

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор ФГБОУ ВО
«Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых»
к.э.н. доцент Саралидзе А.М.



14.04.2025

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Чыонг Тхи Лан Нхи
«Методы и алгоритмы визуализации электрической активности сердца
в системах электрокардиодиагностики на основе многоканальной
обработки электрокардиосигналов», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.12. - «Приборы, системы и изделия медицинского назначения»**

Актуальность темы.

На сегодняшний день главной причиной смертности по болезни в России остаются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ). Развитие системы помощи больным с ССЗ является одним из приоритетных направлений деятельности современного здравоохранения. Только от снижения смертности от ССЗ следует ожидать увеличения продолжительности жизни населения страны. Основными путями снижения смертности от ССЗ являются профилактика и своевременная диагностика на ранней стадии заболевания. При этом ведущее значение приобретает развитие скрининговых систем электрокардиодиагностики, ориентированных на профилактическое обследование групп населения. Актуальность таких систем усиливается с учетом наличия коморбидных заболеваний, когда ССЗ проявляются в сочетании с другими заболеваниями, включая гипертонию, дыхательно-легочные заболевания и др.

Существующие скрининговые электрокардиодиагностические системы, при всей своей важности, ориентируются на методы классической электрокардиографии и обладают недостаточно высокой чувствительностью при диагностике. Возникает возможность привлечения современных информационных технологий, позволяющих с использованием вычислительных средств, методов моделирования и визуализации

обрабатывать значительные объемы данных, в том числе многоканальные сигналы.

В то же время существующие системы неинвазивной электрокардиодиагностики, ориентированные на представление кардиологам пространственных карт электрической активности сердца (ЭАС) на эпикарде на основе решения обратной задачи электрокардиографии, характеризуются значительной аппаратной затратностью (томография), требуют существенного времени на обследование и не предполагают использования в целях проведения скрининга.

Таким образом тема диссертационной работы Чыонг Тхи Лан Нхи, ориентированной на предоставление кардиологам в визуальной форме пространственно-временных характеристик ЭАС с использованием современных информационных технологий в скрининговых системах электрокардиодиагностики, является актуальной и важной с точки зрения улучшения качества жизни и здоровья населения.

Содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (108 наименований) и приложений. Общий объем составляет 138 страниц основного машинописного текста. Работа содержит 768 рисунков и 9 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, представлена научная новизна результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения о практической ценности работы и результаты внедрения.

В первой главе проведен обзор методов электрокардиодиагностики, используемых в настоящее время, рассмотрены проблемы систем неинвазивной электрокардиодиагностики и предложен подход многоканальной обработки электрокардосигналов для визуализации электрической активности сердца в скрининговой системе неинвазивной электрокардиодиагностики.

Во второй главе рассмотрены основные этапы предобработки многоканальных электрокардосигналов (ЭКС), включая переход от зарегистрированных ЭКС в местах расположения электродов к потенциалам на поверхности торса. Представлен алгоритм для определения положения вершин зубцов и границ сегментов выбранного кардиоцикла. Предложен алгоритм привязки моделей поверхности сердца к системе координат торса.

В третьей главе предложены 2 варианта визуализации карт электрического потенциала на эпикарде: 2D карты на плоской развертке поверхности сферического квазиэпикарда и 3D карты для объемного отображения на реалистической модели триангуляционной поверхности эпикарда. Рассмотрены алгоритмы визуализации, проведено сравнение способов визуализации. Для удобства визуализации предложен поворот 2D карты потенциала в направлении электрической оси сердца.

В четвертой главе рассмотрены вопросы реализации неинвазивной скрининговой электрокардиологической системы на основе визуализации электрической активности на поверхности сердца. Предложены разные режимы визуализации и способы отображения карт. Представлено программное обеспечение, разработано меню выбора режима обследования для АРМ врача-кардиолога. Проведен анализ ресурсоемкости и временных затрат на обследование, а также устойчивости результатов картирования. Предложена предварительная оценка диагностической значимости получаемых карт потенциала.

