

УДК 51-74
МРНТИ 28.19.23

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ БАЗ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

РУСТАМОВ Н.Т., АБДРАХМАНОВ Р.Б., САПАРХОДЖАЕВ Н.П., АМАНОВ А.А.

Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави

Аннотация: В данной работе рассмотрены онтологические свойства знаний, вытекающих именно из семантических свойств информации. Формализуя понятия «сообщение», «данные» и «информация», алгоритмизирована процедура получения из этих понятий необходимых знаний. Приведена формализованная методика анализа знаний на основе интерпретации информации в контексте, при этом акцентируя на сущностные свойства информации. Показано, что, если интерпретировать одну и ту же информацию в разных контекстах, то семантика знаний будет другой. Предложен критерий фрактальности знаний в информационных системах. С другой стороны, фрактальность информации является предпосылкой появления фрактальной онтологии знаний. Доказано условие создания фрактальных баз знаний в интеллектуальных системах, вводя понятие фильтра знаний. В свою очередь эти фильтры формируются из сущностных свойств информации. Поэтому представление знаний через «данные», «информация» имеет принципиальное значение при проектировании фрактальных баз знаний в интеллектуальных информационных системах.

Ключевые слова: фрактальность, знания, интеллектуальная система, фильтры знаний, производственная форма знаний, семантика, база фрактальных знаний

ALGORITHMIC BASES OF DESIGNING FRACTAL KNOWLEDGE BASES IN INTELLECTUAL SYSTEMS

Abstract: In this paper, the ontological properties of knowledge derived from the semantic properties of information are considered. Formalizing the concepts of “message”, “data” and “information”, the procedure for obtaining the necessary knowledge from these concepts has been algorithmized. A formalized methodology for analyzing knowledge based on the interpretation of information in context is given. While focusing on the intrinsic properties of information. It is shown that if one interprets the same information in different contexts, then the semantics of knowledge will be different. A criterion for the fractality of knowledge in information systems is proposed. On the other hand, the fractality of information is a prerequisite for the emergence of a fractal ontology of knowledge. The condition for creating a fractal knowledge base in intellectual systems is proved by introducing the concept of a knowledge filter. The turn of these filters is formed from the essential properties of information. Therefore, the representation of knowledge through “data”, “information” is of fundamental importance in the design of a fractal knowledge base in intelligent information systems.

Key words: fractality, knowledge, intellectual system, knowledge filters, production form of knowledge, semantics, fractal knowledge base

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ФРАКТАЛДЫҚ БІЛІМДЕР БАЗАСЫН ҚҰРУДЫҢ АЛГОРИТМДІК НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа: Бұл жұмыста ақпараттың семантикалық қасиеттерінен келіп шығатын білімнің онтологиялық қасиеттері қарастырылған. «Хабарлама», «деректер» және «ақпарат» деген ұғымдарды формализациялау арқылы олардан қажетті білімдерді алу процедурасына алгоритм құрастырылған. Контекст негізінде ақпараттарды интерпретациялаудың білімдерді формализацияланған талдау әдісі келтірілген. Мұнда ақпараттың маңыздылығына көңіл аударылады. Бір ақпаратты әртүрлі контекстінде интерпретациялауда білімнің семантикасы әркелкі болатыны көрсетілген. Ақпараттық жүйелерде білімдердің фракталдық критерийі ұсынылған. Екінші жағынан ақпараттың фракталдығы білімдердің фракталдық онтологиясының пайда болуына алып келеді. Білімдер сүзгісі деген ұғымды ендіру арқылы интеллектуалдық жүйелерде фракталдық білімдер базасының пайда болу шарты дәлелденген. Өз кезегінде бұл филтрлер ақпараттың маңыздылығына байланысты пайда болады. Сондықтан білімдерді «деректер», «ақпарат», «хабарлама» арқылы ұсыну интеллектуалдық ақпараттық жүйелерде фракталдық білімдер базасын жобалауда алар орны зор.

