

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу Крикуновой Евгении Владимировны «Методы и средства прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы с учетом защитных механизмов организма», 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**

Согласно данным ВОЗ, около 25% функциональных расстройств в мире обусловлено заболеваниями нервной системы (НС). Одной из важных задач современной медицины является повышение эффективности прогнозирования, ранней и дифференциальной диагностики заболеваний, включая патологии НС. Своевременное и качественное решение этого класса задач позволяет выбирать адекватные схемы профилактики и лечения. В медицине принято текущее состояние здоровья описывать через систему признаков, получаемых в ходе опросов, осмотров, инструментальных и лабораторных методов исследования. В то же время, хорошо известен факт того, что различные индивидуумы по-разному противостоят одним и тем же внутренним и внешним факторам риска (ФР), имея различные по «мощности» функции защиты. На современном этапе развития науки удастся получить лишь частные модели и рекомендации по оценке индивидуальной защиты организма от очень ограниченного и достаточно простого набора ФР. Это делает актуальной проблему поиска таких индикаторов уровня защиты организма (УЗО) и его систем от воздействия внешних ФР, использование которых позволит решать задачи синтеза математических моделей прогнозирования и оценки состояния НС в условиях отсутствия формальных моделей при неполном и нечетком описании объекта исследований.

### **2. Краткое содержание работы**

Диссертационная работа имеет традиционную структуру: введение, четыре раздела, заключение и список литературы. Список литературы состоит из 91

отечественных и 23 зарубежных работ. Работа изложена на 151 странице машинописного текста, содержит 30 рисунков и 12 таблиц.

Во введении охарактеризованы актуальность темы диссертации, степень разработанности темы исследования, цель и задачи работы, решение которых необходимо для достижения сформулированной 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 влияния производственных ФР на появление и развитие заболеваний НС, описана специфика задач прогнозирования и ранней диагностики этих патологий, а также показана целесообразность использования в моделях принятия решений показателей, характеризующих УЗО и его систем. Проведённый автором анализ показал, что в настоящее время в прогнозах состояния здоровья человека недостаточно внимания уделяется роли защитных механизмов человеческого организма, что приводит к снижению эффективности разрабатываемых методов и средств, направленных на борьбу с социально -значимыми заболеваниями, особенно с различными патологиями НС.

На основе проведенных исследований Крикуновой Е.В. сформулирована **цель диссертационной работы** - повышение качества прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы, провоцируемых разнородными экзогенными и эндогенными факторами риска, на основе гибридных нечетких правил принятия решений, учитывающих защитные механизмы организма и его систем.

Сформулированы основные задачи, которых было необходимо решить для достижения данной цели, а именно:

- провести анализ структуры данных и исследуемых классов состояний нервной системы человека, находящегося под воздействием факторов риска, провоцирующих заболевания нервной системы в сочетании с другими факторами, с целью выбора адекватного математического аппарата исследования;

- разработать метод синтеза решающих правил оценки защитных свойств организма на общесистемном уровне;
- разработать метод синтеза гибридных нечетких решающих правил прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы с учетом защитных механизмов организма;
- синтезировать математические модели оценки уровня защиты периферической и центральной нервной систем;
- получить гибридные решающие правила прогнозирования и ранней диагностики заболеваний периферической и центральной нервной систем с учетом действия защитных механизмов организма;
- разработать структуру системы поддержки принятия решений для врачей, ведущих пациентов с заболеваниями нервной системы;
- произвести апробацию предложенных методов и средств на репрезентативных контрольных выборках.

**Раздел 2** посвящен разработке методов и моделей оценки защитных механизмов организма для различных уровней его функционирования. Определён объект исследования и показано, что при решении поставленных в работе задач качество принимаемых решений может быть значительно улучшено, если при синтезе соответствующих математических моделей использовать показатели, дающие адекватную количественную оценку защитных механизмов организма, его систем и органов. На основе анализа структуры данных для решения поставленных в работе задач обосновано применение методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП).

В рамках этой методологии предложен метод синтеза решающих правил оценки защитных свойств организма на общесистемном уровне, отличающийся учетом составляющих, характеризующих различные механизмы формирования защитных барьеров, учитывающий специфику структуры данных и способы их обработки с целью достижения наилучших результатов по качеству и времени принимаемых решений. Разработан метод синтеза гибридных нечетких

решающих правил прогнозирования и ранней диагностики с учетом защитных механизмов организма, возникающих под воздействием вредных производственных, индивидуальных и других ФР, отличающийся тем, что в условиях нечеткого описания разнородных параметров воздействия, учитывая защитные резервы на общесистемном, системном и органном уровнях, позволяет синтезировать гибридные решающие правила, обеспечивающие повышение качества прогнозирования и ранней диагностики исследуемого класса заболеваний.

