

И.А. КОТОВ, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ "КНУ", Кривой Рог

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ ИНКОРПОРАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОНТОЛОГИЙ

Рассмотрена проблема автоматизации систем поддержки решений путем инкорпорации форм представления профессиональных знаний и формирования на их основе иерархии взаимно обусловленных онтологий. На основе формально-лингвистических моделей построены взаимосвязи между моделями представлений и уровнями аппарата исчислений. Приведена процедура обработки онтологических слоев, инвариантная по отношению к уровням обобщения. Ил.: 2. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: система поддержки решений, онтология, формально-лингвистическая модель, онтологический слой.

Постановка проблемы. В настоящее время уровень развития современных технологических, экономических, социальных систем характеризуется сложностью, требующей качественно новых подходов к принятию управленческих решений. В связи с этим становится особенно актуальной задача моделирования адекватного и эффективного формализма представления профессиональной области для принятия на его основе оптимальных управляющих решений. К такому формализму предъявляются жесткие требования по адекватности представления, наглядности, непротиворечивости, полноте и теоретической глубине применяемого формального языка.

В настоящее время накоплен обширный опыт построения компьютерных автоматизированных систем, основанных на знаниях. Существующие формальные модели позволяет строить базу знаний (БЗ) для управляющих экспертных систем различного типа. Подобные системы обязательно учитывают динамизм, одновременность и параллельность цепей контролируемых событий. Однако, сегодня во многих профессиональных средах даже применение мощных средств вычислительной техники не обеспечивает достаточный уровень оперативности решения проблемы.

Проблема управления стоит особенно остро для кризисных ситуаций. Под кризисной ситуацией понимается аварийная ситуация природного, техногенного или социального характера, для ликвидации которой в текущих условиях ресурсы недостаточны или отсутствуют. Иными словами, кризисная ситуация такова, что никак не может быть ликвидирована в текущий момент времени с использованием имеющихся

временных, материальных, финансовых, людских и прочих ресурсов. Можно говорить лишь о снижении ущерба от кризисной ситуации и о ликвидации ее последствий. Лицо, принимающее решение (ЛПР) в кризисной ситуации, реализованное даже в виде коллективного разума, не в состоянии адекватно реагировать в требуемом темпе. Главными причинами такого положения являются – чрезвычайно большой объем информации, требующей безошибочной оценки за минимальное время, и психологическое давление на ЛПР вследствие повышенной ответственности. Одним из наиболее эффективных направлений в снижении остроты указанной проблемы представляется разработка автоматизированных систем поддержки принятия решений (СППР).

При этом теоретическая разработка и внедрение в производство унифицированной, интегральной модели представления онтологий в СППР является актуальной проблемой. Такая модель обеспечит динамические переходы между различными формами представления знаний в рамках одной экспертной системы при динамическом изменении факторов, условий или требований к управлению технологическими процессами в кризисных ситуациях.

Анализ литературы. К настоящему времени накоплен обширный теоретический материал, посвященный представлению и использованию знаний в системах поддержки процесса управления. Имеется множество программных решений, отличающихся, как теоретической глубиной проработки материала, так и мощностью практической реализации [1 – 5]. Однако, для большинства таких систем можно отметить значительное превалирование их теоретического базиса над практическим эффектом. Многие практические реализации СППР, действующие в практической среде автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), являются узко специализированными и дорогостоящими. Кроме того, подавляющее большинство реальных СППР, как подмножество систем искусственного интеллекта (СИИ), имеют асинхронный и ярко выраженный интерактивный характер работы, что делает не эффективным их применение в кризисных ситуациях в режиме реального времени.

Анализ технических источников в рассматриваемой области, указывает на существование ряда систем, обладающих в определенной степени интегральными возможностями представления знаний. К таким системам можно отнести: ЭС ПРКС [6], ФИАКР [7], ТОП, СПОР [8], REACTOR [9], Alice [10] и другие. Следует отметить, что многие из этих интеллектуальных систем, используя системный подход в представлении знаний, достигают приемлемых результатов в конкретных проблемных областях. Однако, известные системы обладают также рядом существенных недостатков, характеризующихся значительным

усложнением формального языка и сужением границ проблемных областей. Однако, главной проблемой является использование специфических, индивидуальных форм представления знаний, что приводит к ограничению и узкой специализации СППР.