Түйінді сөздер: фрактальдық, білім, интеллектуалдық жүйе, білімдер сүзгілері, білімдерді ұсынудың өнімді формасы, семантика, фракталдық білімдер базасы

Введение

Как мы знаем, накопление, распространение и передача знаний от поколения к поколению во все времена определяли развитие человеческой цивилизации. При этом все зависело от того, как хранились эти знания, как они передавались. В последние десятилетия знания, интеллектуальные ресурсы приобрели особую значимость в социальном и экономическом развитии общества. Это связано с действием ряда фундаментальных факторов и, прежде всего, с информационной революцией и возникновением новой цифровой экономики.

Новой цифровой экономике – экономике, основанной на знаниях, свойственен стремительный рост наукоемкости товаров и услуг, сокращение их жизненного цикла, интеллектуализация используемых технологий, обеспечивающих кратное повышение производительности труда, возникновение крупного сегмента рынка собственно интеллектуальных продуктов и услуг (патенты, лицензии, транзакции, консалтинг), быстрый темп обновления знаний и необходимость их постоянного пополнения. Все это требует разработки новых методов и технологий представления, обработки и поиска фрактальных знаний [1, 2]. Для облегчения работы со знаниями

надо иметь определенную семантическую и алгоритмическую систему, на основе которой можно было создать базу знаний, благодаря первичным данным в рамках одной информационной системы. В этом случае, такая интеллектуализированная информационная система приобретает форму товара. Только в этом случае можно успешно конкурировать на рынках цифровой экономики [3-5]. Здесь определяющую роль играет понятие «информация». Информация – это данные, интерпретированные в определенном контексте (необходимые пользователю, полезные для решения). Или информация – это «данные, наделенные значимостью и целями» [6].

Целью работы является алгоритмизация представления информации в виде знаний при заданном контексте.

Метод решения

Совпадают ли между собой понятия «данные об объекте» и «информация об объекте?» Оказывается это разные понятия. В самом деле можно привести примеры разных данных [7].

Объект – первичное и строго неопределяемое понятие. Оно всегда противопоставляется другому, двойственному ему понятию

- субъект. Субъект обладает способностью воспринимать, преобразовывать и использовать информацию и знания об объекте.

Объект – одно из самых общих понятий. Всякий объект обладает определенными свойствами, проявляющимися при взаимодействии с другими объектами. Эти свойства объекта проявляются в рамках того или иного контекста. Скажем, свойство объекта двигаться, развиваться и т.п. будет проявляться в контексте *времени*. Всякое сведение предполагает свой первоначальный источник. Причем всякое сведение описывает два множества объектов. Одно – X опорное множество тех объектов, которые являются допустимыми для регистрации датчика. Другое множество δ тех объектов из X , для которых датчиком фиксируются вполне определенные свойства. Тем самым, второе множество есть часть первого, т.е. подмножество, $\delta \subset X$.

Далее, всякое сведение должно иметь указатель (имя) объекта, о котором сообщается в данном сведении. Обозначим через x тот объект, который указан в сведении.

Тогда x является элементом как опорного множества X , так и подмножества δ , т.е. $x \in X, x \in \delta$. Будем называть указатель объекта семантическим указателем сведения. По своей сути эти указатели выражают рассматриваемый контекст.

Семантика всякого сведения предполагает наличие следующих четырех величин: опорного множества X объектов, семантического указателя x одного из объектов X , т.е. $x \in X$, подмножества δ объектов из X , т.е. $x \subset X$ и рассматриваемый контекст p , которая характеризует достоверность выполнения главного условия $x \in \delta$ [8].

В связи с этим, всякое сведение об объекте $x \in X$ будем обозначать триадой

$$(p) \delta (x) \quad (1)$$

Если контекст имеет фрактальное свойство, то сведение приобретает фрактальность. В свою очередь фрактальность сведения придает ему устойчивый характер.

