

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНОГО РЕШЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА КРОВИ

*Е.М. Лашкевич<sup>1</sup>, В.М. Бондарик<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт информационных технологий БГУИР*

*ул. Козлова, 28, ИИТ БГУИР, каф. ИСиТ, Минск, Беларусь, тел. +375 29 7773472*

*E-mail: lashkevich.iit@gmail.com*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*ул. П. Бровки, 6, БГУИР, ФНиДО, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 291340013*

*E-mail: bondarik@bsuir.by*

Abstract. Simulation of an expert system for based on the results of a blood test diagnosis is done. The expert system is implemented on artificial neural network. The output of the system is given.

Ежедневно в больницы поступает множество пациентов с различными заболеваниями, каждое из которых вызывает изменения в анализе крови той или иной степени выраженности. Некоторые заболевания способны вызвать значительные нарушения в процессах функционирования организма человека, что может повлечь серьезные последствия для здоровья пациента. Все это обуславливает необходимость быстрого и квалифицированного решения задачи постановки диагноза. Однако, существуют такие проблемы, как нехватка квалифицированных кадров в медицинских учреждениях районного и сельского уровня, вмешательство человеческого фактора (невнимательность к деталям, низкая квалификация) в процесс постановки диагноза. Таким образом, медицина остро нуждается во внедрение в диагностический процесс информационных систем, которые могли бы уменьшить влияние указанных проблем или вовсе преодолеть их.

На сегодняшний день, в связи с интенсивным развитием информационных технологий появилась возможность решения диагностических задач путем создания качественно новых прикладных систем интеллектуального анализа данных – систем принятия врачебных решений, основанных на нейросетевых технологиях. Формирование теории искусственных нейронных сетей предоставило разработчикам таких систем надежный инструмент адекватной формализации задачи диагностики и создания алгоритмов обработки медицинской информации, не требующий для своего использования больших временных и материальных затрат. Способность нейронных сетей обучаться на примерах обеспечивает быстрый поиск скрытых закономерностей и взаимосвязей между большим объемом входных данных (например, параметров анализа крови) и соответствующим диагностическим решением, а также позволяет значительно сократить время, требуемое на обработку анализа крови и последующую постановку диагноза.

Таким образом, нашей целью была разработка экспертной системы диагностики по результатам анализа крови, основанной на искусственной нейронной сети.

При этом были решены следующие частные задачи: разработка архитектуры нейронной сети; определение схемы ее обучения; создание программных компонент, моделирующих нейронные сети произвольной структуры со всей необходимой функциональностью; программная реализация системы.

Построение ИНС выполнялось в несколько шагов:

1. Определение структуры и принципов организации ИНС

Задачей данной нейронной сети является классификация вида заболевания. Узел классификатора был организован в виде *многослойного полносвязного персептрона* – когда входной сигнал распространяется по сети от начального к конечному слою – в силу следующих достоинств: алгоритм работы непараметрический, т.е. не делается никаких

предположений относительно формы распределения вектора входных переменных; алгоритм является адаптивным и простым для реализации, т.е. информация обучения хранится в виде множества синаптических весов.

Структура классификатора включает три слоя:

- *Выходной слой* представлен 4 выходами, которые отвечают за постановку диагноза. Перечень определяемых экспертной системой заболеваний включает в себя: «Гепатит», «Функциональное расстройство кишечника», «Острая респираторная инфекция». Дополнительно добавлен выход для случая «Пациент здоров».

- *Входной слой* сформирован входами в виде показателей общего и биохимического анализов крови. Данные предварительно преобразованы таким образом, чтобы они были обезразмерены и варьировались в пределах  $[0, 1]$  или  $[-1, 1]$  в силу того, что диапазоны значений параметров анализов, определяемых как «норма» и «патология», имеют обычно довольно широкие и несопоставимые друг с другом границы.

В качестве **функции активации нейронов** было решено использовать антисимметричную сигмоидальную функцию активации нейронов:

$$f(x) = -0.5 + \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – параметр наклона функции.

Выбор обусловлен ее способностью ограничивать выходное значение и нелинейностью, за счет чего автоматически контролируется усиление.

## 2. Проектирование программного приложения экспертной системы

Программное приложение структурно организовано в два модуля (рисунок 1): модуль обучения и модуль экспертизы.

