

ОТЗЫВ

официального оппонента
доктора технических наук, профессора
Крошилина Александра Викторовича
на диссертацию

Демушкиной Ксении Михайловны

«Методики и алгоритмы обработки цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии для систем поддержки принятия решений»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки)

Актуальность темы. Диссертационная работа посвящена вопросам анализа цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии для систем поддержки принятия решений. На сегодняшний день многие системы поддержки принятия решений работают по принципу «черного ящика», что вызывает недоверие среди пользователей, поскольку этапы принятия решений не доступны для просмотра. Более того, мультимодальность обрабатываемой информации усложняет проектирования систем поддержки принятия решений и интерпретацию результатов.

К наиболее распространенным заболеваниям на настоящий момент относятся заболевания сердечно-сосудистой системы и онкологические заболевания. Для работы с кардиографической информацией требуются алгоритмы, обладающие высокой точностью, возможностью работы в автоматизированном режиме с большими объемами данных, а результаты анализа, в том числе промежуточные, должны быть представлены конечному пользователю в доступном интерпретируемом виде. Для систем поддержки принятия решений, предназначенных для анализа диагностической информации, относящейся к онкологическим заболеваниям молочной железы, требуется возможность обнаружения признаков заболевания в процессе скрининговых обследований. При этом есть запрос на методы диагностики, не связанные с инвазивными воздействиями и лучевой нагрузкой на организм. К таким относительно простым и безопасным методам относится биоимпедансометрия.

В связи с этим, необходимы алгоритмы и методики, которые бы не только повышали точность определения заболеваний, но и обеспечивали визуализацию процесса анализа цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии. Таким образом, тема представленной диссертационной работы является актуальной.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные положения,

выносимые на защиту, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава посвящена обзору и анализу методов и алгоритмов обработки цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии для поддержки принятия решений, рассмотрены существующие методы проектирования систем поддержки принятия решений, выделены их особенности и недостатки. На основе этого сформулированы задачи исследования.

Во второй главе предложена методика анализа цифровых данных электрокардиографии с использованием технологии анализа процессов (Process Mining), представлена авторская модификация алгоритма Пана-Томпкинса для определения R-пика на сигнале ЭКГ, разработан алгоритм трансформации цифровых данных электрокардиографии в журнал событий.

В третьей главе предложена методика анализа цифровых данных биоимпедансометрии для систем поддержки принятия решений с помощью технологии анализа процессов, включающая применение комплексной оценки статистических параметров и метрики Хаусдорфа для оценки отклонений частотных характеристик исследуемого объекта.

В четвертой главе представлена схема взаимодействия разработанных методик, использующих технологии анализа процессов, с системами поддержки принятия решений, а также описаны программные реализации разработанных алгоритмов, результаты тестирования с использованием информации из базы биомедицинских данных PhysioNet.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Новизна исследования и полученных результатов

Наиболее значимые новые научные результаты диссертации состоят в следующем:

- Предложена методика анализа цифровых данных электрокардиографии средствами технологии анализа процессов.
- Модифицирован алгоритм определения R-пика на основе алгоритма Пана-Томпкинса.
- Разработан алгоритм формирования цифровых данных электрокардиографии в виде журнала событий для анализа данных средствами технологии анализа процессов
- Предложена методика анализа данных биоимпедансной спектроскопии на основе комплексной оценки статистических параметров и метрики Хаусдорфа для оценки различия кривых амплитудно-частотных характеристик объекта.

Перечисленные результаты могут использоваться в системах поддержки принятия решений в области кардиологии и онкологии.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Все положения, выносимые на защиту, являются обоснованными и логически увязанными друг с другом.

Выводы и рекомендации, отражающие теоретическое и прикладное значение диссертационной работы, не вызывают сомнений в их достоверности и обоснованности.

Новизна и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждены апробацией на всероссийских и международных научных конференциях.

Полученные результаты подтверждены данными вычислительных экспериментов, а также их сопоставлением с известными из современной научно-технической литературы аналогами.