Теперь перейдем к анализу более сложного понятия «данные об объекте». Для этого рассмотрим конкретный пример – прогноз

погоды: завтра днем в Астане ожидается солнечная погода, температура воздуха 24° - 26° тепла, к вечеру возможно гроза. Эти данные включают несколько (а именно три) сведений типа (1) об одном и том же объекте – дневной погоде в Астане на завтра. Здесь опорное множество X объектов – это различные состояния дневной погоды в различных местах и в различные дни. Семантический указатель x – это дневная погода в Астане на завтра. Здесь имеем три сведения вида (1):

$$p_1 \delta_1(x), p_2 \delta_2(x), p_3 \delta_3(x)$$

где δ_1 означает «солнечная погода», δ_2 – «погода с дневной температурой 24° - 26° тепла», δ_3 – «погода, когда вечером происходит гроза». Очевидно, что $\delta_1 \subset X, \delta_2 \subset X, \delta_3 \subset X$. Семантические достоверности здесь p_1, p_2, p_3 – это скалярные достоверности событий $x = \delta_1, x = \delta_2, x = \delta_3$. Наряду с отдельными сведениями об объекте вида (1) имеют дело с наборами (семействами) сведений об одном объекте. Такие наборы называют данными об объекте. Будем данные об объекте $x \in X$ обозначать следующим образом:

$$\{(p_1) \delta_1(x); (p_2) \delta_2(x); \dots\} \quad (2)$$

Для упрощения записи вместо (2) будем иногда писать

$$\{(p_1) \delta_1; (p_2) \delta_2; \dots\} (x) \quad (3)$$

т.е. выносить общий семантический указатель за скобки (справа). Если $p_1 = p_2 = \dots$, то можно такую достоверность вынести за скобки (слева)

$$(p) \{\delta_1; \delta_2; \dots\} (x) = (p) (x) \quad (4)$$

здесь

$$\Delta = \{\delta_1; \delta_2; \dots\} = \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Данные (набор сведений) о свойствах объекта в БД представляются в зависимости от типа объекта. Это связано с объективностью отражения свойств объекта в БЗ.

Аналогичная ситуация появляется когда, например, одно и то же действительное число X представляется в двоичной, десятичной

или другой какой-либо системе исчисления. Так, «данные об объекте» и «информация об объекте» – это разные понятия. «Данные об объекте» являются как бы носителем «информации об объекте». Одна и та же информация может быть принесена разными данными, но каждые данные определяют свою единственную информацию. Что же такое «информация об объекте»?

Если рассмотреть одно истинное сведение $\delta(x)$ об объекте $x \in X$, то вместе с ним одновременно можно всегда сформулировать другие истинные сведения, являющиеся простейшими (очевидными) логическими следствиями из $\delta(x)$. Например, пусть x – конкретное бревно, а $\delta(x)$ – сведение о нем, означающее «бревно x короче трех метров». Тогда, очевидно, будут справедливы такие сведения как $\delta'(x)$, означающее «бревно x короче пяти метров», и т.д. Другими словами, если имеется одно истинное сведение $\delta(x)$, то вместе с ним истинными будут всякие другие сведения $\delta'(x)$, где $\delta(x)$ – надмножество δ , т.е. $\delta \subset \delta' \subset X$. Что интересно, в этом примере надо заметить, когда определяется начальное истинное сведение $\delta(x)$ об объекте, допускается множество X . На самом деле, в общем случае, X определяет контекст, в котором интерпретируем (т.е. находим) начальное истинное сведение $\delta(x)$ $x \in X$, и зависящее или вытекающее из этого сведения $\delta'(x)$ истинное сведение $\delta(x)$. Если ввести определенный порядок в процедуру интерпретации, то поймем *алгоритм превращения данных в информацию*.

Если теперь рассмотреть истинные данные $\Delta(x)$ об объекте $x \in X$, то одновременно с каждым двумя (или более) истинными сведениями $\delta_1(x)$, $\delta_2(x)$ из $\Delta(x)$ следует, что истинными будут и сведения $\delta_3(x)$, где $\delta_3 = \delta_1 \cap \delta_2$ – пересечение подмножеств. В математической логике это означает логическую операцию «и» (конъюнкцию):

$$\delta_3(x) = \delta_1 \& \delta_2(x)$$

Понятно, что определения истинности логических операций «и» и «или» составляют основу процедуры интерпретации $\delta(X)$

в контексте X . И являются информацией об объекте, построенной из данных $\Delta(x)$.