**В разделе 3** получены математические модели оценки уровня защиты периферической и центральной НС, а также модели прогнозирования и ранней диагностики нервных болезней в условиях действия производственных ФР.

Автором учитываются важность и серьезность последствий, которые могут возникать при «сбоях» в управлении работой сердца со стороны вегетативной НС, поэтому в работе осуществлялся синтез моделей оценки уровня защиты периферической нервной системы (ПНС) в части, касающейся управления сердечным ритмом.

Из множества показателей, характеризующих «надежность» управления сердечным ритмом, на экспертном уровне были выбраны спектральный относительный индекс (SI), показатели активности регуляторных систем (ПАРС) и биологически активных точек (БАТ), «чувствительные» к изменению баланса в системе управления сердечным ритмом (СУСР).

Построение модели оценки уровня защиты центральной нервной системы (ЦНС) осуществлялось на примере уровня защиты когнитивной функции внимания, страдающей у целого ряда операторов информационно насыщенных систем.

Результаты математического моделирования и экспертного оценивания, полученные автором, показали, что уверенность в правильной классификации расстройств свойств внимания превышает уровень 0,9.

**В разделе 4** разрабатываются основные элементы системы поддержки принятия решений (СППР) по анализу состояния периферической и центральной нервных систем с учетом количественных оценок УЗО и его систем, приводятся результаты экспериментальных исследований на репрезентативных контрольных выборках.

Оригинальным элементом СППР, обладающим новизной, является подсистема принятия решений в которую входят модуль оценки уровня защиты; модуль расчета энергетического разбаланса биологически активных точек; модуль принятия решений по характеристикам БАТ; модуль оценки функционального состояния (ФС) и функционального резерва организма; модуль реализации частных решающих правил; модуль продукционных правил принятия решений. Управление состоянием здоровья и ФС обеспечивается подсистемой формирования рекомендаций по коррекции состояния здоровья и ФС.

Для контроля качества «работы» математических моделей прогнозирования и ранней диагностики периферической (СУСР) и центральной (функция внимания) НС был проведен эксперимент. Анализ его результатов показал, что статистические испытания дают результаты, аналогичные результатам математического моделирования и экспертного оценивания, что позволяет рекомендовать полученные результаты для их практического применения.

### **3. Основные научные результаты, степень их новизны и значимость**

1) Метод синтеза решающих правил оценки защитных свойств организма на общесистемном уровне, отличающийся учетом составляющих, характеризующих различные механизмы формирования защитных барьеров, учитывающий специфику структуры данных и способы их обработки, позволяющий синтезировать гетерогенные нечеткие модели количественной оценки уровня защиты целого организма, обеспечивающие улучшение качества оценки состояния здоровья.

2) Метод синтеза гибридных нечетких решающих правил прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы, учитывающий характеристики индивидуальных, вредных производственных, и других факторов риска, отличающийся тем, что в условиях нечеткого описания разнородных параметров воздействия учитывает защитные резервы на общесистемном, системном и органном уровнях, что позволяет синтезировать гибридные решающие правила, обеспечивающие повышение качества прогнозирования и ранней диагностики исследуемого класса заболеваний.

3) Гибридные нечеткие модели прогнозирования и ранней диагностики патологии системы управления сердечным ритмом и когнитивной функции внимания, отличающиеся учетом механизмов защиты организма на различных уровнях, обеспечивающие уверенность в принимаемых решениях не ниже 0,9.

#### **4. Обоснование и достоверность основных результатов диссертации**

Проведенные исследования показали воспроизводимость полученных результатов в различных экспериментальных условиях. Используемые методы согласуются с основными положениями теории нечеткого логического вывода. Полученные результаты согласуются с аналогичными результатами других исследователей.

Работа проводилась в рамках приложения теории искусственного интеллекта в системах поддержки принятия врачебных решений. 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 исследования показали их воспроизводимость в различных условиях, а также отсутствие противоречий с аналогичными результатами, полученными другими исследователями. Выводы, сделанные соискателем на основе экспериментальных исследований по использованию гибридных нечетких моделей для выявления

заболеваний нервной системы, согласуются с известными результатами по теме диссертации.