В области построения систем поддержки управленческих решений большой вклад внесли отечественные и зарубежные ученые – Башлыков А.А., Венделин А.Г., Геловани В.А., Евланов Л.Г., Заде Л.А., Ларичев О.И., Любарский Ю.Я., Лорьер Ж.Л., Люггер Дж.Ф., Поспелов Д.А., Саати Т., Самойлов В.Д., Таунсенд К., Терелянский П.В., Ульман Дж., Уотермен Д., Фишберн П.К., Форсайт Ф. и многие другие. Проведенный анализ показывает отсутствие единых подходов к построению онтологической базы хранилищ знаний.

В связи с этим теоретическая разработка и практическое внедрение унифицированной, интегральной модели инкорпорации профессиональных онтологий в СППР является актуальной научной проблемой. Такая модель обеспечит динамические переходы между различными формами представления знаний в рамках одной экспертной системы при динамическом изменении факторов, условий или требований к управлению технологическими процессами в кризисных ситуациях.

Цель статьи – разработка методов, моделей и средств унификации форм представления знаний в системах поддержки решений.

Наибольшее значение СППР имеют в среде АСУТП при управлении технологическими процессами в кризисных ситуациях. Подобные ситуации требуют динамического использования различных форм представления знаний в рамках одной интеллектуальной системы. Данный подход может быть реализован на базе единой модели инкорпорации профессиональных онтологий, описывающих технологические объекты и процессы. При таком подходе каждая используемая форма представления знаний будет являться частным случаем (частной формой) общей модели. Тогда динамический переход от одной формы представления знаний к другой может осуществляться путем ввода соответствующих ограничений или условий.

Поставленная цель требует разработки общей формально-языковой модели организации базы знаний. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать и систематизировать кризисные ситуации естественного, техногенного и социального характера.
2. Провести анализ форм представления знаний и применимости формальных моделей для различных профессиональных областей.

3. Сформулировать подход к методу иерархической унификации различных форм представления знаний.
4. Разработать общую функциональную схему и блок-схему алгоритма исследуемого процесса.
5. Разработать формальные модели унификации для каждой формы представления знаний.
6. Протестировать и реализовать программные модели унифицированного представления системы знаний.
7. Разработать программу, методику испытаний и критерии оценки эффективности программных решений на основе унификации форм представления знаний.
8. Провести экспериментальные исследования и проверку эффективности разработанных методов унификации форм представления знаний.

Иерархическая система профессиональных онтологий. Одной из основных проблем, которую необходимо решить при создании СППР, является разработка целостной технологии работы со знаниями [10, 11]. Последнее предполагает наличие развитых языков представления знаний (ЯПЗ). Анализ современных интеллектуальных систем показывает, что наиболее мощными, широко распространенными и хорошо зарекомендовавшими себя являются такие формы представления знаний, как продукции, семантические сети, фреймы, аппарат логики предикатов и другие. Каждый из указанных подходов характеризуется своими достоинствами в применении к конкретным проблемным областям.

В частности, представление знаний в виде семантических сетей характеризуется простотой, возможностью расширения, однако предоставляет пользователю статическую информацию об объекте, явлении. С помощью семантических сетей зачастую невозможно отобразить функционирование сложных динамических объектов.

Системы продукции, удовлетворительно отображая динамику и логику действий, плохо приспособлены для описания внутренних структур, связей и свойств объекта.

Фреймы дополняют аппарат семантических сетей новыми возможностями и имеют большую мощность, однако накладывают дополнительные ограничения. Фрейм, являясь замкнутой структурой с заранее обозначенными слотами, имеет в каждый момент времени некоторое количество пустых слотов или содержащих устаревшую информацию, а также не обеспечивает возможность ввода не предусмотренного заранее вида информации.

