

ОТЗЫВ

***официального оппонента на диссертационную работу
Бутусова Андрея Владимировича на тему «Разработка
интеллектуальной системы по диагностике степени тяжести
внебольничной пневмонии на основе нейронечетких моделей
классификаторов», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по научной специальности 2.2.12 -
Приборы, системы и изделия медицинского назначения
(технические науки)***

1. Актуальность темы диссертации

Внебольничная пневмония (ВП) занимает лидирующую позицию в структуре смертности от инфекций нижних дыхательных путей и ассоциируется с высокой заболеваемостью и неблагоприятным прогнозом. Поэтому крайне актуальна своевременная оценка степени тяжести ВП на этапе госпитализации пациента. Развитие цифровой медицины способствует участию пациентов, особенно, находящихся на амбулаторном лечении, в лечебно-диагностическом процессе. При этом часть медико-биологических показателей пациент получает без участия медицинского персонала, и обеспечивает их доставку врачам, используя средства Интернета.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость в повышении качества классификации степени тяжести больных ВП, что может быть реализовано посредством широко используемых в настоящее время систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР).

Таким образом, поиск новых технологий получения и обработки сырых данных и новых компьютерных методов их классификации при интеллектуальной поддержке принятия решений по определению степени тяжести ВП является актуальной и важной для практического здравоохранения задачей.

2. Краткое содержание работы

Диссертационная работа содержит введение, четыре раздела, заключение и список источников из 104 отечественных и 19 зарубежных наименований. Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 51 рисунок и 17 таблиц.

Во введении охарактеризованы актуальность темы диссертации, степень разработанности темы исследования, цель и задачи работы, решение которых необходимо для достижения поставленной цели. Сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методы исследований, основные положения работы, выносимые на защиту, а также степень достоверности и апробация полученных результатов исследования.

В разделе 1 приведен многоаспектный анализ проблемы мониторинга эффективности

лекарственных назначений, моделирования степени тяжести пневмонии. Проведённый анализ показал, что моделям степени тяжести пневмонии с предикторами, получаемыми в процессе дистанционного мониторинга, уделяется не достаточно внимания, что приводит к снижению эффективности разрабатываемых методов и средств, направленных на борьбу с социально значимыми заболеваниями, включая заболевания нижних дыхательных путей.

На основе проведенного анализа сформулирована цель диссертационной работы - повышение качества контроля за процессом лечения и оценки степени тяжести больных внебольничной пневмонией посредством использования нейронечетких моделей классификаторов в системах поддержки принятия врачебных решений в условиях дистанционного мониторинга.

Сформулированы основные задачи, решение которых необходимо для достижения цели:

- выполнить анализ путей создания математических, алгоритмических и технических средств поддержки принятия врачебных решений по оценке степени тяжести состояния больного и контроля эффективности его лечения;
- разработать метод и средства для дистанционного мониторинга функционального состояния пациента в системе поддержки принятия решений при ведении амбулаторных больных;
- разработать гибридный нейросетевой классификатор, предназначенный для классификаторов степени тяжести ВП с учетом риска сопутствующих заболеваний;
- разработать нейронечеткий классификатор, позволяющий моделировать шкалы риска внебольничной пневмонии и осуществлять мониторинг эффективности ее лечения;
- разработать структуру системы поддержки принятия врачебных решений, предназначенной для оценки степени тяжести ВП и мониторинга эффективности ее лечения;
- произвести апробацию предложенных методов и средств классификации и мониторинга степени тяжести больных ВП на репрезентативных контрольных выборках.

Раздел 2 посвящен разработке методов и моделей мониторинга состояния здоровья пациента в процессе терапевтических или реабилитационных мероприятий. С этой целью разработан метод локализации кластеров адаптационного потенциала в пространстве суррогатных маркеров, позволяющий контролировать динамику локализации функционального состояния пациента по кластерам адаптационного потенциала. На примере предикторов, полученных по результатам клинического анализа крови, разработан комплект алгоритмов для компьютерной системы мониторинга эффективности лекарственных назначений по результатам клинического анализа крови. Предложена структура дистанционного мониторинга

функционального состояния пациента, основанная на телекоммуникационной связи врача и пациента посредством интернет-технологий, отличающаяся использованием идеологии интерьера и позволяющая осуществлять оперативное принятие решений по ведению амбулаторных больных. Разработаны конструкции носимых устройств для мониторинга функционального состояния пациента, позволяющие осуществлять дистанционный контроль основных биомедицинских показателей амбулаторного больного.

