

УДК 681.324

Н.Ю. Любченко

*Национальный технический университет “ХПИ”, Харьков*

## **МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

*Рассмотрен подход к моделированию работы и взаимодействия компонентов интерактивной системы поддержки принятия решений в системах критического применения. Предлагается схема, описывающая процесс взаимодействия лица, принимающего решения, и вычислительной системы подготовки решения с использованием математического аппарата стратифицированных семантических сетей. При этом, на основе анализа состояния объекта управления орган управления наряду со стандартными и хорошо структурированными приобретает возможность решать и слабо структурированные задачи.*

**Ключевые слова:** *система поддержки принятия решений, стратифицированная семантическая сеть.*

### **Введение**

**Постановка проблемы и анализ литературы.**  
Существующие технологии поддержки принятия решений не позволяют в полной мере удовлетворить

запросы пользователей систем критического применения, поэтому остро стоит вопрос о качественном скачке – создании систем, базирующихся на семантических технологиях [1 – 3].

Основное назначение семантических технологий в системах поддержки принятия решений – выделить полезную информацию из данных, содержания документов или кодов приложений, имеющих различную структуру. Если компьютер понимает семантику документа, то это не означает, что он просто интерпретирует набор символов, содержащихся в документе. Это значит, что компьютер понимает смысл документа (в общем случае документ может быть текстовым, графическим или мультимедийным). Семантические технологии позволяют осуществлять обмен данными и их многократное использование в различных приложениях, а также проводить дедуктивный вывод, реализуя требуемый вариант для лица, принимающего решения, в системах различного назначения.

Стратифицированная семантическая сеть (ССС) является формально-логическим средством для построения модели проблемной области в некоторой системе представления знаний. Одной из важнейших особенностей ССС является возможность осуществления дедуктивного вывода. Эта возможность существенно расширяет класс запросов в диалоговых системах подготовки решений и является необходимой составной частью любого формализма для представления знаний [4, 5].

**Цель данной работы** – проведение анализа и построение модели взаимодействия компонентов интерактивной системы поддержки принятия решений в системах критического применения с использованием математического аппарата ССС, позволяющего непосредственно проводить дедуктивный вывод, реализуя семантические технологии при решении плохо структурированных задач.

### Модель подсистемы поддержки принятия решений в системах критического применения

В интерактивном режиме работы функции по решению задач между моделью проблемной области, реализованной в памяти компьютера, и лицом, принимающим решение (ЛПР), должны распределяться таким образом, чтобы в максимальной степени использовались возможности ЛПР, как звена системы управления, и компьютера, как средства перебора и логико-аналитического анализа различных вариантов решений. Дадим обобщенное математическое описание решения управленческих задач ЛПР различных рангов в системах критического применения (СКП). Процесс решения этих задач основывается на информационном образе объекта управления, который имеется у органа управления. Представим его в виде отображения реально го состояния системы  $M$  в информационный образ системы  $M_{v_i}^{\Pi}$ , создаваемый в органе управления (ОУ)  $v_i$ :

$$\Pi_v^i : \{M\} \rightarrow M_{v_i}^{\Pi}. \quad (1)$$

Тогда управляющие параметры, формируемые ОУ  $v_i$  в определенный момент времени  $t$ , будут определяться зависимостью

$$u^{v_i} = Z \left[ u^{v_{i-1}}, M_{v_i}^{\Pi} \right], \quad (2)$$

где  $u^{v_{i-1}}$  – управляющие параметры, формируемые ОУ  $v_{i-1}$ , которому подчинен в графе  $G_x$  ОУ  $v_i$ .

На основе анализа состояния объекта управления орган управления  $v_i$  наряду со стандартными и хорошо структурированными должен реализовать и слабо структурированные проблемы. Чтобы отобразить это обстоятельство, вводят некоторое произвольное множество  $\Theta^{v_i} = \{g^{v_i}\}$  – множество неопределенностей [6, 7]. Суть этого множества заключается в том, что оно отражает существование различного рода качественных, неформализуемых факторов, условий, связей и т.п., а также неопределенность среды функционирования, влияющих на процесс формирования решений. Декартово произведение множеств  $U^{v_i} \times \Theta^{v_i}$  представляет полную совокупность ресурсов, формализованных и неформализованных в виде некоторых внутренних резервов и возможностей от перераспределения ресурсов. На нем следующим образом задается функция  $T$ :

$$T^{v_i} : U^{v_i} \times \Theta^{v_i} \rightarrow V^{v_i}, \quad (3)$$

где  $V^{v_i}$  – множество оценок значений функции  $T^{v_i}$ .

