

МРНТИ 20.23.25

Р.Б. Абдрахманов<sup>1</sup>, Е.Н. Рустамов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави,  
Казахстан

<sup>2</sup>Ташкентский Государственный университет информационных  
технологий, Узбекистан

## ФРАКТАЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** В работе рассматривается решение задачи проектирования интеллектуальных информационных систем (ИИС). На концептуальном уровне предлагается техническая и алгоритмическая структура ИИС и логическая цепочка интеллектуализации связывающих ее частей. При этом констатируется, что главную часть ИИС составляет фрактальная база знаний (БЗ) и система ее управления. Формализуя понятия «данные» и «информация» приводится аналитический вид понятие «знание». На основе продукционного знание первые вводится понятие «фрактальное знание». С целью создания фрактальной базы знаний приводится алгоритм управления этими базами знаний. Процедура принятия решений строится на базе алгоритма вычисления оценок (АВО). На основе трех алгоритмических фракталов предлагается концепция проектирования ИИС с фрактальной базы знаний. Предполагается, что такой подход проектирование ИИС дает ей в определенном смысле универсальность. Целью обеспечения универсальности предлагаемого метода появляется возможность инженерам проектировать ИИС без особых затруднений.

**Ключевые слова:** интеллектуализация, фрактальная база знаний, система управления базами знаний, язык представления, знание, данные, информация.

\*\*\*

**Abstract.** The paper considers the solution of the problem of designing intelligent information systems (AIS). At the conceptual level, the technical and algorithmic structure of the information system and the logical chain of intellectualization of its connecting parts are proposed. At the same time, it is stated that the main part of the AIS is the fractal knowledge base (BZ) and its management system. Formalizing the concepts of “data” and “information”, the analytical form of the concept of “knowledge” is given. On the basis of productive knowledge, the concept of “fractal knowledge” is first introduced. In order to create a fractal knowledge base. An algorithm for managing these knowledge bases is given. The decision-making procedure is based on the

algorithm for calculating estimates (ABO). On the basis of three algorithmic fractals, the concept of designing an AIS with a fractal knowledge base is proposed. It is assumed that such an approach to the design of an AIS gives it a certain sense of universality. The purpose of the proposed method is to provide versatility, thereby enabling knowledge engineers to design an AIS without much difficulty.

**Keywords:** intellectualization, fractal knowledge base, management system, representation language, knowledge, data, information.

\*\*\*

**Аңдатпа.** Жұмыста интеллектуалдық ақпараттық жүйелерді (ИАЖ) жобалау мәселесін шешу қарастырылады. Тұжырымдамалық деңгейде ИАЖ-нің техникалық және алгоритмдік құрылымы және оны байланыстыратын бөліктердің интеллектуализациясының логикалық тізбегі ұсынылады. Сонымен бірге, ИАЖ негізгі бөлігі фракталдық білім базасы және оны басқару жүйесі болып табылады. «Деректер» және «ақпарат» ұғымдарын қалыптастыра отырып, «білім» ұғымының талдамалық түрі келтіріледі. Өнімді білім негізінде алдымен «фракталдық білім» ұғымы енгізіледі. Фракталдық білім базасын құру мақсатында. Осы білім базаларын басқару алгоритмі келтірілген. Шешім қабылдау рәсімі бағалауды есептеу алгоритміне (БЕА) негізделген. Үш алгоритмдік фрактал негізінде фракталдық білім базасынан ИАЖ жобалау тұжырымдамасы ұсынылады. ИАЖ жобалаудың бұл тәсілі оған белгілі бір мағынада әмбебаптылық береді деп болжанады. Ұсынылған әдісті қамтамасыз етудің мақсаты-әмбебаптылық, осылайша білім инженерлеріне ИАЖ-ны еш қиындықсыз жобалау мүмкіндігі пайда болады.

**Түйін сөздер:** интеллектуализация, фракталдық білім базасы, басқару жүйесі, ұсыну тілі, білім, деректер, ақпарат.

### *Введение*

Совершенствование методов управления социально-экономической системой является, в настоящее время цифровизация всех ее уровней деятельности. От успешного решения, которой зависит степень дальнейшего развития экономики всей страны. Сочетание прогресса технических средств с новейшими методами организации производства и управления должно принести большие экономические выгоды[1]. При этом особое внимание следует уделить совершенствованию анализа усложняющихся потоков информации, представленные в виде знаний, от которых во многом зависит осуществление главной функции руководящего состава – правильное, оперативное и эффективное принятия решений. Особенно, широкие применения интеллектуализированные информационные системы находят в таких областях, где принятия

решений требует быстрого сбора, обработки, анализа больших объемов данных и информации представленных в виде *знаний* -  $\Phi^{ue_j}(\Delta(x))$ , где  $ue_j$  - информационная единица, т.е. пароль знаний предметной области,  $(\Delta(x))$  - данные (набор сведений) о свойствах предметной области отражающиеся свойств предметной области в БЗ. По своей сущности БЗ является моделью предметной области. Исходя из этих соображений, можно констатировать, что создание интеллектуальных информационных систем (ИИС) является на сегодня очень востребованной.