Представление знаний и получение вывода с помощью логики предикатов связано с практически непреодолимыми трудностями

практического использования формального аппарата при решении реальных задач большого объема.

Проведенный анализ свидетельствует, что создание и развитие систем искусственного интеллекта и, в частности, СПИР требует исключительно комплексного подхода, основанного на синтезе лучших качеств разработанных форм и средств представления знаний. В данной работе предлагается следующая градация уровней инкорпорации форм представления знаний. Дадим вначале неформальное ее описание:

– уровень S (signal) представляет собой реакции организма человека на внешние раздражители или сигналы. Эти знания отличаются атомарностью, несвязностью и отсутствием конкретного смысла;

– уровень A (axioms) представляет собой так называемые "пассивные знания" или "знания-описания", не требующие доказательства, – аксиомы, факты. Они описывают понятия, характеризуют взаимное расположение объектов, их качественные и количественные свойства;

– уровень O (object) представляет собой развитые взаимно релевантные системы фактов, образующие смысловые сети произвольных конфигураций, в том числе и многослойные, исчерпывающе характеризующие объекты;

– уровень L (logic) представляет собой логические, причинно-следственные взаимодействия между объектами, правила их взаимодействия, динамику систем объектов;

– уровень D (dialectics) представляет собой системные знания, метазнания (диалектику), реализующие системный подход к управлению знаниями низших уровней.

Таким образом, можно констатировать, что предлагаемая инкорпорация знаний описывает мир в целом, где все объекты и явления имеют вполне определенные качественную и количественную сущности, развитие их подчинено причинно-следственным законам, а устойчивость всей системы поддерживается строгим контролем меры в соотношении указанных свойств. Каждому уровню поставим в соответствие формы представления знаний, а каждой форме представления – аппарат исчисления информационных формализмов. В предложенной модели каждый высший уровень является онтологией (дескриптором, описателем) знаний низшего уровня, а все уровни вместе образуют законченную инкорпорацию онтологий. На основе вышеизложенного предложена следующая интерпретация иерархии онтологий (рис. 1).

В контексте приведенной иерархии предлагается полагать следующий смысл в рассматриваемых формах представления знаний. Атом – лексема в контексте языка, использующаяся исключительно целиком. Факт и фрейм – заранее жестко определенная структура атомов,

единая для всей базы знаний. Семантическая сеть – направленный граф произвольной структуры, в котором вершины и ребра являются семантическими единицами – фактами или фреймами. Продукция – имплекативное выражение, связывающее семантические сети причинно-следственной зависимостью. При этом обычно продукция имеет один выход. В качестве продукции могут использоваться логические пропозициональные связки семантических сетей, соответствующие логике высказываний. Консеквенты одних продукций могут использоваться в качестве антецедентов других продукций, вследствие чего образуются продукционные сети. Метазнания – это методы (правила), определенные не в контексте самой базы знаний, а в контексте системы, реализующей эвристику по отношению к базе знаний.