Полученные диссертантом результаты прошли успешную апробацию на 7 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 нечетких решающих правил прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы. Разработанные методы, алгоритмы, решающие правила и соответствующее программное обеспечение составили основу построения системы поддержки принятия врачебных решений с интерактивным алгоритмом управления, отличающейся тем, что ее база знаний использует иерархические структуры гибридных нечетких моделей, а логика ведения пациентов зависит от уровня защиты организма и комбинированного действия экзогенных и эндогенных факторов риска. Опытная эксплуатация разработанной системы поддержки принятия решений позволяет рекомендовать её для проведения профилактических и реабилитационных мероприятий при ведении больных с заболеваниями нервной системы.

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» и прошли испытания в Клиническом Научно-Медицинском центре «Авиценна» г. Курска. Испытания показали целесообразность их использования в системах поддержки принятия решений при диагностике заболеваний нервной системы.

## 6. Замечания по работе

1. В первом разделе диссертации приведена группа показателей лабораторного анализа, которая используется для оценки уровня защиты организма: иммунорегуляторный коэффициент  $CD4+/CD8+$  (индекс);  $CD4+25+$  Т-лимфоциты, экспрессирующие рецепторы к IL2 (процент от  $CD4+$  Т-клеток); активированные NK-клетки (экспрессирующие HLA-DR-молекулы) (процент от NK-клеток); фенотип NK-клеток  $CD3-16+56-$  (процент). Для этого набора представлены графики функций уровней защиты. Однако в списке литературы отсутствуют ссылки на работы иммунологов с обоснованием этих графиков.

2. На странице 46 диссертации соискатель утверждает: «Вопросы количественной оценка УЗО по отдельным органам и системам, за исключением кардиореспираторной системы, в известной литературе практически не рассматриваются». Однако специалисты считают, что кардиосистема несет информацию об адаптационном потенциале всего организма в целом и его органов и подсистем, в частности. Имеются ряд научных, в том числе диссертационных, работ, обосновывающих это утверждение.

3. Оценку функционального состояния системы управления сердечным ритмом по БАТ осуществляется соискателем по величине электрического разбаланса  $ER_{ccb}$ . Непонятно, почему графики функции принадлежности  $\mu_{ccb}(ER_{ccb})$  на странице 78 диссертации описывается колоколообразной функцией, а на странице 82 графики функции принадлежности  $\mu_{mc}(ER_{mc})$  описывается сигмоидальной функцией.

4. В столбце 2 таблицы 4.1 диссертации целесообразно было бы указывать вместе с функциональным назначением прикладной программы и программный пакет или инструментарий, с помощью которого она разработана.

5. В автореферате отсутствуют ссылки на фамилии ведущих ученых, достижения которых учитывались диссертантом в научных исследованиях.

6. На стр. 13 автореферата говорится, что «Уверенность  $UFP_C$  в появлении и развитии патологии ЦНС (когнитивной функции внимания) определялась



аналогично (16)», однако формула (16) описывает нечеткую модель уровня защиты когнитивной функции внимания UZFV, а не прогностическую модель оценки уверенности в появлении и развитии патологии.

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

Данные недостатки не имеют принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

### **7. Общая характеристика работы**

В целом диссертационная работа Крикуновой Евгении Владимировны хорошо структурирована и производит благоприятное впечатление. Соискателем решена крупная научная задача построения биотехнической системы прогнозирования выявления заболеваний нервной системы с использованием гибридных нечетких решающих правил.

Работа имеет четкую структуру, иллюстрации выполнены на высоком уровне. Результаты диссертации докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на 7 международных и всероссийских научно-технических конференциях и опубликованы в 15 печатных работах, из которых 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, 2 статьи проиндексированы в международной наукометрической базе Scopus, имеется одна монография.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Материалы диссертации и автореферата Крикуновой Евгении Владимировны характеризуют ее как высоко эрудированного специалиста, способного ставить и решать научно-исследовательские задачи, разрабатывать биотехнические комплексы для эффективной диагностики пациентов с заболеваниями нервной системы.

### **Выводы**

Диссертация Крикуновой Евгении Владимировны на тему «Методы и средства прогнозирования и ранней диагностики заболеваний нервной системы с учетом защитных механизмов организма», 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 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 Крикунова Евгения Владимировна заслуживает присуждения ей 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

*А.И.Иг*

Истомина Татьяна Викторовна

20.03.2023г.

*Лорись уростоверею*

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



Адрес: 123308, г. Москва, проспект Маршала Жукова д.8, корпус 2, кв.80  
05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации