

Отзыв официального оппонента

Анисимова Алексея Андреевича на диссертацию Акопян Беллы Кареновны на тему «Модели и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы диссертационной работы Акопян Б.К. обусловлена необходимостью создания моделей и алгоритмического обеспечения для цифровых вычислительных устройств, применяемых в экспресс-диагностике состояния сердечно-сосудистой системы обследуемых с нарушениями сердечного ритма. Ключевой особенностью клинической экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) является анализ электрокардиограммы (ЭКГ) и оценка артериального давления путем неинвазивного измерения с применением цифровых вычислительных устройств в силу их информативности, доступности и безопасности.

Несмотря на продолжительную историю исследования в данной области, сохраняются научно-практические проблемы, ограничивающие эффективность существующих подходов, к которым относятся ограниченная точность автоматизированных систем при диагностике пациентов с аритмиями и недостаточный учёт взаимосвязи статистических параметров сердечного ритма с результатами измерения артериального давления. Эти факторы актуализируют задачу разработки математических моделей и специализированного алгоритмического обеспечения для цифровых диагностических устройств с целью оперативной и точной клинической интерпретации данных. Решению этой задачи посвящена диссертационная работа Акопян Б.К.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Все положения, выносимые на защиту, достаточно обоснованы и получили широкую апробацию на международных и российских конференциях. Достоверность полученных теоретических и экспериментальных результатов обеспечивается применением современных средств и методик исследований, теоретических и общенаучных методов системного анализа, управления и обработки информации, статистики.

Апробация результатов диссертационного исследования

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на: Международной научной конференции «Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах» (г. Санкт-Петербург, 2020-2022, 2024); XXV Международной научной конференции «Волновая электроника и инфокоммуникационные системы» (г. Санкт-Петербург, 2022); V Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий» (г. Санкт-Петербург, 2023); IX Международной научно-практической конференции молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук» (г. Тольятти, 2023); Международной научной конференции «Прикладной искусственный интеллект» (г. Санкт-Петербург, 2024). По результатам исследования в 2023 г. получен грант Комитета по науке и высшей школе для аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга. В 2024 г. работа, реализованная по результатам исследования, стала победителем конкурсного отбора Комитета по науке и высшей школе на право получения в 2024 г. субсидий физическими лицами, являющимися молодыми учеными, молодыми кандидатами наук вузов Санкт-Петербурга. Результаты работы были награждены серебряными медалями XVI и XVII Европейского конкурса на лучшую студенческую научную работу Международного общества автоматизации ISA в 2020 и 2021 гг.

Достоверность и научная новизна результатов диссертационной работы

Достоверность полученных результатов диссертации определяется глубиной анализа объекта исследования, корректной постановкой задачи исследования, применением системного подхода при решении задачи разработки моделей и алгоритмов, обеспечивающих качественную автоматизированную экспресс-диагностику состояния ССС обследуемых с заданными состояниями сердечного ритма с применением электронных вычислительных устройств.

Научная новизна результатов диссертационной работы обусловлена созданием новых моделей и алгоритмов автоматизированной экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека, в частности:

1. Математические модели процессов записи электрокардиограммы и измерения артериального давления, сопровождающих процедуру экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы человека, отличаются от известных учетом влияния состояния сердечного ритма, что позволяет проводить экспресс-диагностику в условиях, близким к реальным.

2. Алгоритмы определения положения опорных точек электрокардиокомплекса на ЭКГ и их классификации по информативным признакам с возможностью визуализации во время процедуры экспресс-диагностики отличаются от известных независимостью качества обнаружения опорных точек от формы ЭКГ, что позволяет выполнять классификацию состояний ЭКГ с высокой достоверностью.

3. Методика оценивания артериального давления в условиях вариабельности и нарушений сердечного ритма отличается от известных применением крайних порядковых статистик на малой выборке, что позволяет повысить точность результатов оценки артериального давления по критерию минимизации абсолютного отклонения результатов оценки от истинного значения.