*Целью работы* является разработка проектирование базы знаний, основанных на принципе фрактальности  $\Phi^{ue_j}(\Delta(x))$  и являющиеся основой интеллектуальных информационных систем.

*Метод решения.* Основой интеллектуальной информационной системы, определенного назначения, является фрактальность [2] БЗ и система управления базами знания (СУБЗ). СУБЗ – это программное обеспечение, которое взаимодействует с прикладными программами пользователя и базой знаний [3].

Необходимость задания некоторой формы представления знаний также не вызывает сомнений, однако вопрос о том, какова она должна быть, остается открытым. Но, в итоге, форма представления знаний определяется возможностями среды, в которой они будут существовать. Поскольку средой для существования формализованных знаний является вычислительная среда, то формы, в которой они могут быть представлены и выглядит следующим образом.

Непустое семейство элементарной информации  $J^x(x_0)$  о  $x_0$  из  $X$  назовем *элементарным знанием* о точке  $x_0$  из  $X$ , при заданной информационной единицы ( $ue_j$ ) и обозначим  $\Phi^{ue_j}(\Delta(x))$ , где  $\Delta(x) = J^x(x_0)$  [5].

*Теорема 1* [3]. Для любого элементарного знания  $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$  о точке  $x_0 \in X$  из информации  $\tilde{J}^x(x_0)$  семейство подмножеств  $\{\tilde{J}^x(x)\}$ , образует пароль в  $X$ , который будем обозначать тем же символом  $\Phi^{ue_j}$ . Для всякого носителя  $\Delta'(x)$  знания  $\Phi^{ue_j}$  из информации вида  $J^{ue}(x_0)$  семейство подмножеств  $\{\tilde{J}^x\}$  образует базис фильтра  $\Phi^{ue_j}$ . Этот базис будем обозначать через  $\Delta^{ue_i}$ . Верно и обратное. Всякий пароль  $\Phi^{ue_j}$  в  $X$ , из подмножеств  $\tilde{J}^x \subset X$ , которые содержат точку  $x_0$  из  $X$ , выдает знание  $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$  из информации вида  $\tilde{J}^x(x_0)$ . При этом любой базис  $\Delta^{ue_i}$  этого фильтра  $\Phi^{ue_j}$  определяет носитель  $\Delta'(x)$  такое знание.

*Доказательство.* Из определения элементарного знания следует, что семейство всех подмножеств  $\tilde{J}^x(x)$ , которые определяют  $\tilde{J}^x(x_0)$  из  $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x))$ , образуют фильтр  $\Phi^{ue_j}$  в  $X$ . Рассмотрим носитель  $\Delta'(x_0)$  знание  $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ , где  $\Delta'(x_0) = J^{ue}(x_0) \rightarrow \tilde{J}^{ue}(x_0)$ . Из определения носителя имеем: для любого  $\tilde{J}^{ue} \in \Phi^{ue_i}(\Delta(x_0))$  существует менее общая информация  $J^{ue}(x_0)$  из  $\Phi^{ue_i}(\Delta(x_0))$ , образующая базис фильтра  $\Phi^{ue_j}$ . Обозначим этот базис буквой  $\Delta^{ue_i} \subset \Phi^{ue_i}$ . Обратно, если  $\Phi^{ue_j}$  – пароль в  $X$  и любое подмножество  $\tilde{J}^{ue} \in \Phi^{ue_i}$  содержит точку  $x_0 \in X$ , то семейство элементарных информаций  $\tilde{J}^{ue}(x)$  образует элементарные знания, которые естественно обозначить  $\Phi^{ue_i}(\Delta(x_0))$ . При этом, всякий базис  $\Delta^{ue_i}$  пароля  $\Phi^{ue_j}$  определяет подсемейство информации вида  $J^x(x_0) \rightarrow \tilde{J}^x(x_0)$ ,  $\tilde{J}^x(x_0) \subset J^x(x_0)$ , которые удовлетворяют определению носителя знаний  $J^{x_{ue_i}}(x)$ . ■

Эта теорема является алгоритмом создания фрактальной базы знаний в ИИС. Таким образом, фрактальность знаний выражается следующим образом. Как уже отметили, элементарное знание выглядит как:

$$\Phi^{ue_j}(\Delta(x)) = ue_j((J^\delta(\Delta(x)) \rightarrow \tilde{J}^\delta(\Delta(x))) \quad (1)$$

Здесь если обозначить информационную единицу(или контекст)  $ue_j = \chi$  ( $J^\delta(\Delta(x)) \rightarrow \tilde{J}^\delta(\Delta(x)) = \Phi_0$ ) то формула (1) можно будет написать следующим образом

$$\Phi^{ue_j}(\Delta(x)) = \chi \cdot \Phi_0^{1-D} \quad (1)$$

Здесь  $\Phi_0$  элементарное знание (фрактал),  $\chi$  масштабный множитель.  $D$  – фрактальная размерность. Именно формула (2) выражает фрактальную знание. Эта формула подобно формуле Б. Мандельброта (Mandelbrot В.В.) [2].