Понятие «информация об объекте» $x \in X$ определяется как такое семейство сведений $\delta(x)$ об этом объекте, которому принадлежит, наряду с каждым сведением из этого семейства, все и простейшие (очевидные) логические следствия. Другими словами, если $\delta(x)$ принадлежит семейству, то и всякое $\delta'(x)$ где $\delta \subset \delta' \subset X$, также принадлежит семейству, то и $\delta_3(x)$, где $\delta_3 = \delta_1 \cap \delta_2$ также принадлежит семейству. Только, и только в этом случае, если конечно $x \in X$, данные $\Delta(x)$ можно воспринимать как «информацию об объекте». В этом и заключается фрактальность контекста. Когда эта фрактальность нарушается, тогда сведения приобретают неистинный характер. Одним из эффективных (в практическом смысле) алгоритмов интерпретации $\Delta(x)$ является табличный метод.

Определение 1. [7] Непустое семейство элементарных сведений о точке x_0 из X назовем элементарной информацией о точке x_0 из X и обозначим $J^x(x_0)$, если выполняются три условия:

- 1) из $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что δ – непустое подмножество, т.е. $\delta \neq \emptyset$;
- 2) из $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что любое более общее истинное сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $J^x(x_0)$, т.е. для любого надмножества $\delta \supset \delta(x_0)$ будет $\delta(x_0) \in J^x(x_0)$;
- 3) из $\delta_1(x_0), \delta_2(x_0) \in J^x(x_0)$ следует, что $(\delta_1(x_0) \& \delta_2(x_0)) \in J^x(x_0)$.

x выражает контекст интерпретации $\Delta(x)$ в $x \in X$. При этом, $\Delta^x(x)$ будет носителем $J^x(x_0)$. Под элементарной информацией о точке понимается не просто семейство, каких-либо сведений, а такое семейство, к которому относятся сведения вместе с их обобщениями, конъюнкциями и импликациями интерпретируемой в заданном контексте. Контекст задается в зависимости от решаемой задачи.

Определение 2. Носителем элементарной информации $J^x(x_0)$ о точке x_0 из X назовем всякое подсемейство $\Delta^x(x_0)$ сведений, входящих в состав $J^x(x_0)$, таких, что для любого сведения $\delta^x(x_0)$ из $J^x(x_0)$ существует менее общее сведение $\delta(x_0)$ из $\Delta^x(x_0)$, т.е. $\delta \subset \delta^x$.

Носитель, состоящий из одного сведения называется одиночным. Если $\Delta^x(x_0)$ – носитель $J^x(x_0)$, то говорят, что информация $J^x(x_0)$ перенесена в $\Delta^x(x_0)$. В табличной структуре данных таким носителем является строка, т.е. запись.

Утверждение 1. Всякий носитель $\Delta^x(x_0)$ однозначно определяет перенесенную им информацию $J^x(x_0)$ в x .

Доказательство проведем методом от противного. Пусть, кроме $J^x(x_0)$, имеется другая информация $\tilde{J}^x(x_0)$ с тем же носителем $\Delta^x(x_0)$. Рассмотрим любое сведение $\delta(x_0)$ из $J^x(x_0)$, тогда, по определению носителя, существует менее общее сведение $\delta(x_0)$ из $\Delta^x(x_0)$ $\delta \subset \tilde{\delta}$. Но $\Delta(x_0)$ является носителем $J^x(x_0)$ в x и, следовательно, сведение $\delta(x_0)$ принадлежит $J^x(x_0)$. Тогда по определению элементарной информации любое более общее сведение, в частности $\tilde{\delta}(x_0)$, принадлежит $J^x(x_0)$. Тем самым доказано, что $\tilde{J}^x(x_0)$ является подсемейством $J^x(x_0)$. Аналогично доказывается, что $J^x(x_0)$ является подсемейством $\tilde{J}^x(x_0)$. Следовательно, $J^x(x_0) = \tilde{J}^x(x_0)$.