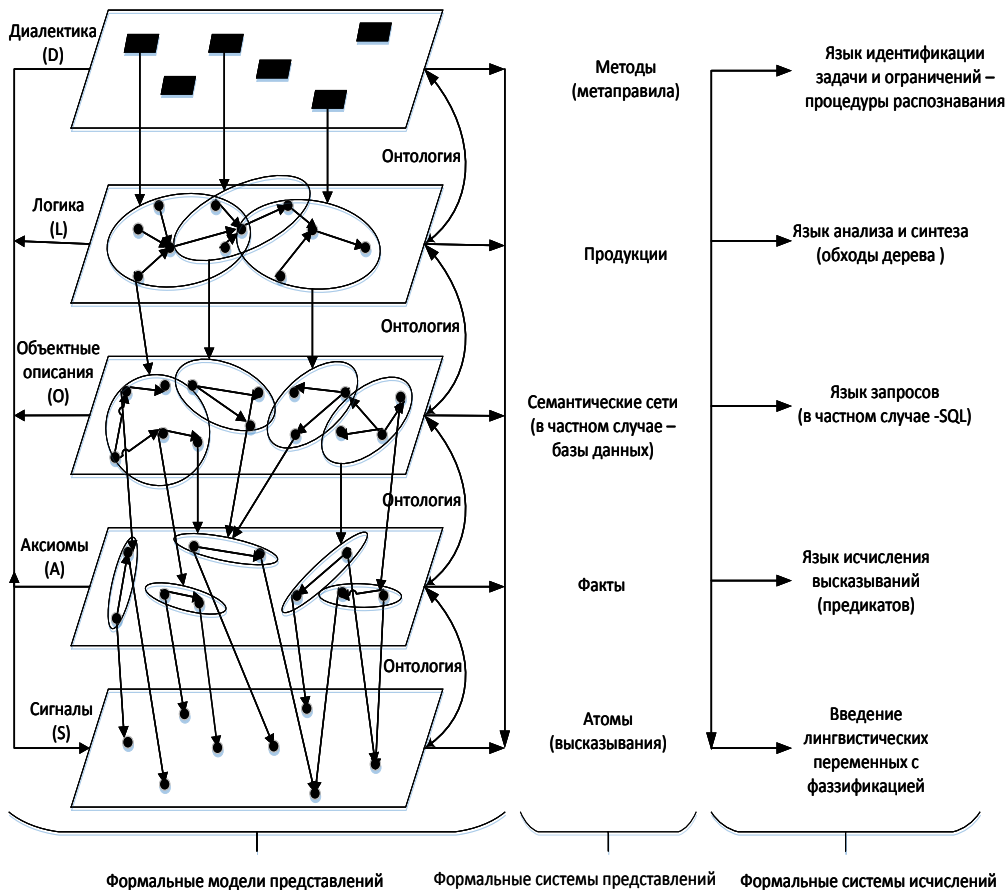


Рис. 1. Иерархическая инкорпорация онтологий интеллектуальной компьютерной системы

Таким образом, в соответствии с предложенной иерархией, можно отобразить простейшую обобщенную функциональную модель базы знаний в виде, приведенном на рис. 2.

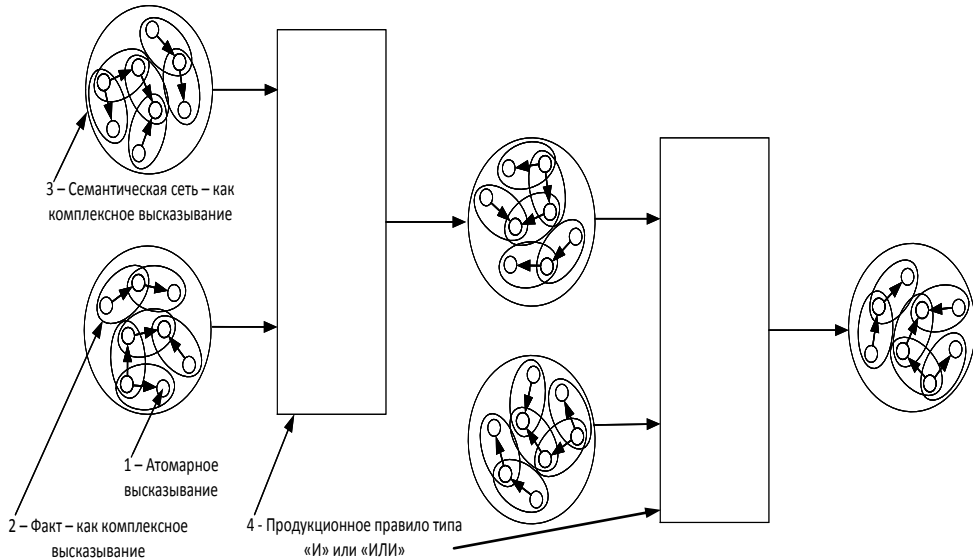


Рис. 2. Интегральное использование знаний в СППР

На рисунке числами обозначены соответственно: 1 – атомарное высказывание, 2 – факт, 3 – семантическая сеть, 4 – продукционное правило типа "И" или "ИЛИ".

