

## **Компьютерная поддержка принятия решений\***

**А. Б. Петровский**

### **Введение**

В современных условиях резко повысилась цена, которую приходится платить обществу за недостаточно обоснованные или ошибочно принятые решения. Одновременно увеличилась и мера ответственности руководителей, принимающих решение. Сейчас, как никогда ранее, усилилась взаимная зависимость всех лиц, участвующих в подготовке и принятии решений. Каждый руководитель, решая конкретные вопросы на своем уровне управления, должен увязывать свои интересы с интересами других сторон, учитывать сложившиеся связи и последствия их нарушения. Однако вероятность принятия непродуманных, несогласованных решений все-таки существует, тем более когда дело касается новых, неисследованных проблем, не имеющих аналогов в прошлом.

Возрастающие требования к качеству управления в разных сферах человеческой деятельности диктуют необходимость выполнения специальной аналитической работы для обоснования принимаемых решений и создания соответствующего инструментария. При подготовке решений, особенно в случаях сложных и уникальных ситуаций, привлекаются специалисты-эксперты, консультанты, системные аналитики. Их основная задача состоит в разработке альтернативных вариантов, выявлении достоинств и недостатков каждого из вариантов, оценке последствий принятия того или иного решения.

Эффективным средством повышения уровня информационного обеспечения руководителей и экспертов при подготовке и принятии решений являются системы поддержки принятия решений (СППР). СППР — новый класс человеко-машинных систем, предназначенных для оказания пользователям помощи в их профессиональной деятельности. Наибольшее практическое применение СППР находят там, где лицу, принимающему решение (ЛПР), или группе таких лиц требуется

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 96-01-01621).

рассмотреть альтернативные варианты решений, сравнить их, сделать выбор. Существенно при этом, что формирование вариантов решений и выбор среди них наилучшего или допустимого проводятся на основе предпочтений ЛПР. Система поддержки принятия решений помогает пользователю быстро обработать и всесторонне проанализировать большие объемы разноплановой информации, использовать ее в привычной для себя манере. Пользователи СППР работают с системой либо самостоятельно, либо через посредников — специалистов-аналитиков, консультантов по принятию решений.

В СППР на общей основе объединились интересы и сфокусировались усилия таких научных дисциплин, как системный анализ и принятие решений, исследование операций, организационное управление, проектирование управленческих информационных систем и технология баз данных, искусственный интеллект и системы, основанные на знаниях. Понятие «поддержка» в названии СППР является ключевым при определении целей и критериев функционирования таких систем, разработке методов их построения.

Опыт применения компьютеров в задачах организационного управления и принятия решений показал, что при решении конкретных проблем люди предпочитают использовать упрощенные подходы, не требующие большого разнообразия данных и изощренных моделей. В реальных ситуациях рассматриваемая проблема описывается разнохарактерной информацией, в ней сочетаются количественные и качественные факторы, наряду с объективными данными приходится учитывать субъективные суждения руководителей, знания экспертов. Однако описание проблемы почти никогда не является полным, так как бывает достаточно трудно получить всю информацию, необходимую для анализа проблемы. И, наконец, при подготовке и принятии решений необходимо учитывать особенности и пределы человеческой системы переработки информации и специальным образом подготавливать информацию, используемую людьми.

Указанные причины обусловили появление в 70-х годах СППР, которые объединяют возможности современных компьютеров и умение человека при решении сложных слабоструктурированных и неструктурированных проблем. Основной областью применения СППР сначала был бизнес. В дальнейшем сфера их практического использования стала расширяться и охватила производство, финансы, науку, технику, медицину, геологию, юриспруденцию и т.д.

Рост популярности СППР среди исследователей, разработчиков и практиков связан с появлением новых технических и программных средств, позволивших значительно снизить расходы на создание, при-

обретение и эксплуатацию систем. Другим обнадеживающим фактором, способствующим сближению человека и ЭВМ в сфере управления, приближению компьютерных систем к реальным потребностям пользователей, стало появление нового поколения руководителей, понимающих необходимость СППР и желающих использовать их в практике своей работы. Отметим, что для успеха СППР одинаково важны как степень развитости аналитических и методологических составляющих, от которых зависит, «что может быть сделано», так и их эффективная реализация, определяющая, «как это сделать» и «как это лучше использовать».

Наиболее типичны для СППР многокритериальные задачи принятия решений с объективными моделями и большими массивами количественных данных. Значительно слабее освоена область задач с субъективными моделями, особенно когда в них используются качественные данные [7]. Еще менее разработанным является применение ЭВМ на этапе предварительного анализа и структуризации рассматриваемой проблемы — одного из принципиально важных этапов подготовки и принятия решения [10]. Основные трудности связаны здесь, во-первых, с тем, что анализ проблемы представляет собой творческий процесс, плохо поддающийся формализации. Во-вторых, пока еще крайне недостаточен арсенал средств, которые могли бы использоваться ЛПР при структуризации проблемы.