*Система алгоритмов управления фрактальным знанием (СУБЗ)*

Если мы определим объект исследования (или предметную область) как  $S_j$  при заданном множестве  $M$ , где элементами этого множества является совокупность информационных единиц интерпретирующей информации о свойствах, описывающие  $S_j$  т.е.  $\{\alpha_{i,j}\}_{n \times m}$ :

$$S_j = \{S_{11}(\alpha_{1j}), S_{22}(\alpha_{2j}), \dots, S_{mj}(\alpha_{mj})\} \in M_j.$$

Понятно, что  $I^*(K_I(S_J))$  будет информационной совокупностью предметной области, если  $\alpha_{ij} \in M$ . Чтобы описать  $S_j$  в виде продукционных знаний введем подмножества  $Y = \{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$ ;  $Y \in M$ ;  $\Lambda^i = \{\Lambda^i, \dots, \Lambda^i_q\} \in M$ . Из них с помощью алгоритма  $A$  образуем множество  $\Sigma$ . Элементы множества  $\Sigma$  будут системой продукции, т.е.  $\Sigma$  будет базой продукционных знаний о  $S_j$ .

1. На первом шаге алгоритм  $A$  с помощью операции  $Q_1^j, \dots, Q_{q(j)}^j$ , находит  $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ , те характеризующие свойства ПО  $S_j$ , которые составляют существенные стороны этой ПО. С помощью этих сторон мы можем определить, что это та предметная область.

2. На этом шаге алгоритм  $A$ , с помощью операции  $Q_1^j, \dots, Q_{q(j)}^j$ , находит  $b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}$ , те характеризующие свойства  $S_j$ , с помощью которых, если они являются информационными носителями, определяются импликативные отношения со свойствами  $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ .

3. После нахождения  $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$  и  $b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}$  алгоритм производит семантическое описание  $S_j$  с помощью набора формул

$$I^*(K_J(S_J)): \{\Phi_k^j\}^{ue_j} = (B_u^j \rightarrow \sum_{c=1}^{q(i)} b_c^{u,j})^{ue_j k} \quad (2)$$

где,  $B_u^j = \{B_1^j, \dots, B_{k(j)}^j\}$ ;  $b_c^{u,j} = \{b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}\}_c$ . Здесь верхний индекс формулы  $\Phi$  показывает номер класса, нижней индекс - номер знаний содержащий ( $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ ) и ( $b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}$ ). Индексы  $\tau, \tau_0, k_0$  фиксируют номера ( $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ ), соответствующие классу  $1, 1, j$ . Индекс  $c$  фиксирует номера ( $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ ) соответствующие  $\tau, \tau_0, k_0$ , причинно-следственно связанные с ( $B_1^j, \dots, B_{uj}^j$ ). Здесь  $B_{uj}^j$  выражает информацию  $J^\delta(\Delta(x))$ , а  $b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j}$  выражает информацию  $\tilde{J}^\delta(\Delta(x))$ , где  $J^\delta(\Delta(x)) \supset \tilde{J}^\delta(\Delta(x))$  имеют следственные свойства.

Ядро этой продукции будет << атомарным >> знанием. А набор формул  $\{\Phi_k^j\}^{ue_j}$  - семантическим описанием  $S_j$  в виде продукционных знаний. Формула (2) выражает фрактальную базу знаний.

4. Определяется семантическая метрика в виде функции релевантности для двух допустимых продукционных знаний (ПЗ)  $\{\Phi_u^j\}^{ue_j}$ ,  $\{\Phi_{\tau_0}^j\}^{ue_j}$  т.е двух класс знаний  $I^u(K_J(S_J))$  и  $I^{\tau_0}(K_J(S_J))$

$$\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \rho'(B_u^j, (B_u^j)_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \text{если } B_u^j = (B_u^j)_\tau; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (3)$$

Если  $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1$ , то алгоритм вычисляет  $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j)$ , т.е. релевантность по ЛПБ.

$$\rho_c(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \rho_c(b_c^{u,j}, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \begin{cases} \rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1 \\ b_c^{u,j} \equiv (b_c^{u,j})_{\tau_0} \end{cases} \\ 0 - \text{в противном случае} \end{cases} \quad (4)$$

5. На этом этапе определяется релевантность информационных объектов  $I^u(K_j(S_j))$  и  $I^{\tau_0}(K_j(S_{\tau_0}))$ . Понятно в этом случае  $\Phi_u^j$  и  $\Phi_{\tau_0}^j$  сравниваются с точки зрения информационной единицы представленной в виде продукционных знаний.

Вычисляется функция

$$\Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = W_{\tau_0} \Gamma_{\tau_0}^j(\Phi_u^j, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = W_{\tau_0} \frac{1}{h_{\tau_0}} \sum_{c \in \{ \}} \delta_c^{u,j} \rho_c(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) \quad (5)$$

$W_{\tau_0}$  - важность формулы ( $\Phi_{\tau_0}^j$ );

$h_{\tau_0}$  - мощность множества  $\{i_1, \dots, i_{\tau_0}\}$

$\delta_c^{u,j}$  - важность  $b_c^{u,j}$ .

