

УДК 519.7

А. А. Мамедов

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗНАНИЙ

Рассматривается методология построения систем управления БЗ для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Определяются архитектура систем управления БЗ и все ее компоненты. Предлагаемая архитектура систем управления БЗ рассматривается как дальнейшее развитие архитектуры систем управления БД. Излагаются вопросы ориентации предложенной архитектуры на существующие формализмы построения моделей знаний и методы автоматического поиска решений. Описания базируются на формализме семиотической модели знаний, который трактуется как мультимодельная структура представления знаний.

**Ключевые слова:** семиотическая модель знаний, модели данных, поддержка принятия решений, программная архитектура.

### Введение

Большое количество слабоструктурированных данных обусловило появление в компьютерной практике специальных программных средств – СУБД [1]. Введенные механизмы СУБД, с одной стороны, позволили логически упорядочить массивы накопленных данных в рамках средств описания логической модели данных (ЛМД) – языка описания данных (ЯОД), с другой – организовать логический доступ из программных приложений средствами языка манипулирования данными (ЯМД) к хранимым БД.

Дальнейшее развитие СУБД привело к появлению так называемых активных и дедуктивных СУБД [2]. Под активной понимается СУБД, в которой выполняются не только явно указанные пользователем, но и дополнительные действия в соответствии с правилами, заложенными в саму БД. А дедуктивная СУБД представляет композицию компоненты, содержащей факты (экстенционал), и компоненты, содержащей правила для логического вывода новых фактов (интенционал) на основе экстенционала и запроса пользователя.

Рассмотрим архитектуру СУБЗ, представленную на рис. 1.

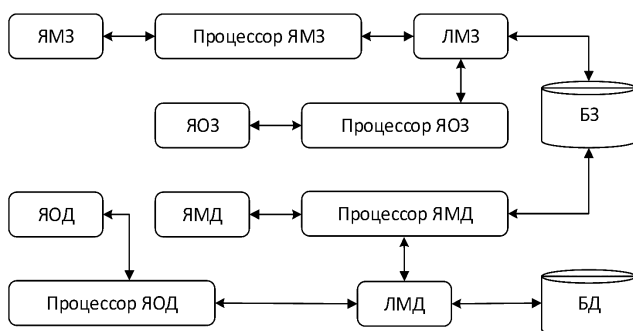


Рис. 1. Архитектура СУБЗ

Данная архитектура представляет собой композицию вышеприведенных компонент, позволяющих

- средствами ЯОД (посредством процессора ЯОД) описывать структуру ЛМД, представляющей связанный набор элементов предметной области;

- средствами ЯМД (посредством процессора ЯМД) обеспечивать логический доступ к элементам ЛМД;

- средствами языка определения знаний (ЯОЗ) (посредством процессора ЯОЗ) описывать структуру ЛМЗ, представляющей модель предметной области;

- средствами языка манипулирования знаниями (ЯМЗ) (посредством процессора ЯМЗ) обеспечивать описание постановок задач, решение которых необходимо найти в модели знаний, и собственно сам процесс поиска решений;

- средствами интерпретатора знаний (ИЗ) интерпретировать найденные последовательности утверждений БЗ в БД, приводящие к решению поставленной задачи.

### Разработка семиотической модели

Построим семиотическую модель [3 – 5] для создания мультимодельной логической структуры знаний и решателей задач поддержки принятия решений. Семиотическая модель предметной области поддержки принятия решений [6] как формализм, имеет две составляющие – индуктивную и дедуктивную – и представляется выражением вида

$$SSC = \{ \{R\}, \{T, P, A\}, \{a(T), b(P), g(A), s(R)\} \},$$

где дедуктивная составляющая  $\{R\}$  – множество правил вывода (поиска решений) в семиотической модели; индуктивная составляющая включает  $\{T, P, A\}$  – множество описаний моделей знаний средствами формальных систем (модель знаний,

содержащая  $T$  – множество термов предметной области,  $P$  – множество правил построения правильно построенных формул предметной области,  $A$  – множество аксиом предметной области;  $\{a(T), b(P), g(A), s(R)\}$  – правила изменения элементов множества  $\{T, P, A\}$  при переходе из одного класса формальной системы в другой.

Главной, с точки зрения создания средств описания информации, является индуктивная составляющая. Она включает средства, относящиеся к ЯОЗ, которые определяются выражением

$$\text{ЯОЗ} = \langle \{T, P, A\}, \{a(T), b(P), g(A), s(R)\} \rangle,$$

где  $T = LT$ ,  $\{T, P, A\} = LN$ ,  $\{a(T), b(P), g(A), s(R)\} = LP$ ,  $LT, LN$  – множество терминальных и нетерминальных символов;  $LP$  – множество правил, включающих директивы языка.