Разнообразие форм инструментальной поддержки процессов формирования и выбора решений обуславливает потребность проанализировать принципиальные возможности и ограничения использования компьютеров в методах принятия решений. В данной работе рассмотрены различные концепции СППР и предложена многоаспектная классификация таких систем. Описана новая концептуальная модель СППР, отражающая идеологию теории принятия решений. Приведены примеры успешного применения компьютерных систем для решения сложных задач принятия решений. В заключении обсуждаются перспективы развития СППР.

### **Специфические особенности СППР**

Термин «системы поддержки принятия решений» появился в начале 70-х годов, однако до сих пор нет общепризнанного определения СППР [17]. Как не без юмора отмечается в работе [37], «попросите десять человек привести пример СППР и вы получите, вероятно, по меньшей мере восемь разных ответов, начиная с Visicalc<sup>1)</sup> и кончая мощными системами управления базами данных. Где-то посередине находится группа

<sup>1)</sup> Visicalc (Визикалк) — программная система из класса так называемых табличных процессоров или электронных таблиц. — Прим. автора.

программных средств, которые собственно и называются СППР. Их список растет день ото дня, появляются новые системы для различных компьютеров — от микро-ЭВМ до крупных вычислительных систем».

СППР возникли как естественное развитие и обобщение управленческих информационных систем (УИС), систем обработки данных (СОД) и систем, основанных на знаниях (СОЗ), в направлении их большей пригодности и приспособленности к задачам подготовки и принятия решений. Первое поколение СППР мало чем отличалось от традиционных УИС, а вместо термина СППР использовался термин «системы управленческих решений» [39].

Точка зрения на СППР как на средство для «вычисления решений» представлена в работе [36], где СППР определяется как «основанный на использовании моделей ряд процедур по обработке данных и суждений, помогающих руководителю в принятии решений».

В отличие от УИС, используемых для решения рутинных, хорошо структурированных задач, в работе [29] было предложено рассматривать СППР в качестве «интерактивных автоматизированных систем, которые помогают лицам, принимающим решения, использовать данные и модели, чтобы решать неструктурированные проблемы». Позднее это определение СППР было отнесено и к решению слабоструктурированных проблем [27, 42, 44].

В работе [28] СППР определяется как «компьютерная информационная система, используемая для поддержки различных видов деятельности при принятии решений в ситуациях, где невозможно или нежелательно иметь автоматическую систему, которая полностью выполняет весь процесс решений». Акцент в этом определении делается на то, что СППР не заменяет человека, автоматизируя процедуру решения, а лишь обеспечивает его различного вида помощью в ходе решения проблемы.

Главенствующее положение пользователя в СППР, отмечает автор работы [46], является первым и наиболее важным аспектом в определении этой системы: «СППР есть компьютерная система, которая оказывает своим пользователям поддержку в рациональной организации и проведении процесса решения (или его отдельных фаз) и, кроме базы данных, содержит как подходящее представление знаний в форме моделей ситуаций решений, так и соответствующие алгоритмы для использования этих моделей».

С самых первых определений СППР явно очерчивался круг решаемых с их помощью проблем: неструктурированные и слабоструктурированные или «полуструктурированные» проблемы. Существенное влияние на такую направленность СППР оказала классификация проблем по

степени их структуризации, предложенная в работе [40]. В хорошо структуризованных проблемах основные зависимости могут быть выражены количественно. Неструктуризованные проблемы имеют лишь качественное описание, основанное на суждениях человека, количественные же зависимости между важнейшими характеристиками проблемы неизвестны. Промежуточное положение занимают слабоструктуризованные проблемы, сочетающие количественные и качественные зависимости, причем малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

В работах [23, 24, 35] указывается, что отличие хорошо структуризованных проблем от неструктуризованных может состоять в возможности или невозможности полной автоматизации их решения, а для решения слабоструктуризованных проблем требуется сочетание способностей человека и ЭВМ.

Степень структуризации проблемы — центральный момент для СППР, считают авторы работы [28]. Если проблема может быть полностью структуризована и окажется возможным составить алгоритм ее решения, который удовлетворит ЛПР, то поддержка решения не нужна, так как этот алгоритм может заменить человека. В случае, если проблема не имеет структуры и нет никаких требований к данным, то поддержка решения невозможна, поскольку трудно определить стадии решения проблемы. Между этими двумя полюсами лежит область применения СППР. Наибольший эффект СППР могут дать при решении проблем, обладающих структурой, достаточной для использования объективных моделей и применения вычислений, но где в то же время существенными являются суждения и предпочтения человека [44].

Появление новых технических и программных средств, позволяющих «индустриализировать» технологию создания новых систем, привело к возникновению еще одной точки зрения на СППР, которая получила название «адаптивное (adaptive) проектирование» [35]. Сторонники этого подхода считают, что термин СППР имеет право на существование только в тех случаях, когда «конечная» система возникает в ходе адаптивного процесса проектирования и внедрения.

Основным постулатом адаптивного подхода является интерактивность процесса разработки «конечного продукта», в ходе которого пользователь, разработчик и система многократно воздействуют друг на друга. Основным методом построения СППР в рамках данного подхода является прототипирование систем [31]. Согласно идеологии прототипирования разработчиком вначале создается демонстрационный вариант (макет, прототип) системы, обладающий основными чертами желаемой СППР, который в результате совместной работы разработчика

и пользователя доводится до требуемой конечной системы. Прототипирование помогает пользователю получать более верное представление о параметрах и возможностях системы, а разработчику быстро откликаться на изменение требований пользователя, а также резко сократить трудозатраты и сроки разработки системы.

