

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СППР В УПРАВЛЕНИИ СЕТЕВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Г. И. СТОПЧЕНКО, И. А. МАКРУШАН

Рассматриваются вопросы построения интеллектуальных СППР для решения многокритериальных задач принятия решения в управлении сетевыми информационными технологиями. Предлагается технология выбора оптимальной модели и соответствующего метода решения конкретной задачи, а также комбинированная модель представления знаний.

Problems of building-up intellectual DMSS for the solution of multicriteria problems of decision marking in control of network information process engineering are considered. The process engineering of selection of an optimum model and the relevant method of the solution of a specific target, and also a combined model of representation of knowledge is offered.

1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ СЕТЕВЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Стремительное развитие вычислительной техники создает новые возможности и в области построения нормативных методов принятия решений. В связи с этим появилось такое направление исследований, как разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР). Эти системы призваны объединить методы и процедуры принятия решений и возможности современной вычислительной техники, что позволяет значительно улучшить существующую практику принятия решений.

Интеллектуальные СППР привлекают в настоящее время многих исследователей по нескольким причинам. Прежде всего, пройден определенный этап в использовании ЭВМ в задачах организационного управления. Стали яснее причины неудачного применения автоматизированных систем управления (АСУ) для обеспечения потребностей руководителей — лиц, принимающих решения (ЛПР), при принятии конкретных решений. Во-вторых, накопились свидетельства о недостаточном использовании моделей, построенных специально для задач принятия решения. Очевидно, невозможно получить в полном объеме всю объективную информацию, необходимую для их успешного применения. Поэтому в такие модели вносятся субъективные допущения их создателей. В этом кроется причина отказа ЛПР от использования таких моделей в реальных ситуациях принятия решений. В-третьих, к настоящему времени имеются данные многочисленных психологических исследований возможностей ЛПР в принятии решений. Выяснилось, что возможности человеческой системы переработки информации достаточно ограничены. Человеку, принимающему решения, нужно помогать, специальным образом организуя процесс получения информации.

Все эти причины объективно обусловили потребность в системах, объединяющих возможности

современных ЭВМ и способность человека принимать рациональные решения.

Таким образом, в интеллектуальных СППР объединяются на общей основе подходы, характерные для следующих направлений исследований:

- принятие решений;
- извлечение и представление знаний;
- построение человеко-машинных (диалоговых) систем;
- построение информационных систем.

Синергетическое взаимодействие методов, принадлежащих к этим четырем направлениям, делает интеллектуальные СППР качественно новым средством поддержки принятия решений. Можно дать следующее определение СППР. Системы поддержки принятия решений являются человеко-машинными системами, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем [1, 8].

В соответствии с [9] к слабоструктурированным относятся задачи, которые содержат как количественные, так и качественные переменные, причем качественные аспекты проблемы имеют тенденцию доминировать. Неструктурированные проблемы имеют лишь качественное описание.

Концептуальная модель СППР соответствующая данному определению, представлена на рис. 1. Интерфейс «пользователь — система» (И) содержит средства для генерации управления диалогом. Блоки анализа проблем (АП) и принятия решений (ПР) включают в себя процедуры и методы, позволяющие сформулировать поставленную проблему, используя базы данных (БД), моделей (БМ) и знаний (БЗ), проанализировать возможности ее решения и получить результат. В ИСППР включаются также средства для извлечения данных и знаний, построения моделей и манипулирования ими.

Системы поддержки принятия решений, которые до сих пор широко использовались для управления деятельностью корпорации, приходят в системы управления информационными технологиями.

СППР используются при решении следующих взаимосвязанных задач управления информационными технологиями:

- настройка технического и программного обеспечений с учетом текущего распределения нагрузок в сети;

- принятия решений по модернизации технического и программного обеспечения с учетом текущего состояния технического прогресса, информации о производителях и поставщиках технических и программных средств и о сравнительных характеристиках этих продуктов;

- управление модернизацией (контроль и управление установкой нового технического и программного обеспечения, включая оптимизацию этого процесса);

- моделирование работы существующих сетей.

Проблема принятия решения в управлении сетевыми информационными технологиями сводится к выбору такого режима функционирования корпоративной компьютерной сети, который обеспечивал бы заданное качество (время реакции, производительность, доступность) работы прикладного программного обеспечения (ППО). Данная задача является слабоформализованной в виду следующих ее специфических свойств: многокритериальность принимаемых решений (используются критерии: время реакции, производительность, доступность); наличие количественных и качественных оценок (шкал) по критериям; методы используют различные концепции оптимизации (пути поиска решения); объектом управления является распределенная сетевая информационная технология (СИТ).

Процесс формирования и выбора решений требует комплексного использования современных математических моделей и методов, системы поддержки принятия решений и структуры предпочтений ЛПР. Построение и использование моделей принятия решений требует понимания сущности и условий решаемых задач; методологии и технологии разработки моделей; математических средств и учета системы предпочтений ЛПР; знаний и опыта разработчиков. [1–4, 11–14].

В этих условиях для повышения эффективности управления СИТ целесообразно использовать ИСППР. В настоящее время существует значительное количество систем разнообразного назначения. Исходя из специфики задач предметной области (ПрО) управления СИТ, нас будут интересовать СППР в условиях многокритериальности.