Когда решаемая практическая задача рассматривается в информационном пространстве, тогда носитель информации играет существенную роль. Так как при проектировании базы знаний (БЗ) именно носитель будет определять в каком информационном измерении интерпретируется $J^x(x_0)$.

Определение 3. Непустое семейство элементарной информации $J^x(x_0)$ о точке x_0 из X назовем элементарным знанием о точке x^0 из X , при заданной в X информационной единицы ($ие_j$) и обозначим $\Phi^{ие}(J^x(x_0))$, если выполняются следующие условия:

1) из $J^x(x_0) \in \Phi^{ие}(J^x(x_0))$ следует, что $J^x(x_0)$ – непустое подмножество, т.е. $J^x(x_0) \neq \emptyset$, в этом случае $\Phi^{ие}(J^x(x_0))$ будет глобальным знанием, из $J^x(x_0) \in \Phi^{ие}(J^x(x_0))$ следует, что любая более общая информация $\tilde{J}^x(x_0)$ также принадлежит $\Phi^{ие}(J^x(x_0))$, т.е. для любого надмножества $\tilde{J}^x(x_0)$ $J^x(x_0)$ в X будет $J^x(x_0) \in \Phi^{ие}(J^x(x_0))$;

2) из $J_1^x(x_0), J_2^x(x_0) \in \Phi^{ие}(J^x(x_0))$ следует, что $J_1^x(x_0) \wedge J_2^x(x_0) \in \Phi^{ие}(J^x(x_0))$, где « $\wedge$ » логическое «и». При этом $ее_j \subset p$. В этом случае

$J_1^x(x_0) \wedge J_2^x(x_0) = \Delta^{ие}(x_0)$ будет носителем знания $\Phi^{ие}(J^x(x_0))$.

Определение этих свойств элементарной информации, т.е. носителя знания $\Delta^{ие}(x_0)$ в заданной информационной единице $ие_j$, назовем процедурой интерпретации $J^x(x_0)$ в информационной единице $ие_j$.

По своему содержанию $ие_j$ является контекстом, где интерпретируется элементарная информация $J^x(x_0)$.

При решении практических задач существенную роль играют информации $J^x(x_0)$, связанные с «причинно-следственными» свойствами. Допустим, что точка $x \in X$ имеет различные свойства, определяющиеся тройкой $(p)\delta(x)$. Каждое свойство отражается в $J^\delta(x)$. Различия этих свойств формально можно выразить с помощью логической импликации, объединением и пересечением. Т.е. $(p_1)\delta(x_1) \rightarrow (p_2)\delta(x_2) \cap (p_3)\delta(x_3) \cap (p_4)\delta(x_4) \dots$. Такое представление информации называется *интерпретацией* данных в контексте $\delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n\}$. Интерпретация данных в контексте тесно связана с определением данных $(p)\Delta(x) = \{(p)\delta_1(x), (p)\delta_2(x) \dots\}$, имеющих «причинные» и «следственные» свойства. Естественно из этих соображений вытекает, что информация $J^\delta(x)$ тоже имеет «причинно-следственные» свойства. Из-за глобальных и локальных выраженностей свойств δ порождаются «причинные» и «следственные» характеристики свойств δ . Это, в свою очередь, порождает глобальные и локальные характеристики информации.

Из (3) видно, что, если контекст изменится, то семантика той же информации будет интерпретироваться по-другому.

Для создания информационной модели исследуемого объекта в виде знаний требуется представление этого объекта в информационном виде. В этом случае информационная модель объекта характеризуется информационными свойствами. Такие свойства информационной модели определяем как *информационные единицы* $ие_j$. Логично совокупность информационных единиц и образует информационную модель объекта. Здесь возникает естественный вопрос как

связаны между собой информационные единицы ue_j и понятие контекст p . По своему смыслу информационная единица является «атомарной» основой контекста p , т.е. $ue_j \subset p$.

Например [8], знание: *сужение или разрыв сосудов головного мозга приведет к мозговому инсульту*. Здесь $J^\delta(\Delta(x))$ – сужение или разрыв сосудов головного мозга. $\tilde{J}^\delta(\Delta(x))$ – мозговой инсульт (ε_n – паралич, глубокий порез, сопор и т.д.).

