

М 87704

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

МУЛЛАЕВ Пулат Мансурович

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕК-
ТУАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

05.13.06. Автоматизированные системы управления
(в промышленности)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

М

Москва - 1993

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени Государственном техническом университете имени Н.Э.Баумана.

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Соломатин Н.М.

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор Карпов В.И.

— кандидат технических наук, старший научный сотрудник Михайлов С.Ф.

Ведущая организация — Научно-исследовательский институт высшего образования

Защита диссертации состоится "18" ноября 1993 года в 14-30 часов на заседании специализированного совета Д.058.15.03 "Вычислительная техника" в Московском Государственном университете имени Н.Э.Баумана по адресу: 1 дом 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. Н.Э.Баумана.

Ваши отзывы в 2-х экземплярах прошу выслать по указанному адресу.

Автореферат разослан

Ученый секретарь
совета, к.т.н.

Подписано к печати 7.11.93
Тираж 100 экз. Типограф

MS7704

Актуальность темы. Одним из важных направлений повышения эффективности современных АСУ различного назначения является внедрение в практику их функционирования новых информационных технологий. Это обусловлено тем, что с расширением функций АСУ появляются задачи, решение которых невозможно традиционными методами. К такому классу относятся задачи, связанные со смысловой обработкой информации, представленной на естественном языке.

Примером таких задач являются задачи заказа и распределения, классификации, распознавания по смыслу в АСОУ различных отраслей народного хозяйства.

Решение указанных задач осуществляется специальными интеллектуальными подсистемами, основанных на принципах искусственного интеллекта и информационных семантических систем.

Цель работы. Целью диссертационной работы является разработка научных положений автоматизированной обработки информации в интеллектуальной подсистеме организационного управления методами новых информационных технологий.

Для достижения поставленной цели в диссертации сформулированы и решены следующие основные задачи:

- формализация представления знаний об объектах в виде фреймов;
- исследование механизма логического вывода;
- анализ условий семантического интерфейса;
- разработка методики автоматизированного заказа объектов в системах организационного управления.

Методы исследования. Научные результаты диссертации получены с использованием методов искусственного интеллекта, математической логики, математической статистики, положений теории информационных семантических систем, теории множеств, без данных и программирования.

Научная новизна. Полученные в диссертации результаты заключаются в следующем:

- предложена классификация специфических характеристик знаний, определено рациональное количество слотов в структуре



фрейма аналитическим способом; дана математическая интерпретация фрейма;

- исследован и формализован механизм логического вывода применительно к продукциям и фреймам;

- исследованы и определены условия семантического интерфейса; разработаны критерии оценки семантической совместимости в процессе семантического интерфейса;

- разработаны модели, алгоритмы, аналитические соотношения для количественного выражения заказа объектов в интеллектуальных подсистемах управления.

Практическая ценность. Предложен новый метод обработки знаний, получивший название метода семантических объектов. Разработаны семантические модели объектов заказа, представленные в виде фреймов, а также алгоритмы обработки знаний.

Решена практическая задача "заказа объектов" по смыслу для трех подсистем. Для практического использования метода "семантических объектов" разработана методика и создан пакет прикладных программ на базе СУБД **KARAT**.

Внедрение результатов работы. Эффективность и практическая ценность разработанных моделей, методики и алгоритмов подтверждается результатами экспериментальных исследований трех подсистем, а также результатами внедрения в издательстве "Высшая школа", в Московском полиграфическом институте, в МГО "Москнига" и в ТГУ им. В.И.Ленина. Результаты внедрения подтверждаются соответствующими заключениями.

Апробация работы. Содержание отдельных разделов диссертации и основные результаты работы доложены автором и обсуждены:

- на семинарах, секции и заседаниях кафедры "Электронные вычислительные машины и системы" МГТУ им. Н.Э.Баумана;

- на республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Душанбе, 1986;

- на республиканской научно-методической конференции "применение ЭВМ в учебном процессе высших и средних специальных учебных заведений", Душанбе, 1987;

- на II Всесоюзной научно-технической конференции "Актуальные проблемы современного приборостроения", Москва, 1988;

- на республиканском научно-методическом совещании "Интенсификация учебного процесса на основе использования компьютерной техники", Душанбе, 1988;

- на Всесоюзной конференции НТИМ и студентов "актуальные проблемы информатики, управления, радиоселектроники и лазерной техники", Москва, 1989.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в одном научно-техническом отчете и 6 печатных работах.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 135 страницах машинописного текста, содержит 45 страниц рисунков и таблиц, приложений и списка литературы из 110 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, кратко излагается состояние вопроса по рассматриваемой проблеме, подчеркивается ее специфика. Формулируется цель работы и определяются проблемные задачи исследования. Приводится аннотация глав диссертации.

