

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ БИОСЕНСОРНАЯ СИСТЕМА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ КРОВИ. ЧАСТЬ 2

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Многолетние исследования показали, что оптимизационные кластерные методы анализа позволяют решать сложные интеллектуальные задачи в различных научных направлениях. При этом наиболее яркий практический успех методов анализа в многомерном пространстве признаков в настоящее время достигнут при распознавании неявных процессов в медицине в условиях неполной информации, когда единственным источником информации являются биологические составляющие отдельной личности, которые могут включать данные о составе слюны, мочи и в частности анализа крови человека. Кластерные методы анализа прекрасно справляются с решением сложных задач диагностики, в частности, они определяют зависимость между общими, биохимическими параметрами крови и наличием патологии у человека, поскольку любое заболевание приводит к изменению биофизиологических процессов в организме. На основании этих предположений была разработана интеллектуальная программа для биосенсорной системы экспресс-диагностики крови, которая осуществляет распознавание состояния человека на наличие определенных патологий, связанных с заболеванием кожи, сердца, легких, почек, печени, поджелудочной железы, крови, суставов, головного мозга, обмена веществ, а также повреждений внутренних органов в результате травмы, интоксикацией организма, инфекционными заболеваниями и злокачественными новообразованиями. В качестве исходных данных для работы программы служили значения нормированных показателей клинического анализа крови, изменение которых от эталонных пределов сопровождается возникновением определенных заболеваний в организме человека. При этом крайне важным является осуществление ранней стадии диагностики состояния пострадавшего, так как под действием различных факторов клиническая картина анализов может сильно измениться (таблица 1). Поэтому разработанная биосенсорная система диагностики позволяет за считанные секунды провести обработку данных анализов крови больного с вероятностной гарантией обнаружения или отсутствия скрытых форм протекания заболеваний на этапе их возникновения.

Таблица 1— Изменение значений показателей крови у 22-летнего юноши в течение двадцати дней после травматических повреждений внутренних органов

Показатели анализа крови	Нормальные значения показателей крови	Значение до травмы	Значение после травмы
гемоглобин	130-160 г/л	165 г/л	148 г/л
эритроциты	$4,5 - 5 \cdot 10^{12} / \text{л}$	$4,5 \cdot 10^{12} / \text{л}$	$4,3 \cdot 10^{12} / \text{л}$
лейкоциты	$4 - 9 \cdot 10^9 / \text{л}$	$4,1 \cdot 10^9 / \text{л}$	$5 \cdot 10^9 / \text{л}$
тромбоциты	$160 - 390 \cdot 10^9 / \text{л}$	$320 \cdot 10^9 / \text{л}$	$280 \cdot 10^9 / \text{л}$
нейтрофилы палочкоядерные	до 4 %	8 %	5 %
нейтрофилы сегментоядерные	63-67 %	67 %	65 %
лимфоциты	19-37 %	22 %	21 %
моноциты	3-11 %	2 %	6 %
СОЭ	до 8 мм/ч	9 мм/ч	14 мм/ч
общий билирубин	5-21 мк.моль/ л	10,8 мк.моль/ л	13,6 мк.моль/ л
мочевина	1,7-8,3 м. моль/ л	2,9 м. моль/ л	4,1 м. моль/ л
креатинин	44-106 мк.моль/ л	32 мк.моль/ л	48 мк.моль/ л
общий белок	66-87 г/л	64 г/л	67 г/л
альбумин	34-48 г/л	64 г/л	56 г/л
глюкоза	3,05-6,38 м.моль/ л	6,2 м.моль/ л	5,2 м.моль/ л
АсАт	4-38 Е/Л	49 Е/Л	36 Е/Л

Показатели анализа крови	Нормальные значения показателей крови	Значение до травмы	Значение после травмы
АлАт	3-31 Е/Л	30 Е/Л	34 Е/Л
калий	3,84-5,12 м.моль/ л	4,2 м.моль/ л	5,8 м.моль/ л
натрий	130,5-174 м.моль/ л	141 м.моль/ л	147 м.моль/ л

Созданная программа проводит анализ таким образом, чтобы предотвратить возможность системы быть слишком чувствительной к характерным заболеваниям, которых вообще может не наблюдаться у испытуемого, и одновременно с этим на основании точной вероятностной картины распознавания избежать проведения дорогостоящих методов анализа. Поэтому программа может лишь с некоторой достоверностью обнаруживать или нет скрытые формы патологии в данных анализов крови человека.

