

**ФОРМИРОВАНИЕ ДИАГНОЗА В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Гогичаишвили Г. Г., Мануков С. Г.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматривается метод формирования диагностического решения в экспертной системе диагностики стоматологических заболеваний. Представлена методика формализованного представления симптоматических фактов и порождения диагностических решений с помощью модели вида алгебраической системы. Значительное сокращение перебора возможных вариантов решений осуществляется использованием механизмов обобщения и семантической толерантности фрагментов.

1. Введение

Использование экспертных систем в диагностике заболеваний челюстно-лицевой области в последние годы становится все более актуальным [1]. Трудности, возникающие при создании подобных интеллектуальных систем диагностики, обусловлены не только тем, что клинические знания в области диагностики заболеваний челюстно-лицевой области сложно систематизировать. Отсутствие конкретного методологического подхода в диагностике, размытость границ описаний симптоматологической картины заболеваний приводит к неоднозначному и подчас противоречивому описанию клинической картины патологического состояния пациента.

Постановка точного диагноза на основе изучения необходимых в процессе диагностики симптомов и проявлений заболеваний в челюстно-лицевой области, способность проведения дифференциального диагноза с похожими заболеваниями и использование клинических знаний, заложенных в базу знаний системы, значительно облегчит деятельность специалиста-стоматолога.

В своей практической деятельности специалист-стоматолог при анализе болезни от высшего уровня описания патологии переходит к максимально конкретизированному, то есть микро уровню. Следующий за наиболее абстрактным уровнем описания, уровень на котором выделяют тип патологического процесса, играет важную роль в процессе рассуждения от общего к частному во время постановки диагноза. На этом этапе выделяются типовые патологические процессы, которые развиваются по одинаковым законам, независимо от особенностей причин, вызывающих их и локализации патологии (например: воспаление). Следующим более конкретным уровнем, является уровень, на котором формируется представление о нозологической форме болезни.

Конкретизация происходит в ходе дедуктивного мышления, когда врач-специалист точно устанавливает причину болезни (например микобактерии туберкулеза), определяет пострадавший орган (например язык) и связь личных характеристик данного конкретного индивидуума (таких как возраст, пол, род занятий) со спецификой протекания заболевания. Патологический процесс протекает в динамике и содержит в себе несколько болезней. На момент обращения пациента формируется клиническое описание некоторого патологического состояния, на основе которого необходимо поставить точный диагноз.

Клиническое описание микроситуации - это множество клинических фрагментов, связанных с определенными диагнозами. Диагнозов, описанных в базе знаний системы - множество и перебор всех возможных вариантов займет слишком много времени и ресурсов. Разделение знаний на уровни конкретизации и разработка механизмов обобщения и сравнения позволяет системе избежать перебора ненужных заболеваний [2].

Одним из наиболее характерных свойств описания патологического состояния является присущая ему нечеткость. Необходимо отметить, что опытный врач-специалист легко справляется с подобной (возникающей) нечеткостью. Например: глубина поражения твердых тканей зуба – средняя. Каждый врач-специалист знает, является ли глубина средней, хотя

указать её размеры или точные характеристики не может. При описании клинической картины состояния пациента, чаще всего приходится иметь дело с нечеткостью самих понятий [3].

Необходимо отметить, что в основе проявления этого типа нечеткости лежит операция обобщения, и нечеткость этого типа есть прямое следствие этой операции. Цельное обобщенное описание «симптомокомплекс», позволяет врачам-специалистам оперировать клиническими описаниями, что выделяет системный подход в постановке диагноза. Анализ отдельно разрозненных фактов замедлил бы процесс идентификации патологического состояния. Опираясь на нечеткие понятия, врачи оперируют неявно заданной информацией известной практикующим врачам из их клинической практики.

2. Основная часть

Соответственно условиям проблемной среды и анализа аналитико-мыслительного процесса с целью автоматизации процесса диагностики целесообразной является следующая структура систематизации знаний: наивысший, средний и конкретный уровни конкретизации клинических знаний.