Значение для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Наиболее практически значимые результаты диссертации состоят в следующем:

- Предложенная методика анализа цифровых данных электрокардиографии, которая позволяет улучшить интерпретируемость процесса анализа за счет представления информации в виде журнала событий и последующей компьютерной обработкой для визуализации процесса анализа.

- Разработанная модификация определения R-пика, основанная на алгоритме Пана-Томпкинса, повышает точность определения пиков на 2% во всех отведениях по сравнению с аналогами.

- Разработанный алгоритм трансформации цифровых данных электрокардиографии в журнал события, позволяет обеспечить анализ данных средствами технологии анализа процессов.

- Предложенная методика анализа цифровых данных биоимпедансометрии на основе комплексной оценки статистических параметров и метрики Хаусдорфа позволяет ранжировать объект по мере увеличения неоднородных включений, что обеспечивает возможность применения биоимпедансометрии в диагностике рака молочной железы.

Сильной стороной диссертации является рассмотрение вопросов применения технологии анализа процессов к биомедицинским данным, использование инструментов технологии анализа процессов в системах поддержки принятия решений, тестирование на открытых база сигналов разработанных алгоритмов.

В результате предложены методики анализа цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии, а также разработаны алгоритмы, обеспечивающие работоспособность предложенных методик. Разработанные алгоритмы и предложенные методики внедрены в ведущих предприятиях города Пензы и образовательном процессе Пензенского государственного университета, Самарского государственного медицинского университета.

Опубликование основных результатов диссертации в научной печати

Основное содержание диссертационной работы отражены в 15 публикациях, из них 5 статей в изданиях, рекомендуемых ВАК при

Минобрнауки России; 2 публикации в изданиях, индексируемых в международной базе данных SCOPUS; 5 публикаций в российских журналах, материалах международных, всероссийских, региональных научно-практических конференций; 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Замечания по содержанию и оформлению

1. В положении на защиту не вынесен алгоритм определения цифровых данных электрокардиографии, хотя в тексте диссертации он подробно рассматривается, тестируется и сравнивается с аналогами.

2. В п.1 научной новизны написано: «Разработана методика анализа цифровых данных электрокардиографии, отличающаяся применением технологии анализа процессов, что позволяет улучшить интерпретируемость процесса», в диссертационной работе не отмечены критерии или способы оценки интерпретируемости процесса.

3. В части основных актов внедрения по теме диссертации автор указывает внедрение от ООО «Максофт» в которой используются методики применения плагинов фреймворка ProM для задач обнаружения уязвимостей в ПО, хотя работа связана с исследованием систем поддержки принятия решений в области медицины.

4. Методика анализа данных биоимпедансометрии не вполне обоснована в части эффективности ее применения при диагностике онкологии на ранних стадиях.

5. В тексте диссертации и автореферата присутствует некоторое количество опечаток и несогласованностей. Например, формула 3.8, где x – это вектор признаков и W – это вектор признаков, не совсем понятно что же является вектором признаков.

Указанные замечания существенно не снижают научной ценности и практической значимости полученных результатов. Оформление соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию и отражает его с достаточной полнотой. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки)

Заключение

Диссертация «Методики и алгоритмы обработки цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии для систем поддержки принятия решений» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача совершенствования методик и алгоритмов обработки информации для систем поддержки принятия решений за счет применения технологии анализа процессов в области обработки цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии.

Диссертация «Методики и алгоритмы обработки цифровых данных электрокардиографии и биоимпедансометрии для систем поддержки принятия

решений» полностью соответствует требованиям пунктам 9-14 действующего положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Демушкина Ксения Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры вычислительной и прикладной математики
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина»

Александр Викторович Крошилин

Дата: 14.11.2025

Адрес: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1

Телефон: 89610094911

e-mail: av_kroshilin@mail.ru

Диссертация доктора технических наук защищена в 2016 году по специальности 05.11.17 Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Подпись профессора А.В. Крошилина заверяю
Проректор по научной работе и инновациям
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина»



М.П.

Гусев Сергей Игоревич