



УДК 612.2

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБОСТРЕНИЯ ГЕНИТАЛЬНОГО ГЕРПЕСА

**М. И. ЛУКАШОВ<sup>1</sup>, В. И. СЕРЕБРОВСКИЙ<sup>2</sup>  
В. С. ТИТОВ<sup>3</sup>, А. А. БУРМАКА<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> *Курский областной клинический  
кожно-венерологический диспансер*

<sup>2)</sup> *Курская государственная  
сельскохозяйственная академия имени  
проф. И. И. Иванова*

<sup>3)</sup> *Юго-Западный государственный  
университет, г. Курск*

*e-mail: kstu-bmi@yandex.ru*

Рассматриваются вопросы синтеза решающих правил для компьютерной программы прогнозирования обострения генитального герпеса, являющийся составной частью интеллектуальной системы поддержки принятия решений врача-дерматолога.

Ключевые слова: генитальный герпес, прогнозирование, интеллектуальная система, нечеткая логика, коэффициент уверенности.

Герпес является одной из самых распространенных инфекций человека. По данным ВОЗ, около 80% населения земного шара инфицировано вирусом простого герпеса (ВПГ), смертность от вирусных инфекций, обусловленная ВПГ (15,8%), занимает второе место после гриппа. Инфицированность герпесом растет, по темпам опережая прирост населения планеты. Неконтролируемый повсеместный рост заболеваемости герпесом ставит проблему герпес-вирусной инфекции в один ряд с самыми актуальными и социально значимыми проблемами здравоохранения.

Анализ задач прогнозирования обострения герпеса позволил сделать вывод о том, что поставленная задача обладает рядом специфических особенностей с точки зрения выбора адекватного математического аппарата. Это связано с тем, что используемые информативные признаки имеют нечеткий характер и не всегда собираются в полном объеме, а структуры классов достаточно сильно пересекаются.

Проведенные нами исследования показали, что в таких условиях в качестве основного математического аппарата удобно использовать нечеткую логику принятия решений с расчетом коэффициента уверенности в том, что через заданное время  $T_0$  наступит обострение заболевания [3, 4, 8].

В качестве базовой формулы расчета соответствующего коэффициента уверенности выбрано итерационное выражение типа [3]:

$$KV(q+1) = KV(q) + KV^*(p) - KV(q), \quad (1)$$

где  $KV(q)$  – коэффициент уверенности в прогнозе обострения генитального герпеса на  $q$ -ом шаге итерации;  $KV^*(p)$  – уверенность в прогнозе по  $p$ -ому блоку информативных признаков (факторов риска);  $p=1$  – блок признаков, характеризующих сопротивление биологически активных точек (БАТ), «связанных» с генитальным герпесом;  $p=2$  – блок признаков, характеризующих состояние психоэмоциональной сферы;  $p=3$  – блок признаков, характеризующих уровень хронического физического утомления;  $p=4$  – блок признаков, получаемых в результате опроса и осмотра.

В качестве первой составляющей в расчете интегрального коэффициента уверенности предлагается использовать частный коэффициент уверенности в прогнозе, получаемый по величине сопротивления биологически активных точек (БАТ), меняющих свои энергетические характеристики при обострении генитального герпеса [1, 2, 6].

Используя информацию, приведенную в современных атласах меридиан, из всего множества точек, «связанных» с заболеваниями кожи, эксперты отобрали 5 точек, наиболее соответствующих симптоматике генитального герпеса: F11, VC1, VC7, VG1 и P7.

Анализ списков ситуаций по всем отображенным точкам показывает отсутствие их совпадений для точки P7 со всеми остальными точками. Тогда, в соответствии с рекомендациями [1] и учитывая доступность БАТ для съема информации, в качестве пары диагностически значимых точек (ДЗТ) выбираем точки P7 и VC7.