В заключении представлены основные научные и практические результаты исследований, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Приложение содержит документы, подтверждающие практическое применение результатов диссертационной работы.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций. В диссертации Чыонг Тхи Лан Нхи можно отметить новые научные результаты:

1. Предложен алгоритм предобработки многоканальных электрокардиосигналов (ЭКС), обеспечивающий синхронизацию при параллельной регистрации ЭКС, отбраковку и сегментацию ЭКС на выбранном кардиоцикле.
2. Предложен метод реконструкции карт потенциала на поверхности эпикарда (КППЭ), отличающийся привязкой геометрических моделей поверхности сердца к системе координат торса на основе обработки многоканальных ЭКС.
3. Предложены методы визуализации КППЭ, отличающиеся совместным использованием 2D карт на плоской развертке поверхности квазиэпикарда и 3D карт для триангуляционной реалистической модели эпикарда, и повышением удобства наблюдения за счет поворота 2D карт в направлении электрической оси сердца.
4. Разработано программное обеспечение для компьютерной обработки многоканальных ЭКС в скрининговой системе электрокардиодиагностики, отличающееся организацией режимов архивирования, обработки и синхронизации при визуализации КППЭ.
5. Разработана методика исследования работоспособности алгоритмического и программного обеспечения, а также контроль согласованности карт потенциала, учет временных затрат и затрат памяти сердца, использовались также подходы и методы, справедливость которых общепризнана. Допустимость научных и практических рекомендаций подтверждается результатами медицинских исследований в условиях лечебных учреждений лечебных учреждений, наличием актов об использовании результатов диссертационной работы.

По материалам диссертации опубликовано 26 печатных работ, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобразования РФ, 5 публикаций в изданиях, индексируемых Scopus, Web of Science. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Основные результаты докладывались на 14 международных научно-технических конгрессах, симпозиумах и конференциях.

Замечания по диссертационной работе.

1. Этапы работы информационной скрининговой системы электрокардиодиагностики, показанные на рисунке 1.6, прокомментированы и обоснованы недостаточно подробно.
 2. В разделе 2.3.3. рассмотрен алгоритм привязки геометрической модели эпикарда к системе координат торса, а также представлены результаты привязки во фронтальной проекции на флюорограмме. Однако остается неясным вопрос об адекватности привязки в сагиттальной проекции.
 3. На рисунке 4.5 показан вид окна интерфейса для врача –кардиолога на этапе визуализации. При этом неясно, как задается угол наблюдения 3D карты при объемной визуализации поверхности эпикарда.
 4. 4. Раздел 4.6.3, посвященный предварительной оценке диагностической значимости карт потенциала, представляет заметный практический интерес. Однако этот раздел изложен недостаточно подробно.
- Следует отметить, что приведенные замечания не носят принципиального характера и не снижают научной и практической значимости проведенных исследований

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Чыонг Тхи Лан Нхи «Методы и алгоритмы визуализации электрической активности сердца в системах электрокардиодиагностики на основе многоканальной обработки электрокардиосигналов» является законченной научно-исследовательской работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические, технологические решения и разработки в области многоканальной обработки электрокардиосигналов.

Диссертация отвечает критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (ред. от 25.01.2024г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12.- «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Отзыв обсужден и утвержден на научном семинаре кафедры «Электроники, приборостроения и биотехнических систем» (ЭПБС) ВлГУ 10.04.2025 г. протокол № 7. На совете присутствовало 2 доктора технических наук и 3 кандидата технических наук.

Профессор кафедры
«Электроники, приборостроения
и биотехнических систем»,
доктор технических наук,
профессор,
Заслуженный работник ВО РФ

Сушкова Людмила Тихоновна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Адрес: 600000, Россия, Центральный Федеральный округ, Владимирская область, г. Владимир, ул. Горького, дом № 87.
Телефон: +7 (4922) 47-96-06

Подпись д.т.н., проф, Сушковой Л.Т. удостоверяю:

ученый секретарь ВлГУ



С отзывом ознакомлена 23.04.2025

Л.Т. Чижикова Тхи Сан Нхи.