Интерактивность процедуры работы с системой отмечается во многих публикациях, как одна из характерных особенностей СППР [29, 34, 38, 42, 46]. Однако, как справедливо указывается в работе [28], интерактивность не является исключительной характеристикой СППР, многие современные автоматизированные системы другого назначения также используются интерактивно.

Практика показывает [16], что лишь небольшое число руководителей желает (и умеет) вести прямой диалог с ЭВМ. Многие предпочитают взаимодействовать с системой через посредника или в режиме непрямого (off-line) доступа. В этих случаях интерактивность становится несущественной, и оказывается вполне приемлемой пакетная обработка данных. Вместе с тем свойство интерактивности необходимо при исследовании новых проблем и ситуаций, при адаптивном проектировании прикладных СППР.

Более важным, чем интерактивность, качеством СППР автор работы [16] считает «отзывчивость» системы, которая определяется следующими факторами:

- мощность — способность отвечать на самые существенные вопросы;
- доступность — способность обеспечивать выдачу этих ответов в нужное время и в требуемой форме;
- гибкость — способность адаптироваться к изменяющимся потребностям и ситуациям.

Сюда же следует добавить управляемость системы [28] — возможность со стороны пользователя контролировать действия системы и вмешиваться в ход решения, а также «прозрачность» системы для пользователя. При разработке интерфейса «пользователь-система» следует учитывать особенности и ограничения человеческой системы переработки информации [5, 25].

Итак, существуют различные точки зрения на СППР. По нашему мнению, СППР — это человеко-машинная система, которая помогает пользователю, используя данные, модели и знания, проанализировать возможные варианты решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем и найти наилучшее или допустимое решение [10]. Авторы работы [28] отмечают, что концепция СППР постепенно эволюционирует от явных формулировок «что делает СППР»

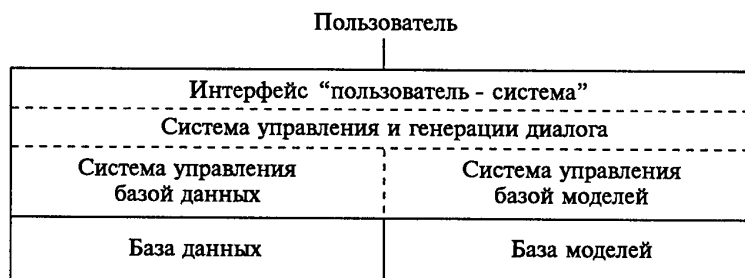
к операциональным характеристикам «как может быть достигнута цель СППР».

### Классификация СППР

Анализ различных концепций СППР [12] позволяет нам предложить в качестве оснований классификации СППР следующие признаки:

- вид концептуальной модели;
- пользователь системы;
- класс задач принятия решений;
- инструментарий;
- область практического применения.

Рассматривая концептуальные модели СППР, можно выделить следующие подходы: информационный; основанный на знаниях; основанный на теории принятия решений; инструментальный.



**Рис. 1. Информационная модель СППР [42]**

Концептуальная модель СППР, отражающая основные черты информационного подхода, была предложена в работе [42]. Основными компонентами этой модели (рис. 1) являются интерфейс «пользователь-система», база данных и база моделей. Интерфейс «пользователь-система» обеспечивает взаимодействие пользователя с базами данных и моделей и включает в себя средства для генерации диалога и управления.

Эффективность СППР связана с широтой спектра используемых данных. Поэтому база данных СППР включает как количественную, так и качественную информацию из различных источников. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы разработки процедур «извлечения» данных из их источников. Важной особенностью СППР является способность формировать модели решений и связывать их с базами данных. Процедуры моделирования должны обеспечивать

гибкость построения моделей из различных блоков и подпрограмм и легкость управления моделями.

Эволюционирующая СППР [19] представляет собой обобщение информационной модели. В ней имеются (рис. 2) такие дополнительные компоненты, как база текстов и база правил, которые содержат менее структурированную информацию (тексты на естественном языке) и более структурированную (эвристики, правила представления знаний).

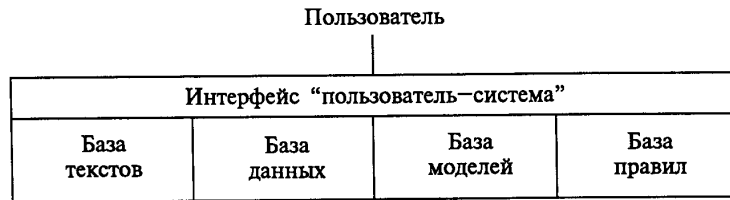


Рис. 2. Модель эволюционирующей СППР [19]

Усложнение информационной структуры СППР создает возможность эволюционного развития системы как при изменении когнитивного стиля и информационных потребностей пользователя, так и при изменении проблемной области. Пока эта эволюция осуществляется «вручную» в процессе проектирования СППР. Настоящая революция, считает автор работы [19], произойдет, если (и когда) система сможет автоматически распознавать и формировать «эволюционирующие» связи между компонентами СППР, которые обеспечат динамичный обмен информацией между компонентами в процессе информационной поддержки пользователя.

