

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. профессор Орлова Игоря Яковлевича на диссертационную работу Аед Валид Мохаммед Ахмед «Развитие методов и алгоритмов обработки и нейросетевого анализа фонокардиосигнала», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Актуальность темы

Анализ биомедицинских сигналов очень часто является сложной задачей для врача или специалиста в области биомедицинских наук, т.к. клинически важная информация в сигнале, как правило, замаскирована шумами и наводками. Поэтому надёжность и состоятельность оценки фонокардиосигнала (ФКС), а также понимание наблюдаемых явлений являются субъективными факторами с точки зрения их интерпретации в зависимости от квалификации, опыта и диагностических возможностей врача-специалиста. Эти факторы определяют потребность не только в более совершенной аппаратуре, но также и в развитии методов объективного анализа сигналов в условиях помех с использованием современных алгоритмов обработки и анализа ФКС, реализуемых на основе современных радиотехнических методов и средств.

В связи с этим диссертационная работа Аед Валид Мохаммед Ахмеда, посвященная решению важной научно-технической задачи совершенствования и развития методов и алгоритмов обработки и нейросетевого анализа фонокардиосигнала, несущего информацию об активности сердца, а также созданию прикладного программного обеспечения реализующего эти методы, является актуальной и практически значимой для медицины.

Целью диссертационного исследования является развитие методов и алгоритмов обработки и нейросетевого анализа ФКГ-сигнала, способствующих повышению достоверности и информативности функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы и расширению возможностей применения фонокардиографических систем.

В диссертационной работе Аед Валид Мохаммед Ахмеда, по существу, представлены решения ряда задач, позволяющих произвести разработку

аппаратно-программных комплексов медицинского назначения, обеспечивающих решение трудно формализуемых задач, при высоком уровне адекватности и обоснованности принимаемых решений.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов.

Предложенный алгоритма идентификации и сегментации основных компонентов ФКС (S1 - систола; S2 - диастола) с учетом его энергетических свойств обоснован, т.к. является развитием известного метода сегментации ФКС.

Разработанная диссертантом методика построения кардиоинтервалограммы (КИГ) на основе ФКГ- сигнала, позволяет анализировать динамические характеристики ритма сердца без параллельной регистрации ЭКГ. Методика базируется на классических методах исследования случайных процессов, что говорит о ее обоснованности.

Автором достаточно убедительно обоснованы методики классификации фонокардиографического сигнала по типу «Норма/Аномалия» на основе применения технологии нейросетевого анализа. Методики базируются на выделении кардиоциклов и исследовании их классическими методами преобразований Фурье и Гильберта.

Диссертантом изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов: Исакова Р.В., Рангайян Р.М., Gerbard D., и др. Список использованной литературы содержит 103 наименования.

Для подтверждения теоретических положений диссертантом проводятся экспериментальные исследования, целью которых является оценка эффективности адаптивной фильтрации, оценка качества методики сегментации.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных экспериментов и научных выводов.

3. Оценка новизны и достоверности

В качестве главных научных результатов диссертантом выдвинуты положения, связанные с разработкой и реализацией

1) Алгоритма идентификации и сегментации основных компонентов ФКС (S1, систола; S2, диастола) с учетом его энергетических свойств;

2) Методики построения кардиоинтервалограмм на основе ФКГ-сигнала, позволяющей анализировать динамические характеристики ритма сердца без параллельной регистрации ЭКГ;

3) Методики классификации фонокардиографического сигнала по типу «Норма/Аномалия» на основе применения технологии нейросетевого анализа.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с данными, полученными ранее, и являются развитием работ Сушковой Л.Т., Исакова Р.В., Аль Хулейди Нашван.