На основе изучения специфики клинических методов построения диагноза патологических состояний в челюстно-лицевой области целесообразно использование модели вида алгебраической системы $M = \langle S, P, \Theta \rangle$, где S – носитель системы - модифицированная семантическая сеть, P, Θ – сигнатура алгебраической системы. При этом Θ – операции над S , $\Theta = \langle \mathbf{U}, \mathbf{O}, \cup, \setminus, \cap, \zeta \rangle$, где \mathbf{U} - конкретизация, \mathbf{O} - обобщение, \cup - объединение, \setminus - разность, \cap - пересечение, ζ - сравнение, а P – глобальные отношения в S . Отличие глобальных отношений P от семантических отношений в том, что они определены только в S и для отдельно взятых элементов они не существуют.

Носитель S представим в виде 4-ки множеств $S = \langle F, Fr, P, D \rangle$, где F – множество клинических фактов, Fr - множество фрагментов, P - множество продукций и D - множество диагностических решений. Описание клинической ситуации представляется множеством клинических фактов $F = \{f^m\}$, где f^m - элементарные факты, m - уровень конкретизации знаний и $m = \overline{(0, k)}$, где k – значение уровня, соответствующее микро уровню, а $m=0$ соответствует мета уровню, средние же $m=1, m=2, \dots, m=(k-1)$, соответствуют 1му, 2му и $(k-1)$ му среднему уровню соответственно. Фрагмент клинической ситуации $Fr_i = \{f_i\} \rightarrow d_i$ представляется множеством элементарных фактов f , связанных с одним диагнозом d . Множество продукций $P = \{p^m\}$, где p^m – продукция m -го уровня. Полным клиническим фактом или продукцией p^m условимся называть правило вида: $f^m \rightarrow d^m$, где d^m – диагностическое решение m -го уровня [4]. Множество $D = \{d^m\}$ является множеством возможных диагностических решений.

Глобальные отношения P представляются четверкой возможных отношений $P = \langle P_{совм}, P_{диф}, P_{росл}, P_{этиол} \rangle$, где $P_{совм}$ – совместимость, $P_{диф}$ – дифференциальная диагностика, $P_{росл}$ - осложнения, $P_{этиол}$ – этиология. Здесь под совместимостью понимается возможность параллельного течения более одного патологического процесса у пациента. Информация о глобальном отношении «совместимость» патологических процессов заложена в базе знаний. «Дифференциальной диагностикой» назовем глобальное отношение двух или более диагностических решений. Их описания семантически близки и распознавание основывается на заложенных в базу знаний системы симптоматических фактах с разными значениями свойств описанных клинических объектов.

Глобальное отношение «осложнение» выражает состояние, следующее за описанным состоянием в случае ослабленных защитных функций либо отсутствия медицинской помощи пациенту. Разница в симптоматическом описании диагноза и его осложнений играет важную роль при выборе метода лечения. «Этиология» характеризует причину развития патологического состояния. Рекомендации по устранению этого фактора одна из основных задач в выработке тактики лечения.

Пусть задана исходная клиническая микроситуация A_s , которая представляет собой множество фактов $A_s = \{f\}$. Каждый же факт является симптоматическим высказыванием вида «клинический объект» имеет свойство: «определенное свойство», имеет значение: «определенное значение» т.е. $\langle x_1 \ r_{12} \ x_2 \ r_{23} \ x_3 \rangle$ [5]. Впредь подобные высказывания будем

коротко называть тройками $f_i = \langle \omega_i \sigma_i \xi_i \rangle$, где ω_i - клинический объект, σ_i - свойство клинического объекта, ξ_i - значение свойства клинического объекта или просто симптоматическими фактами f_i . Например клиническая микроситуация представляется в виде семантического графа G_s (рис.1).

Множество симптоматических фактов $A_s = \{f\}$, определяется специалистом-стоматологом при полном обследовании пациента. Рассмотрим пример симптоматического факта: перкуссия болезненна. Здесь записана информация о свойстве «перкуссия» объекта «зуб» - значение – «болезненна». Соответственно симптоматический факт представляется тройкой <объект = зуб имеет свойство = перкуссия, имеет значение = болезненна>.