Основная особенность дедуктивной составляющей семиотической модели – представимость в ней знаний о средствах достижения цели управления. Эти знания имеют вид упорядоченного множества процедур, моделей и способов их использования (управления на моделях) для решения возникающих задач в мультимодельной структуре знаний. Композиционно каждая из моделей состоит из трех частей – собственно самой модели, задачи на модели и элементов связи – синхронизации ее с другими моделями.

Задачей на модели  $Z$  (схемой задачи) будем называть тройку вида

$$Z = \langle U, \bar{U}, V \rangle,$$

где  $U$  и  $V$  – наборы переменных модели ( $U, V$  – вход и выход модели);  $\bar{U}$  – значение набора  $U$  (исходные данные).

Вычислительный процесс, переводящий модель из начального состояния  $(W_0, \bar{W}_0)$  в целевое  $(W_{ц}, \bar{W}_{ц})$ , решает задачу, если  $W_0 = V_0, V \in W_{ц}$ . Значение  $\bar{V} \subset \bar{W}_{ц}$  выхода задачи будем называть ответом.

Задача является разрешимой на модели при некотором управлении, если существует эффективная композиция процедур, которая ее решает. Каждая модель позволяет в терминах переменных и их значений определять задачи поддержки принятия решений. Все эти задачи разбиты на классы эквивалентности, состоящие из задач с одинаковой схемой  $(U, V)$ . Для каждого такого класса задач ищут алгоритм со входом  $U$  и выходом  $V$ . Если такой алгоритм существует на модели, то он решает задачу тогда и только тогда, когда применим к исходным данным  $\bar{U}$ .

Множество разнотипных задач поддержки принятия решений представляются множеством моделей, на которых эти задачи разрешимы. Однако

многие из задач, а, следовательно, и моделей, взаимосвязаны, то есть существуют синхронность и асинхронность в их выполнении. Для описания такого случая в модель и в любую совокупность моделей введено понятие управления на модели  $C$ . При этом модель запишем в виде  $M_1(G, C)$ , где  $G = (x, A)$  определяет ее информационную структуру;  $C$  – управляющая структура или все возможные цепочки операторов, которые могут составить вычислительный процесс решения задачи. Для представления  $G$  использована семиотическая модель, для представления  $C$  – сети Петри.

Понятие связи – синхронизации – отражает возможность установления взаимодействия между любыми моделями семиотической модели. Это позволяет рассматривать весь набор элементов как некую обобщенную (семиотическую) структурированную модель потоков информации, способов и приемов ее обработки для поиска решений.

Планирование вычислений на такой модели  $P$  будем рассматривать как композицию функций  $\varphi_i$ , сопоставляющую некоторым четверкам  $\langle M, C, U, V \rangle$

оператор  $\prod_{i=1}^n (\varphi_i)[M, C, U, V]$  со входом  $U$  и выходом  $V$ . При этом  $((U_0 \wedge UB \wedge Y) \vee U; (VD \wedge VB \wedge Y^*) \vee V; (C_0 \wedge CB \wedge CL) \vee C; (MD \wedge MB \wedge ML) \vee M; P = \prod_{i=1}^n (\varphi_i)[M, C, U, V]$ , где  $M$  – мультимодель знаний системы;  $C$  – управление на модели  $M$ ;  $U, V$  – множество переменных – условий поиска на  $M$ .

Примем, что значение  $\prod_{i=1}^n (\varphi_i)[M, C, U, V]$  определено для тех четверок  $(M, C, U, V)$ , для которых существуют задачи  $(U, \bar{U}, V)$ , разрешимые на модели при заданном управлении.

В качестве таких задач будем рассматривать задачи диалога, поиска управляющих решений для любой проблемной ситуации управления.

Структура семиотического планировщика приведена на рис. 2.

Монитор – это внешний блок, устанавливающий дисциплину общения задач с планировщиком.

Информация с выхода монитора поступает на блок установления разрешимости задач на модели. При этом запускается в работу блок выбора соответствующей задачи сети Петри, на которой устанавливается разрешимость задачи.