Для выбранной группы ДЗТ и других информативных точек, согласно рекомендациям работы [1], частный коэффициент уверенности  $KY^*(1)$  в прогнозе обострения герпеса по величине отклонения электрического сопротивления БАТ от своих номинальных значений  $\delta R_i$  определяется выражением:

$$\text{ЕСЛИ } [(\delta R_{P7} > 15\%) \text{ И } (\delta R_{VC7} > 15\%)] \text{ ТО } \{KY_{i+1}^*(1) = KY_i^*(1) + \mu(\delta R_{i+1})[1 - KY_i^*(1)]\} \\ \text{ИНАЧЕ } [KY^*(1) = 0], \quad (2)$$

где  $i$  – номер итерации в расчете  $KY^*(1)$ , совпадающий с номером анализируемой БАТ;

$KY_1^*(1) = \mu(\delta R_{P7})$ ;  $\mu(\delta R_2) = \mu(\delta R_{VC7})$ ;  $\mu(\delta R_3) = \mu(\delta R_{VC1})$ ;  $\mu(\delta R_4) = \mu(\delta R_{F11})$ ;  $\mu(\delta R_5) = \mu(\delta R_{VC1})$ ;  $\mu(\delta R_i)$  – функции принадлежности к классу «риск обострения генитального герпеса с базовыми переменными» по шкалам отклонения сопротивлений БАТ от номинального значения –  $\delta R_i$ .

Состояние психоэмоциональной сферы и уровень хронического физического утомления будем определять в соответствии с методиками, изложенными в работе [6], где уровень психоэмоционального напряжения  $YH$  и уровень хронического утомления  $YU$  рассчитываются как комплексные показатели, определяемые по показателям внимания, энергетическому разбалансу БАТ, связанных с психоэмоциональной сферой и общесистемными расстройствами, и с помощью субъективных тестов Спилбергера-Ханина, Айзенка и Тейлора.

Используя  $YH$  и  $YU$  как базовые переменные функций принадлежности к классу риск обострения генитального герпеса, получаем частные коэффициенты уверенностей  $KY^*(2) = \mu[YH]$  (рис. 1) и  $KY^*(3) = \mu[YU]$  (рис. 2).

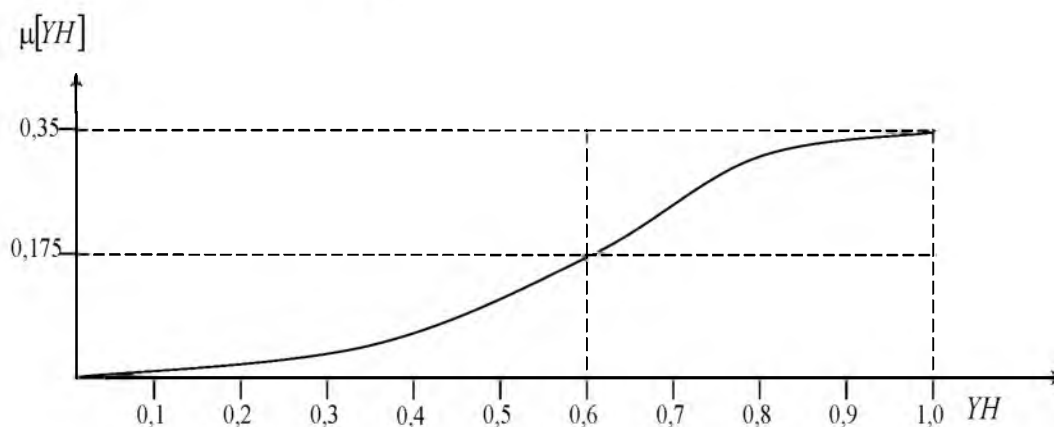


Рис. 1. Функция принадлежности к классу риск обострения генитального герпеса с базовой переменной по уровню ПЭН

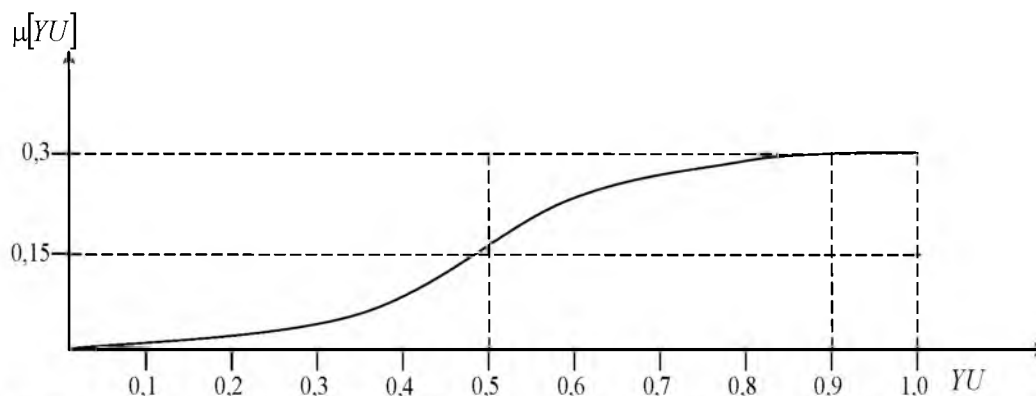


Рис. 2. Функция принадлежности к классу риск обострения генитального герпеса с базовой переменной по уровню YU