Ряд систем «СЛУГА», «ЗАПРОС», «СОЛОН МК», «МАУР», «EXTRA», «EXPERT» служат для первичной структуризации проблем и построения квазипорядка на заданном множестве многокритериальных объектов. СППР системы «PROM-CALC», «ELEC-CALC», «МОДА», «DSS/UTES», «ExpertChoice» предназначены для решения многокритериальных задач дискретной оптимизации

и основаны на методологии теории полезности [15–17]. Для решения различных многокритериальных задач на основе идей целевого программирования используются системы «GP SYS», «DI-DAS», «Hybrid», «SFG – GP», «MCBARG», «VIG», «ADBASE», «VIMPA» [18]. В настоящее время существуют системы «R/3 (SAP AG)», «SAS System», «Oracle Express», «Unisys» и российские СППР «Парус», «R_Stile», «Церфей» и другие для решения многокритериальных задач в экономике [15].

Все это говорит об актуальности и практической значимости разработки подобных СППР для решения задач различных ПрО, о необходимости более широкого и целенаправленного учета специфики ПрО, создания систем с широкими функциональными возможностями и развитым пользовательским интерфейсом.

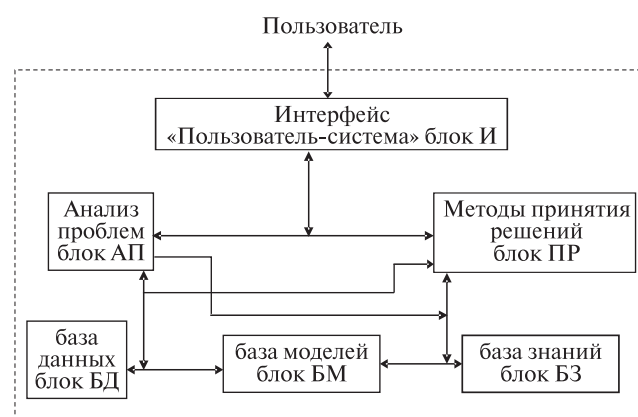


Рис. 1. Интеллектуальная система поддержки принятия решений

2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Вопросы построения интеллектуальных СППР (ИСППР) для решения многокритериальных задач рассматривались в работах отечественных и зарубежных авторов [1–14]. Существует ряд проблем, среди которых наиболее важной остается проблема соответствия уже структурированной задачи и метода принятия решений. Данная проблема может быть решена путем создания базы знаний опытного консультанта и библиотеки методов принятия решений. Кроме того, вызывают трудности процес структуризации задачи из-за наличия неформализуемых факторов, а также организация корректного способа получения информации от ЛПР.

Под корректностью будем понимать возможность ЛПР самому определять ход диалога и получать пояснения на каждом этапе диалога.

В связи с этим представляется актуальной задача разработки технологии и построения базы знаний ИСППР для выбора метода решения многокритериальных задач.

Предлагается технология выбора оптимальной модели и соответствующего метода решения кон-

кретной задачи для ЛПР, являющегося экспертом в предметной области, но незнакомого с математическими методами.

Данная технология заключается в поэтапном уточнении взглядов ЛПР посредством его ответов на предлагаемые системой вопросы. Получение информации от ЛПР осуществляется в режиме гибкого диалога, когда ЛПР сам выбирает из меню разные варианты диалога.

Следует отметить активность системы по отношению к пользователю (предлагаются готовые наборы критериев, ограничений и переменных решений), что позволяет уменьшить количество ошибок со стороны ЛПР.

В общем виде интерактивный диалоговый процесс формализации системы предпочтений ЛПР и выбора метода решения представляется последовательностью этапов.

В качестве исходных данных, с которыми оперирует технология, используются элементы (параметры) комплексной многокритериальной модели, а именно: ситуация, сложившаяся к моменту принятия решения, критерии оптимальности, система ограничений, набор переменных решений, система предпочтений ЛПР. На выходе технологии требуется получить конкретный метод решения задачи.

Этап 1. Выбор параметров задачи.

1. Выбор набора (множества, типа) критериев $\{f_i\}$.
2. Выбор набора ограничений: функциональных $g_j(x)$ и критериальных $f_i(x)$.
3. Выбор набора переменных решений $\{x_i\}$:
 - бесконечных, определяемых ограничениями $g_j(x) \leq b$;
 - конечных $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Этап 2. Определение отношений к важности критериев.

На основании ответов ЛПР уточняется важность критериев.

Этап 3. Задание значений ограничений.

1. Задание значений критериальных ограничений:
 - критерии, которые оптимизируются $f_i\{x\} \geq k_i$, где $i \in \{1 \dots n\}$;
 - критерии, которые переводятся в разряд ограничений $f_i\{x\} \geq k_i$, где $i \in \{n+1 \dots N\}$.
2. Задание значений функциональных ограничений $g_j(x) \leq b = Const$, $g_j(x) \geq b + \Delta b$.

Этап 4. Выбор принципа оптимальности φ_i , где $i = 1, \dots, n$.

Принцип оптимальности является формализованным выражением предпочтений ЛПР и представляет собой принцип сравнения многокритериальных (векторных) оценок в используемом методе.

Этап 5. Выбор класса задачи.

Выбирается один из четырех классов задач, а именно: на основании существования функции полезности, на основании принципа удовлетво-

рения, на основании концепции оптимизации по желаемой точке, на основании принципа достижения [19].

Этап 6. Выбор конкретного метода решения задачи.

На первом, втором и третьем этапах выполняется первоначальная формализация задачи за счет определения системы предпочтений ЛПР посредством его ответов на предлагаемые системой вопросы.

На четвертом, пятом и шестом этапах осуществляется выбор принципа оптимальности, типа задачи и конкретного метода решения задачи. Предлагаются типичные методы решения такого класса задач, а именно: метод взвешенной свертки и метод идеальной точки гарантируют достижение Парето-оптимального решения в задачах на основании существования функции полезности и задачах на основании концепции оптимизации по желаемой точке соответственно; метод уступок и метод системной оптимизации гарантируют решения, наиболее приближенные к удовлетворительным, в задачах выбора удовлетворительного решения и задачах целенаправленного формирования допустимых решений при варьируемой структуре ограничений соответственно.

Второй, четвертый, пятый и шестой этапы реализованы в виде процедуры, которая представлена на рис. 2.

Данная технология обладает рядом достоинств:

- учитывается более широкий набор параметров комплексной многокритериальной модели;
- осуществляется более точное отображение системы предпочтений ЛПР (за счет учета более широкого набора параметров);
- выбранная комплексная многокритериальная модель, с одной стороны, более адекватно отображает задачу ПрО, т.е. объективные параметры, с другой стороны, более адекватно отображается система предпочтений ЛПР, т.е. субъективные параметры.
- выбранный метод и реализуемый алгоритм дают наилучшее решение (режим функционирования компьютерной сети).

3. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

3.1 Общая структура ИСППР

В настоящее время существует достаточно большой набор СППР, успешно реализующих множество задач в различных областях, однако приобретение СППР широкого применения требует существенных финансовых затрат, а доведение их до конечного пользователя — дополнительных средств. Приобретение систем, разработанных для конкретных областей приложения, не позволяет

При управлении СИТ решаются как дискретные задачи на конечном множестве альтернатив, так и задачи математического программирования. Существует значительное количество методов для их решения. Однако следует отметить низкую эффективность использования конечными пользователями математических методов принятия решений в реальных ситуациях. Кроме того, исследование предметных областей задач управления сетевыми информационными технологиями позволило выделить основные их свойства:

- большие объемы качественных и количественных данных задач различной степени формализуемости;
- значительный динамизм возникающих ситуаций;
- ЛПР при принятии решений исходит из собственных часто субъективных представлений о предметной области;
- наличие различного уровня подготовленности ЛПР.

В этих условиях перспективным подходом к повышению эффективности управления сетевыми информационными технологиями представляется создание ИСППР, включающей знания, содержащиеся в математических моделях и методах, и знания, содержащиеся в опыте квалифицированных специалистов.

Структура разработанной системы применительно к управлению СИТ представлена на рис. 3. В качестве основы разрабатываемой ИСППР предлагается концептуальная модель СППР, описанная в параграфе 1 (рис. 1).

В качестве ЛПР – лица, принимающего решение – выступает администратор компьютерной сети.

Экспертом является опытный специалист в конкретной предметной области, а также специалист по математическим моделям.

Структура ИСППР содержит следующие блоки:

Диалоговый интерфейс поддерживает диалог системы с пользователем на естественно-ограниченном языке. Задания на поиск, формулировка задачи, выбор метода решения, структуризация исходной информации производится в диалоговом режиме. На каждый из вопросов пользователю производится «подсказка».

Блок объяснений обеспечивает объяснение полученных выводов и позволяет проследивать цепь «рассуждений» ИСППР (расшифровку логики получения решения), а также вмешиваться пользователю в ход решения задачи.

Блок пополнения знаний осуществляет построение правил; ведение и корректировку базы знаний; обеспечивает поддержку мощности и актуальности базы знаний путем исключения устаревших и несовершенных правил, введением новых.

База данных содержит сведения, описывающие объекты предметной области, динамически

изменяющиеся в процессе решения задачи. Данные могут иметь количественные и качественные характеристики.

База знаний – модель предметной области, содержащая формализованные знания специалистов в виде наборов эвристических правил; метаправила, определяющие стратегию управления эвристическими правилами в ходе реализации основных функций ИСППР; сведения о структуре и содержании БД. База знаний включает в себя семантическую сеть и логический вывод (базу фактов и базу правил).

Под **семантической сетью** будем понимать ориентированный граф, узлы которого представляют микроэкспертную систему, а дуги – технологию решения задачи.

База фактов содержит информацию (данные) о конкретном состоянии параметра решаемой задачи.

База правил содержит набор правил, передающих логику рассуждений эксперта, использует его субъективные эвристические знания.

Логический вывод – логико-математический аппарат, осуществляющий поиск решения и получение правдоподобного вывода на основе знаний БЗ и данных БД.

Блок формализации системы предпочтений ЛПР предназначен для выявления предпочтений ЛПР при выборе метода и процедуры решения многокритериальной задачи. Данный блок включает в себя блок выбора параметров задачи, блок задания значений параметров, блок выбора принципа оптимальности и типа задачи.

Блок выбора параметров задачи определяет наборы критериев, функциональных и критериальных ограничений и переменных решений.

Блок задания значений параметров определяет отношение ЛПР к важности критериев и обеспечивает ввод значений выбранных параметров задачи.

Блок выбора принципа оптимальности и типа задачи формирует выбор принципа оптимальности, типа задачи и конкретного метода решения на основе полученной от ЛПР информации.

Планировщик решения обеспечивает формализацию задачи путем автоматического синтеза из типовых элементов системы моделей и записи ее в виде, пригодном для обработки пакетами прикладных программ.

Планировщик решения включает в себя базу моделей, базу методов (принципов оптимальности и процедур), а также программную реализацию.

База моделей – база типовых, неоднократно используемых моделей, формализующих решаемую задачу.

База методов (принципов оптимальности и процедур) содержит типовые, неоднократно используемые методы решения (принципы оптимальности), а также процедуры, реализующие методы решения задач.

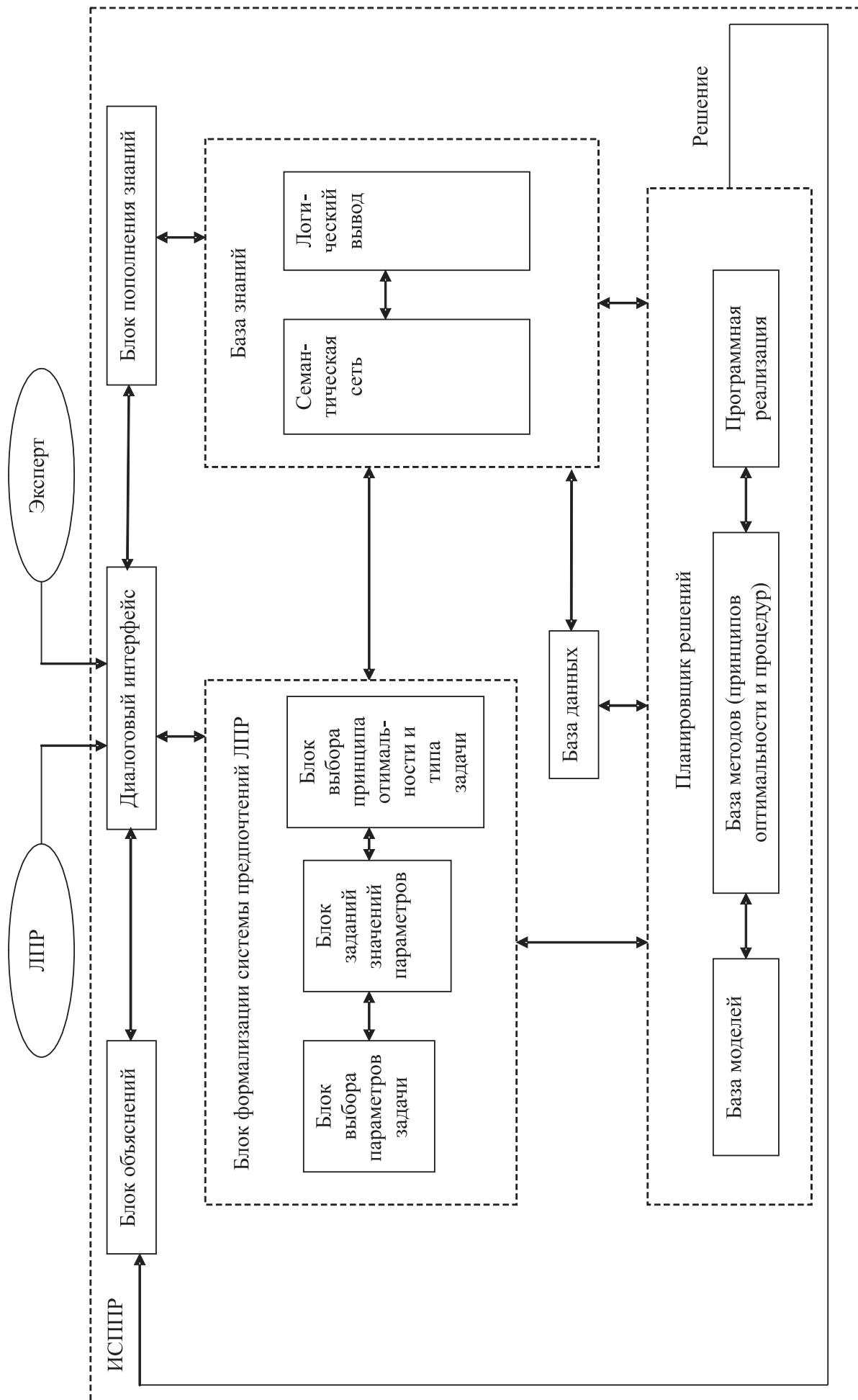


Рис. 3. Схема общей структуры ИСПЭ для решения задач принятия решений в управлении сетевой информационной технологией

Программная реализация – решение программным способом следующих задач:

- 1) выбора конкретного метода решения задачи;
- 2) реализации любого из четырех методов (метода взвешенной свертки, метода уступок, метода идеальной точки, метода системной оптимизации);
- 3) интерпретация результатов решения задачи для ЛППР.

В разработанной структуре, кроме общих (типичных) блоков концептуальной модели СППР, используются специфические блоки, обуславливающие отличительную особенность описанной структуры.

Данная структура обладает рядом достоинств:

- наличие блока формализации системы предпочтений ЛППР (для адекватного отображения предпочтений ЛППР);
- наличие блока планирования решения (программно-математический блок);
- наличие блока базы знаний, включающую комбинированную модель представления знаний, состоящую из трех моделей: семантической сети, продукционных правил и фреймов.

Блок формализации системы предпочтений ЛППР направлен на выявление предпочтений ЛППР в зависимости от сложившейся ситуации, которая представляется набором конкретных параметров состояния компьютерной сети.

Блок планирования решения имеет широкий набор математических средств, позволяет решать многокритериальные задачи с количественными и качественными критериальными шкалами.

Блок базы знаний ИСППР на основе диалога системы с ЛППР о предметной области и системы предпочтений осуществляет: автоматизацию построения математической модели решаемой задачи, автоматизацию процесса выбора необходимого метода решения и, соответственно, его реализующей процедуры, задание необходимых параметров алгоритма поиска решения, интерпретацию ЛППР полученных результатов.

3.2. Представление знаний в БЗ ИСППР

Рассмотрим более подробно базу знаний разработанной ИСППР, содержащую правила (представлены ранее в технологии в виде процедур) выбора методов и оценки предпочтений.

Методы представления знаний традиционно разделяются на 4 класса: семантические сети, логические подходы, фреймы и системы продукций [1, 3–5].

Семантические сети представляют собой графические схемы с узлами, соединенными дугами. Узлы представляют понятия, а дуги выражают отношения между ними.

Преимуществом данного метода представления является открытость, которая означает, что новые узлы и связи могут быть добавлены там, где это необходимо. Другая черта семантической сети –

наследование свойств, т.е. каждый узел может наследовать свойства связанных с ним узлов.

Важным преимуществом семантических сетей является то, что они строятся из простых элементов, объединяемых вокруг узлов, которые соответствуют заданным понятиям. Это свойство позволяет считать семантические сети лучшим инструментом для представления знаний, чем прямое использование исчисления предикатов.

Система продукций образуется множеством правил, заключающихся в том, что если выполняется некоторое заданное условие, то можно произвести определенное действие.

Продукционную систему можно представить в виде следующей модели:

$$PS = \langle F, P, I \rangle,$$

где F – база данных, содержащая константы и текущие переменные; P – база знаний, содержащая множество фактов и правил; I – интерпретатор, реализующий процедуры вывода.

$$I = \langle V, S, R, W \rangle,$$

где V – процесс выбора, осуществляющий выбор из P подмножества активных правил (продукций), применяемых на данном этапе работы, и подмножества активных данных из F ; S – процесс составления правил и данных; R – процесс разрешения конфликтов (процесс планирования), определяющий, какие из правил будут применимы на данном этапе работы; W – процесс выполнения данного правила.

Продукционные правила имеют вид:

$$\text{ЕСЛИ } (A \text{ и } B \text{ или } C), \text{ то } D \text{ и } F \text{ и } G,$$

где A, B, C – некоторые условия, а D, F, G – некоторые действия. В левой части правила возможна любая комбинация служебных слов *и*, *или*, их число не ограничивается, хотя на практике большим бывает крайне редко. Число служебных слов *и* в правой части также не ограничивается.

Принцип работы продукционной системы заключается в следующем: продукция (правило), условие которой окажется истинным для текущего состояния БЗ и БД, выполняется. При этом выполняемое правило активирует данные, находящиеся в заданной структуре БД; выполнение правил происходит до тех пор, пока все они окажутся выполненными или не вступит в действие правило останова.

Система продукций является наиболее удобной формой представления знаний. Продукционные правила облегчают образование объяснений, результаты полученных выводов и расчетов. Они могут обрабатывать незапланированные, но полезные взаимодействия. Другими словами, они могут использовать порцию знаний, когда это необходимо.

Особое место среди методов представления знаний занимают фреймы.

В настоящее время фреймы нашли свое место для представления знаний в системах искусственного интеллекта. Фреймы рассматриваются как средства организации знаний. Хотя фреймы могут включать активные компоненты (например, в виде присоединенных процедур), это, в основном, пассивные структуры данных, над которыми заданы внешние процедуры.

Фреймовое представление базы знаний, так же как и метод семантических сетей, позволяет осуществлять быстрый вывод на основе принципа наследования.

Однако, дать четкие рекомендации, определяющие предпочтительность какого-либо метода представления знаний для классов экспертных систем трудно. На практике выбор типа представления знаний часто связан с привычкой разработчика и типом используемой оболочки (языком представления знаний и интерпретатором).

В большинстве существующих интеллектуальных системах представления и обработки знаний («SAS System», «Oracle Express», «Unisys») используются продукционные правила и режы («Hybrid», «GP SYS») комбинированные модели представления знаний.

В данной работе, при решении задач принятия решения в управлении информационными технологиями, для представления знаний предлагается использовать комбинированную модель представления знаний, которая включает в себя семантическую сеть, продукционные правила и фреймы.

Явными достоинствами комбинированной модели представления знаний являются то, что она более адекватно соответствует специфическим свойствам отображаемых задач и возможностям ЛППР, а также обеспечивает более эффективную обработку знаний. Семантическая сеть отражает распределенный характер решаемых задач, слоты фреймов отражают состояния параметров модели, а система продукционных правил отражает логику действия эксперта по выбору метода.

Знания, описывающие общую технологию (задачу) принятия решения в управлении информационными технологиями, представлены в виде семантической сети, элементами которой являются микроэкспертные системы. Каждая микроэкспертная система управляет определенными параметрами и решает свою узкую задачу по своим критериям оптимальности, а при выработке комплексного решения эти частные решения согласовываются. Таким образом, создается распределенная система поддержки принятия решения. Данная ИСППР распределена функционально, т.е. включает различные микроэкспертные системы, связанные между собой информационно и установленные на одной вычислительной машине (пространственно они сосредоточены).

В виду многомерности отображения реальной семантической сети поиска решения в работе при-

водятся только определенные фрагменты семантической сети и распределенной экспертной системы выбора метода решения задачи (принципа оптимальности).

В следующем примере (рис. 4) посредством четырех правил осуществляется выбор принципа оптимальности (метода решения).

Правило 1

Если $P^U = 1 \wedge P^D = 1 \wedge P^X = 1 \rightarrow$ Оптимизация $\rightarrow \varphi^{opt}$

Правило 2

Если $P^U = 0 \wedge P^D = 1 \wedge P^X = 1 \rightarrow$ Равенство $\rightarrow \varphi^r$

Правило 3

Если $P^U = 0 \wedge P^D = 0 \wedge P^X = 0 \rightarrow$ Минимизация $\rightarrow \varphi^{app}$

Правило 4

Если $P^U = 0 \wedge P^D = 0 \wedge P^X = 1 \rightarrow$ Равенство $\rightarrow \varphi^{sat}$

Рис. 4. Фрагмент набора правил продукции, осуществляющий выбор принципа оптимальности (метода решения)

В рамках данного примера используются следующие обозначения: P — правило; φ^{opt} — принцип оптимизации; φ^r — принцип достижения; φ^{app} — принцип приближения; φ^{sat} — принцип удовлетворения.

Фрагмент продукционного правила в терминах предметной области при выборе метода представлен следующим образом: если (количество критериев больше двух) и (шкалы критериев количественные) и (у ЛППР имеется область желаемых критериальных значений) и (область выражается уровнями стремления/достаточности), то выбирается метод интервального целевого программирования.

Фрагмент распределенной экспертной системы выбора принципа оптимальности представлен на рис. 5.

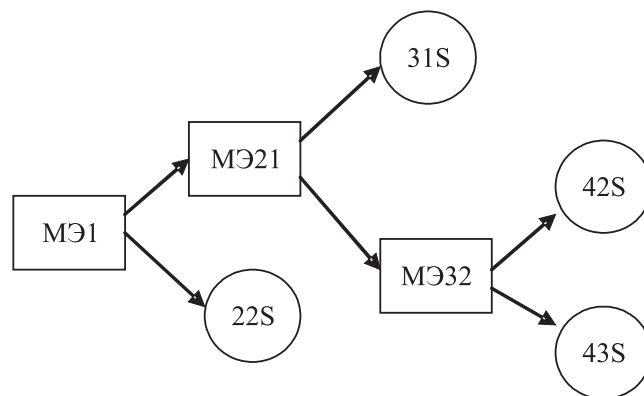


Рис. 5. Фрагмент распределенной экспертной системы выбора принципа оптимальности

В рамках данного фрагмента используются следующие обозначения:

S – состояние элемента модели;
 МЭ – микроэкспертная система.

Фрагмент семантической сети выбора принципа оптимальности представлен на рис. 6.

В рамках данного фрагмента используются следующие обозначения:

U – наличие уровня притязаний (желаемых критериальных значений);

D_x – область допустимых решений;

x^* – переменные решений;

S – состояние элемента модели;

Max, Min – оптимизация (максимизация, минимизация) целевых функций;

Equal – удовлетворение желаемых или достигаемых директивных значений критериев;

Min – минимизация отклонений от желаемых критериальных значений.

Фреймы представлены в виде таблиц, содержащих данные о конкретном состоянии параметра решаемой задачи. Структура фреймов семантической сети выбора принципа оптимальности представлена на рис. 7.

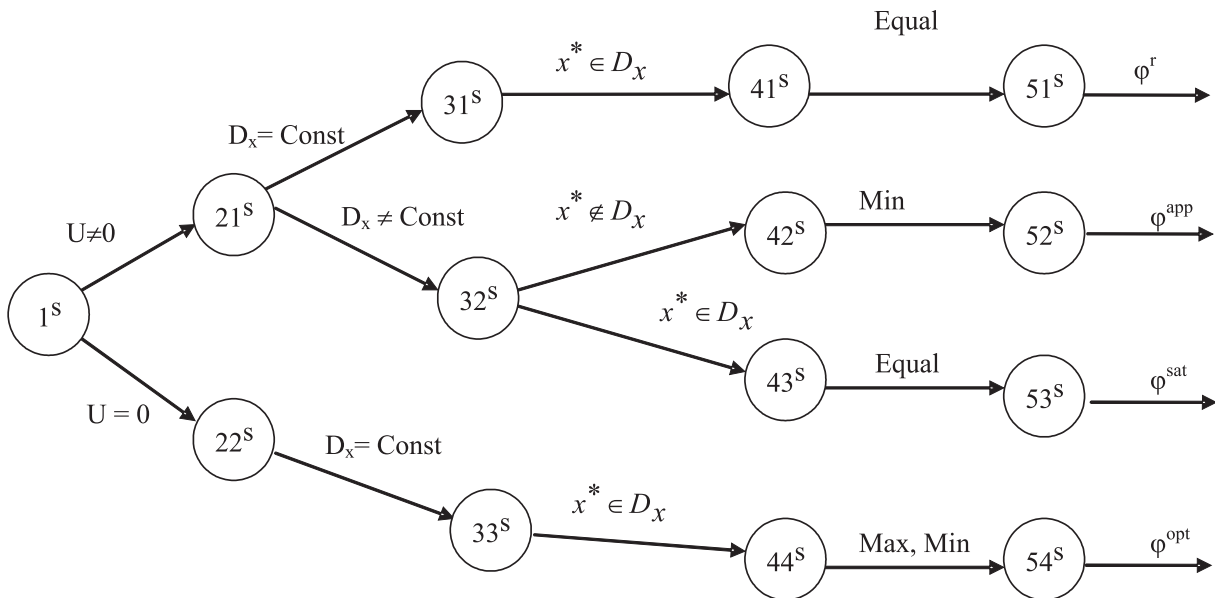


Рис. 6. Фрагмент семантической сети выбора принципа оптимальности

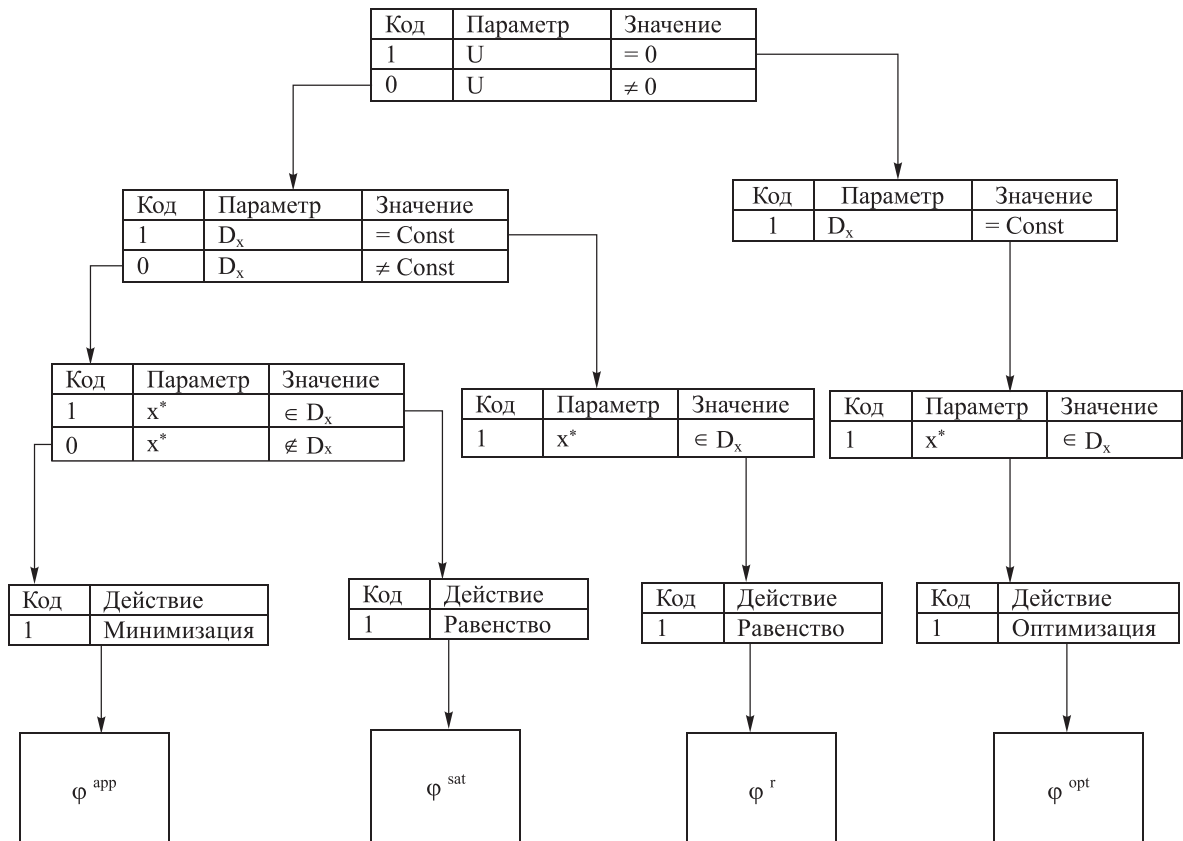


Рис. 7. Фрагмент структуры фреймов семантической сети выбора принципа оптимальности

Распределенная экспертная система состоит из микроэкспертных систем, способных выполнять ограниченные интеллектуальные функции (например, выбор одного из двух вариантов) при решении частных задач с учетом предпочтений ЛПР.

Распределенная экспертная система – часть БЗ ИСППР, способная координировать и управлять множеством микроэкспертных систем для решения общей поставленной задачи (управления режимами функционирования компьютерной сети).

4. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В СТАТЬЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Объектно-ориентированные языки – большой класс языков, который недавно стал использоваться для программирования в области искусственного интеллекта и хорошо себя зарекомендовал. Примерами объектно-ориентированных языков являются Smalltalk, C++, Java. Также используются объектно-ориентированные расширения LIPS (CLOS – Общая Объектно-ориентированная LIPS– система) и ПРОЛОГ (L&O – Логика и Объекты). Применение объектно-ориентированных технологий (за счет более упрощенного создания классов и облегчения программирования клиентам классов) позволяет достигнуть значительного выигрыша в производительности при разработке программного продукта.

Для реализации технологии, которая представляет собой интерактивный диалоговый процесс формирования системы предпочтений ЛПР и выбора метода решения задачи, ИСППР должна обеспечить:

- диалог с пользователем в удобном графическом виде (графический интерфейс);
- платформенную независимость (переносимость);
- проверку информации пользователя на непротиворечивость;
- анализ условий задачи и отнесение ее к одному из типовых классов (распознавание ее типа);
- сопоставление поставленной задачи одной из моделей из банка моделей;
- сведение ограничений к стандартному виду для использования выбранного алгоритма решения;
- выбор одного из методов решения, реализованного алгоритмично и выбранного из имеющегося банка алгоритмов;
- интерпретацию полученных результатов.

Выбор языка программирования осуществлялся согласно двум требованиям, а именно: способностью передавать логику рассуждений ЛПР и реализовывать математические выражения.

Для программной реализации представленных в статье результатов выбран объектно-ориентированный язык JAVA, поскольку он предоставляет средства для создания графического интерфейса, является платформенно-независимым, предоставляет объектную модель манипуляции данными.

Еще одним аргументом в пользу JAVA является то, что данный язык программирования предоставляет набор библиотек для генерации и чтения XML – документов. Именно этот XML – формат предлагается выбрать для представления знаний в базе знаний ИСППР, поскольку XML (Extensible Markup Language) является расширяемым и переносимым.

ВЫВОДЫ

1. Предлагается технология выбора оптимальной модели и соответствующего метода решения конкретной задачи для ЛПР, являющегося экспертом в предметной области, но не знакомого с математическими методами.

Данная технология обладает рядом преимуществ:

- учитывается более широкий набор параметров комплексной многокритериальной модели;
- осуществляется более точное отображение системы предпочтений ЛПР (за счет учета более широкого набора параметров);
- выбранная комплексная многокритериальная модель, с одной стороны, более адекватно отображает задачу ПрО, т.е. объективные параметры, с другой стороны, более адекватно отображается система предпочтений ЛПР, т.е. субъективные параметры;
- выбранный метод и реализуемый алгоритм дают наилучшее решение (режим функционирования компьютерной сети).

2. Разработана ИСППР, позволяющая реализовать все этапы технологии выбора метода решения задачи принятия решения в управлении СИТ.

Управление СИТ – выбор наилучшего варианта режима СИТ, который обеспечивал бы заданное качество (время реакции, производительность, доступность) работы прикладного программного обеспечения (ППО).

В отличие от существующих СППР, используемых для управления СИТ (Tivoli Decision Support, Prolan-Эксперт), которые дают статистические данные о состоянии компьютерной сети, предлагаемая система ориентирована на выработку решений (рекомендаций) по выбору наилучшего режима управления СИТ для конкретного прикладного ПО.

Система ориентирована на пользователя – администратора компьютерной сети, обладающего знаниями о конкретной предметной области, но не знакомого с математическими методами.

ИСППР позволяет:

- повысить эффективность принимаемых решений за счет использования методов оптимизации;
- повысить оперативность принимаемых решений за счет своевременного информационного обеспечения пользователей;
- снизить риски, связанные с ошибками и неверными стратегическими решениями пользователя.

3. Для представления знаний в БЗ предлагается использовать комбинированную модель представления знаний, которая включает в себя семантическую сеть, продукционные правила и фреймы.

Данная комбинированная модель обладает важными преимуществами, а именно: более адекватно соответствует специфическим свойствам отображаемых задач и возможностям ЛПР, а также обеспечивает более эффективную обработку знаний.

Литература.

- [1] Ларичев О.И., Петровский Л.Б. Системы поддержки принятия решений // Итоги науки. — Сер. Техн. кибернетика. — 1987. — Т. 21.
- [2] Humpreys P., Wisudra A. MAUD-4, Decision Analysis Unit, Techn. Report 82-5, London School of Economics and Political Science, 1982.
- [3] Емельянов С.Д., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. — М.: Знание, 1985.
- [4] Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. — М.: Наука, 1987.
- [5] Мечитов Л.И., Фуремс Е.М. Задача экспертной классификации многомерных объектов // Системы и методы поддержки принятия решений: Сб. тр. — М.: ВИПСИ, 1986. — Вып. 12.
- [6] Стернин Ц.Ю. Система поддержки решения задачи о назначениях // Системы и методы поддержки принятия решений: Сб. тр. — М.: ВНИИСИ, 1986. — Вып. 12.
- [7] Ларичев О.И., Мечитов А.И., Мошкович Е. М., Фуремс Е.М. Системы выявления экспертных знаний в задачах классификации // Изв. АН СССР. — Сер. Техническая кибернетика. — 1987. — № 2.
- [8] Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. — М.: Наука. Физматлит. — 1996.
- [9] Simon H.A. The new science of management decision. Englewood Cliffs. N.J., Prentice-Hall Inc., 1975.
- [10] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.
- [11] Левыкин В.М., Стопченко Г.И., Айдаров А. В. Формирование моделей слабоструктурированных задач в системах принятия решений // АСУ и приборы автоматизации, 1998. № 108. — С. 155–159.

- [12] Antunes C. Я., Almeida L. A., Lopes V. and Climaco J. N. A decision support system dedicated to discrete multiple criteria problems. Decision Support Systems. Vol. 12, № 4/5. P. 327-336.
- [13] Brans J.-P. and Mareschal B. The PROMCALC & GALA decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support Systems. Vol. 12, № 4/5. P. 297–310.
- [14] Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: Научно-практическое издание. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». — М.: СИНТЕГ, 1998. — 376 с.
- [15] Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 270 с.
- [16] Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., СубачИ.Ю. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. — Севастополь, 2004. — 320 с.
- [17] Системи підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник / О.І. Пушкар, В.М. Гіковатий, О.С. Евсеїв, Л.В. Потрашкова. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. — 304 с.
- [18] Korhonen P. Multiple Objective Programming Support IR-98-010, IIASA, Laxenburg, Austria, 16p.
- [19] Стопченко Г.И. Технология процесса поиска решений на основе концептуальных моделей. // АСУ и приборы автоматизации, 1998. — № 10. — С. 50–55.

Поступила в редколлегия 24.01.2008



Стопченко Геннадий Иванович, кандидат технических наук, доцент. Область научных интересов: методы принятия решений, интеллектуальные СППР.



Макрушан Ирина Анатольевна, ассистент кафедры ИУС ХНУРЭ. Область научных интересов: системы управления сетевой информационной технологией, интеллектуальные СППР.