В этом случае знание представляется как

$$\Phi^{ue_i}(\Delta(x)) = J^\delta(\Delta(x)) \rightarrow \tilde{J}^\delta(\Delta(x))$$

ue_i – это мозговой инсульт.

Теорема 1

Для любого элементарного знания $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ о точке $\tilde{J}^\delta(x_0)$ из информации $\tilde{J}^\delta(x_0)$ семейство подмножеств $\{\tilde{J}^\delta(x)\}$, образует фильтр в X , который обозначим тем же символом Φ^{ue_i} . Для всякого носителя $\Delta'(x)$ знания Φ^{ue_i} из информации вида $J^{ue}(x_0)$ семейство подмножеств $\{\tilde{J}^\delta\}$ образует базис фильтра Φ^{ue_i} . Этот базис будем обозначать через Δ^{ue_i} . Верно и обратное. Всякий фильтр Φ^{ue_i} в X из подмножеств $\tilde{J}^\delta(x_0)$, которые содержат точку x_0 из X , выдает знание $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$ из информации вида $\tilde{J}^\delta(x_0)$. При этом любой базис Δ^{ue_i} этого фильтра Φ^{ue_i} определяет носитель $\Delta'(x)$ такого знания.

Доказательство

Из определения 6 элементарного знания следует, что семейство всех подмножеств $\tilde{J}^\delta(x)$, которые определяют $\tilde{J}^\delta(x_0)$ из $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$, образуют фильтр Φ^{ue_i} 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 Φ^{ue_i} . Обозначим этот базис бук-

вой $\Delta^{ue_i} \subset \Phi^{ue_i}$. Обратно, если Φ^{ue_i} – фильтр 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 обозначают $\Phi^{ue_i}(\Delta'(x_0))$. При этом всякий базис Δ^{ue_i} фильтра Φ^{ue_i} 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.

Выводы

При создании интеллектуальных систем главной задачей является представление описываемой модели системы предметной области в виде знаний. Эта задача требует не только алгоритмического решения, но и определения некоторых понятий, связанных с представлением информации в виде знаний. Таким образом, алгоритмизация процедуры создания фрактальных знаний из информационной совокупности характеризующей предметной области является главным этапом интеллектуализации информационной системы.

Предложенный алгоритм шкалирования информационной единицы является необходимой частью получения отфильтрованного фрактального знания из информации о предметной области. В работе на основе теоремы 1 алгоритмизированы представления фрактальных знаний в интеллектуальных системах. Но следует отметить, что эти представления не всегда одинаково четкие. Это связано с онтологическим свойством знаний, выражающихся в «следственно-причинных» свойствах элементарных знаний. Обычно знания, имеющие такие свойства, называют продукционными знаниями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балханов В.К. Введение в теорию фрактальных исчислений. – Улан-Удэ.: изд. Бурятского гос. ун-та, 2001. – 58 с.

2. Рустамов Н.Т. Фрактальное управление активной системой. Доклады республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении». – Джизак, РУз, 2016. – С.272-277.
3. Тузовский А.Ф., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями в образовании// Современные средства и системы автоматизации. – Томск: изд-во Томского ун-та, 2002. – С. 295-299.
4. Климов С.М. Интеллектуальные ресурсы организаций. – М.: Знание; ИВЭСЭП, 2000. – 168 с.
5. Рустамов Н.Т., Темирбеков А.Н., Кантуреева М.А. Валидность представления знаний. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – № 4(71). – Астана, 2009. – С.57-62.
6. Davenport T., Prusak L. Working Knowledge: how organization manage what they know. – Boston: Harvard Business Schol Press, 1998.
7. Чечкин А.В. Математическая информатика. – М.: Наука, 1991г. – 416 с.
8. Исраилов Р.И., Рустамов Н.Т., Рустамов Б.К. Математический метод клинического прогнозирования морфологических и морфометрических изменений сосудов головного мозга при инсульте. – Смоленск. Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т.8. – Вып. 1. – 2009. – С. 7-15.