На этом шаге вычисляется число голосов, поданных за класс  $K_j$  объектом  $\Phi_u^j$ :

$$\Gamma^j(\Phi_u^j) = \sum_{\tau_0 \in \{ \}}^{m(j)} \gamma_{u,j} \Gamma_{\tau_0}^j(\Phi_u^j, b_c^{u,j}) \quad (6)$$

Таким образом, на этом алгоритм строит числовую матрицу:

$$\| \Gamma_{ij} \|_{gx\tau}, \quad \Gamma_{ij} = \Gamma^j(\Phi_u^j), \quad (7)$$

где  $\gamma_{ij}$  - вес  $u$ -го  $B_{ij}^j$  в  $j$ -ом классе.

6. С помощью правила вывода (решающее правило)  $r^A$  переходим к информационной матрице:

$$r^A \| \Gamma_{ij} \|_{gx\tau} = \| \beta_{ij}^A \|_{gx\tau} \quad (8)$$

являющейся знанием о вхождении  $S_{\tau}$  в класс  $K_j$ ,  $\{\beta_{ij}^A\} \in \{1, 0, \Delta\}$ , где символы 1, 0, 1 кодируются соответственно факты:  $\Phi_{\tau_0}^j \in K_j$ ,  $\Phi_{\tau_0}^j \notin K_j$ , неизвестно, принадлежит  $\Phi_{\tau_0}^j$  к  $K_j$  или нет.

Эту матрицу можно интерпретировать как коэффициент онтологии знаний. А класс  $K_j$  уровнями онтологии. Шестой этап алгоритма нам показывает механизм порождения онтологии знаний.

Примем правило вывода в следующем простом виде: среди элементов  $(\Gamma_i, \dots, \Gamma_{j\tau})$  находим максимальный элемент  $\max(\Gamma_{ij})$ , тогда в строке  $(\beta_{1j}^A, \dots, \beta_{ij}^A)$  элемент  $\beta_{ij}^A$  равен 1, остальные – 0. Если среди  $(\Gamma_{ij}, \dots, \Gamma_{i\tau})$  нет максимального элемента, то и строка  $(\beta_i^A, \dots, \beta_{i\tau}^A)$  состоит  $\Delta$ . Когда в строке встречается  $\Delta$ , это говорит что в  $\sum_Q$  не существует знания, принадлежащего описанию  $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$ . В таком случае  $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$  присоединяется к  $\sum_Q$ , отмечается появление в БЗ нового знания.

Каждое знание  $I^*(\Phi_k^j)$  должно иметь в БЗ уникальное имя, т.е. информационную единицу  $ue_j$ , по которой мы могли бы его найти, а также ответить на запросы, в которых эта  $ue_j$  упоминается, когда речь идет о знаниях мы должны ввести информацию о некоторой протоструктуре продукции. Эти знания должны обладать гибкой структурой в смысле релевантности знаний. Для них должен выполняться «принцип матрешки», т.е. рекурсивная вложенность знаний друг в друга в рамке  $I^*(\Phi_k^j)$ . Каждое знание может быть включено в состав любого другого, и из каждого знания можно выделить некоторые составляющие в контексте информационных единиц. Все это должно осуществляться в информационном пространстве.

Релевантность можно охарактеризовать в следующей теореме.

*Теорема 2.3.1* Знания  $\Phi_k^j$  и  $\Phi_{k-1}^j$  вместим друг в друга, если

$$\Gamma_{c_0}^j(\Phi_k^j, b_c^{u,j}) \neq \Gamma_{c-1}^j(\Phi_{k-1}^j, j, b_c^{u,j}).$$

*Доказательство:* По формуле (3.2.5)

$$\Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = W_{\tau_0} \Gamma_{\tau_0}^j(\Phi_u^j, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = W_{\tau_0} \frac{1}{h_{\tau_0}} \sum_{c \in \{ \}} \delta_c^{u,j} \rho_c(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j)$$

для

$$\Gamma_{\tau_0-1}(\Phi_k^j (b_c^{u,j})_{\tau_0-1}) = W_{\tau_0-1} \frac{1}{h_{\tau_0-1}} \sum_{c \in \{ \}} \delta_c^{u,j} \rho_{\tau_0-1}(\Phi_{\tau_0}^j, \Phi_{\tau_0}^j).$$

Это означает что,

$$b_c^{u,j} \in \Phi_{\tau_0-1}^j \vee b_c^{u,j} \in \Phi_{\tau_0}^j$$

т.е. одинаковые знания находятся в  $\Phi_{\tau_0-1}^j$  и  $\Phi_{\tau_0}^j$ . Это противоречит формуле (2).