Первая глава посвящена исследованиям, связанным с рассмотрением специфических характеристик знаний, способами представления знаний и их формального описания.

Выполненный анализ позволяет формально представить классифицированный перечень специфических характеристик множеством вида

$$ch = \{in, st, co, ac, ad\} \quad (1),$$

где in - внутренняя интерпретируемость,
 st - структурированность,
 co - связанность,
 ac - активность,
 ad - адаптивность.

Приведенные исследования показали, что для описания семантических объектов наиболее эффективным способом представления знаний являются фреймы.

В главе предложена аналитическая интерпретация фрейма. В структуре фрейма наименьшей семантической единицей является слот, т.е. запись вида

$$S_i = \langle z_1, z_2, \dots, z_k \rangle \quad (2).$$

где z_i - значение слота.

Множество слотов, образующих фрейм, представляются следующим образом

$$\begin{aligned} S_1 &= \langle z_{11}, z_{12}, \dots, z_{1n} \rangle \\ S_2 &= \langle z_{21}, z_{22}, \dots, z_{2k} \rangle \\ &\vdots \\ S_p &= \langle z_{p1}, z_{p2}, \dots, z_{pm} \rangle \end{aligned} \quad (3)$$

где S_i - имя слота и его порядковый номер.

Обозначим фрейм знаком F , тогда можно записать, что

$$F = \langle S_1, S_2, \dots, S_p \rangle \quad (4).$$

Выражение (4) является кортежем знаков длины P . Считаем, что фрейм отображает объект, т.е. его структуру, свойства и отношения между элементами объекта. С учетом этого для фрейма - объекта имеет место множество прямых и обратных соответствий между слотами. Так, прямое соответствие между первым и последующим (вторым, третьим и т.д.) слотами представляется в виде

$$\begin{aligned} f_1 &= (S_1, S_2, g_1) & \Pi_{p1} g_1 &\subseteq S_1; \\ g_1 &\subseteq S_1 \times S_2 & \Pi_{p2} g_2 &\subseteq S_2; \\ f_i &= (S_i, S_i, g_i) & \Pi_{p1} g_i &\subseteq S_1; \\ g_i &\subseteq S_1 \times S_i & \Pi_{p2} g_i &\subseteq S_i. \end{aligned} \quad (5)$$

Применительно к фреймам-объектам правомерно использование композиций соответствий прямого и обратного типов. Реализация композиций соответствий позволяет получить соответствия, отображающие в математической форме взаимосвязь между компонентами кортежа (3)

$$\begin{array}{ll}
f_1 = (S_1, S_2, g_1) & g_1 \in S_1 \times S_2 \\
\text{Pr}_1 g_1 \in S_1 & \text{Pr}_2 g_1 \in S_2 \\
h_1 = (S_1, S_3, l_1) & l_1 \in S_2 \times S_3 \\
\text{Pr}_1 l_1 \in S_2 & \text{Pr}_2 l_1 \in S_3
\end{array} \quad (6)$$

При этом область значения первого соответствия f_1 совпадает с областью определения второго соответствия h_1 . Первое соответствие f_1 определяет для любого $S_1 \in \text{Pr}_1 g_1$ одну или несколько компонент S_2 . Второе соответствие h_1 позволяет для найденного S_2 определить $S_3 \in \text{Pr}_2 l_1$.

Таким образом, в математической интерпретации фрейм представляет собой кортеж, компоненты которого образуют множество композиций соответствий прямого и обратного типов (7) и (8).

$$\begin{array}{ll}
f_1(h_1) = (S_1, S_3, g_1 \circ l_1); & g_1 \circ l_1 \in S_1 \times S_3; \\
f_2(h_2) = (S_3, S_5, g_2 \circ l_2); & g_2 \circ l_2 \in S_3 \times S_5; \\
\text{-----} & \text{-----} \\
f_i(h_i) = (S_j, S_{j+2}, g_i \circ l_i); & g_i \circ l_i \in S_j \times S_{j+2};
\end{array} \quad (7)$$

$$\begin{array}{ll}
f_1'(h_1') = (S_3, S_1, g_1' \circ l_1'); & g_1' \circ l_1' \in S_3 \times S_1; \\
f_2'(h_2') = (S_5, S_3, g_2' \circ l_2'); & g_2' \circ l_2' \in S_5 \times S_3; \\
\text{-----} & \text{-----} \\
f_i'(h_i') = (S_{j+2}, S_j, g_i' \circ l_i'); & g_i' \circ l_i' \in S_{j+2} \times S_j.
\end{array} \quad (8)$$

Представляются важным в научном плане исследования, относящиеся к определению количества слотов в структуре фрейма. На основании решения соответствующих уравнений, приведенных в диссертации показано, что количество слотов равно 7. В практических приложениях имеет место правило 7 ± 2 . Экспериментальные исследования ряда авторов подтверждают эту цифру. Например из рис.1 следует, что числу верных диагнозов, составляющих 90%, соответствует количество слотов равное 8.

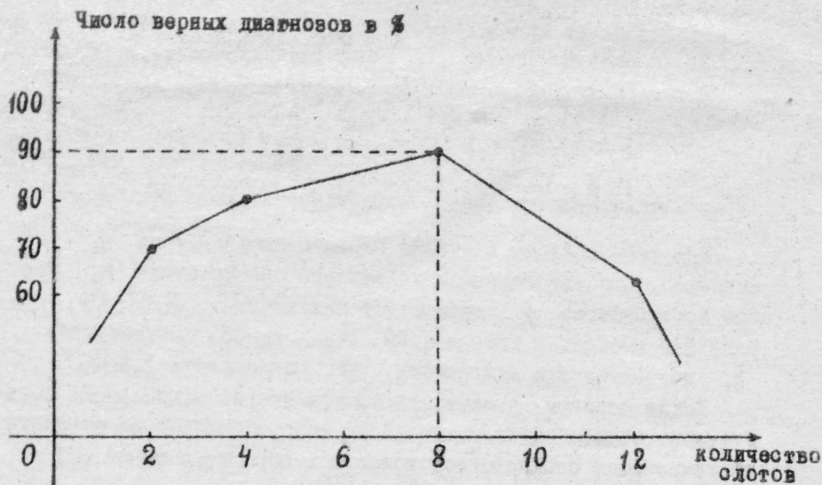


Рис. 1. Экспериментальная зависимость количества слотов от числа верных диагнозов

Вторая глава посвящена вопросам, связанным с организацией логического вывода. На основании положений теории информационных семантических систем дается анализ, определение и формализация логического вывода в продукционных и фреймовых системах представления знаний. Первоначально вводятся основные понятия и определения.

Определение 1. Знания об объекте (объектах) заданной предметной области — семантическая информация о данном объекте.

Определение 2. Семантическая информация — выраженные знаками сведения.

Определение 3. Знак условное обозначение "чего-либо". Знания фиксируются в виде знаков естественного и искусственного языков.

Определение 4. Сведения определяют структуру и свойства объекта, а также отношения между элементами структуры объекта и отношения объекта к другим объектам.

Существуют различные способы представления знаний для их автоматизированной обработки. Каждое представление предпола-

гает организацию соответствующего логического вывода. Вопросы, связанные с формализацией логического вывода, слабо отражены в существующей литературе по искусственному интеллекту. В связи с этим, в работе проведен анализ и выполнена формализация механизма логического вывода в продукционных и фреймовых системах.

Предложена аналитическая интерпретация процедур "семантической связи", "семантических отношений" и "семантических операций".

Семантическая связь (SC) в ISS предполагает наличие семантических отношений между объектами. Она может существовать или нет. Если она существует, то обязательно имеются и семантические отношения между объектами ($SO_1 - SO_2$). Для обнаружения или отсутствия SC между $SO_{1,2}$ выполняют операцию "семантической совместимости". С этой целью сопоставляют по смыслу SO (или их модели) между собой. Если при этом имеет место семантическая совместимость, то SC существует, в противном случае ее нет. Таким образом, в продукционных базах знаний семантические связи между различными SO представляются объединением множеств вида (9)

$$\begin{aligned} SC &= \{SC_1 \cup SC_2 \dots \cup SC_n\} \\ SC_1 &= \{SC_{11}, SC_{12}, \dots, SC_{1k}\} \\ SC_n &= \{SC_{n1}, SC_{n2}, \dots, SC_{nm}\} \end{aligned} \quad (9)$$

По аналогии, приводятся формализмы для процедур "семантическое отношение" (SR) - выр.(10) и "семантические операции" ($Sem.SI$) - выражение (11).

$$\begin{aligned} SR &= \{SR_1 \cup SR_2 \dots \cup SR_k\} \\ SR_1 &= \{SR_{11}, SR_{12}, \dots, SR_{1f}\} \\ SR_k &= \{SR_{k1}, SR_{k2}, \dots, SR_{kk}\} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
Sem.SI &= \{Sem.SI_1 \cup Sem.SI_2 \cup \dots \cup Sem.SI_h\} \\
Sem.SI_1 &= \{Sem.SI_{11}, Sem.SI_{12}, \dots, Sem.SI_{1p}\} \\
----- \\
Sem.SI_\ell &= \{Sem.SI_{\ell 1}, Sem.SI_{\ell 2}, \dots, Sem.SI_{\ell p}\}
\end{aligned}
\tag{11}$$

На основании изложенного можно дать определение логического вывода в следующем виде:

Определение 5. Логический вывод в продукционных системах представляет собой последовательностную конъюнкцию процедур: "семантические связи", "семантических отношений", "семантических операций" над объектами.

Формально это представляется в следующем виде

$$(SQ_i SC SQ_{i,1}) \& \rightarrow (SQ_i SR SQ_{i,1}) \& \rightarrow (SQ_i Sem.SI SQ_{i,1}) \Rightarrow Log W \tag{12},$$

где $\& \rightarrow$ - знак последовательностной конъюнкции;

$Log W$ - знак логического вывода.

Выполненные исследования показали, что концепция логического вывода, сформулированная для продукционных систем адекватно применима и к фреймовым системам. Однако при этом имеется определенная специфика, которая проявляется в процедуре "семантические отношения".

В работе предлагается выделять семантические отношения по критерию "групп" и по критерию "мера". Рассмотрим указанные особенности.

В соответствии с выражением (4) выделим подмножества, обладающие определенными свойствами, обозначив F_i , где $i = 1, 2, \dots$; $F_1 \subseteq F$ - определяет множество одноместных отношений, $F_2 \subseteq F \times F$ - определяет множество двухместных отношений и т.д. Применительно к выделенным подмножествам введем два условия.

Условие 1 запишем в виде

$$\forall F_2 [F_2 \in (F \times F)] [F_2 \rightarrow P(F_2)] \tag{13},$$

где $P(F_2)$ определяет свойство "быть непригодным".
В результате, объединив все пригодные конъюнктивные подмножества (т.е. удовлетворившие условию 1) можно записать

$$F_1 \vee F_{2k} \vee F_{3k} \vee \dots \vee F_{mk} \text{ ad } SR_1 \quad (15),$$

где ad - знак адекватности; SR_1 - семантические отношения между объектами по критерию групп.

Таким образом, процедура "семантические отношения" по критерию групп применительно к фрейму представляет собой в общем виде дизъюнкцию одно-, двух-, трех-, ..., m - местных конъюнкций слотов.

Примечание 1. Группой называется множество n - местных (по 2, 3, ..., n) имен слотов находящихся друг с другом в отношении "конъюнкция".

Другой специфической особенностью является учет "мер" фрейма (Φ). По определению Φ определяется выражением

$$\Phi = C \times \alpha \text{ [слот } \times \text{ знак]} \quad (16),$$

где C - полнота семантической информации фрейма;
 α - точность семантической информации фрейма.

С учетом того, что $C \times \alpha = \{(S_i, \alpha_i) : S_i \in C, \alpha_i \in \alpha\}$ получим

$$\Phi = \{(S_1, S_2, \dots, S_p)\} \times \{(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)\} \quad (17).$$

Применив как и в случае (4), (15) условия 1 и 2, по аналогии получим частные меры: $\Phi_1, \Phi_{2п}, \dots, \Phi_{мп}$. Объединив все частные меры можно записать

$$\Phi_1 \vee \Phi_{2п} \vee \Phi_{3п} \vee \dots \vee \Phi_{мп} \text{ ad } SR_2 \quad (18).$$