Другой концептуальной моделью СППР являются системы, основанные на знаниях. В них в явном виде выделен новый аспект поддержки решений — способность «распознавания проблемы», т.е. способность воспринять вопрос пользователя, извлечь релевантную информацию, сформировать ответ. «Характерная» (generic) СППР, предложенная в работах [20, 21], состоит из трех взаимодействующих блоков (рис. 3): языковая система, система знаний, система обработки проблем.

Языковая система обеспечивает связь между пользователем и компонентами СППР. Система знаний содержит информацию о проблемной области. Системы знаний различаются по характеру содержащихся в них данных и методам представления и организации знаний. Система обработки проблем или проблемный процессор воспринимает описание проблемы, сделанное в соответствии с синтаксисом языковой системы,

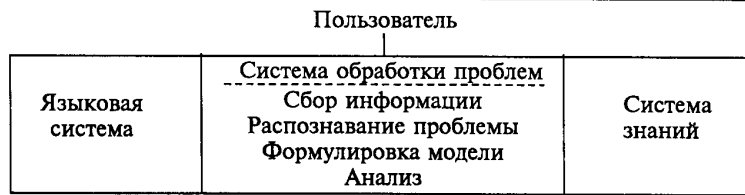


Рис. 3. Модель СППР, основанная на знаниях [20]

и, используя модели и знания, преобразует формулировку проблемы в подробные процедурные спецификации, выполнение которых даст решение задачи. Согласно работе [22] система обработки проблем «расширенной характерной» СППР должна дополнительно включать компоненты, поддерживающие заключительные фазы процесса принятия решения: проверку обоснованности решения, генерацию и реализацию решения.

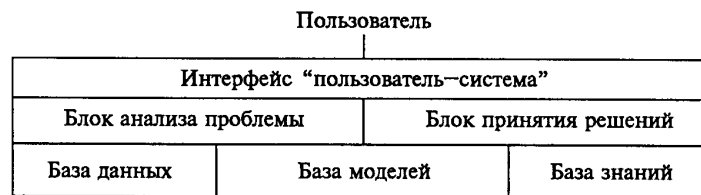


Рис. 4. Модель СППР, основанная на теории принятия решений [8]

Подход к концепции СППР, основанный на теории принятия решений (рис. 4), был предложен в работе [8]. Интерфейс «пользователь–система» СППР этого типа содержит средства для генерации и управления диалогом. Блок анализа проблемы и блок принятия решений включают в себя процедуры и методы, позволяющие с помощью баз данных, моделей и знаний сформулировать проблему, проанализировать возможности ее решения, получить результат. СППР имеет также средства для извлечения данных и знаний, построения моделей, управления данными и моделями. Более детально концептуальная модель СППР, основанная на теории принятия решений, обсуждается далее.

Сходная концептуальная модель СППР, ориентированная на поддержку процесса принятия решения, описана в работе [46]. В качестве основных фаз процесса решения выделены разведка (intelligence), разработка, выбор, реализация. Обобщенная схема такой СППР (рис. 5) включает в себя дружественный пользователю интеллектуальный интерфейс, базу данных, базу моделей, алгоритмическую базу и системы

управления этими базами. Интерфейс содержит систему обработки проблем, графический интерфейс и другие средства взаимодействия пользователя с СППР. Поддержка процесса решения обеспечивается базами моделей и алгоритмов, которые автор отождествляет соответственно с базой знаний и блоком (машиной) логического вывода в экспертных системах.

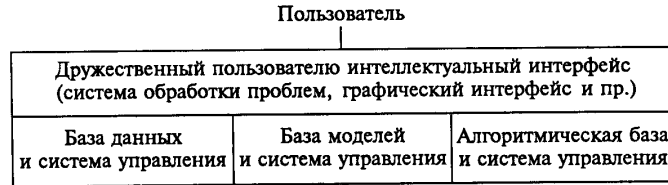


Рис. 5. Модель СППР, ориентированная на поддержку процесса решения [46]



Рис. 6. Инструментальная модель СППР [42].

Инструментальный подход к концептуализации СППР отражает растущее внимание к проблемам, связанным с разработкой СППР. В зависимости от специфики решаемых задач и используемых технологических средств автор работы [42] считает необходимым выделять три уровня систем: специализированные СППР, СППР-генераторы, инструментальные СППР (рис. 6).

Специализированные или прикладные СППР, с которыми работают ЛПР или конечные пользователи, применяются ими для решения своих профессиональных задач в конкретных ситуациях. Возможности СППР-генераторов используются конструкторами СППР для создания новых специализированных СППР, соответствующих потребностям пользователей. По мнению авторов работы [28], СППР-генераторы (рис. 7) должны состоять из пользовательского и языкового интерфейсов, систем управления базами данных и моделей, системы извлечения данных,

системной директории. Инструментальные СППР используются специалистами, разрабатывающими СППР-генераторы и специализированные СППР. Инструментарий включает в себя языки программирования, операционные системы, средства ввода-вывода и отображения информации и т.п.