Если допустить, что принимаемые решения должны отвечать принципу удовлетворительности, то проблему формирования управляющих воздействий  $U^{v_i}$  для ОУ  $v_i$  можно представить следующим образом.

Определить вектор  $u^{v_i}(t) \in U^{v_i}$  такой, что для всех  $g^{v_i} \in \Theta^{v_i}$  будет иметь место условие:

$$T^{v_i} \left[ u^{v_i}(t), g^{v_i}(t) \right] \pi^{v_i} \left[ g^{v_i}(t) \right] \tau^{v_i} \left[ g^{v_i}(t) \right] \vee \exists \left( U^{v_i} \xrightarrow{\xi} U^{v_i'} \right) : T \left[ u^{v_i'}(t), g^{v_i}(t) \right] \pi^{v_i} \left[ g^{v_i}(t) \right] \tau^{v_i} \left[ g^{v_i}(t) \right], \quad t \in [t_f, t_e], \quad \pi = V \times V,$$

где  $T \left[ \cdot \right] \pi \left[ \cdot \right] \tau \left[ \cdot \right]$  – критерий оценки в задаче соответствия заданному принципу,

$$T^{v_i} : U^{v_i} \times \Theta^{v_i} \rightarrow V^{v_i}; \quad \tau^{v_i} : \Theta^{v_i} \rightarrow V^{v_i}; \quad (5)$$

где  $\tau^{v_i} \left[ \cdot \right]$  – уровень удовлетворения заданным условиям;  $\xi : U^{v_i} \rightarrow U^{v_i'}$  реализует принцип внешнего дополнения, заключающийся в том, что все принимаемые решения оцениваются ОУ  $v_i$  на неформальном уровне и при необходимости корректируются;  $t_n, t_k$  – соответственно начало и конец интервала времени, на котором рассматривается функционирование ОУ  $v_i$ .

Естественно, что задача (4) решается в условиях ограниченности ресурсов, т.е.

$$N^{Vi} \left\{ Z \left[ u^{Vi-1}(t), M_{v_i}^{\Pi} \right], \mathcal{G}^{Vi}(t) \right\} \in \Phi^{Vi} \left[ \mathcal{G}^{Vi}(t) \right], \quad (6)$$

где  $\Phi^{Vi} \left[ \mathcal{G}^{Vi}(t) \right]$  – вектор ресурсов, которыми располагает ОУ  $v_i$ .

Проблема управления, как видно из (4), является слабо структуризованной и ОУ должен использовать для разрешения этой проблемы неформализованные представления ЛПР о текущей обстановке. Эти представления отражают знания ЛПР свойств и характеристик управляемого объекта, а также опыт управления им, в том числе интуитивные представления о возможных последствиях тех или иных воздействий, способности изыскания дополнительных ресурсов и т.п. Все это обеспечивает возможность ЛПР качественно или приближенно-количественно характеризовать вектор  $\mathcal{G}^{Vi}(t) \in \Theta^{Vi}$ .

В [8] выделены две основные стороны взаимодействия ЛПР и вычислительной системы (ВС) в процессе оценки вектора  $\mathcal{G}^{Vi}(t)$ :

1. Уточнение и корректировка взаимных представлений о существующей и прогнозируемой обстановке на момент формирования управляющих параметров. Суть такого интерактивного процесса заключается в следующем. ВС сообщает ЛПР по его запросу необходимые данные о фактическом состоянии объекта управления. С другой стороны ЛПР вводит в ВС характеристики, которые уточняют модель проблемной среды.

2. Формирование решений посредством диалога в каждой точке, определяющей различные пути развития поиска рациональных результатов. Это взаимодействие носит сложный характер, поскольку представляет собой отбор вариантов в процессе решения комбинаторной задачи.

Как подчеркивается в [8], указанные две стороны взаимодействия ЛПР и ВС не представляют собой две последовательные стадии, а могут происходить, чередуясь, возможно, в заранее не всегда предсказуемой последовательности. В результате первой стороны взаимодействия ЛПР должны быть найдены характеристики составляющих вектора  $\mathcal{G}^{Vi}(t)$ , которые определяют выбранную структуру и состояние ресурсов. При этом в ВС должна быть получена однозначно сконструированная и параметрически определенная модель проблемной области.