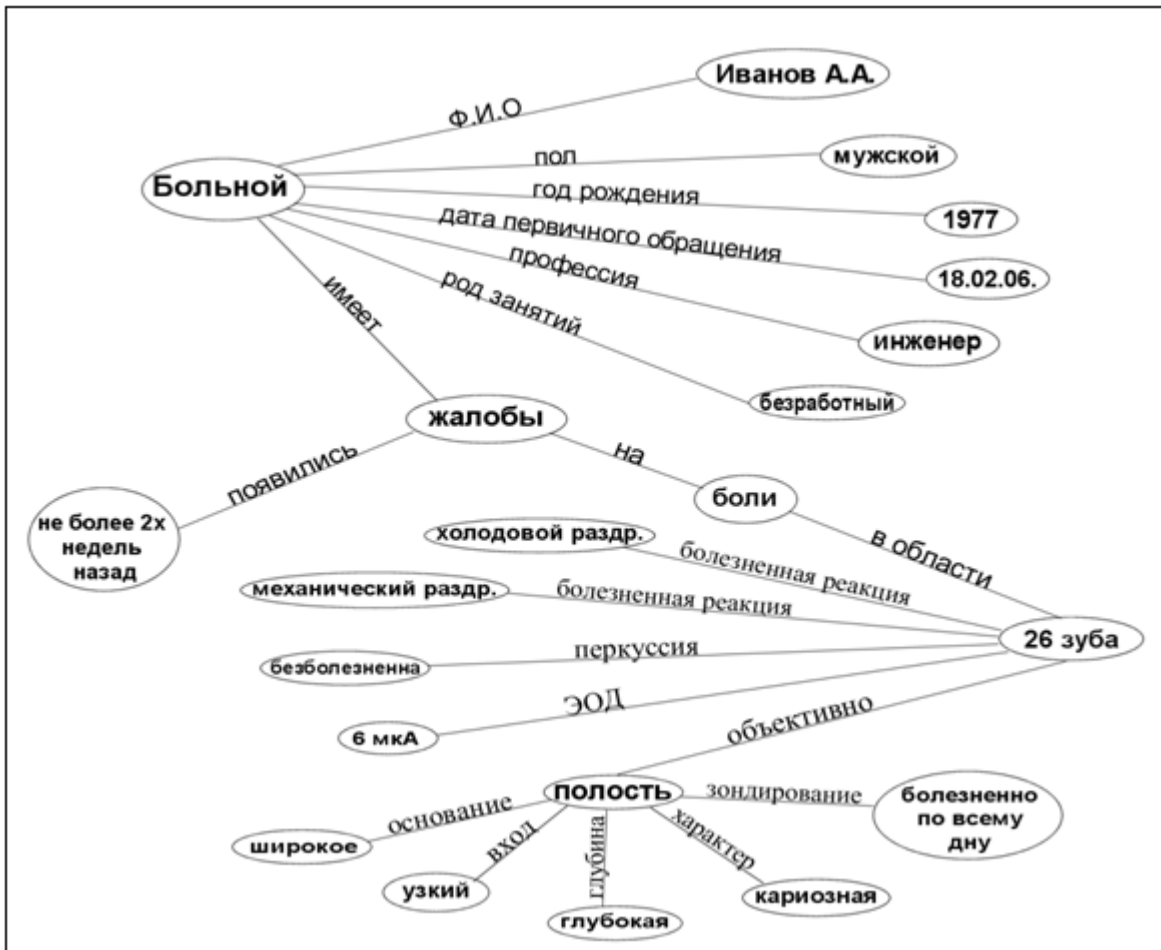


Рис.1

Введем понятие характеристики клинического объекта h_i , и будем представлять ее следующим образом

$$h_i = \langle \sigma_i \xi_i \rangle,$$

где σ_i - свойство клинического объекта, а ξ_i – значение этого свойства.