Релевантность  $\Phi_k^j$  и  $\Phi_{\tau_0}^j$  определяется вычислением следующего предиката  $P(\Phi_k^j, \Phi_{\tau_0}^j)$ :

$$P(\Phi_k^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \begin{cases} 1 \text{ если } \Phi_k^j \text{ и } \Phi_{\tau_0}^j \text{ релевантно, когда } \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) > \varepsilon \\ 0 \text{ если } \Phi_k^j \text{ и } \Phi_{\tau_0}^j \text{ не релевантно, когда } \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) < \varepsilon \\ \Delta \text{ если } \Gamma_{\tau_0}(\Phi_u^j) = \varepsilon \end{cases} \quad (9)$$

где порог  $\varepsilon$  задается или выявляется из свойств  $\Phi_u^j$ .

На множествах  $(V_1^j, \dots, V_{ij}^j)$  и  $(b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j})$  в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее смысловую близость знаний. Такой близостью может служить релевантность отношений информационных сущностей (продукционных знаний). С другой стороны, такая релевантность может служить семантической метрикой. Действительно, по формуле (3) мы определяем релевантность информационных сущностей по  $B_u^j$ . После этого в  $(\exists \rho(B_u^j(B_u^j)_{\tau_0}) = 1)$   $\Phi_k^j$ , релевантность знаний проверяется по  $b_c^{u,j}$ . Только после определения  $\exists \rho_c(b_c^{u,j}(b_c^{u,j})_{\tau_0})$  в  $\{\Phi_k^j\}$  можно принимать решение о смысловой близости знаний типа (4). Введение такой метрики в базу продукционных знаний дает нам возможность алгоритмической генерации новых знаний (приобретения знаний). Тем самым мы описали математическую основу проектирования фрактальной базы знаний.

*Концепция технической реализации фрактальной информационной системы.*

Вероятно, самым важным компонентом среды СУБЗ, с точки зрения пользователей, являются знания  $\Phi^{uej}(\Delta(x))$ . На рис.1 представлена схема гипотетической интеллектуальной системы, состоящей из трех частей: машины знаний, решателя и интерфейса взаимодействия.