Как видно, знания в предложенной системе представляют собой сетевые структуры с направленными связями. Важной особенностью таких структур является возможность осуществления взаимодействия знаний различных уровней с помощью связей между ними. Установление связей между уровнями в любой момент времени приводит к образованию подсистемы, обладающей всеми свойствами низших уровней. Здесь можно говорить о наследовании уровней в терминах объектно-ориентированной парадигмы. Подобная иерархия позволяет организовать доступ к любому уровню знаний в отдельности. Возьмем за основу общую модель формального языка для унифицированной системы онтологий, заданного через его грамматику

$$L(G) = \langle \Sigma, N, P, S \rangle, \quad (1)$$

где G – формальная грамматика;

Σ – основной конечный терминальный алфавит;

N – вспомогательный конечный нетерминальный алфавит;

P – правила подстановки (продукции) формальной грамматики;

$\exists a, \exists b, (a, b) \in P: a \rightarrow b;$

S – стартовый нетерминальный символ грамматики G ;

$$N \cap \Sigma = \emptyset \text{ и } P \subset ((N \cup \Sigma)^+ \times (N \cup \Sigma)^*).$$

На этой основе можно формализовать языки уровней предлагаемой схемы унификации знаний – $L(G)_k$, $k = \{S, A, O, L, D\}$, G – грамматики, порождающие синтаксис языков каждого уровня.

Естественно, что, как минимум, множества Σ_k для разных предметных (профессиональных) областей будут содержательно отличаться. Следовательно, будут различаться частные языки $L(G)_k$. Поэтому, с учетом специфики различных предметных (профессиональных) областей необходимо рассматривать множество $L(G)_k^b$, где $b \in B'$, $B' \subseteq B$, B – множество профессиональных областей, которые могут подвергаться анализу; B' – подмножество профессиональных областей, для которых рассматривается строительство интеллектуальных систем.

При формировании онтологии каждого уровня необходимо учитывать неполноту (нечеткость) используемых атомарных высказываний. Поэтому информационное поле уровней необходимо рассматривать как структурированное множество нечетких лингвистических переменных [12].

Примем, что в каждом формальном языке уровней предлагаемой модели $L(G)_k^b$ элементы алфавита каждого уровня являются лингвистическими переменными, прошедшими операцию фазсификации. Тогда для b -й профессиональной области k -го уровня иерархии онтологий имеем:

$$A_k^b = \{a_k^b \mid a_k^b : \langle \beta, T, X, G, M \rangle\}, \quad (2)$$

где β – идентификатор лингвистической переменной;

T – базовое терм-множество значений лингвистической переменной;

X – область определения лингвистической переменной a_k^b с именем β ;

G – грамматика (синтаксическая процедура) генерации новых значений для переменной a_k^b ;

M – семантическая процедура формирования нечеткого множества.

Тогда, с учетом (2)

$$L(G)_k^b = \langle A_k^b, N_k^b, P_k^b, S_k^b \rangle \quad (3)$$

или

$$L(G)_k^b = \langle \langle \beta^b, T^b, X^b, G^b, M^b \rangle, N_k^b, P_k^b, S_k^b \rangle. \quad (4)$$

В работе предлагается многоуровневая система инкорпорации онтологий, выражаемых их формальными языками. Причем, языки верхних уровней являются обобщениями языков подлежащих уровней.

