

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Савостиной Галины Владимировны на тему «Разработка методов цифровой обработки и интеллектуального анализа электрокардиографических сигналов для инфокоммуникационной системы диагностики», представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.

В настоящее время радиотехнические методы цифровой обработки и анализа сигналов стали неотъемлемой частью биомедицинских технических систем. В частности, на их основе решается широкий круг задач, начиная от регистрации биоэлектрических сигналов и их предварительной обработки и до выделения из большого объема информации верных информативных признаков и их интерпретации. В таких условиях большое значение приобретает всестороннее исследование результативности существующих методов обработки и автоматического анализа электрофизиологических сигналов, поскольку данные сигналы несут важную диагностическую информацию о здоровье человека.

Можно утверждать, что стремительное развитие информационно-телекоммуникационных технологий открывает новые возможности по дальнейшему совершенствованию средств автоматического анализа электрокардиосигналов (ЭКС). Одновременно с этим, рост числа сердечно-сосудистых заболеваний актуализирует потребность в более совершенной исследовательской аппаратуре, базирующейся на интеллектуальных методах анализа. Кроме того, применение современных интегральных схем и сигнальных процессоров требует разработки новых методов цифровой обработки сигналов для проведения объективного анализа регистрируемых данных.

На основании этого становится очевидным актуальность и обоснованность темы представленного диссертационного исследования. Данная работа соответствует сформулированным требованиям к современному направлению развития медицинской техники, озвученным в послании Первого Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 10 января 2018 г. «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции».

2. Научные результаты и их обоснованность (пункты 2, 5, 6, «Правил присуждения ученых степеней»).

В результате проведенных исследований в рамках диссертационной работы Савостиной Галиной Владимировной получены следующие результаты.

1. Процесс эффективной цифровой фильтрации ЭКС для подавления комплекса сопутствующих регистрации помех, обеспечивающий совместимость с последующими стадиями автоматической обработки электрокардиографической (ЭКГ) информации.

2. Методика цифровой обработки ЭКС для селекции информативных признаков в ходе предварительной автоматизированной ЭКГ-диагностики.

3. Метод бинарной классификации инфаркта миокарда различной локализации по записям ЭКС в одном отведении.

4. Подход к интеллектуальному анализу ЭКС с применением масштабируемой обучающей базы признаков исследуемых объектов, позволяющий обеспечить интерпретируемость полученных результатов.

5. Аппаратно-программная модель инфокоммуникационной системы предварительной автоматизированной ЭКГ-диагностики.

Представленные результаты отличаются новизной и научной ценностью для выбранной сферы исследований. Все представленные результаты имеют достаточное теоретическое и экспериментальное обоснование, базирующиеся на использовании современных радиотехнических средств анализа информации. Совокупность полученных в работе результатов можно квалифицировать как важное достижение в области развития технических средств автоматического анализа ЭКГ.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Первый результат является обоснованным и достоверным, так как в ходе проведения исследования были предложены информативные критерии и методика оценки качества алгоритмов цифровой фильтрации. На основании результатов статистической обработки экспериментальных данных был разработан эффективный многоступенчатый алгоритм подавления комплекса помех в ЭКС.

Второй результат является достоверным и обоснованным, так как для его реализации использовалось оригинальное сочетание методов цифровой обработки сигналов, базирующихся на положениях теории дискретных сигналов и систем. Данный результат позволяет выделить из ЭКС заданную совокупность информативных признаков.

Обоснованность и достоверность третьего результата подтверждается использованием методов интеллектуального анализа данных на базе хорошо изученного алгоритма машинного обучения К-ближайших соседей, а также высокими значениями правильно подобранных метрических характеристик классификатора.

Применение масштабируемой обучающей базы признаков исследуемых объектов для алгоритма К-ближайших соседей, позволяет оптимизировать классификатор в процессе использования за счет привлечения дополнительных образцов. Данный тип интеллектуального классификатора так же позволяет медицинскому специалисту

интерпретировать полученный результат вероятности классификации. На основании этого можно утверждать об обоснованности и достоверности четвертого результата.

Пятый результат является обоснованным и достоверным, поскольку предлагается аппаратно-программная модель инфокоммуникационной системы предварительной автоматизированной ЭКГ-диагностики, реализованная путем интеграции предложенного подхода к интеллектуальному анализу сигналов и современных телекоммуникационных и вычислительных возможностей систем обработки и передачи информации.

