

## Развитие методов искусственного интеллекта и обработки данных на примере анализа патологий сетчатки

*Анисимов Д. Н., Астахова Ю. Ю., Вершинин Д. В.,  
Зуева М. В., Колосов О. С., Мамакаева И. Р., Резвыж С. В.,  
Титов Д. А., Хрипков А. В., Цапенко И. В., Шевченко М. В.*  
anisivovdn@mpei.ru

Научная проблема, которой посвящена данная работа, заключается в дальнейшем исследовании и развитии теории нечетких множеств, а также временных рядов при диагностировании сложных плохо определенных (нечетких, неточных) проблемных ситуаций на основе экспертных знаний. В качестве примера рассматриваются способы диагностирования сложных патологий сетчатки.

Отличительной особенностью исследуемой проблемной области является то, что, помимо имеющихся объективных знаний о проблемной ситуации и возможном диагнозе, часто имеющих статистический характер, существенную роль играют также субъективные, эмпирические знания специалистов-экспертов (физиологов), отражающие накопленный ими опыт. В этой связи представляется актуальной организация процесса сбора нечетких экспертных знаний, их анализа и последующей обработки с использованием методов искусственного интеллекта таким образом, чтобы в итоге получить достаточно формализованное описание проблемной ситуации, позволяющее с приемлемой степенью правдоподобия или даже достоверно её диагностировать с целью последующего принятия решения о наиболее предпочтительном лечении.

Для решения поставленной проблемы необходимо исследование и определение набора специфических черт исходной информации для возможности идентификации и диагностики патологий сетчатки. Процесс анализа данных происходит на основе массивов показателей клинических и электроретинографических исследований больных с заболеваниями сетчатки различного генеза, а также знаний экспертов — специалистов-физиологов. Электроретинограмма (ЭРГ) представляет собой графическое отображение изменений биоэлектрической активности нейронов сетчатки в ответ на световое раздражение и зависит от количества здоровых функционирующих нейронов. Каждый из компонентов ЭРГ генерируется различными структурами сетчатки. На основании вариации формы ЭРГ имеется электрофизиологическая классификация ретинальных патологий.

В работе предлагаются два подхода к решению поставленной задачи.

1. Использование оригинальных алгоритмов логического вывода на основе нечетких ситуаций и нечетких соответствий для формализа-

ции экспертных знаний, позволяющих учитывать субъективные знания экспертов-физиологов и наиболее существенные зависимости между наблюдаемыми симптомами.

2. Анализ динамических характеристик сетчатки. При этом используются: оригинальный метод экспоненциальной модуляции для идентификации динамических объектов; известные методы поиска экстремумов функций; методы анализа частотных характеристик ЭРГ.

На данный момент сформирована значительная часть базы данных и базы знаний, которые позволяют ставить в соответствие область предположений (уровень и время экстремумов ЭРГ) и область заключений (предположительных диагнозов).

На основе эмпирических данных составлена структурная модель сетчатки как динамического объекта. Показано, что с высокой степенью достоверности она может быть представлена параллельным соединением звеньев третьего порядка и второго порядка с запаздыванием.

При параметрической идентификации динамических характеристик используются метод экспоненциальной модуляции и метод покоординатного спуска.

Кроме того, при подаче на зрачок периодического сигнала в виде кратковременных всплесков, получены спектры выходного сигнала. Эти данные могут быть весьма информативными. Затруднением в данном случае является неизвестность спектра входного сигнала. Однако, на основании результатов, полученных с помощью вышеизложенных методов, вполне возможно отделить динамические характеристики входного сигнала от характеристик объекта.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 07-01-00-762.

### **Литература**

- [1] *Анисимов Д. Н.* Использование нечеткой логики в системах автоматического управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2001. — № 8. — С. 39–42.
- [2] *Баларев Д. А., Вершинин Д. В., Зуева М. В., Колосов О. С., Цапенко И. В.* Динамическая модель сетчатки глаза для целей диагностики патологий методами искусственного интеллекта // Тр. XVI Международного семинара «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации», Алушта: 2007. — С. 5.