В разделе 3 соискатель разработал комплект классификаторов, позволяющих мониторировать степень тяжести пневмонии, в том числе, с учетом риска сопутствующих заболеваний. Выполнены анализ релевантных факторов риска на выживаемость больных ВП и анализ факторов риска основных заболеваний, сопутствующих ВП, что позволило построить сегменты факторов риска для классификаторов риска ВП.

Для оценки степени тяжести ВП и определения эффективности плана ее лечения предложена гибридная нейронная сеть, в которой были использованы технологии вероятностных нейронных сетей и нечеткой логики принятия решений. Предложенная структура гибридной нейронной сети, использующей как вероятностные нейронные сети, так и нечеткую логику. Для контроля степени тяжести ВП на основе интернет-технологий разработан нейронечеткий классификатор, основанный на модели логического вывода Мамдани-Ларсена, отличающийся использованием макрослоев, основанных, как на нечетком логическом выводе, так и на моделях полносвязных нейронных сетей прямого распространения. Нейронечеткий классификатор позволяет моделировать шкалы степени тяжести ВП, осуществлять их агрегирование и классифицировать ВП по классам степени тяжести. В среде MATLAB разработан модуль *.fis, моделирующий шкалу степени тяжести пневмонии CURB-65 на основе нейронечеткой сети, построены функции принадлежности и сформированы правила нечеткой продукции модуля.

В разделе 4 разрабатываются основные элементы системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) по классификации состояния системы дыхания с учетом коморбидности, приводятся результаты экспериментальных исследований на репрезентативных контрольных выборках.

Оригинальным является использование в подсистеме СППР трех модулей принятия решений по основному заболеванию и модуля оценки риска коморбидного заболевания, что позволило повысить качество оценки степени тяжести ВП и осуществлять мониторинг эффективности ее плана лечения. Представлены экспериментальные исследования показателей качества нейронечетких классификаторов в СППВР по госпитализации пациентов с ВП. Показано, что использование классификатора риска сопутствующего заболевания в гибридном

нейронечетком классификаторе позволило повысить его качество классификации по сравнению с нейронечетким классификатором, в среднем, на 12%. Проведены исследования модуля контроля эффективности лечения ВП, построенного на шкале PSI. На основе двух групп факторов риска, входящих в эту шкалу, получены две линейных модели динамики риска ВП, по которым построено двумерное кластерное пространство, отражающее эффективность лечения ВП. Апробация модуля мониторинга эффективности лечения ВП осуществлена на пациентах из экспериментальной группы с затяжной ВП.

3. Основные научные результаты, степень их новизны и значимость

1) метод и алгоритм локализации кластеров адаптационного потенциала в интеллектуальных системах мониторинга состояния здоровья пациента, включающий четыре этапа, позволяющий синтезировать решающие модули для систем поддержки принятия врачебных решений по определению степени тяжести заболевания;

2) гибридный нейросетевой классификатор с гибридной нейронной сетью, содержащей три макрослоя, построенных на основе вероятностных и нечетких сетей и осуществляющих агрегации свидетельств за и против выбора данного кластера адаптационного потенциала, позволяющий учитывать риск сопутствующих заболеваний при оценке степени тяжести ВП;

3) нейронечеткий классификатор, основанный на модели нечеткого логического вывода Мамдани-Ларсена, отличающийся использованием макрослоев, основанных, как на нечетком логическом выводе, так и на моделях полносвязных нейронных сетей прямого распространения сигнала, позволяющий моделировать шкалы степени тяжести ВП и строить многомерное кластерное пространство для мониторинга динамики функционального состояния пациента;

4) модуль контроля эффективности лечения внебольничной пневмонии, основанный на шкале PSI, и включающий две группы факторов риска, входящих в эту шкалу, отличающийся наличием двух линейных моделей динамики риска внебольничной пневмонии, по которым построено двумерное кластерное пространство, отражающее процесс эффективности лечения ВП.