Для определения частного коэффициента уверенностей для четвертого блока информативных признаков был сформирован опросник типа:

1. В анамнезе ОРВИ, грипп или другие болезни, ослабляющие иммунную систему ( $b_1$ ).
2. Переохлаждение организма ( $b_2$ ).
3. Перегрев организма ( $b_3$ ).
4. Медицинские манипуляции на половых органах ( $b_4$ ).
5. Злоупотребление алкоголем ( $b_5$ ).
6. Чрезмерное пребывание на солнце или злоупотребление солярием (избыточные дозы ультрафиолетового излучения) ( $b_6$ );
7. В анамнезе микрохирургические вмешательства на тройничном нерве ( $b_7$ ).

По согласованию с экспертами эта группа признаков представлена двоичным кодом (1 – есть признак, 0 – нет признака).

При синтезе частных решающих правил по данным опроса и осмотра экспертами, учитывая малый вклад от каждой составляющей  $b_j$ , а также то, что каждый из этих признаков добавляет уверенность в прогнозе почти в одинаковых дозах, было принято решение сформировать по ним общую базовую переменную  $Y$  для соответствующей функции принадлежности в виде суммы типа:

$$Y = \sum_{j=1}^7 b_j, \text{ где}$$

$$b_j = \begin{cases} 0 & \text{при отсутствии признака,} \\ 1 & \text{при наличии признака.} \end{cases}$$

График соответствующей функции принадлежности, совпадающий с  $KY^*(4)$ , приведен на рис. 3.

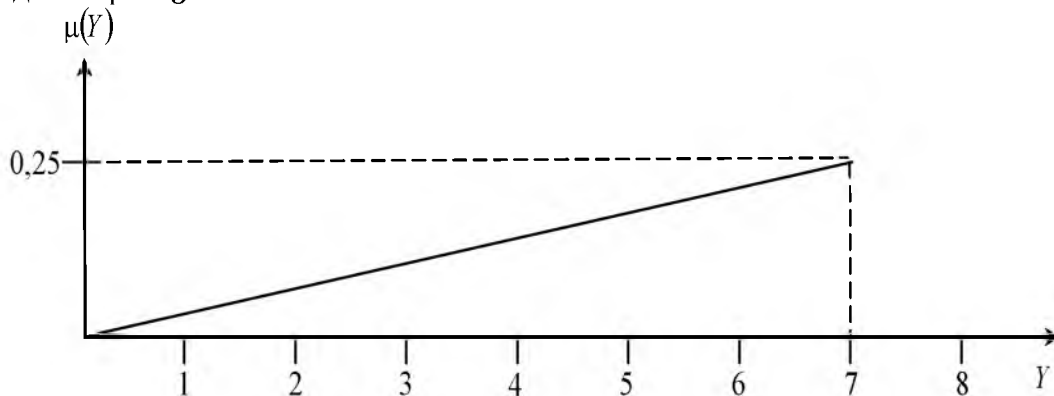


Рис. 3. Функция принадлежности к классу риск обострения генитального герпеса с базовой переменной по обобщенной шкале результатов опроса пациентов

Аналитически этот график описывается выражением вида:

$$\mu(Y) = 0,04 \cdot Y = KY^*(4).$$

Результаты математического моделирования и экспертного оценивания показали, что при максимальных значениях всех составляющих выражения (1)  $KY^{\max} = 0,91$ , а для наиболее часто встречающихся значений факторов риска  $KY$  определяется на уровне 0,85, что вполне приемлемо для решаемого класса задач.

Полученные решающие правила реализованы в виде компьютерной программы для интеллектуальной системы поддержки принятия решений врача-дерматовенеролога, структурная схема которой приведена на рис. 4.

Величины сопротивления БАТ, связанные с эмоциональным напряжением, заболеваниями кожи и общесистемными реакциями, преобразуются в электрическое напряжение, оцифровываются аналого-цифровыми преобразователями и передаются в ПЭВМ многоканальным анализатором энергетического состояния БАТ (МАБАТ), разработанным на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ. Этот же анализатор может быть использован и для проведения рефлексотерапии.