Рис. 7. Компоненты СППР-генератора [28]

Задача разработки любых сложных систем, в том числе и СППР, сама может рассматриваться как слабоструктуризованная проблема. Для ее решения СППР-генератор должен обладать «интеллектуальными» свойствами систем, основанных на знаниях. Модель СППР, являющаяся обобщением схемы [42] с учетом модели [20], представлена на рис. 8 [41]. Выделенные на рисунке компоненты обеспечивают концептуализацию, детализацию проблемы и поиск решения применительно к проектированию прикладных специализированных систем поддержки принятия решений.

В классификации прикладных СППР по их ориентированности на пользователя различают иерархический уровень пользователя в организационных системах управления, способ взаимодействия пользователя с системой, степень взаимной зависимости ЛПР в процессе принятия решения.

В организационных системах принято выделять высший, средний и низший уровни управления. Наиболее распространена точка зрения, что СППР предназначены для руководителей высшего уровня административной иерархии. Однако мы разделяем мнение авторов работы

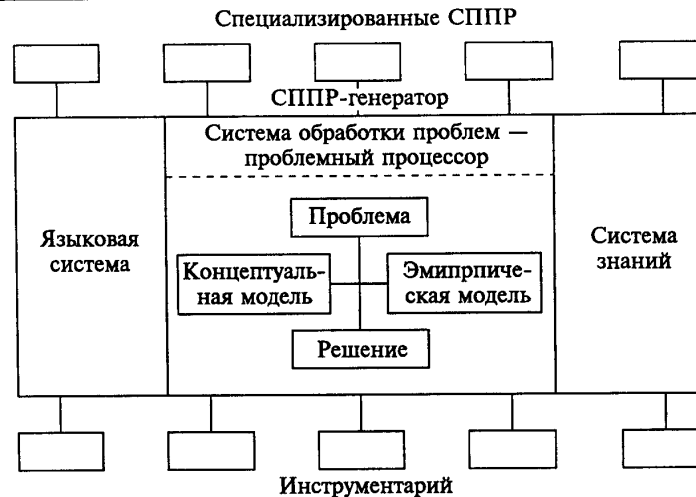


Рис. 8. Обобщенная модель СППР [41]

[28], что в качестве ЛПР может выступать любое лицо, выполняющее анализ альтернатив и оказывающее влияние на выбор решения. Поэтому реальное ЛПР может находиться на высшем, среднем и/или низшем уровне управления. В их числе могут быть руководители, эксперты, аналитики, сотрудники аппарата и т.п.

В работе [16] было предложено классифицировать СППР по следующим способам работы с системой: интерактивный (терминальный) режим, режим клерка (режим непрямого доступа), режим посредника, автоматизированный режим. Эти способы взаимодействия пользователя с системой различаются схемами получения информации от системы.

Автор работы [35] подразделяет СППР на системы персональной, групповой и организационной поддержки. Эта классификация базируется на степени взаимной зависимости пользователей системы в процессе принятия решений. Системы персональной поддержки предназначены для поддержки решений, принимаемых отдельными ЛПР независимо и самостоятельно. Системы групповой поддержки обеспечивают поддержку нескольких ЛПР, которые могут иметь различающиеся интересы, но связаны общей зависимостью и должны достичь согласованного решения. Системы организационной поддержки используются в процессах принятия решений, где имеется последовательная взаимозависимость ЛПР.

Фасетная классификация задач принятия решений была введена в работе [5]. Эти задачи различаются по степени их новизны (уникальные решения, повторяющиеся решения); характеру описания проблемы (целостный выбор, многокритериальный выбор); типу модели (объективная, субъективная). Декартово произведение дихотомий задает восемь классов задач принятия решений, каждому из которых соответствует специализированная СППР. Наиболее характерными для применения СППР являются многокритериальные задачи принятия решений с объективными моделями.

Сходная классификация СППР, основанная на повторяемости ситуаций принятия решений, была дана в работе [26]. Различаются институциональные и ad hoc (для конкретного случая) системы. Первые применяются для решения повторяющихся задач, которые могут быть заранее формализованы и детализованы. Вторые имеют дело с уникальными задачами принятия решений и непредвиденными ситуациями.

СППР различаются также по используемому инструментарию. В зависимости от специфичности функций программных средств автор работы [16] выделяет системы, ориентированные на данные и ориентированные на модели. Первые выполняют поиск, обработку и/или анализ данных. Вторые обеспечивают вычисления, моделирование и/или оптимизацию. Такая классификация систем тесно связана с информационной концепцией СППР.

Детальная классификация моделей, входящих в СППР, дана в работе [46]. Для поддержки различных типов решений применяются преференциальные (предпочтительные, субъективные) или субстантивные (самостоятельные, объективные) модели. Преференциальные модели могут быть эксплицитными (заданными в явном виде) или имплицитными (выраженными неявно). Субстантивные модели делятся на логические и аналитические, последние в свою очередь на дискретные и непрерывные.