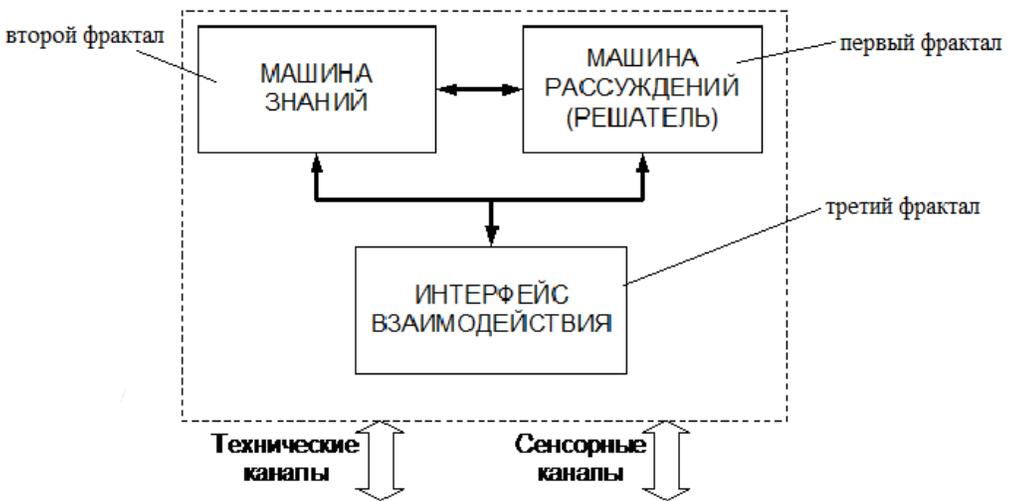


Рисунок 1. Общая структура фрактальной ИИС

На рисунке 2 показан общая блок схема фрактальной ИИС

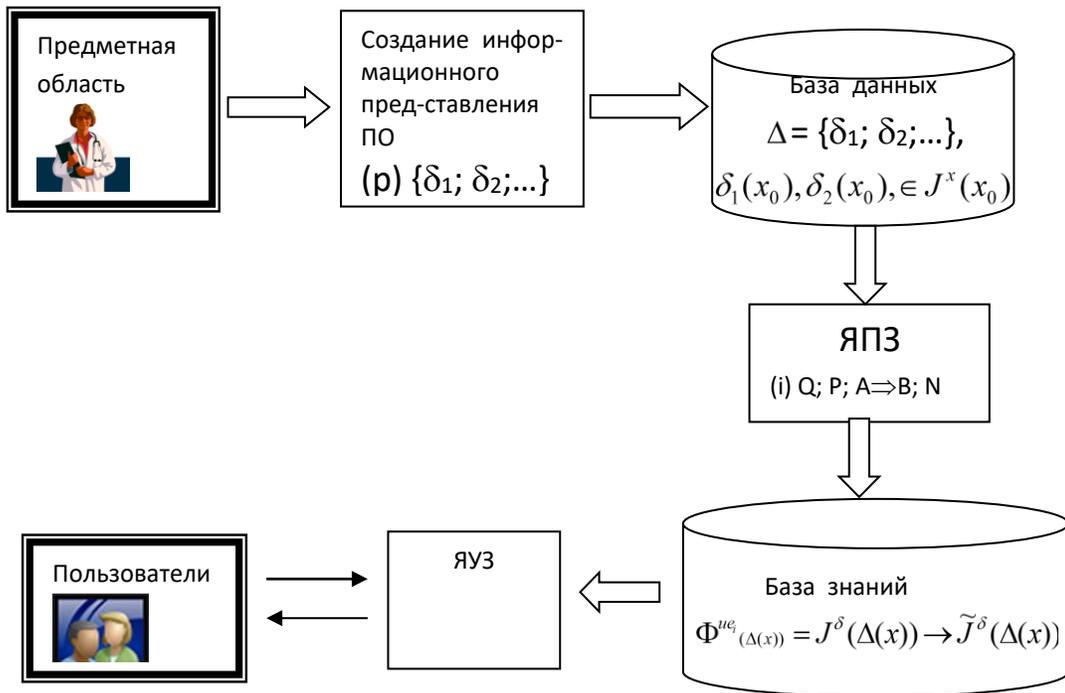


Рисунок 2. Блок схема фрактальной ИИС

Из блок схемы видно, что меняя только БЗ можно работать выбранной ПО. В этом заключается универсальность проектированной ИИС.

Решение практической задачи ИИС показанной на рис.2, была диагностика мозгового инсульта женщин фертильного возраста [7].

При этом, эти сущности классифицировались следующим образом. Стержневые сущности (семантика-□), характеризующие сущности (семантика -△), обозначающиеся сущности (семантика-○), и

ассоциативные сущности (семантика -◇). Естественно, эти энергоинформационные сущности имеют соответствующие атрибуты (семантика -◊) характеризующие свойства этих сущностей. На основе предлагаемой концепции синестезия-слияние двух ощущений в нечто единое, является ассоциативной сущностью.

В нашем случае мозговой инсульт является множеством  $X$ . Мы должны производить семантическую обработку информации  $J^x(\Delta(x))$  о  $X$  и определить, какие именно характеризующие информационные сущности существенно влияют на порождение носителя информации  $\Delta(x)$ . Для этого схематически опишем процесс (рисунок 3.).

Из рисунка 3. видно, что информация о мозговом инсульте.  $J^x(\Delta(x))$  образуется с помощью трех носителей информации  $\Delta_1(x_1)$ ,  $\Delta_2(x_2)$ ,  $\Delta_3(x_3)$ . т.е.

$$J^x(\Delta(x)) = \{J^{x_1}(\Delta_1(x_1)), J^{x_2}(\Delta_2(x_2)), J^{x_3}(\Delta_3(x_3))\}.$$

С клинической точки зрения имеет большое значение, какое именно из этих информационных сущностей наиболее выражено в образовании  $J^x(\Delta(x))$ . Такое образование осуществляется ассоциативной информационной сущностью, носителем которого является  $\Delta^1(\varphi)$ . Для решение этой задачи мы должны изучить семантику образования набора  $\Delta(x)$  в зависимости от  $\Delta_1(x_1)$ ,  $\Delta_2(x_2)$ ,  $\Delta_3(x_3)$ . Понятно, что при этом существенную роль играет информативность элементов наборов  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ .  $\Delta(x)$  - мозговой инсульт,  $\Delta_1(x_1)$  - гипертония,  $\Delta_2(x_2)$  - воспаления,  $\Delta_3(x_3)$  - липидные бляшки.

$$\Delta_1(x_1) = \{\delta_1(x), \delta_2(x), \dots, \delta_{14}(x)\}, \Delta_2(x_2) = \{\delta_1(x_2), \dots, \delta_{10}(x_2)\}, \\ \Delta_3(x_3) = \{\delta_1(x_3), \dots, \delta_6(x_3)\}, \Delta(x) = \{\delta_1(x), \delta_2(x), \dots, \delta_3(x)\}.$$

При создания ФБЗ для медицинских задач мы должны первую очередь различит медицинские данные от медицинской информации.

Получая из истории болезни больных первичные данные виде следующих таблиц, с целью построения информационных единиц формируем глобальный порождающий базис знаний (ГПБ). Здесь очень важно различить, т.е. определить класс типа болезни. Понятно, что эта задача решается клиницистом, где  $K1$  – ишемический инсульт у женщин,  $K2$  – геморрагический инсульт у женщин,  $K3$  – ишемический инсульт у мужчин,  $K4$  – геморрагический инсульт у мужчин.

Каждое значение информационной единицы взято из истории болезни изученных снимков. Изучая эту таблицу, мы определяем частоту встречаемости информационной единицы. Например: по первой строке этой таблицы рассмотрены 16 больных. Чтобы вычислить частоту встречаемости атрибутов  $ue_j$ , будем считать сколько раз встречался рассматриваемый атрибут  $\alpha_1$  (паралич) встречался 9 раз. Значит  $9/16$  равно 0.52, этот коэффициент показывает нам степень выраженности этой информационной единицы.