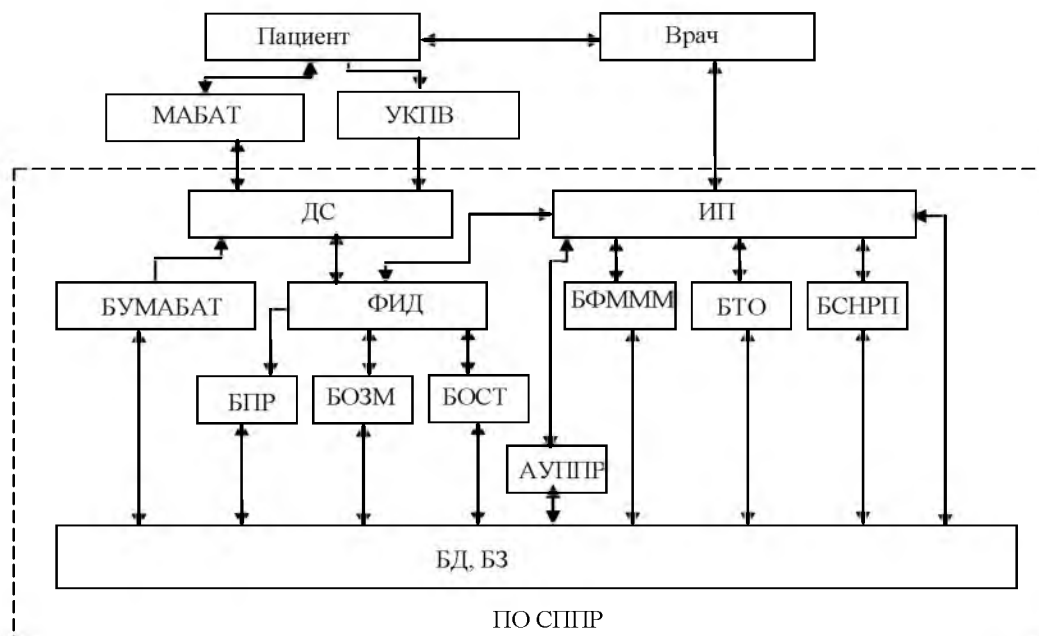


Рис. 4. Структурная схема СППР врача-дерматолога

Для оценки параметров внимания человека может быть использован специальный пакет прикладных программ. Однако в такой реализации возникают значительные реактивные погрешности, которые устраняются специализированным устройством контроля параметров внимания (УКПВ), выполненным в виде приставки к ПЭВМ. Информация с МАБАТ и УКПВ передается через драйвер связи (ДС) в файл исходных данных (ФИД), в который через интерфейс пользователя (ИП) поступают также данные опроса, осмотра, инструментальных исследований. Этот вид данных вводится в ПЭВМ с клавиатуры в интерактивном режиме.

Информация о том, что необходимо ввести, формируется в виде предложений предлагаемых врачу в многооконном режиме.

Принятие необходимых классификационных решений осуществляется блоком прогнозирования (БПР), блоком оценки защитных механизмов организма (БОЗМ) и блоком оценки степени тяжести (БОСТ), которые получают информацию из базы данных и базы знаний (БД, БЗ). Коррекция параметров решающих правил как на этапе обучения, так и на этапе эксплуатации осуществляется блоком синтеза нечетких решающих правил (БСНРП).

Для уточнения расположения БАТ, используемых в работе, на теле человека блок формирования меридианных моделей (БФММ) выдает на экран монитора соответствующие фрагменты атласов меридиан, а для уточнения энергетического состояния меридианных структур, участвующих в формировании энергетически значимых точек, по запросу пользователя на экране монитора формируются меридианные модели различной подробности. Уровень энергетического напряжения меридианных структур определяется путем раскраски меридианных моделей. Красный цвет соответствует патологически высокому энергетическому напряжению (низкое электрическое сопротивление), фиолетовый цвет – патологически низкой энергетике, зеленый цвет – норме с учетом суточных энергетических колебаний. Промежуточные энергетические состояния изображаются другими цветовыми оттенками.

Кроме того, рядом с контролируруемыми БАТ, по желанию пользователя изображаются числовые значения их электрических сопротивлений.



Тестовый опрос пациента в методиках определения уровней психоэмоционального напряжения и хронического физического утомления осуществляется блоком тестового опроса (БТО).