Таким образом, математическая модель унифицированной инкорпорации онтологий будет представляться классом языков в некоторой профессиональной области $b \in B', B' \subseteq B$, для которых справедливо выражение

$$L(G)_S^b \subset L(G)_A^b \subset L(G)_O^b \subset L(G)_L^b \subset L(G)_D^b. \quad (5)$$

Для построения данной иерархии примем, что алфавит языка каждого уровня можно разбить на два подмножества: Σ^f – подмножество базовых (фундаментальных) символов, образующих предметный понятийный аппарат, основанный на интерпретации, Σ^r – подмножество символов, используемых в качестве отношений – R . То есть

$$R = \Sigma^r, \Sigma = \Sigma^f \cup R. \quad (6)$$

При нормализации базы знаний и отсутствии избыточности

$$\Sigma^f \cap R = \emptyset.$$

Тогда представление структуры базы знаний (KB_k^b) каждого уровня отобразится кортежем

$$KB_k^b = \langle \Sigma^f, R \rangle, \quad (7)$$

а язык можно интерпретировать как

$$L(G)_k^b = \langle KB_k^b, N_k^b, P_k^b, S_k^b \rangle. \quad (8)$$

Условной точкой входа в иерархию онтологий можно считать $L(G)_D^b$.

Переход на каждый нижний уровень производится путем ввода ограничений на структуру базы знаний и правила грамматики текущего уровня. В свою очередь, переход на каждый верхний уровень производится путем ввода новых отношений и новых суперграмматик.

Введем функцию, отображающую язык одного уровня в язык другого уровня. В контексте разработанной модели для двух соседних уровней можно записать:

$$\begin{aligned} \overline{L(G)_{i+1}^b} &= \Sigma^* - L(G)_i^b = R_{i+1}, \\ \overline{L(G)_{i+1}^b} &= \{a \in \Sigma^*, a \notin \Sigma_i\}, \\ L(G)_{i+1}^b \setminus L(G)_i^b &= \{a \in \Sigma^*, a \in \Sigma_{i+1}, a \notin \Sigma_i\}, \\ F_{i \rightarrow i+1} &= \langle L(G)_i^b \cup \overline{L(G)_{i+1}^b}, C_{i+1} \rangle, \end{aligned}$$

или

$$F_{i \rightarrow i+1} = \langle L(G)_i^b \cup R_{i+1}, C_{i+1} \rangle, \quad (9)$$

где $F_{i \rightarrow i+1}$ – функция порождения языка $(i+1)$ -го уровня на базе языка i -го уровня; C_{i+1} – контекст $(i+1)$ -го уровня, на основе которого производится определение мощности множества $\overline{L(G)_{i+1}^b}$.

Интерпретация последнего выражения заключается в том, что язык следующих уровней образуется путем ввода новых связей, принадлежащих алфавиту языка. В качестве лингвистического контекста уровня C_{i+1} примем языковые единицы уровня $(i+1)$, не входящие в состав языка $L(G)_{i+1}^b$, однако однозначно определяющие смысл высказываний, принадлежащих языку.

Предлагаемый в работе подход не связан с конкретной профессиональной областью и поэтому может рассматриваться как универсальный. Одной из возможных областей применения предлагаемого механизма унификации профессиональных знаний является оперативное противоаварийное управление режимами электроэнергетических систем.

На основе изложенного выше подхода предлагается обобщенный алгоритм вывода на базе знаний. Допустим, что любую задачу, можно представить в виде сетевой структуры. Алгоритм решения, как набор процедур и их описаний, также сравнительно легко может быть отображен сетевым графом. Тогда последовательность этапов решения любой задачи будет иметь итерационный характер и состоять из следующих обобщенных позиций:

1. Задача представляется в виде направленной сетевой структуры.

2. Сетевая структура задачи "накладывается" на сетевую структуру базы знаний.
3. Элементы задачи, совпадающие с элементами базы знаний, считаются "решенными", а элементы базы знаний, связанные с совпадающими элементами задачи, помечаются.
4. Задача преобразуется к новой форме, состоящей из оставшихся элементов.
5. Полным решением будет являться помеченная сетевая структура базы знаний при условии полного совпадения сети исходной задачи. Если это условие не выполняется, то происходит возврат к реализации позиции 2.
6. Если условие выполняется, то осуществляется переход к позиции 7.
7. Конец решения задачи.