4. Обоснование и достоверность основных результатов диссертации

Работа проводилась в рамках приложения теории искусственного интеллекта в СППВР. Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием методов теории биотехнических систем медицинского назначения, нечеткой логики принятия решений, планирования и анализа эксперимента, математического моделирования. Результаты исследований показали их воспроизводимость в различных условиях, а также отсутствие противоречий с аналогичными результатами, полученными

другими авторами. Выводы, сделанные соискателем на основе экспериментальных исследований по использованию гибридных нечетких моделей, согласуются с известными результатами по теме диссертации.

Полученные автором результаты докладывались на 10 международных и всероссийских конференциях, а также на семинарах кафедры биомедицинской инженерии ЮЗГУ.

5. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых методов синтеза гибридных классификаторов медицинских рисков. Разработанные методы, алгоритмы, решающие правила и программное обеспечение составили основу построения СППВР, предназначенной для дистанционного мониторинга функционального состояния пациентов с заболеваниями нижних дыхательных путей. Опытная эксплуатация разработанной СППВР позволяет рекомендовать её для профилактических и реабилитационных мероприятий при амбулаторном наблюдении больных с заболеваниями нижних дыхательных путей.

Работа выполнена в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и в соответствии с научным направлением Юго-Западного государственного университета «Разработка медико-экологических информационных технологий».

Результаты работы внедрены в образовательный процесс Юго-Западного государственного университета при подготовке магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии». Испытания разработок автора, проведенные в Клиническом Научно-Медицинском центре «Авиценна» г. Курска, показали целесообразность их использования в СППВР при оценке функционального состояния системы дыхания.

6. Замечания по работе

1. В первом разделе не дан анализ сопоставимости или согласованности множества используемых шкал по оценке степени тяжести ВП. Не обоснован выбор шкал, на основе которых в третьем разделе строятся модели степени тяжести пневмонии.

2. Важным показателем функционального состояния системы дыхания при ВП является частота дыхания, а в устройстве мониторинга на рисунке 2.13 диссертации нет датчика дыхания.

3. В разделе 3 диссертации недостаточно подробно описаны алгоритмы и процедуры обучения нейронечетких сетей.

4. В подразделе 4.1 при описании структуры СППВР соискатель не раскрыл роль модуля дифференциальной диагностики ВП в представленной концепции реализации СППВР.

5. На рисунке 4 автореферата часть текста не читается из-за мелкого размера шрифта.

6. В автореферате слабо отражены вопросы съема биомедицинских показателей, не представлены схемы алгоритмов анализа (стр.11) и схема системы дистанционного мониторинга.

7. В тексте диссертации и автореферата есть орфографические и пунктуационные ошибки.

Указанные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

7. Общая характеристика работы

В целом диссертационная работа Бутусова Андрея Владимировича хорошо структурирована и производит благоприятное впечатление. Соискателем решена научная задача построения биотехнической системы оценки степени тяжести ВП с использованием гибридных нечетких классификаторов. Работа имеет четкую структуру, иллюстрации выполнены на высоком уровне. Результаты диссертации докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на 10 международных и всероссийских научно-технических конференциях и опубликованы в 14 печатных работах, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Выводы

Диссертация на тему «Разработка интеллектуальной системы по диагностике степени тяжести внебольничной пневмонии на основе нейронечетких моделей классификаторов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, представляет собой актуальный законченный научный труд, который характеризуется научной новизной, практической значимостью, достоверностью и соответствует всем требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – «Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)» и п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г., а Бутусов Андрей Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
профессор кафедры основ радиотехники
Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования НИУ «Московский
энергетический институт»
доктор технических наук, профессор

Тел. +7-960-325-87-51

Адрес: 123308, г. Москва, проспект Маршала Жукова
05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации

Истомина Истомина Татьяна Викторовна



удостоверено

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.И. ПОЛЕВАЯ

08.11.2023