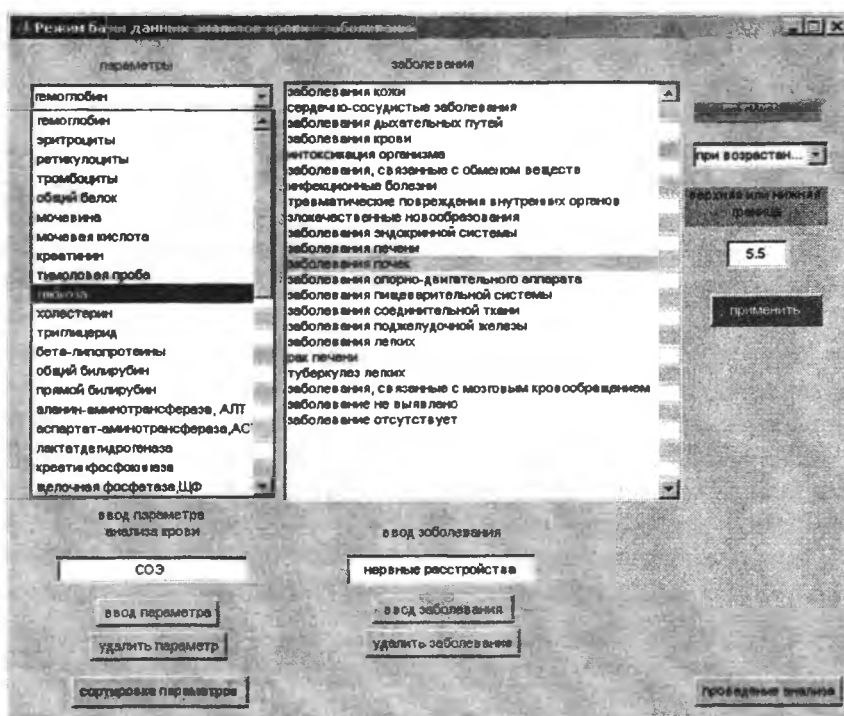


Рис. 1 — Режим заполнения базы данных анализов крови и заболевания

Для внесения данных общего и биохимического анализов крови человека с соответствующими показателями, а также определения характера протекающего заболевания в организме был разработан модуль, позволяющий осуществлять работу с базой данных анализов крови и ее признаками (рис. 1). При заполнении базы данных нужно лишь указывать показатель и соответствующую болезнь, которая проявляется при возрастании или снижении значения показателя анализа крови относительно эталонной величины. Поэтому значения анализов крови сохраняются в двух отдельных матрицах, соответствующих превышению или снижению показателя от нормы, так что общая размерность пространства признаков равнялась сорока одному. Первоначально основная база данных учитывала изменения величин показателей анализа крови по возрастному критерию и полу человека, однако созданный массив данных не мог быть использован для обработки из-за ограниченности размерности матрицы в MatLAB, в котором и была создана интеллектуальная программа для биосенсорной системы экспресс-анализа крови человека ("Био-ЭДК")<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Организациям, заинтересованным в приобретении программного обеспечения "Био-ЭДК" для биосенсорной системы экспресс-анализа крови, просьба обращаться к авторам

Особенностью разработанного программного обеспечения является использование для распознавания не только картины анализа крови человека, но и возможность внесения дополнительных явных характеристик симптомов, присущих определенному виду заболевания. Для осуществления определения соответствия между симптомами и различными заболеваниями был дополнительно разработан программный модуль обработки факторов заболеваний, который сохранял внесенные изменения в базу данных симптомов для дальнейшего их использования на этапе распознавания с целью достижения максимальной точности прогнозирования заболевания (рис. 2).