С учетом характеристик клинических объектов приведенных в примере (рис.1): объект ω = полость имеет следующие характеристики

$$h_1 = \langle \sigma_1 \xi_1 \rangle = (\text{основание широкое})$$

$$h_2 = \langle \sigma_2 \xi_2 \rangle = (\text{вход узкий})$$

$$h_3 = \langle \sigma_3 \xi_3 \rangle = (\text{глубина глубокая})$$

$$h_4 = \langle \sigma_4 \xi_4 \rangle = (\text{характер кариозная})$$

$$h_5 = \langle \sigma_5 \xi_5 \rangle = (\text{зондирование болезненно по всему дну})$$

Состоянием объекта будем называть множество характеристик $H(\omega)$, присущих данному объекту. При этом

$$H(\omega) = \{h_i\},$$

Клиническая информация, описывающая начальную микроситуацию S в виде множества клинических фактов A_s (клинических объектов и их характеристик) поступает в клинический интерфейс системы от специалиста-стоматолога.

Наряду с четкими понятиями в описаниях клинических ситуаций могут быть и нечеткие описания. Нечеткие описания будем представлять двойкой $(\lambda \tilde{\lambda}_\alpha)$, где λ – нечеткое понятие, а $\tilde{\lambda}_\alpha$ – нечеткое лингвистическое значение НЛЗ. Множество возможных НЛЗ $\tilde{\Lambda} = \{\tilde{\lambda}_\alpha\} = \{\tilde{\lambda}_{\alpha_1}, \tilde{\lambda}_{\alpha_2}, \dots, \tilde{\lambda}_{\alpha_k}\}$ свойственных НП - λ будем представлять в виде семантической шкалы $H(\lambda)$ (рис.2).

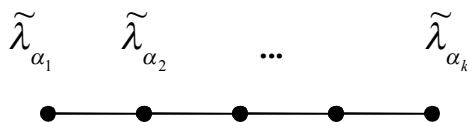


Рис.2

Для каждого НЛЗ $\tilde{\lambda}_\alpha$ шкалы $H(\lambda)$ в семантической сети S должен существовать фрагмент $F(\tilde{\lambda}_\alpha)$, в котором представлены отличительные свойства НЛЗ $\tilde{\lambda}_\alpha$ (рис. 3).

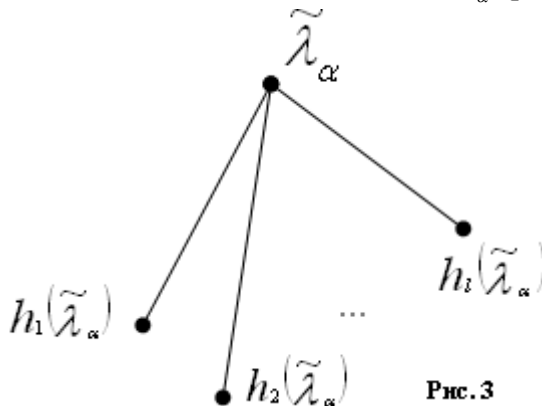


Рис.3

Представим к примеру нечеткое лингвистическое понятие «глубина повреждения зуба» (рис.4).

Формирование диагностического решения т.е. определение диагноза стоматологического заболевания осуществляется с помощью модели управления МУ. Модель управления построена на основании клинических знаний, предоставляемых специалистами-стоматологами. В МУ выделяются три качественно отличающихся по своей роли и функциям уровня – мета-, макро-, и микроуровень (рис.5).

Структура метауровня представляет собой последовательность продукций:

$$P_1^0, P_2^0, \dots, P_k^0, \text{ где } P_i^0 = \langle m_i^0 d_i^0 \rangle, i = \overline{1, k}, \text{ а } m_i^0 = \{f_i^0\}.$$

Например

$$P_1^0 = \langle m_1^0 d_1^0 \rangle,$$

$$m_1^0 = \{f_1^0\},$$

$$f_1^0 = \langle x_{11}^0 r_{11}^0 y_{11}^0 \rangle, \text{ где}$$

- x_{11}^0 - обобщенный объект метауровня; - r_{11}^0 обобщенное метасвойство;

- y_{11}^0 - обобщенное значение r_{11}^0 .