Выводы. В работе рассмотрена модель общего информационного контура управления технологическими процессами, определены место и роль информационной системы в оптимизации процесса управления. Обоснована необходимость построения и использования СППР как действенного средства сокращения времени цикла управления. Проведен анализ современных форм представления знаний в системах поддержки решений и предложена единая иерархическая модель с использованием различных форм представления базы знаний. Разработаны единые эвристики по отношению как к отдельным компонентам знаний, так и их структурам. Разработанные модели, подходы и методики инвариантны по отношению к конкретным профессиональным областям и обладают высокой степенью универсальности. Разработанная модель позволяет строить СППР в различных профессиональных областях, используя единый подход и методологию. Это дает возможность повторного использования ранее разработанных блоков интеллектуальных систем в новых приложениях. В конечном итоге, внедрение таких СППР в практику ликвидации кризисных ситуаций в производственных, природных и социальных системах позволит сократить ущербы и повысить качество управления.

Список литературы: 1. *Сараев А.Д.* Системный подход, системный анализ и новейшие информационные технологии / *А.Д. Сараев, О.А. Щербина* // Строительство и техногенная безопасность. – 2005. – Вып. 12. – С. 156-163 2. *Терелянский П.В.* Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования: монография / *П.В. Терелянский*. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – 127 с. 3. *Иоффин А.И.* Системы поддержки принятия решений / *А.И. Иоффин* // Мир ПК. – М.: Изд-во Открытые системы. – 1993. – № 5. – С. 47-57. 4. *Holsapple C.W.* Decision Support Systems: A Knowledge-based Approach / *C.W. Holsapple, A.B. Winston*. – St. Paul, Minneapolis: West Publishing Company. – 1996. – 455 p. 5. *Marakas G.M.* Decision support systems in the twenty-first century / *G.M. Marakas*. – Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, 1999. –

121 р. **6.** *Кретов В.С.* Экспертная система поддержки принятия решений в кризисных ситуациях / *В.С. Кретов* // Интернет-журнал Науковедение. – 2010 – № 4 – URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik1/1-12.pdf> (02.11.2016). **7.** *Сырбу В.Н.* Отладка баз знаний в системе ФИАКР. В кн. Прикладные системы искусственного интеллекта. (Математические исследования, вып. 123) / *В.Н. Сырбу*. – Кишинев: Штиинца, 1991. – С. 57-62. **8.** Интеллектуальные информационные системы в управлении эксплуатацией энергетического комплекса / *А.Ф. Дьяков, Ю.Я. Любарский, Ю.И. Моржин и др.* // Электричество. – 1994. – № 2. – С. 1-3. **9.** *Nelson W.R.* REACTOR: an expert system for diagnosis and treatment of nuclear reactor accidents / *W.R. Nelson* // National conference on artificial intelligence, 18–20 Aug 1982, Pittsburgh, PA (USA). – P. 296-301. **10.** *Лорьер Ж.-Л.* Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц. / *Ж.-Л. Лорьер*. – М.: Мир, 1991. – 568 с. **11.** *Уэно Х.* Представление и использование знаний. Пер. с япон. / *Под ред. Х. Уэно., М. Исидзука*. – М.: Мир, 1989. – 220 с. **12.** *Заде Л.А.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / *Л.А. Заде*. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

References:

1. Saraev, A.D. and Scherbina, O.A. (2005), *System approach, system analysis and the newest information technology, Construction and technological safety*, No. 12, pp. 156-163.
2. Terelyanskiy, P.V. (2009), *Decision support systems. Design Experience: monograph*, VolgGTU, Volgograd, 127 p.
3. Ioffin, A.I. (1993), "Decision Support Systems", *World PC, Open Systems*, No. 5, pp. 47-57.
4. Holsapple, C.W. and Whinston, A.B. (1996), *Decision Support Systems: A Knowledge-based Approach*, West Publishing Company, St. Paul, Minneapolis, 455 p.
5. Marakas, G.M. (1999), *Decision support systems in the twenty-first century*, Prentice Hall, Upper Saddle River, N. J., 121 p.
6. Kretov, V.S. (2010), "Expert decision support system in crisis cases", *Internet magazine Naukovedenye*, No. 4, available at: <http://naukovedenie.ru/sbornik1/1-12.pdf> (02.11.2016).
7. Syirbu, V.N. (1991), "Debugging knowledge base system FIAKR", in *Application of artificial intelligence systems (Mathematical research)*, No.123, Shtiintsa, Kishinev, pp. 57-62.
8. Dyakov, A.F., Lyubarskiy, Y.Y., Morzhin, Y.I., Ornov, V.G. and Portnoy M.G. (1994), "Intelligent information systems in the management of the exploitation of the energy complex", *Electricity*, No. 2, pp. 1-3.
9. Nelson, W.R. (1982), "REACTOR: an expert system for diagnosis and treatment of nuclear reactor accidents", *National conference on artificial intelligence*, 18–20 Aug 1982, Pittsburgh, PA (USA), pp. 296-301.
10. Lorier, J.-L. (1991), *Artificial Intelligence Systems, Trans. from French*, Mir, Moscow, 568 p.
11. Ueno, H. and Isidzuka, M. (1989), *Presentation and use of knowledge, Trans. from Japan*, in Ueno, H. and Isidzuka, M. (Ed.), Mir, Moscow, 220 p.
12. Zadeh, L.A. (1976), *The concept of linguistic variable and its implementation to the adoption the approximate solutions*, Mir, Moscow, 165 p.

Статью представил д-р техн. наук, проф. ГВУЗ "Криворожский национальный университет", зав. кафедрой моделирования и программного обеспечения Азарян А.А.

Поступила (received) 02.11.2016

Повторно 22.11.2016

Kotov Igor, PhD Tech, Assoc. Prof.
Kryvyi Rih National University
Str. Vyacheslav Chornovil, 41 - 23, Kryvyi Rih, Ukraine, 50093
Tel: (067) 970-17-17, e-mail: ikotov1963@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-2445-6259

УДК 004.89: 519.81

Автоматизація інтелектуальних систем підтримки рішень оперативного керування шляхом інкорпорації професійних онтологій / Котов І.А. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2016. – № 44 (1216). – С. 42 – 55.

Розглянуто проблему автоматизації систем підтримки рішень шляхом інкорпорації форм подання професійних знань і формування на їх основі ієрархії взаємно обумовлених онтологій. На основі формально-лінгвістичних моделей побудовані взаємозв'язки між моделями уявлень і рівнями апарату обчислень. Наведено процедура обробки онтологічних шарів, яка інваріантна по відношенню до рівнів узагальнення. Іл. : 2. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: система підтримки рішень, онтологія, формально-лінгвістична модель, онтологічний шар.

УДК 004.89:519.81

Автоматизация интеллектуальных систем поддержки решений оперативного управления путем инкорпорации профессиональных онтологий / Котов И.А. // Вестник НТУ "ХПИ". Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2016. – № 44 (1216). – С. 42 – 55.

Рассмотрена проблема автоматизации систем поддержки решений путем инкорпорации форм представления профессиональных знаний и формирования на их основе иерархии взаимно обусловленных онтологий. На основе формально-лингвистических моделей построены взаимосвязи между моделями представлений и уровнями аппарата исчислений. Приведена процедура обработки онтологических слоев, инвариантная по отношению к уровням обобщения. Ил.: 2. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: система поддержки решений, онтология, формально-лингвистическая модель, онтологический слой.

UDC 004.89:519.81

Automatization of intelligent decision support systems for operational management by incorporating professional ontologies / Kotov I.A. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2016. – №. 44 (1216). – P. 42 – 55.

The problem of automated decision support systems by incorporation of representation forms of professional knowledge and the formatting of a hierarchy based on their mutual dependence of ontologies. On the basis of the formal-linguistic models built models of the relationship between presentation models and levels of calculus machine. The procedure for processing ontological layers was presented which is invariant for relation to the level of generalization. Figs.: 2. Refs.: 12 titles.

Keywords: decision support system, ontologies, formal-linguistic model, ontological layer.