Классификационная схема СППР, приведенная в [20], базируется на различном уровне процедурности языков общения пользователя с системой, которые подразделяются на языки управления поиском и выдачей данных и языки управления вычислениями. Каждый из языков может использоваться на процедурном, командном и непроцедурном уровне. Язык процедурного уровня требует подробных пошаговых описаний процедур поиска или вычислений. Язык командного уровня обращается к заранее определенным генераторам сообщений или моделям. Язык непроцедурного уровня предоставляет в распоряжение пользователей средства для формулировки данных и результатов в достаточно общем виде. Декартово произведение трех уровней проце-

дурности языков дает девять возможных классов СППР. Языки современных СППР эволюционируют от процедурного к непроцедурному уровню.

И, наконец, СППР могут классифицироваться по областям их практического применения. По видам профессиональной деятельности различаются СППР для микроэкономики, макроэкономики, управленческого труда, науки, медицины, юриспруденции, финансов, геологии и т.д. Планирование и управление деятельностью организаций — от маленьких фирм до крупнейших корпораций — является одной из наиболее широких сфер приложения СППР. Реальные проблемы, встающие перед руководством фирмы, связаны как с текущим, так и с долгосрочным планированием деятельности. Типичные примеры стратегического планирования включают оценку рыночной ситуации, долговременное кредитование, распределение средств на исследования и разработки в различных сферах деятельности корпораций, оптимальное распределение средств производства и т.п. Многообещающей областью применения СППР служит сфера управления научными исследованиями и разработками, задачи, связанные с анализом объектов научной деятельности, прогнозированием и планированием исследований. СППР, используемые в офисах для автоматизации управленческого труда, способствуют повышению эффективности принимаемых решений и информационных процессов в организациях. СППР, основанные на знаниях опытных экспертов, могут помочь в медицине поставить правильный диагноз заболевания и выбрать оптимальные пути лечения, а в геологии — найти наиболее экономичные схемы освоения месторождений полезных ископаемых.

По аналогии с предложенной в [18] классификацией организационных решений можно подразделить СППР по временному горизонту на системы для стратегического планирования (долгосрочные решения), тактического планирования или руководства (среднесрочные решения), оперативного управления (краткосрочные решения). Авторы ряда работ [30, 39] полагают, что только стратегическое планирование и руководство, где чаще возникает необходимость решения слабоструктурированных проблем, являются сферой применения СППР. Для решения же хорошо структурированных задач оперативного управления больше подходят автоматизированные системы обработки управленческой информации. В других работах [16, 28, 44, 46] справедливо указывается, что СППР полезны при решении слабоструктурированных проблем, которые могут возникать и в долгосрочных, и в краткосрочных решениях.

### **Концепция СППР, основанная на теории принятия решений**

СППР, как уже отмечалось, являются человеко-машинными системами, с помощью которых пользователи могут сформулировать варианты решения сложной слабоструктурированной проблемы, всесторонне проанализировать их и найти наилучшее или допустимое решение, используя объективные и субъективные данные, модели и знания. Подобная концепция СППР отражает принципиальные подходы теории принятия решений. Основными компонентами концептуальной модели СППР, соответствующей данному определению, являются (рис. 4): интерфейс «пользователь-система», блок анализа проблемы, блок принятия решений, база данных, база моделей, база знаний [8].

Блок анализа проблемы служит одним из основных блоков СППР: он помогает исследовать и структурировать решаемую задачу. Цель этапа структуризации проблемы — провести настройку СППР на предметную область пользователя, определить основные характеристики исходной информации, сформулировать необходимые требования к методам решения, моделям и знаниям. В процессе структуризации проблемы формируется перечень рассматриваемых объектов (альтернатив, факторов и пр.), определяются и описываются их свойства (признаки, характеристики, атрибуты), выявляются ограничения, задаются критерии оценки.

Применение компьютеров для структуризации проблем является одним из малоисследованных и дискуссионных вопросов. Обычно предварительный анализ задачи и ее структуризация выполняются либо ЛПР самостоятельно, либо совместно с опытным консультантом-аналитиком без использования ЭВМ. Умение правильно представить структуру проблемы есть искусство, подкрепленное опытом и интуицией. Однако уже существует несколько СППР, которые помогают ЛПР сформулировать и структурировать решаемую задачу. Сложность даже предварительного анализа проблемы, наличие многих плохо формализуемых факторов предъявляет ряд требований к средствам, обеспечивающим структуризацию. Успешность анализа будет зависеть как от согласованности усилий ЛПР и консультанта, так и от возможностей, предоставляемых СППР.

При разработке прототипов СППР, рассчитанных на широкую область применения, необходимо иметь достаточно большой набор разнообразных способов для анализа и структуризации задачи. Здесь возникают две возможности. Первая — более традиционная и, на наш взгляд, более надежная — состоит в предварительном обследовании, проводимом опытным консультантом-аналитиком, который определяет

несколько возможных способов структуризации проблемы и настраивает СППР на работу с конкретным пользователем [45]. Вторая возможность — пока еще, за редким исключением, не реализованная — иметь библиотеку методов структуризации и экспертную подсистему, помогающую пользователю на этапе первичного анализа проблемы [33].