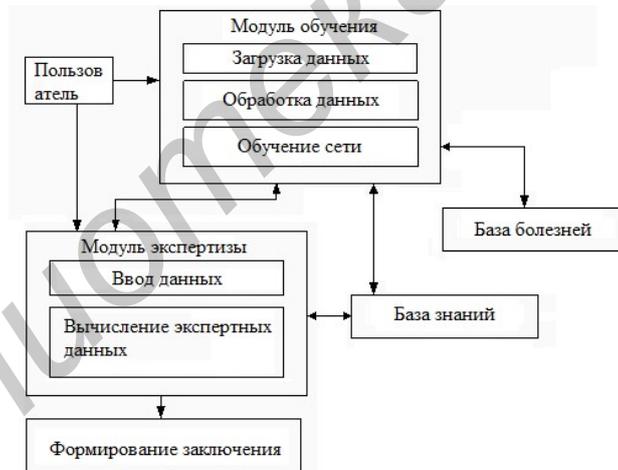


Рисунок 1 – Структурная схема экспертной системы

**Модуль обучения** (схема процесса преведена на рисунке 2) состоит из трех основных подмодулей: загрузка данных; обработка данных; обучение сети.

Прежде, чем приступить к обучению, нужно выполнить загрузку данных, путем ввода показателей с клавиатуры. В случае ввода не корректных данных или в случае частичного заполнения данных приложение выдаст сообщение об ошибке. Данные для обучения программы поставляются путем загрузки базы из csv файла.

**Парадигма обучения** данной сети – **обучение с учителем** – для обучения сети предоставлялся набор обучающих образов в виде: {значения показателей лабораторных анализов крови; диагнозы}. Алгоритмом обучения выбран **метод обратного распространения ошибки**. Критерием обученности сети в данном методе является

значение ошибки. Обучение достигается минимизацией функционала ошибки (фактического отклика персептона к желаемому):

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j,n} (y_j^{(L)}(n) - d_j(n))^2 \quad (2)$$

где  $y_{j,p}^{(L)}$  – реальное выходное состояние нейрона  $j$  выходного слоя  $L$  нейронной сети при подаче на ее входы  $n$ -го образа;  $d_j$  – идеальное (желаемое) выходное состояние этого нейрона.

В режим обучения ИНС вводится инициализацией синаптических весов – присвоением случайных значений, равномерно распределенных в диапазоне  $[-1, 1]$ , то есть с математическим ожиданием приблизительно равным нулю, что позволяет не уйти в режим насыщения и не затормозить обучение.

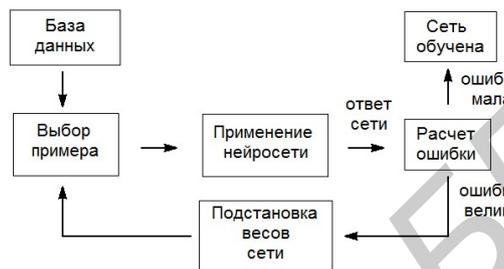


Рисунок 2 – Структурная схема обучения сети

Все образцы подаются в сеть на рассмотрение эпоха за эпохой, пока на протяжении одной эпохи все значения реального вывода для каждого образца не попадут в допустимые рамки. При успешном обучении сети полученные знания сериализуются в файл.

**Модуль экспертизы** состоит всего из двух пунктов: ввод данных; вычисление экспертных данных. Ввод данных осуществляется пользователем посредством клавиатуры. Введенные данные анализируются на корректность, и проходят нормализацию. После ввода данных экспертная система проводит анализ и выдает результат.

**3. Контроль переобучения сети** выполнялась контроль обученности методом кросс-проверки.

**4. Проверка модели на адекватность реальным данным** – контроль правильности классификации – проводился на тестовой выборке для верификации правильности срабатывания решающего правила.

Интерфейс и результат работы экспертной системы приведен на рисунке 3.

WBC	5,1	MCH	29,6	NEUT%	0,452	RDW-CV	0,136
RBC	4,9	MCHC	364	LYM#	2,3	PDW	13,4
HGB	145	PLT	242	MXD#	0,6	MPV	10,1
HCT	0,399	LYM%	0,42	NEUT#	2,1	P-LCR	0,271
MCV	82	MXD%	0,203	RDW-SD	40,9		

Поставить диагноз      Очистить форму

28.05.2015 10:32:02: Добро пожаловать!  
28.05.2015 10:32:09: Анализ завершен. Диагноз: Гепатит - 68%

Рисунок 3 – Тест постановки диагноза «Гепатит»

Небольшие требования к программным и аппаратным средствам позволят использовать данную систему в медицинском учреждении любого уровня. Кроме того, наличие системы самообучения позволит улучшать программу без вмешательства разработчиков.