Управление работой программных модулей и взаимодействием с СППР осуществляет алгоритм управления процессом принятия решений (АУППР).

В базе данных (БД) хранится электронная копия медицинской карты пациента, в которой содержатся паспортные данные, данные анамнеза, результаты опросов, осмотров, экспериментальных исследований, диагностические заключения, графики посещения врача, тесты и ключи используемых психологических тестов и т.д.

С помощью интерфейса пользователя реализуются: необходимые опросники для врача и пациентов; механизмы ведения электронной медицинской карты пациента; отображение меридианных моделей и сопутствующей числовой информации; корректировка параметров лечебно-оздоровительных мероприятий; обращение ко всем доступным справочникам баз данных и т.д.

Характерной особенностью структуры базы знаний в предлагаемой СППР является то, что в нее могут быть включены различные типы правил нечеткого вывода, которые могут включаться в работу в различных последовательностях.

Как показали проведенные исследования, при такой организации базы знаний удобно использовать сетевую структуру ее построения, при которой наборы решающих правил реализуются унифицированными решающими модулями, находящимися в узлах сетевой структуры. Объем задач, решаемых одним модулем, удобно связывать с технологическим этапом общего решения. Например: этап постановки предварительного диагноза по данным опроса и осмотра с запросом дополнительной информации; этап уточнения диагноза с учетом стандартных исследований; этап уточнения диагноза с учетом данных специальных инструментальных исследований и т. д.

### Литература

1. Гадалов, В.Н. Математические модели, рефлекторные системы организма человека и их использование для прогнозирования и диагностики заболеваний / В.Н. Гадалов, Н.А. Корневский, В.Н. Снопков // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 515-521.
2. Иванов, В.А. Математический анализ насыщенности нервами и корреляционная взаимосвязь анатомических (акупунктурных) зон ушной раковины человека / В.А. Иванов, А.П. Яковлев, Е.А. Яковлева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11, № 1. – С. 228-236.
3. Корневский, Н.А. Синтез нечетких сетевых моделей обучаемых по структуре данных для медицинских систем / Н.А. Корневский, Р.А. Крупчатников, С.А. Горбатенко // Медицинская техника. – 2008. – № 2. – С. 18-24.
4. Корневский, Н.А. Метод синтеза нечетких решающих правил для оценки состояния сложных систем по информации о геометрической структуре многомерных данных / Н.А. Корневский, Е.Б. Рябкова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7, № 8. – С. 128-136.
5. Корневский, Н.А. Геометрический подход к синтезу нечетких решающих правил для решения задач прогнозирования и медицинской диагностики / Н.А. Корневский, С.А. Филист, А.Г. Устинов, Е.Б. Рябкова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – № 4. – С. 20-25.
6. Лукашев, М.И. Интеллектуальная система прогнозирования и диагностики генитального герпеса с сетевой нечеткой базой знаний / М.И. Лукашев, Н.А. Милостная // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2012. – № 2, ч. 3. – С. 312-316.
7. Титов, В.С. Классификация функциональных состояний человека и нечеткая оценка их уровня / В.С. Титов, Т.Н. Сапитонова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2012. – № 2, ч. 3. – С. 320-324.
8. Riad Al-Kasasbeh, Nikolay Korenevskiy, Mahdi Alshamasin, Florin Ionescu and Andrew Smith. Prediction of gastric ulcers based on the change in electrical resistance of acupuncture points using fuzzy logic decision – making. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. iFirst article. – 2012. – P. 1-12.



## **COMPUTER PROGRAM FOR THE PREDICTION OF INTELLECTUAL EXACERBATION OF GENITAL HERPES**

**M.I. LUKASHOV<sup>1</sup>, V.I. SEREBROVSKIY<sup>2</sup>  
V.S. TITOV<sup>3</sup>, A.A. BURMAKA<sup>3</sup>**

*<sup>1)</sup> The Kursk Regional Clinical Skin and  
Venereal Diseases Dispensary*

*<sup>2)</sup> Kursk State Agricultural Academy named  
after Professor Ivan Ivanov*

*<sup>3)</sup> South-West State University, Kursk*

*e-mail: kstu-bmi@yandex.ru*

The problems of the synthesis of decision rules for a computer program predicting acute genital herpes which is an integral part of the intelligent decision support systems dermatologist

Key words: genital herpes, forecasting, intelligent, fuzzy logic, the coefficient of confidence.