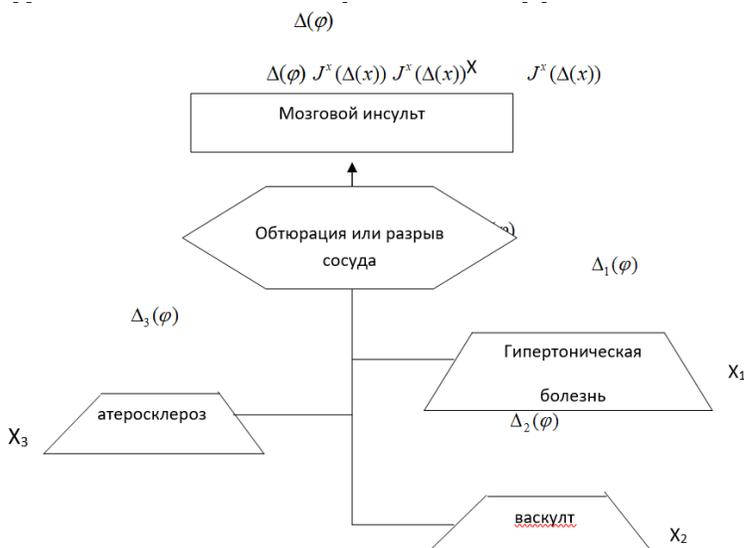


Рисунок 3.1.1- Информационно-логическая (инфологическая) модель мозгового инсульта  $J^X(\Delta(x))$

По логическому развитию процесса мозгового инсульта основной причиной является васкулит сосудов. А степень выраженности васкулита можно охарактеризовать с помощью коэффициента  $\beta$ . Все это говорит о том, что клиническое состояние больного можно описать с помощью причинно следственных связей. Такая связь формально пишется с помощью логической импликации « $\rightarrow$ ». Это выражение читается как «если ... то». Из этого следует, что мы можем состояние больного формально выразить с помощью  $\beta$  как  $\beta \rightarrow S_x$  или  $\beta \rightarrow (\alpha_1^i \vee \alpha_2^i \vee \alpha_3^i \vee \alpha_4^i \vee \alpha_5^i)$ , где  $\vee$  - является логическим «или». Фактически это выражения отражает элементарное знание  $\Phi^{ue}(\Delta(x))$  (определение 2.1.3) об инсульте. Таким образом, такой подход позволяет нам создать продукционную базу знаний мозгового инсульта.

В этой таблице по столбцам ставятся информационные единицы  $ue_j$ , по строкам - форма или класс болезни. На пересечении строк и столбцов ставятся элементарные знания  $\Delta^i(x) = J^{ue}(x) \rightarrow \tilde{J}^{ue}(x)$  о типе болезни, связанные с определенной информационной единицей.

Теперь, после составления базы знаний мы рассмотрим процедуру определения морфометрии на основе клинических симптомов. Покажем на примере все выше сказанное. Например, в клинику поступила больная со следующими симптомами: легкий парез ( $\alpha_1^3$ ), возраст 55 лет ( $\alpha_2^3$ ), сознание на уровне оглушения ( $\alpha_3^2$ ), реакция на свет ослаблена ( $\alpha_4^2$ ), САД

=140/100 мм. рт. ст. ( $\alpha_5^2$ ). Формальная запись состояния больной выглядит следующим образом

$$S_x = \alpha_1^3 \wedge \alpha_2^3 \wedge \alpha_3^2 \wedge \alpha_4^2 \wedge \alpha_5^2.$$

Чтобы, диагностировать тип инсульта этого больного, определяется семантическая метрика в виде функции релевантности для двух допустимых продукционных знаний (ПЗ)  $\{\Phi_u^j\}^{ue_j}$ ,  $\{\Phi_{\tau_0}^j\}^{ue_j}$  т.е. двух классов знаний  $I^u(K_J(S_J))$  и  $I^{\tau_0}(K_J(S_J))$  [7].

$$\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \rho'(B_u^j, (B_u^j)_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \text{если } B_u^j = (B_u^j)_{\tau}; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Если  $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1$ , то алгоритм вычисляет  $\rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j)$ , т.е. релевантность по  $(b_1^{u,j}, \dots, b_{q(i)}^{u,j})$ .

$$\rho_c(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = \rho_c(b_c^{u,j}, (b_c^{u,j})_{\tau_0}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \begin{cases} \rho'(\Phi_u^j, \Phi_{\tau_0}^j) = 1 \\ b_c^{u,j} \equiv (b_c^{u,j})_{\tau_0} \end{cases} \\ 0 - \text{в противном случае} \end{cases}$$

На этом этапе определяется релевантность информационных сущностей  $I^u(K_J(S_J))$  и  $I^{\tau_0}(K_J(S_{\tau_0}))$ . Понятно, что в этом случае  $\Phi_u^j$  и  $\Phi_{\tau_0}^j$  сравниваются с точки зрения информационной единицы, представленной в виде продукционных знаний.