Кроме этого, следует отметить, что обоснованность и достоверность представленных в диссертационной работе научных положений подтверждается апробацией на международных научно-практических конференциях и публикациями в журналах, рекомендованных для изложения результатов диссертационных исследований в Республике Казахстан и за рубежом, а также входящих в базы Web of Science и Scopus.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации.

Первый результат обладает достаточной научной новизной, так как в работе предложен оригинальный последовательный многоступенчатый процесс удаления помех из ЭКС различными методами цифровой обработки, оптимально удовлетворяющий требованиям дальнейшего автоматического анализа сигнала.

Научная новизна второго результата заключается в разработке алгоритма селекции информативных признаков за счет выделения PQRST комплекса ЭКГ.

Третий результат обладает научной новизной, поскольку разработанный интеллектуальный метод бинарной классификации инфаркта миокарда различной локализации по записям ЭКС в одном отведении превосходит по ряду признаков существующие методики автоматического детектирования патологии по одному каналу.

Четвертый и пятый результаты обладают научной новизной, так как предлагается реализовать автоматический интеллектуальный анализ ЭКС на базе быстродействующей распределенной инфокоммуникационной системы, способной аккумулировать интерпретированные результаты классификации в базу данных, ориентированную на использование современных достижений вычислительной техники и номенклатуры радиоэлектронных компонентов.

5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов.

Говоря о практической и теоретической значимости научных результатов данного диссертационного исследования, следует выделить следующие основные моменты.

Во-первых: практическая значимость работы заключается в предложенной концепции построения средств регистрации ЭКГ, обладающих упрощенной структурой фильтро-усилительного тракта за счет использования современных АЦП и выполнения процесса устранения помех в цифровой форме.

Во-вторых: практическая и теоретическая важность работы состоит в выработке автором на основании проведенных экспериментальных исследований рекомендаций по использованию различных методов цифровой фильтрации для устранения помех и артефактов в ЭКС, а так же степени эффективности использования различных фильтров.

В-третьих: предлагаемый в работе подход по использованию машинного обучения для анализа ЭКС с точки зрения поиска заданных патологий позволяет повысить точность и результативность проводимых исследований и реализовывать системы поддержки принятия решений в медицине.

В-четвертых: предлагаемый метод обучения модели классификатора К-ближайших соседей на пополняемой базе анализируемых образцов, интегрированный в распределенную инфокоммуникационную систему, может быть использован для решения сложных задач в условиях ограниченности обучающих данных в других областях исследований.

В подтверждении сказанному в работе представлены акты внедрения результатов исследования в производство, а так же представлен патент на полезную модель.

6. Замечания, предложения по диссертации.

1. При построении классификатора на основе искусственной нейронной сети (ИНС) в подразделе 3.3 работы не описаны алгоритмы ЦОС, используемые для получения информативных признаков ЭКС.

2. В работе нет информации, позволившей бы оценить, как опытный кардиолог справляется с задачей детектирования инфаркта миокарда по данным ЭКС во втором отведении и какова в этом случае вероятность постановки верного диагноза?

3. На рисунке 3.7 нет подписей для приведенных графиков. Из-за этого не очевидно какая ROC- кривая относится к полученной модели нейронной сети.

Однако указанные замечания не снижают высокого качества исследования и не влияют на главные теоретические и практические научные результаты, обозначенные ранее.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней (пункт 5).

Диссертационная работа Савостиной Галины Владимировны на тему «Разработка методов цифровой обработки и интеллектуального анализа электрокардиографических сигналов для инфокоммуникационной системы диагностики», представленная на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – Радиотехника, электроника и

телекоммуникации, по степени актуальности рассматриваемой проблемы, степени новизны полученных научных результатов, теоретической и практической значимости соответствует требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК, предъявляемых к докторским диссертациям (PhD), а соискатель заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по данной специальности.

Официальный рецензент:
к.т.н., профессор АУЭС



[Handwritten signature]

Чежимбаева К.С.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Сметангазимова Шермет

ҚЫЗМЕТІ	АТЫ-ЖӨНІ
« 26 »	02 2020ж.