Глубина повреждения зуба

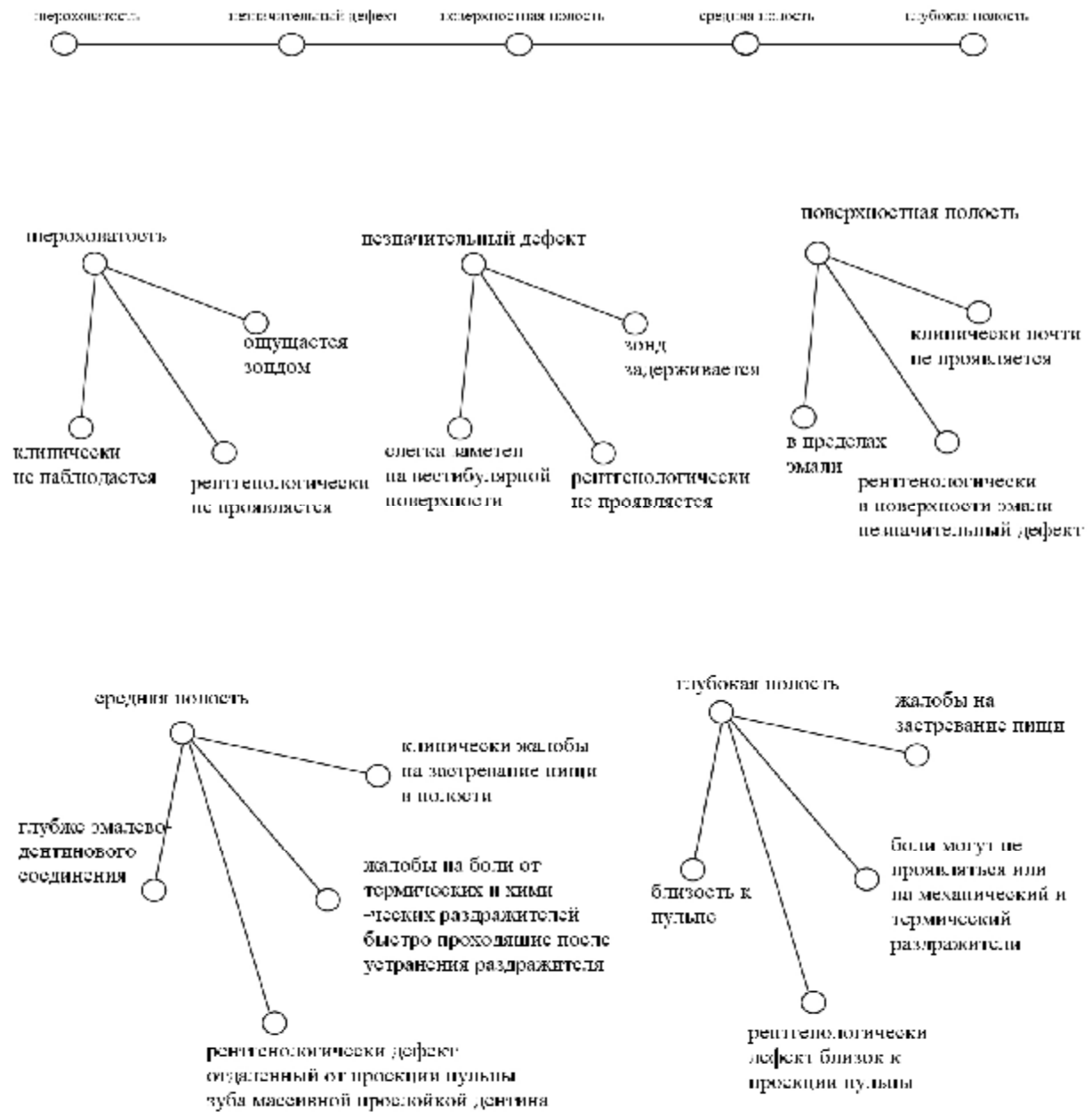


Рис. 4

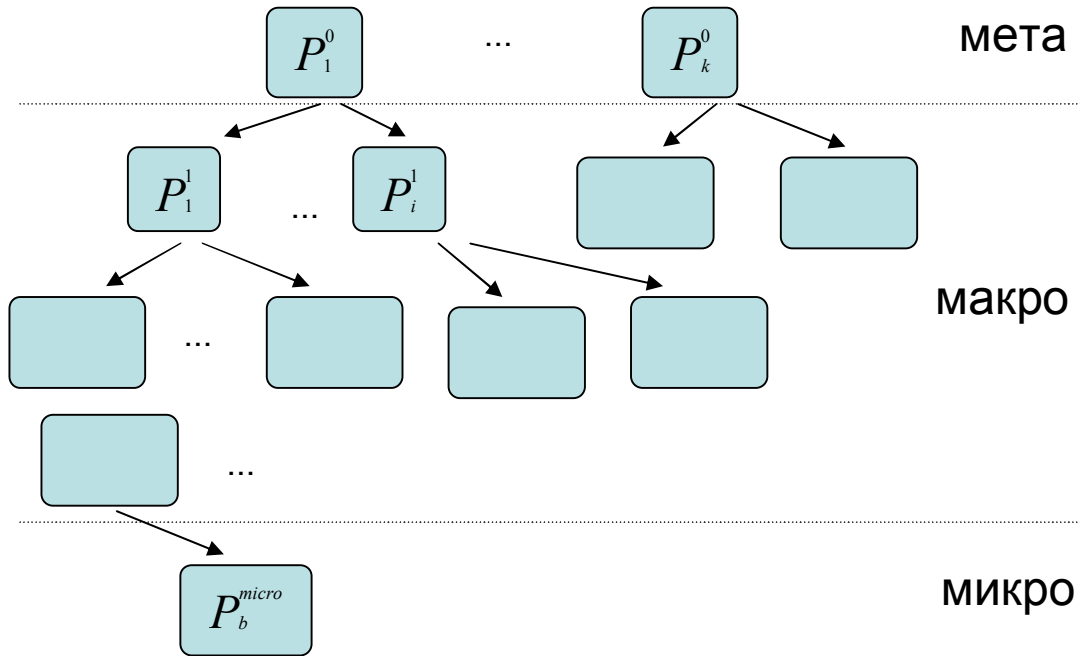


Рис. 5

Пусть на вход экспертной системы поступило сообщение A_{s1} . Представим соответствующую A_{s1} клиническую микроситуацию, используя данные семантического графа(рис. 1) следующим образом:

$A_{s1} = \omega_1(\sigma_{11} \xi_{111}, \sigma_{12} \xi_{121} = \omega_2(\sigma_{21} \xi_{211}, \sigma_{22} \xi_{221}, \sigma_{23} \xi_{231}, \sigma_{24} \xi_{241}, \sigma_{25} \xi_{251}), \sigma_{13} \xi_{131}, \sigma_{14} \xi_{141}, \sigma_{15} \xi_{151} = \omega_3(\sigma_{31} \xi_{311}, \xi_{312}, \sigma_{32} \xi_{321}))$, где ω_1 =зуб, σ_{11} =имеет номер, ξ_{111} =26, σ_{12} =имеет, $\xi_{121} = \omega_2$ =полость, σ_{21} =основание, ξ_{211} =широкое, σ_{22} =вход, ξ_{221} =узкий, σ_{23} =глубина, ξ_{231} =глубокая, σ_{24} =характер, ξ_{241} =кариозная, σ_{25} =зондирование, ξ_{251} =болезненно по всему дну, σ_{13} =перкуссия, ξ_{131} =безболезненна, σ_{14} =ЭОД, ξ_{141} =6 мкА, σ_{15} =причиняет, $\xi_{151} = \omega_3$ =боль, σ_{31} =на, ξ_{311} =холодную воду, ξ_{312} =еду, σ_{32} =появилась, ξ_{321} =не более двух недель назад.

Для определения включения данной микроситуации A_s в одно из метаописаний используется метод семантической толерантности. Этот метод предусматривает сравнение семантических описаний с целью установления семантической (смысловой) близости.