Таким образом, процедура "семантические отношения" по критерию меры применительно к фрейму представляет собой в общем виде дизъюнкцию одно-, двух-, ..., m - местных частных мер. Для сети фреймов семантические отношения по критерию меры представляются записью вида

$$\Phi_1 \& \rightarrow \Phi_2 \& \rightarrow \dots \& \rightarrow \Phi_k \text{ ad } SR_3 \quad (19),$$

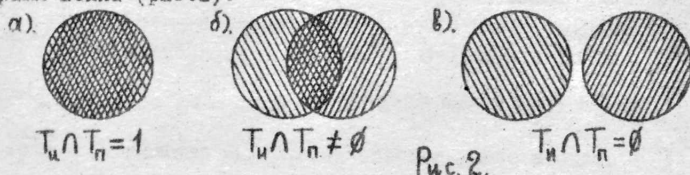
где SR_3 - семантические отношения на сети фреймов по критерию меры.

Третья глава посвящена исследованиям по формализации семантического интерфейса. Дается формальное определение понятия "совместимости" ("несовместимости"). Предлагаются критерии совместимости между SO в процессе семантического интерфейса.

Определение 6. Семантическим интерфейсом называется обмен семантической информацией между семантическими объектами в информационной семантической системе.

Определение 7. Информировать – осведомлять, давать сведения, семантическую информацию о чем-либо.

Используя понятие тезауруса приведена логическая интерпретация некоторых случаев информирования посредством диаграмм Венна (рис.2).



Анализ показал, что семантический интерфейс между объектами имеет место, если их тезаурусы пересекаются. Предложена аналитическая интерпретация данного положения в терминах логики предикатов в виде

$$\forall SO(SO \in ISS) \{T_{i-1, i} \dots \cap T_{i+1, i+2} \dots \neq \emptyset \rightarrow SO_{i-1, i} \dots \text{Sem.Int.} SO_{i+1, i+2} \dots\} \quad (20),$$

где T_L – тезаурусы семантических объектов;

Sem.Int. – знак семантического интерфейса.

На основании выполненных исследований было сформулировано, что семантический интерфейс между SO должен осуществляться в одних и тех же знаках (выр.21).

$$\forall SO(SO \in ISS) \{SI_i(SI_i \in SO_i) \text{ ad } SI_j(SI_j \in SO_j) \rightarrow SO_i \text{ Sem.Int. } SO_j\} \quad (21)$$

В процессе семантического интерфейса происходит взаимный обмен информацией, а по завершению - семантические объекты могут оказаться совместимыми или несовместимыми между собой.

В общем случае семантическая совместимость определяется как конъюнкция конъюнкций по всем слотам и между слотами фреймов. Частная совместимость по отдельным слотам SI_1 , SI_2 записывается в виде

$$\begin{cases} Sem.S_i = (x_i \cdot x'_i = 1) \Rightarrow TRUE \\ Sem.S_i = (x_i \cdot x'_i = 1) \Rightarrow TRUE \end{cases} \quad (22)$$

где знак " " соответствует конъюнкции между именами слотов.

Обобщенная запись совместимости/несовместимости семантических объектов записывается в виде

$$Sem.S = \begin{cases} TRUE, \text{ если } \forall (x_i \cdot x'_i = 1), \forall (N_i \cdot N_{i+1} \dots N_m) \\ FALSE, \text{ если } \exists (x_k \cdot x'_k = 0) \end{cases} \quad (23),$$

где $i = \overline{1, m}$, а N_i - номер i -го слота в структуре фрейма.

В практических применениях при формализованном представлении фреймов несовместимость по слотам выражается либо тем, что один из слотов "незаполнен" (отсутствуют, соответствующие значению слота), либо значения слотов разные.

Формально семантическую совместимость можно определить мерой, как площадь пересечения ($Sem.S$) SI_1 и SI_2 и выразить количественно.

Так как семантическая информация характеризуется синтаксисом, семантикой и прагматикой, то каждая из них имеет свою специфическую меру. Обозначим соответствующие меры именами: m_s , m_{sem} , m_p . Тогда

$$Sem.S = m_{S_{1,2}} \cap m_{sem_{1,2}} \cap m_{P_{1,2}} \quad (24)$$

Исследуя совместимость семантических объектов, можно определить отношения вида

$$\sigma = \Phi_p / \Phi_n \leq 1 \quad (25)$$

где β - коэффициент мер, Φ_p и Φ_n - реальная и номинальная меры соответственно.

Введя понятие порога для β и обозначив его β_0 , можно формально выделить два альтернативных случая, связанных с совместимостью.