Результатом второй стороны диалога являются формирование у ЛПР представлений о функции  $\tau^{Vi}$  путем определения характеристик  $\mathcal{G}^{Vi}(t)$ , установление порядка  $\pi^{Vi}$  на множестве  $V^{Vi}$  и путей формирования  $u^{Vi}(t)$  в процессе отбора вариантов, задавая вектор  $\mathcal{G}^{Vi}(t) \in \Theta^{Vi}$ .

Исходя из модели анализа процессов функционирования СКП при решении задач оперативного управления можно выделить задачи, которые должны решаться в процессе взаимодействия: ЛПР – ВС:

- анализ информации и оценка обстановки, в которой функционирует управляемый объект;
- определение или корректировка целей функционирования объекта;
- построение множества альтернативных решений и оценка элементов этого множества с учетом прогноза поведения объекта;
- принятие решения или его корректировка;
- построение плана функционирования системы или его корректировка;
- постановка задач исполнительным органам и контроль их выполнения.

Процесс решения приведенных задач можно представить схемой (рис. 1), на которой  $I_0$  обозначает поток информации об объекте управления в том виде, как она воспринимается непосредственно органом управления без обращения к компьютерной части системы управления (КЧСУ);  $I_M$  – экстенциональные данные об объекте управления, актуализирующие модель проблемной области А;  $I$  – поэтапный рост знаний органа управления, реализующий принцип внешнего дополнения.

Таким образом, процесс синтеза координирующих и управляющих воздействий в ОУ СКП можно понимать как рациональное с точки зрения ЛПР распределение ресурсов, представленных в виде декартова произведения множеств  $U \times \Theta \times N$ .

Серьезной проблемой реализации интерактивных режимов работы ЛПР – ВС является разработка формально-логических средств, позволяющих описывать векторы из множества неопределенностей  $\Theta$ . Здесь речь идет о неформальном анализе множества  $\Theta$  на основе накопленных знаний в КЧСУ.

## Выводы

Рассмотрен подход к моделированию взаимодействия составляющих системы поддержки принятия решений, использующих семантические технологии при решении плохо структурированных задач. Предложенный подход к построению модели дает возможность произвести оценку обстановки, в которой функционирует управляемый объект, определить цели функционирования объекта, получить множество альтернативных решений, оценить элементы этого множества с учетом прогноза поведения объекта и выбрать наиболее приемлемое решение. Кроме того, возможно построение плана функционирования системы и его корректировка, а также разработка задач исполнительным органам.

**Направлением дальнейших исследований** является алгоритмизация процесса построения и применения стратифицированных семантических сетей для вычислительной части системы поддержки принятия решений в системах критического применения.