Если задача неразрешима, выдается сообщение пользователю. Блок выбора по информации из БЗ выбирает соответствующую сеть Петри. Для этой сети блок проверки наличия асинхронных процессов, выполнив свою функцию, передает управление

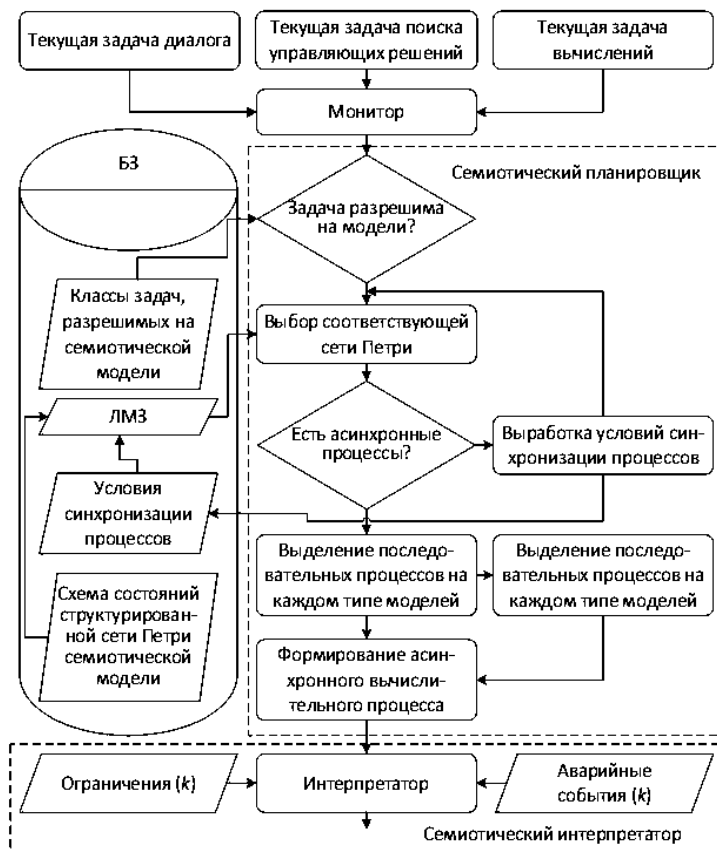


Рис. 2. Структура семиотического планировщика

блоку выработки условий синхронизации процессов. Последние три блока работают циклически до тех пор, пока не останется асинхронных процессов. Далее запускается в работу блок выделения последовательных процессов на каждом типе моделей. Множество этих процессов поступает на блок формирования операторной схемы асинхронного вычислительного процесса.

Семиотический планировщик обобщает в себе все планировщики рассмотренных типов моделей. Его двухуровневость заключается в том, что динамический и ситуативный планировщики (их алгоритмы) используются при выделении последовательных вычислительных процессов на каждом типе моделей (первый уровень – планирование на модели). Второй уровень – планирование на множестве моделей – осуществляется в блоке

формирования асинхронного вычислительного процесса.

## Выводы

Выделяются индуктивная и дедуктивная составляющие знаний, описываемых семиотической моделью. Индуктивная составляющая включает средства описания знаний, с помощью которых пользователи системы могут определять проблемные ситуации, описывать мультимодельную структуру знаний предметной области, логику решения задач оперативного принятия решений. В качестве таких средств предлагается формализм языка определения знаний. Вводится понятие разрешимости задачи в модели знаний. Приводится описание методов определения разрешимости задачи и планирования ее процессов поиска решений в семиотической модели знаний. Определяются этапы планирования процессов поиска решений: нахождение решающего задачу алгоритма, интерпретация алгоритма для получения результата.

## Список литературы

1. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных (7-е издание) / К.Дж. Дейт. – М.: Вильямс, 2001. – 1073 с.
2. Кузнецов С.Д. Основы современных баз данных / С.Д. Кузнецов. – М.: Вильямс, 2005. – 218 с.
3. Пупков К.А. Интеллектуальные системы / К.А. Пупков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 348 с.
4. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова. – Изд-во Питер, 2000. – 384 с.
5. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту / Г.С. Осипов. – М.: Изд-во Либроком, 2014. – 272 р.
6. Евменов В.П. Интеллектуальные системы управления / В.П. Евменов. – М.: Изд-во Либроком, 2009. – 300 с.

Поступила в редколлегию 23.02.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.Ф. Чалый, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## СЕМІОТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОЇ ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЗНАТЬ

А.О. Мамедов

*Вкладаються питання застосування архітектури систем управління баз знань до існуючих формалізмів побудови моделей знань і методів автоматичного пошуку рішень. Описи базуються на формалізмі семиотичної моделі знань, який трактується як мультимодельна структура представлення знань.*

**Ключові слова:** семиотична модель знань, моделі даних, підтримка прийняття рішень, програмна архітектура.

## THE SEMIOTIC MODEL FOR THE KNOWLEDGE MULTIMODAL LOGICAL STRUCTURE CREATION

A.O. Mamedov

*The questions concerning the application knowledge base architecture control systems to the existing formalism building knowledge models and methods for automated solutions. Descriptions are based on the formalism of the semiotic model of knowledge, which is treated as a multi-model structure of knowledge representation.*

**Keywords:** knowledge semiotic model, data models, decision support, software architecture.