В целом результаты, полученные Аед Валид Мохаммед Ахмед, являются новыми научными знаниями в радиотехнических методах применительно к медицинским исследованиям. Автор использует перспективные информационные технологии, в том числе цифровые, а также нейронные сети, для обработки и распознавания биомедицинских сигналов. Достоверность теоретических исследований базируется на грамотном использовании классических методов представления и преобразования случайных процессов. Достоверность теоретических результатов работы подтверждается экспериментальными данными, полученными автором с использованием современных средств и методик проведения экспериментов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается:

-использованием верифицированных баз данных записей ФКС из архива PhysioNet в процессе экспериментальных исследований для тестирования предложенного алгоритма идентификации и сегментации основных компонентов ФКС, а также при обучении и тестировании разработанных специализированных нейросетевых блоков анализа ФКГ-сигнала на предмет наличия аномалий;

- применением корреляционного анализа кардиоинтервалограмм, полученных на основе ФКГ-сигнала с помощью разработанной диссертантом новой методики (и соответствующего алгоритма), а также на основе ЭКГ-сигнала;

-использованием инструмента ROC-анализа и известных критериев (ошибки I и II рода, точность) для оценки эффективности функционирования разработанной нейросетевой системы классификации ФКГ- сигналов.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, они неоднократно обсуждались на конференциях различного уровня, что подтверждает апробацию научных и практических результатов диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в разработке и реализации:

1) Алгоритма идентификации и сегментации основных компонентов ФКС (S1 - систола; S2 - диастола) с учетом его энергетических свойств, не требующего применения дополнительных (вспомогательных) сигналов;

2) Методики и соответствующего алгоритма построения кардиоинтервалограмм на основе ФКГ- сигнала, что позволяет анализировать динамические характеристики ритма сердца без параллельной регистрации ЭКГ- сигнала и способствует расширению возможностей применения метода фонокардиографии в медицине;

3) Методики классификации фонокардиографического сигнала по типу «Норма/Аномалия» на основе перспективной технологии нейронных сетей. Для обоснования выбора типа структуры и параметров ИНС диссертантом проведены исследования функций активации, количества скрытых слоев и соотношения нейронов в первом и втором слоях. Для обучения и тестирования ИНС выбранного типа многослойный персептрон с сигмоидальными функциями активации также использовалась верифицированная база данных ФКГ-сигналов.

К практической значимости диссертационной работы можно отнести разработанный комплекс программ, обеспечивающий регистрацию, предварительную обработку ФКС, а также построение на основе ФКС ритмограммы сердца с последующим анализом для оценки variability ритма.

Разработанная система обработки ФКГ-сигнала с использованием нейросетевой технологии его анализа и классификации способствует расширению функциональных возможностей фонокардиографии и повышению информативности ранней диагностики работы сердца.

4. Общие замечания по диссертационной работе

1) Представленная на рис.3.4 (стр.65) структурная схема фильтра не является адаптивной, т.к. отсутствует управление фильтра сигналом ошибки (отсутствует управляющий вход). В лучшем случае это перестраиваемый фильтр.

2) Установка пьезодатчика вблизи источника шума (стр.65) методически не верна, т.к. внешние шумы, принимаемые датчиком ФКС, из-за влияния биологической среды могут существенно отличаться от шумов источника. Датчик должен устанавливаться на биологическом объекте.

3) Возникает вопрос по состоятельности исследуемых ФКГ-сигналов. На рис. 3.22 приведены гистограммы и скатерграммы кардиоинтервалограмм, полученных на основе ФКГ-сигналов, для здорового и больного человека. При достаточной статистике гистограмма для здорового человека должна иметь нормальное распределение. А судя по рисунку, разброс значений у больного оказался меньше, чем у здорового. В то же время скатерграммы показывают обратные значения разброса КИГ для здорового и больного человека.

4) Необходимо отметить некоторую путаницу в ссылках на литературу. Так публикации [105] на (стр. 65) вообще нет в списке литературы.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности результатов диссертационной работы.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как решение актуальной задачи по разработке методик и алгоритмов обработки и анализа фонокардиосигнала, имеющей существенное значение для развития радиотехнических устройств медицинского назначения. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Основные результаты работы достаточно полно отражены в публикациях по теме диссертационной работы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Основные научные и практические результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в части п.7 (Разработка перспективных

информационных технологий, в том числе цифровых, с использованием нейронных сетей ...), и п.10 (Разработка радиотехнических устройств для использования их в медицине).

Работа отвечает требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней по постановлению Правительства РФ №842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Аед Валид Мохаммед Ахмед присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Орлов Игорь Яковлевич

доктор технических наук, профессор,

профессор кафедры радиотехники, радиофизического

факультета Нижегородского государственного

университета им. Н.И. Лобачевского



/И.Я. Орлов/

603950 г. Нижний Новгород, пр. Ю. Гагарина, 23

Тел. 4623292.orlov@rf.unn.ru