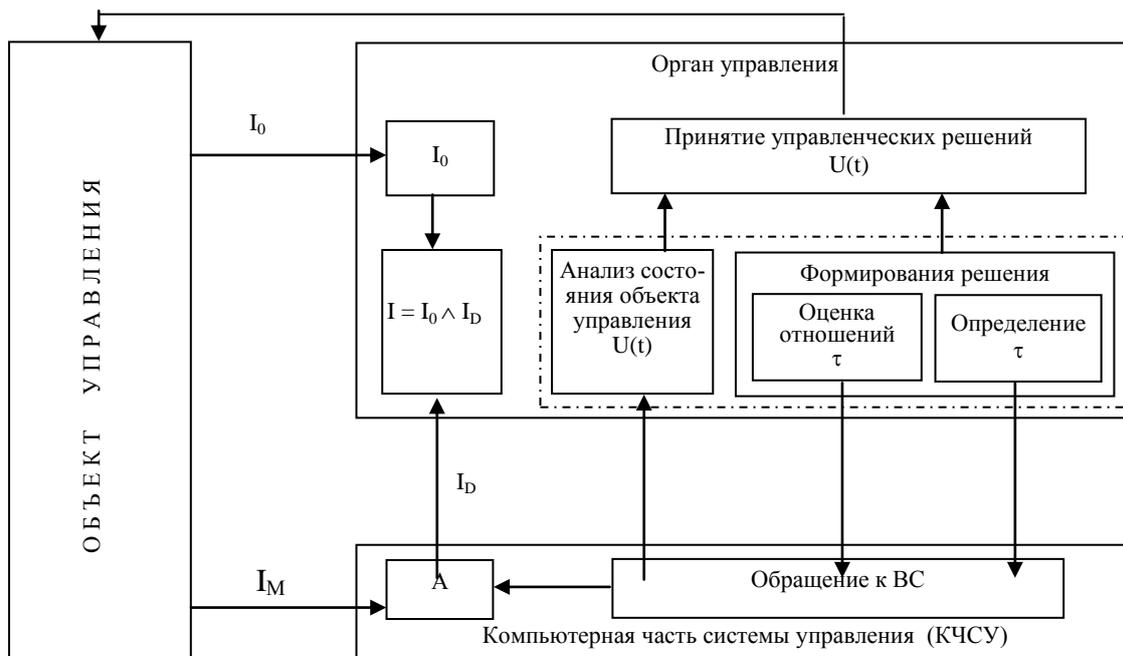


Рис. 1. Схема взаимодействия "ЛПП – ВС" при подготовке управленческих решений

### Список литературы

1. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Дж.Ф. Люгер. – М., СПб., К., 2003. – 863 с.
2. Орлов М.Ю. Логический вывод в ассоциативных схемах / М.Ю. Орлов // Техническая кибернетика. – 1984. – № 5. – С. 111-131.
3. Helbig F. u. a. FAS – 80 ein naturlichsprachiges Auskunfts system / Helbig F. // VEB. Roboten 2FT, WIB nr. 18, 1983, 97. – 107 p.
4. Паржин Ю.В. Технология построения стратифицированных семантических сетей для систем поддержки принятия решений / Ю.В. Паржин, А.Н. Клименко, Н.Ю. Любченко // Системы управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2007. – Вып. 1. – С. 16-19.
5. Любченко Н.Ю. Средства управления логическим выводом и поддержания непротиворечивости экстенциональной базы данных в системах поддержки принятия решений / Н.Ю. Любченко // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 3(61). – С. 56-60.
6. Калмыков А.А. Системный анализ технологии обучения / А.А. Калмыков // Вестник ПГУ. – Пермь: РИС ПГУ, 1997. – Вып. 1. – С. 32-48.

7. Никаноров С.П. Метод концептуального проектирования систем организационного управления и его применение / С.П. Никаноров // Системное управление. Проблемы и решения: Электронный научно-информационный журнал. – М.: Концепт, 2004. – Вып. 1 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа к журналу: <http://www.supir.ru/jv1s4.html>.

8. Morozov A.A. Development of the Methods and Tools for Mathematically Correct Logic Programming of Internet Agents / A.A. Morozov, Yu.V. Obukhov // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2003. – Vol. 13. – No. 2. – P. 225-227.

9. Mosconi M. A Visual Approach to Internet Applications Development / M. Mosconi, M. Porta // Proc. of the 8-th Intern. Conf. on Human-Computer Interaction (HCI'99). – Munich, Germany, 1999. – Vol. 1. – P. 600-604.

Поступила в редколлегию 19.11.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаев, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Харьков.

### МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ

Н.Ю. Любченко

Розглянутий підхід до моделювання роботи і взаємодії компонентів інтерактивної системи підтримки ухвалення рішень в системах критичного застосування. Пропонується схема, що описує процес взаємодії особи, яка приймає рішення і обчислювальної системи підготовки рішення що використовує математичний апарат стратифікованих семантичних мереж. При цьому, на основі аналізу стану об'єкту управління орган управління разом із стандартними і добре структурованими набуває можливості вирішувати і слабо структуровані задачі.

**Ключові слова:** система підтримки ухвалення рішень, стратифікована семантична мережа, взаємодія.

### A COMPONENTS COOPERATION MODEL OF SUPPORT INTERACTIVE SYSTEMS OF MAKING A DECISION

N.Y. Lybchenko

Going is considered near the design of work and cooperation of components of interactive application of support of making a decision in the systems of critical application. A chart, describing the process of co-operation of face of accepting decision and computer system of preparation of decision with the use of mathematical vehicle of the stratified semantic networks, is offered. Thus, on the basis of analysis of the state of management object a management organ along with standard and well structured acquires possibility to decide the poorly structured tasks.

**Key words:** system of support of making a decision, stratified semantic network, cooperation.