Случай 1. Если $\beta \geq \beta_0$, то семантические объекты совместимы.

Случай 2. Если $\beta < \beta_0$, то семантические объекты несовместимы.

С учетом выделенных частных мер по синтаксису, семантике и прагматике можно рассмотреть соответствующие пары

$$(m_{sp}, m_{sn}); (m_{sem.p}, m_{sem.n}); (m_{pp}, m_{pn}) \quad (26).$$

В соответствии с изложенным следует различать специфические пороги семантической информации β_{os} , β_{osem} , β_{op} - по синтаксису, семантике и прагматике.

В свою очередь, можно выделить критерии β_s , β_{sem} , β_p формально определяющие два альтернативных случая, связанных с совместимостью.

Таким образом, семантическую совместимость можно оценивать раздельно по синтаксису, семантике, прагматике и мере.

Проведенные исследования показали, что в процессе семантического интерфейса между SO_1 и SO_2 существуют следующие основные процедуры: генерирование, передача, прием, хранение, восприятие, понимание, логический вывод.

Для каждой из перечисленных процедур справедливо выражение вида

$$P_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-ая процедура имеет место} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (27)$$

В диссертации представлены таблица истинности для всех процедур, аналитическое соотношение семантического интерфейса и временная диаграмма, поясняющая семантический интерфейс.

На основании полученных результатов сформулированы условия необходимые для организации семантического интерфейса в

$$\text{Sem.Int.} = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall R_i = 1 \\ 0, & \text{если } \exists R_i = 0 \end{cases} \quad (28).$$

Следовательно, семантический интерфейс между семантическими объектами имеет место только в случае, если последовательностная конъюнкция процедур ее составляющих истина.

Четвертая глава посвящена исследованиям, направленным на подтверждение сформулированных теоретических положений. Приведены сведения по исследованию и автоматизации трех подсистем на примере задачи "заказа объектов" по смыслу.

В работе предложен метод автоматизированной обработки знаний, получивший название "метода семантических объектов". Основу метода составляют следующие пять аспектов:

1. Выделение семантических объектов заказа.
2. Представление в виде фреймов выделенных объектов.
3. Определение структуры и класса ISS и перевод ее в новый класс.
4. Разработка алгоритмов решения данной задачи.
5. Формализация принятия решения (логический вывод) по обрабатываемой информации.

Были исследованы три интеллектуальные подсистемы организационного управления в предметной области "книжные издания".

На основании изложенных теоретических положений и проведенного анализа была разработана "обобщенная" модель семантических объектов задачи заказа. Структура и содержание "обобщенной" модели представлены в виде фрейма и приведены в диссертации.

В соответствии с разработанной "обобщенной" моделью предложены реальные рабочие модели семантических объектов (книга, вуз, магазин, рукопись, типография), используемые для автоматизированной реализации процесса заказа объектов по смыслу. Все рабочие модели имеют фреймовое представление и приведены в диссертации.

Специфической особенностью разработанных фреймов является классификация в них слотов на две группы: слоты-признаки

и слоты-содержание. Слоты содержания отображают взаимосвязь объекта, его свойства и отношения. Аналитическое выражение указанной взаимосвязи определяется следующим соотношением

$$\begin{aligned} Y_1 &= (A_1 \& L_1) \& (A_1 \& C_2) \& (C_2 \& S_3) \& \dots \& (P_j \& Q_k) \\ Y_2 &= (A_{1,1} \& L_{1,1}) \& (A_{1,1} \& C_{2,1}) \& (C_{2,1} \& S_{3,1}) \& \dots \& (P_{j,1} \& Q_{k,1}) \\ Y_f &= (A_{1,f} \& L_{1,f}) \& (A_{1,f} \& C_{2,f}) \& (C_{2,f} \& S_{3,f}) \& \dots \& (P_{j,f} \& Q_{k,f}) \end{aligned} \quad (29).$$

Приведен анализ традиционных эвристических алгоритмов заказа объектов в различных подсистемах и показана их низкая эффективность. В связи с этим в работе предложен алгоритм переработки информации в АСОУ, включающий два этапа. На первом реализуются семантические процедуры, т.е. сопоставление фреймов по семантической информации. При этом логический вывод осуществляется либо по критерию групп, либо по критерию меры.

На втором этапе определяются количественные показатели. С этой целью в структуре фреймов выделяется слот, связанный с вычислительными процедурами.