Блок принятия решений — ключевой элемент СППР — включает в себя средства, помогающие пользователям находить наилучшие пути решения предварительно структурированных проблем. На вход блока поступают, с одной стороны, формальное представление проблемы, а с другой — требования к виду окончательного решения, например:

- упорядочение (квазиупорядочение) множества объектов;
- разбиение множества объектов на группы (классификация);
- выделение из множества объектов одного или нескольких лучших или допустимых.

Формальное представление проблемы и вид окончательного решения предъявляют определенные требования к типам необходимых моделей и данных, формируют потребность в субъективных экспертных знаниях, накладывают ограничения на используемые методы принятия решений. Для выполнения своих функций блок принятия решений должен включать в себя библиотеку методов, содержащую различные методы решения многокритериальных и однокритериальных задач с использованием объективных и субъективных моделей. Наряду с библиотекой методов в блоке принятия решений должна иметься совокупность правил или экспертная система, настроенная опытным консультантом на предметную область пользователя, которая позволяла бы выбирать наиболее адекватные средства решения задачи. В процессе решения задачи блок принятия решений должен предоставлять пользователю возможности объединять структуры, данные, модели, знания и методы в единое целое, подбирать различные методы решения, использовать разные модели и данные. Отметим, что такое поведение пользователя характерно в практических ситуациях: люди применяют какой-либо метод решения, анализируют полученный результат, затем пробуют другой подход.

Возможность использования СППР в подобной манере выглядит весьма привлекательной. Однако с методологической точки зрения работа блока принятия решений в такой форме несет с собой существенные трудности. В настоящее время мы можем отметить только отдельные части упомянутых функций, реализованные в СППР. Создание блока принятия решений, рассчитанного на достаточно широкую область применения, — дело будущего.

База данных представляет собой традиционную компоненту для всех компьютерных систем. Применительно к задачам принятия ре-

шений база данных должна содержать фактографические сведения, экспертные оценки, текстовые документы (если они необходимы) и другую информацию.

База моделей должна включать в себя набор возможных моделей, к которым может привести структуризация задачи для рассматриваемой предметной области. Среди моделей могут быть как традиционные объективные модели, так и субъективные модели.

В базе знаний СППР должны содержаться объективные знания о предметной области пользователя, субъективные правила и критерии, отражающие опыт ЛПР и экспертов. Весьма желательно также иметь в базе знаний «архив исторических аналогий», в котором можно было бы накапливать информацию о результатах применения СППР в прошлом при решении конкретных задач.

Проблема извлечения знаний опытных экспертов является одним из узких и наименее разработанных мест при создании систем, основанных на знаниях, — интеллектуальных СППР и экспертных систем. Дополнительные требования на методы приобретения знаний накладываются применяемые способы представления знаний: иерархические структуры, графы, семантические сети, фреймы, системы продукций. При построении баз знаний очень важно учитывать особенности и ограничения человеческой системы переработки информации [5], на что практически не обращается внимания в существующих методах извлечения знаний. В реальных ситуациях принятия решений формулировка (формальная постановка) задачи, выбор метода ее решения, структуризация исходной информации в виде, пригодном для применения того или иного метода решения, представляет достаточно большие сложности. Для их преодоления необходима разработка специальных средств для ведения диалога «человек–ЭВМ», в ходе которого конкретизируется постановка задачи, проясняются для пользователя возможности системы по решению задачи.

Интерфейс «пользователь-система», обеспечивающий связь пользователя с компонентами СППР, включает средства управления базами данных, моделей и знаний, управления и генерации диалога, помощи пользователю. Средства управления базами данных, моделей и знаний служат для создания, извлечения и модификации содержимого соответствующих баз. При решении задачи пользователь взаимодействует с каждой из баз через блок управления и генерации диалога. В затруднительных случаях интерфейс должен предоставлять пользователю помощь в виде инструкций, подсказок, сообщений и прочее.

Широта набора функций, выполняемых интерфейсом «пользователь-система», определяет возможности СППР в поддержке решений. Основными функциями интерфейса являются [25]:

организация диалога, включая начало, прерывание и возобновление работы с системой, переключение типа диалога;

управление процедурой решения задачи, в частности, определение и изменение последовательности обработки заданий;

ввод, редактирование, размещение, просмотр и выдача информации на периферийных устройствах;

помощь, обеспечение пользователя в затруднительных случаях инструкциями, подсказками и другого вида сообщениями об общем поведении системы, ее возможных действиях или фактическом состоянии в данный момент;

связь с другими системами, базами и/или пользователями;

расширение возможностей системы при общении с ней более опытного пользователя.

Одним из наиболее важных требований, предъявляемых к интерфейсу, является его дружелюбность к пользователю. Наличие дружелюбного человеко-машинного интерфейса стало одной из отличительных черт СППР. Удобство средств общения пользователя с системой включает в себя требования гибкости диалога, предсказуемости поведения системы для пользователя, легкости обучения, простоты использования, надежности работы.