Для сравнения семантических фрагментов A_s и m_i^0 построим матрицу

$$\Delta(A_s, m_i^0) = V_i, V_i = (v_{ij})$$

$$V_i = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{c1} & v_{c2} & \dots & v_{cn} \end{pmatrix}, \text{ где } v_{ij} = \Delta(f_i, f_j), \text{ где } i = (\overline{1, c}), j = (\overline{1, n})$$

Результат сравнения фактов $v_{ij} = \Delta(f_i, f_j)$, определяется множеством отношений толерантностей $T = \{\tau_2, \bar{\tau}_2, \tau_1, \hat{\tau}_0, \bar{\tau}_0, \tau_0\}$, упорядоченных следующим образом $\tau_2 > \bar{\tau}_2 > \tau_1 > \hat{\tau}_0 > \bar{\tau}_0 > \tau_0$.

Такие матрицы необходимо построить для каждого метаописания. После этого в каждой матрице определяется количества всех отношений толерантности. Пусть $S_{\tau_2}(v_i)$ – будет число

строгой два-толерантности τ_2 , $S_{\bar{\tau}_2}(v_i)$ – будет число нестрогой два-толерантности $\bar{\tau}_2$, $S_{\tau_1}(v_i)$ – число один-толерантности τ_1 , $S_{\hat{\tau}_0}(v_i)$ – число строгой нуль-толерантности $\hat{\tau}_0$, $S_{\bar{\tau}_0}(v_i)$ – число нестрогой нуль-толерантности $\bar{\tau}_0$, $S_{\tau_0}(v_i)$ – число нуль-толерантности τ_0 .

Далее определяется такая матрица, в которой количество отношений толерантности будет наибольшим с учетом приоритетности отношений. После этого осуществляется переход на следующий уровень МУ и проводится аналогичные процедуры вплоть до микроуровня. Полученное на микроуровне P_b^{micro} будет содержать окончательное решение d_i^{micro} .

Литერатура

1. Мануков С.Г. Применение компьютерных технологий в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии – Тбилиси: Журнал «Интеллект», 2006.
2. Гогичаишвили Г.Г. Семиотические системы принятия решений в АСУ. – Тбилиси: Изд-во «ГПИ», 1979.
3. Гогичаишвили Г.Г. Автоматизация принятия решений в системах управления. – Тбилиси: Изд-во «Мецниереба», 1985.
4. Гогичаишвили Г.Г., Мануков С.Г. Экспертная система диагностики стоматологических заболеваний – Тбилиси: Журнал «Мецниереба და ტექნოლოგიები» («Наука и технологии») №4-6, 2006.
5. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке – Москва: Изд-во «Наука», 1982

FORMATION OF THE DIAGNOSIS IN EXPERT SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF STOMATOLOGICAL DISEASES

Gogichaishvili George, Manukov Sergei
Georgian Technical University

Summary

Diagnostic decisions preparation in expert diagnostic system of dental area diseases considered is proposed in the article. Methods of symptomatic facts statement and diagnostic decisions generation are realized in algebraic system form of model. Realization of generalization and semantic tolerance mechanisms gives us considerable reduction of looking through possible decisions variants.

დიაგნოზის ფორმირება სტომატოლოგიურ დაავადებათა დიაგნოსტიკის ექსპერტულ სისტემაში

გიორგი გოგიჩაიშვილი, სერგეი მანუკოვი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სტომატოლოგიური დაავადებების დიაგნოსტიკის ექსპერტული სისტემაში დიაგნოსტიკური ამონახსნების ფორმირების მეთოდი. წარმოდგენილია სიმპტომატიკური ფაქტების და დიაგნოსტიკური ამონახსნების ფორმალიზებული წარმოდგენის მეთოდიკა ალგებრული სისტემის სახის მოდელის გამოყენებით. ამონახსნთა შესაძლო ვარიანტების მნიშვნელოვანი შემცირება ხორციელდება ფრაგმენტების სემანტიკური ტოლერანტობის და განზოგადების მექანიზმის გამოყენებით.