Разработано информационное, алгоритмическое и программное обеспечение для трех подсистем организационного управления. Структура пакета прикладных программ одной из подсистем приведена в диссертации. В качестве инструментального средства использовался пакет **KARAT**, а технического ЭВМ ЕС1036 и ПК типа IBMPC с базовой конфигурацией.

На основании выполненных исследований разработана методика автоматизированного заказа объектов по смыслу. Основные аспекты методики приведены в работе.

Для оценки эффективности сформулированных научных положений были проведены сравнения по одиннадцати аспектам функционирования традиционных и разработанных подсистем. Указанные результаты отражены в таблице.

На основании анализа результатов сравнения можно сделать вывод о том, что:

1. Функции человека, связанные с обработкой смысловой информации в рассматриваемых подсистемах могут быть выполнены подсистемой ИИ.

2. Эффективность функционирования разработанных подсистем, основанных на методах новых технологий, выше, чем традиционных в качественном и количественном отношениях.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В диссертации получены следующие научные и практические результаты:

1. Проведена формализация представления знаний об объектах для рассматриваемой предметной области. Классифицированы специфические характеристики знаний. Показано, что знания об объектах наиболее эффективно могут быть представлены в виде фреймов. Дана математическая интерпретация фрейма.

2. Выполнен анализ механизма логического вывода. Приведено определение и формализован механизм логического вывода применительно к продукционным системам. Показано, что логический вывод представляет собой последовательностную конъюнкцию трех процедур: семантической связи, семантических отношений и семантических операций.

Исследован логический вывод во фреймовых системах. Показано, что концепция логического вывода, сформулированная для продукций, справедлива и для фреймов. Подчеркивается специфика процедуры "семантические отношения" во фреймах. Выделены критерии семантических отношений между фреймами по группе и по мере.

3. Выполнены исследования по семантическому интерфейсу. Предложены четыре критерия совместимости по семантической информации между объектами. Введены понятия и дано формальное определение совместимости (несовместимости) применительно к семантическим объектам для фреймового представления.

Определены процедуры семантического интерфейса в качественном и количественном отношениях. Показано, что семантический интерфейс представляет собой последовательностную конъюнкцию процедур ее составляющих.

4. Разработаны обобщенная и рабочие модели семантических объектов в виде фреймов для рассматриваемых интеллектуальных подсистем.

Предложен метод семантических объектов, который относится к методам новых информационных технологий. Указанный метод содержит пять взаимосвязанных аспектов.

5. Разработана методика автоматизированного заказа объектов. Приведены результаты экспериментальных исследований для трех подсистем. Методика включает пакет прикладных программ, реализующий предложенные модели, алгоритмы и метод автоматизированной обработки информации в подсистемах АСОУ. Проведен сравнительный анализ разработанного метода, свидетельствующий о его практической целесообразности.

Основные положения диссертации отражены в одном отчете по НИР и опубликованы в следующих работах:

1. Автоматизация процесса составления заказа объектов /П.М.Муллаев, Н.М.Соломатин, И.Л.Серебрякова //Мультимикро-процессорные информационно-управляющие системы: Межвузовский сборник научных трудов. - М., 1988. - С.148-153.

2. Муллаев П.М., Соломатин Н.М. Моделирование процесса обучения //Интенсификация учебного процесса на основе использования компьютерной техники: Доклад на Республиканском научно-методическом совещании, - Душанбе, 1988. - С.44.

3. Муллаев П.М., Малинин Ю.В. Принятие решения в информационных семантических системах //Актуальные проблемы современного приборостроения: Доклад на Всесоюзной научно-технической конференции, - М., 1988. - С.53. - д.с.п.

4. Муллаев П.М., Малинин Ю.В. Блок логического вывода в экспертных системах //Актуальные проблемы информатики, управления радиосвязи и лазерной техники. Доклад на Всесоюзной конференции НТИ и студентов, - М., 1989. - С.103-104. - д.с.п.

5. Муллаев П.М. Заказ учебной литературы для вузов без участия вузов //Применение ЭВМ в учебном процессе высших и средних специальных учебных заведений: Тез.докл.респуб.науч.тех.конф. - Душанбе, 1987. - С.102.

6. Mullaew P.M., Solomatin N.M., Serebryakova L. A Method for the computerized processing of semantic information at universities //Higher Education in Europe. - 1990. - Vol.-XV, N°3 P. 61-65.