Теоретическая и практическая ценность работы

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы обусловлена созданием новых моделей и алгоритмов автоматизированной экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека. Практическая ценность диссертационной работы заключается в возможности реализации предложенных моделей и алгоритмов в устройствах экспресс-диагностики с целью оперативного обнаружения заболеваний сердечно-сосудистой системы обследуемых с нарушениями сердечного ритма.

Внедрение результатов диссертационной работы осуществлено в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Институт экспериментальной медицины» в методиках, алгоритмах и программных средствах, разрабатываемых и применяемых в лаборатории физиологии биоуправления для анализа физиологических сигналов функционирования сердечно-сосудистой системы. Также основные научные результаты диссертации используются в учебном процессе на кафедре прикладной информатики Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения в подготовке по направлению «Прикладная информатика» при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Моделирование», «Теория систем и системный анализ».

Публикации по теме диссертации

Автореферат и работы, опубликованные соискателем, дают полное представление о содержании самой диссертации и полученных результатах в процессе проведения исследования. Диссертант опубликовал 18 работ, из которых 3 – статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований и 1 – в изданиях, включенных в международные базы цитирования. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, опубликовано 12 работ в других изданиях и материалах конференций.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертация представлена в виде рукописи и состоит из введения, пяти глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы и четырех приложений. Общий объем работы составляет 130 страниц. Работа содержит 54 рисунка и 14 таблиц. Список литературы включает 93 источника. Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Материал диссертации изложен в логической последовательности, имеет целостность и характеризуется внутренним единством.

Замечания по тексту диссертационной работы

1. Из текста диссертации на стр. 55 недостаточно ясно следует, откуда берется или каким образом определяется значение параметра частоты среза цифрового нерекурсивного фильтра нижних частот, используемого в рамках алгоритма обнаружения опорных точек электрокардиокомплекса на основе цифровой фильтрации.
2. В третьей главе не указан показатель точности определения опорной точки сердечного сокращения: не приведена информация, насколько может отклоняться значение обнаруженной опорной точки от ее истинного положения, чтобы считать ее истинно-обнаруженной. В тексте приведено лишь указание для алгоритма на основе цифровой фильтрации, основанное на параметрах самого алгоритма.
3. В четвертой главе отсутствует обоснование выбора показателя variability, равного 5% от среднего значения длительности RR-интервалов между опорными точками сердечных сокращений.
4. Следовало произвести дополнительную классификацию внутри обозначенных трех классов состояний сердечного ритма, в частности, в рамках градации желудочковой экстрасистолии, что дало бы дополнительную информацию для принятия решений.
5. Имеет место техническая неточность в предоставленных материалах диссертации, допущенная на этапе формирования приложений: в

приложение включены акты внедрения, в которых тема диссертации отличается от настоящей, при этом результаты внедрения полностью совпадают.

Отмеченные недостатки в совокупности не снижают качество проведенного исследования и не влияют на теоретические и практические результаты работы. Работа выполнена на высоком научном уровне и базируется на достаточном количестве экспериментальной проверки результатов. Работа написана научным языком, стиль изложения логичный и доказательный, отражает высокий уровень эрудиции и технической культуры соискателя.

Заключение

Диссертационное исследование является законченной, самостоятельной научно-квалификационной работой, в рамках которой решена научная задача 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.

Положения и выводы, сформулированные в диссертационной работе, достоверны и обоснованы. Результаты диссертационного исследования опубликованы в рецензируемых научных изданиях уровня, соответствующего требованиям ВАК, обладают необходимой новизной, практической значимостью и свидетельствуют о личном вкладе автора в научные исследования по данному направлению. Содержание и основные научные результаты диссертационной работы соответствуют пунктам 5, 7 и 12 паспорта научной специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Автореферат диссертации достаточно полно отражает основное содержание диссертационной работы. По

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что диссертация «Модели и алгоритмическое обеспечение автоматизированного комплекса экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы человека при аритмии» соответствует требованиям п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изм.) и оценивается положительно, а ее автор Акопян Белла Кареновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
доцент кафедры биотехнических систем
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова
(Ленина)»

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Тел. +7(812)234-01-33. Сайт: www.etu.ru. Email: aaanisimov@etu.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮЩЕГО
НАЧАЛЬНИК ОДС
Т.Л. РУСЯКОВ

