоматизированного принятия решений о состоянии сердечно-сосудистой системы обследуемого в условиях заданных состояний сердечного ритма;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы общие методы системного анализа, математического моделирования, методы анализа данных, положения теории вероятности и математической статистики, теории принятия решений; классификация электрокардиокомплексов выполнялась с применением методов машинного обучения, реализованных на языке программирования Python с необходимыми библиотеками и инструментами;

изложены процессы обработки информации электрокардиограммы и измерения артериального давления, сопровождающие процедуру принятия

решения при экспресс-диагностике состояния сердечно-сосудистой системы обследуемого;

раскрыты основные этапы алгоритма обнаружения опорных точек электрокардиокомплексов и алгоритма классификации состояния нарушения сердечного ритма;

изучены характеристики качества принятия решений при проводимой экспресс-диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии;

проведена модернизация существующего пространства информативных признаков, математических моделей и алгоритмического обеспечения автоматизированного комплекса обработки информации и принятия решений при экспресс-диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены методики, алгоритмы и программные средства в используемые процедуры анализа лаборатории физиологии биоуправления Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт экспериментальной медицины» и в учебный процесс кафедры прикладной информатики ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения"; получены два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, показаны границы применимости предложенных моделей и алгоритмов;

определены перспективы реализации предложенных моделей и алгоритмов на носимых устройствах с целью раннего обнаружения заболеваний сердечно-сосудистой системы обследуемых с нарушениями сердечного ритма;

созданы авторская модель устройства обнаружения опорных точек электрокардиокомплексов, позволяющее осуществить обработку информационного сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) для определения информативных признаков, и программное обеспечение для моделирования

информационного сигнала ЭКГ, позволяющее выполнять генерацию записи ЭКГ на основе предложенных математических моделей, строить график ЭКГ, аддитивно искаженной всеми моделируемыми сигналами помехи и сохранять результаты в файле для последующего применения методов классификации;

представлены методические рекомендации оценивания артериального давления на основе крайних порядковых статистик вариационного ряда малой выборки в условиях вариабельности и нарушений сердечного ритма.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ получена методика оценивания артериального давления в условиях вариабельности и нарушений сердечного ритма;

теория построена на сочетании известных процессов записи электрокардиограммы и измерения артериального давления, сопровождающих процедуру экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы обследуемого и применении алгоритмов определения положения опорных точек электрокардиокомплекса на ЭКГ и их классификации по информативным признакам;

идея базируется на анализе современных возможностей математического аппарата обработки информации, теории принятия решений, практики автоматизированной диагностики сердечно-сосудистой системы обследуемого;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлены сходимость результатов классификации электрокардиокомплексов к реальным классам; сходимость результатов оценивания артериального давления по значениям вариационного ряда малой выборки из трех измерений к оценкам статистического моделирования;

использованы современные методы анализа данных, в том числе методы машинного обучения и статистической обработки информации, а также верифицированные базы данных с размеченными примерами обучения для классификации электрокардиокомплексов.

Личный вклад соискателя состоит в предложенных математических моделях процессов записи электрокардиограммы и измерения артериального давления, сопровождающих процедуру экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы обследуемого; разработанных алгоритмах определения положения опорных точек электрокардиокомплекса на ЭКГ и их классификации по информативным признакам с возможностью визуализации во время процедуры экспресс-диагностики; предложенной методики оценивания артериального давления в условиях вариабельности и нарушений сердечного ритма. С 2019 по 2025 годы соискатель выступала с докладами на научных российских и международных конференциях. Личное участие автора в получении изложенных в диссертации результатов подтверждено наличием единоличных публикаций (6 из 18).

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: в диссертации значительное внимание уделено медицинским вопросам определения состояния сердечно-сосудистой системы человека. Однако глубокое изучение сути диссертации показывает, что она посвящена вопросам обработки информации о периодических сигналах и принятия решения о наличии характерных паттернов состояния исследуемого объекта.

Соискатель Акопян Б.К. в ходе заседания **ответила** на задаваемые ей вопросы, **согласилась с замечаниями** и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Модели и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 5, 7, 12 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

На заседании 25 июня 2025 года объединенный диссертационный совет принял решение присудить Акопян Б.К. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке моделей и алгоритмов, обеспечивающих качественную автоматизированную экспресс-диагностику состояния сердечно-сосудистой системы обследуемых с заданными состояниями сердечного ритма (нормальный ритм, желудочковая экстрасистолия, предсердная экстрасистолия) с применением электронных вычислительных устройств.

При проведении тайного голосования объединенный диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук,



Киричек Руслан Валентинович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

25 июня 2025 г.