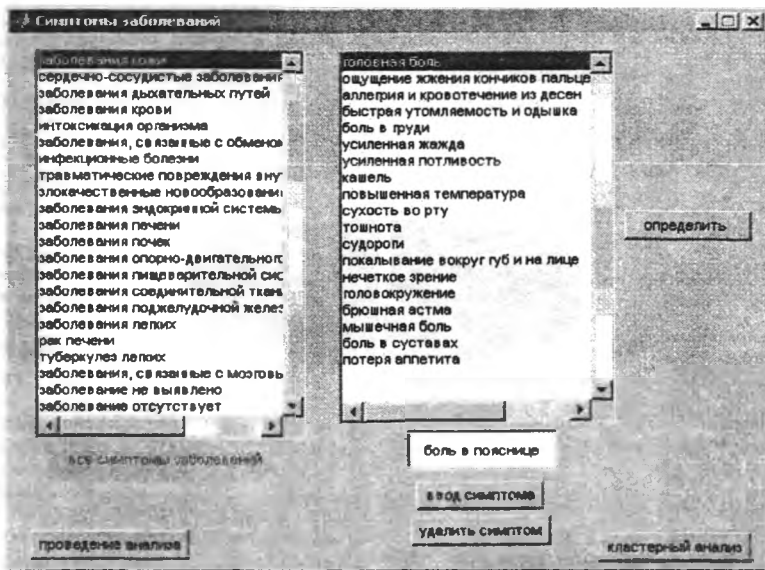


Рис. 2 — Экспертное окно симптомов заболеваний

Использование матрицы симптомов осуществляется на этапе распознавания заболеваний, который проводит модуль обработки данных анализа крови человека (рис. 3). На этом шаге вы-

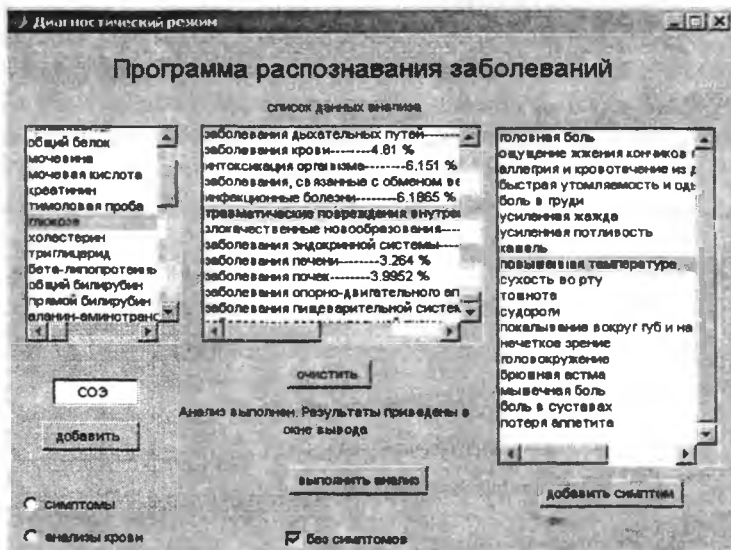


Рис. 3 — Модуль обработки и распознавания заболеваний

полняется последовательное занесение информации о значениях величин показателей крови с одновременным визуальным отображением внесенных данных, что позволяет избежать случайных ошибок при внесении данных для последующего распознавания. В этом модуле пользователь также сам выбирает симптомы, которые характерны для его самочувствия в настоящее время. Список симптомов позволяет провести выбор пользователем того или иного симптома последовательно, хотя при этом возможно появление ошибки из-за пропуска какой-либо синдрома. К тому же программа может быть использована для распознавания заболеваний на основании текущего состоя-

ния человека, а это означает, что симптомы заболеваний могут быть обработаны вместе или отдельно от анализов крови, что придает гибкость программе при экспресс-анализе крови. Результаты работы программы выводятся в окне вывода, представляются окончательно в виде круговой диаграммы с вероятностной картины отдельных заболеваний, а также сохраняются в файл формата .xls для последующих просмотров результатов анализов без запуска модуля обработки и распознавания патологий в организме человека (рис. 4).