*Принятие решение* производится в следующем виде: среди элементов  $(\Gamma_i, \dots, \Gamma_{j\tau})$  находим максимальный элемент  $\max(\Gamma_{ij})$ , тогда в строке  $(\beta_{1j}^A, \dots, \beta_{ij}^A)$  элемент  $\beta_{ij}^A$  будет равен 1, остальные – 0. Если среди  $(\Gamma_{ij}, \dots, \Gamma_{i\tau})$  нет максимального элемента, то и строка  $(\beta_i^A, \dots, \beta_{i\tau}^A)$  будет состоять из  $\Delta$ . Когда в строке встречается  $\Delta$ , это говорит о том, что в  $\sum_Q$  не существует знания, принадлежащего описанию  $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$ . В таком случае  $(\Phi_k^j)_{\tau_0}$  присоединяется к  $\sum_Q$  и отмечается появление в БЗ нового знания.

Результат решения задачи с помощью программного комплекса показан на рисунке 4. Значит у больной ишемический инсульт. А для этого случая морфометрия сосудов  $\beta = (2,22 \pm 0,42)$ . На основе этой морфометрии будет производиться лечение.

b1

a1	a11	ЖИ	0,5556	0,4	0,22222223
a2	a24	ЖИ	0,2222	0,1	0,02222222
a3	a32	ЖИ	0,2778	0,2	0,05555556
a4	a41	ЖИ	0,3333	0,2	0,06666667
a5	a54	ЖИ	0,3333	0,3	0,10000000
<b>Общая сумма</b>					0,46666668

b2

a1	a11	ЖГ	0,625	0,4	0,25000000
a2	a24	ЖГ	0,125	0,1	0,01250000
a3	a32	ЖГ	0,125	0,2	0,02500000
a4	a41	ЖГ	0,0625	0,2	0,01250000
a5	a54	ЖГ	0,0625	0,3	0,01875000
<b>Общая сумма</b>					0,31875001

b3

a1	a11	МИ	0,4737	0,4	0,18947369
a2	a24	МИ	0,2105	0,1	0,02105263
a3	a32	МИ	0,4211	0,2	0,08421053
a4	a41	МИ	0,3684	0,2	0,07368421
a5	a54	МИ	0,3684	0,3	0,11052632
<b>Общая сумма</b>					0,47894738

b4

a1	a11	МГ	0,7368	0,4	0,29473685
a2	a24	МГ	0,2105	0,1	0,02105263
a3	a32	МГ	0,2105	0,2	0,04210526
a4	a41	МГ	0,1579	0,2	0,03157895
a5	a54	МГ	0,2105	0,3	0,0631579
<b>Общая сумма</b>					0,45263159

#### Рисунок 4. Результаты принятия решений

Результаты решения задачи позволили сформулировать следующие выводы:

1. У женщин фертильного возраста из мозговых инсультов преобладает кровоизлияние (69%) чем размягчения мозговой ткани (31%) и наиболее часто поражается территория средней мозговой артерии (55,2%), а размягчение больше локализуется в бассейне передней мозговой артерии (42,7%).

2. Процесс кровоизлияния в мозг усиливается развитием ангиогенных факторов в виде фибриноидного некроза стенки артерий, тиксотропического расширения стенки посткапиллярных венул для миграции клеток процесса регенерации и капиллярной дисциркуляции крови.

3. Представление ПО в информационном пространстве является первым и необходимым шагом при создании БЗ. По своему содержанию такое представление является самостоятельной задачей. Понятно что, не интерпретируя информацию в заданной *ue<sub>j</sub>* (в заданном контексте) мы не можем определить само знание. Решение практических задач показывает правильность выдвинутых концепции в диссертационной работе.

### **Список использованной литературы**

- 1 Климов С.М. Интеллектуальные ресурсы организации. – М.: Знание; ИВЭСЭП, 2000. -168 с.
- 2 Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / от. ред. Ю.Б.Башкуев. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2013. -224 с. ISBN 978-5-9793-0549-3
- 3 Рустамов Н.Т., Абдрахманов Р.Б., Сапарходжаев Н.П., Аманов А.А. Алгоритмические основы проектирования фрактальных баз знаний в интеллектуальных системах. Вестник казахстанско-британского технического университета, №4 (55), 2020, с.177-185.
- 4 Тузовский А.Ф., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями в образовании // Современные средства и системы автоматизации. – Томск: Изд-во Том.ун-та, 2002. – с. 295-299.
- 5 Чичкин А.В. Математическая информатика - М.: Наука. Гл.ред. физ. – мат. лит., - 416 с.
- 6 Davenport T., Prusak, L. Working Knowledge: how organization manage what they know. – Boston: Harvard Business Schol Press, 1998.
- 7 Рустамов Н.Т., Исраилов Р.И., Рустамов Б.К. К вопросу проектирование базы знаний (на примере мозгового инсульта). – Ташкент.: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. 112 стр. ISBN 978–9943–6492–7–9.
- 8 Трофимова Л.А., Трофимов В.В. Управление знаниями. Учебное пособие – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. 2012. – 77с.