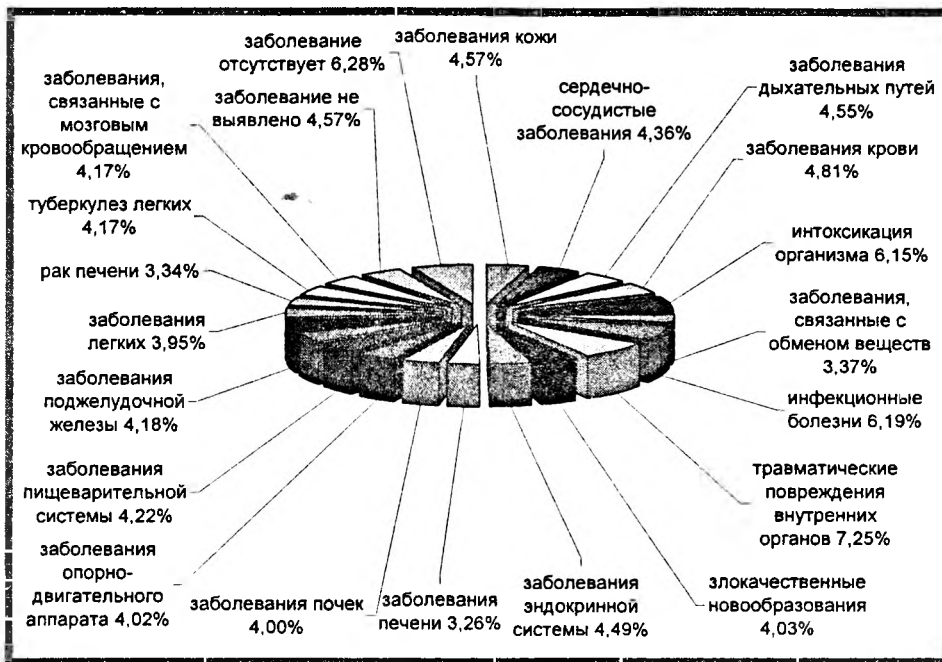


Рис. 4 — Результаты анализа для 22-летнего юноши с травматическими повреждениями внутренних органов

Из диаграммы на рисунке 4 становится очевидным, что распознанное заболевание отчетливо выделяется на фоне остальных патологий организма. При этом основная идея, лежащая в основе программы, основывается на кластерных алгоритмах распознавания, когда в многомерном пространстве признаков находится ближайшая точка, соответствующая определенному состоянию организма человека. Поэтому преимущество метода заключается в том, что все показатели крови, а также выделенные симптомы заболевания оказывают влияние на результат прогнозирования (рис. 5).

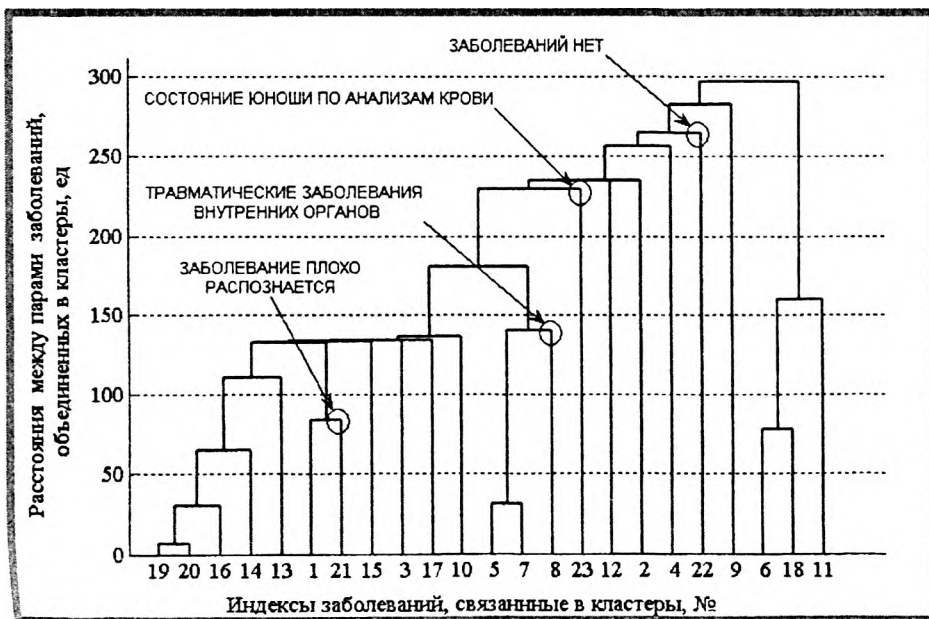


Рис. 5 — Кластерный анализ для распознавания травматических повреждений внутренних органов

Таким образом, структура кластерного анализа позволяет нам выявить характерное заболевание в многомерном пространстве признаков, представленных показателями общего и биохимического анализов крови. Поэтому указанная технология анализа, которая разработана как программное обеспечение для биосенсорной системы экспресс-анализа крови, может эффективно применяться для различных задач быстрого и точного диагностирования заболеваний. Точно также как и оптимизированные нейросетевые методы прогнозирования, «обучение без учителя» позволяет на начальном этапе обработки достичь хорошей эффективности распознавания.

При прогнозировании различных заболеваний количество информативных признаков играет важную роль в оптимальном диагностировании, поэтому разработанная программа будет в дальнейшем улучшаться в направлении привлечения для анализа заболеваний других биологических компонентов человека, как например слюна, моча, а также результатов исследований мозговых потоков информации, что позволит упростить методику проведения диагностики и одновременно раскрыть нейронную природу возникновения различных патологий в организме

УДК

Чижарев В.А., Чижарева Ю.А.

## РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ И МЕТОДОВ ИХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Белорусский Национальный Технический Университет  
Минск, Республика Беларусь*

За короткий период развития роботов произошли большие изменения в элементной базе, структуре, функциях и характере их использования. Это привело к делению роботов на поколения.

Роботы первого поколения (программные роботы) имеют жесткую программу действий и характеризуются наличием элементарной обратной связи с окружающей средой, что вызывает определенные ограничения в их применении.

Роботы второго поколения (очувствленные роботы) обладают координацией движений с восприятием. Они пригодны для малоквалифицированного труда при изготовлении изделий. Программа движений робота требует для своей реализации управляющей ЭВМ.

Неотъемлемая часть роботов второго поколения — алгоритмическое и программное обеспечение, предназначенное для обработки сенсорной информации и выработки управляющих воздействий. Роботы третьего поколения относятся к роботам с искусственным интеллектом. Они создают условия для полной замены человека в области квалифицированного труда, обладают способностью к обучению и адаптации в процессе решения производственных задач.

Появление роботов различных поколений не означает, что они последовательно приходят на смену друг другу. В процессе развития совершенствуются функциональные возможности и технические характеристики роботов различных поколений.

Наиболее востребованные в сегодняшних условиях являются роботы первого и второго поколения с автономным или автоматическим управлением. Они обычно подразделяют на производственные и научно-исследовательские роботы, которые после создания и наладки в принципе могут функционировать без участия человека.

Блок-схема производственного робота (ПР) представляет собой сложную конструкцию (рис.1), включающую ряд систем: механическую, приводов управления, связи с оператором, информационную, а также операционное устройство.

Созданные модели ПР представляют собой по существу многокоординатные манипуляторы с программным управлением, программируемые по первому циклу. Их системы управления помимо основных функций по управлению движением рабочих органов манипулятора обеспечивают выдачу сигналов на обслуживаемое оборудование, прием сигналов от простейших датчиков внешней информации, работающих по принципу Да—Нет, и использование этих сигналов в целях выбора той или иной подпрограммы работы из числа заданных оператором. Наличие внешнего контура управления существенно расширило области применения созданных ПР, так как позволило использовать их по отношению к автоматизированному процессу не только в качестве универсальных манипулирующих, но также и в качестве управляющих

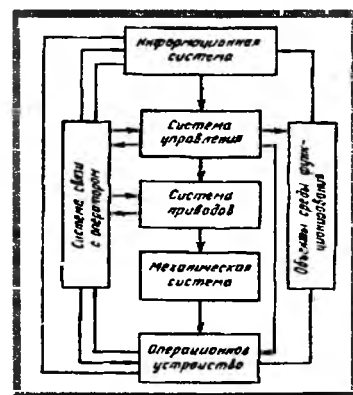


Рис. 1- Блок-схема промышленного робота.