Гибкость диалога подразумевает адаптацию системы к различным пользователям и возможность для пользователя управлять диалогом. Предсказуемость поведения предполагает однозначность откликов системы на стандартные действия пользователя. Легкость обучения предусматривает получение необходимых сведений о возможностях системы в ходе работы с ней. Простота пользования системой обеспечивается широтой ее функций, разнообразием средств помощи пользователю, терпимостью (устойчивостью) к ошибкам, соответствием диалога квалификации и профессиональной подготовке пользователя. Надежность работы означает устойчивость функционирования системы и возможность защиты информации от несанкционированного доступа.

Приведенные выше требования к различным компонентам СППР лишь частично и в разной степени учитываются в системах, существующих в настоящее время. Практически не изучены и не реализованы возможности автоматизации процедур анализа и структуризации проблемы. Именно по этой причине в предложенной концептуальной модели СППР, основанной на теории принятия решений, выделен

специальный блок анализа проблемы, призванный обеспечивать ЛПР соответствующей помощью.

### Примеры прикладных СППР

СППР могут оказать существенную помощь пользователям в обработке и анализе разнохарактерной информации при решении различных задач. Разработка и реализация СППР превратилась за рубежом в быстро развивающуюся область бизнеса. Перечень «коммерческих» СППР насчитывает десятки названий.

Поскольку руководители и пользователи СППР не могут точно указать программистам и конструкторам моделей, какие ситуации им потребуется рассматривать в будущем, аналитические средства СППР обычно реализуются в виде различных пакетов обработки, организованных так, что пользователь имеет возможность формулировать задания в терминах привычного для него профессионального языка.

В составе СППР используются широкие наборы методов и моделей, в том числе математическое программирование, статистический анализ, теория статистических решений и принятия решений при неопределенности, эвристические методы, включающие адаптивность и обучение при решении слабоструктуризованных задач, методы теории игр и многие другие подходы.

За последнее десятилетие появились СППР, которые не только представляют руководителям новые данные, но и пробуждают их интерес, интуицию, деловую активность. Для выявления эффективных решений в конкретных ситуациях в этих системах аккумулируется как собственный опыт руководителя, так и опыт многих других управляющих. Рассмотрим более подробно несколько конкретных прикладных СППР для различных областей применения.

Система IFPS (Interactive Financial Planning System — Интерактивная Система Финансового Планирования) [44] поддерживает процессы решения проблем посредством построения легко понимаемых моделей деловых ситуаций. Основные особенности IFPS, делающие систему полезным инструментом для руководителей, включают язык моделирования и структуру команд, позволяющие описывать проблемы на привычном для пользователя языке и получать результаты решений в табличном виде. IFPS обладает способностью выразить соотношения между клетками таблицы, интерпретация значений которых целиком находится в ведении пользователя, т.е. возможна не только традиционная интерпретация строк как порядковых номеров, а колонок — как временных интервалов, но и любые другие интерпретации.

Работа с системой начинается с описания требуемой модели на языке моделирования, которое сопровождается вводом последовательности предложений, определяющих источники данных для строк и колонок, а также соотношений для вычисления решений. При этом пользователь может вызывать различные программы, вносить комментарии, указывая логические условия для ограничения и использования данных, проводить процедуры, связанные с анализом риска, пользоваться иными функциями.

Диапазон применения IFPS достаточно широк и включает такие разнообразные типы задач, как подведение балансовых итогов, распределение прибыли по статьям доходов (income statements), предсказание изменений валютных курсов, прогнозирование, оптимизация соотношения импорт-экспорт, анализ риска, разработка стратегии сбыта продукции, выбор исследовательских проектов, стратегическое планирование, оценка последствий слияния и раздела фирм, планирование прибыли и бюджета, оценка состояния дел, планирование развития различных районов, выбор между стратегиями приобретения и собственного изготовления продукции и др. В 1982 г. система эксплуатировалась почти в 1000 фирмах.

При разработке системы PIMS (Profit Impact of Marketing Strategy — Влияние Стратегии Маркетинга на Прибыль) [44] был обобщен опыт торговых операций и рыночной деятельности сотен фирм, учитывающий различные факторы (раздел рынков сбыта, распределение капиталовложений, структура управления и т.д.). Фирмы — члены клуба PIMS регулярно получают отчеты, касающиеся каждого из анализируемых рыночных продуктов. Отчеты отражают состояние дел с данным продуктом на фирме по сравнению со средним мировым уровнем или с фирмами-конкурентами, предлагают для рассмотрения несколько стратегий краткосрочного и долгосрочного планирования с оценкой вероятности тех или иных возможных последствий применения стратегий, рекомендуют оптимальную стратегию, которая выбирается с учетом возможных изменений конъюнктуры на рынке и опыта успешной деятельности в подобных ситуациях. Системой могут воспользоваться и представители фирм, не входящих в клуб PIMS. Любой пользователь за определенную плату может подключиться к базе данных PIMS с помощью удаленного терминала через телефонную линию.

Сеанс интерактивной работы с системой начинается обычно с обзора состояния рынка определенного продукта и продолжается с помощью диалога, основанного на использовании средств типа «что если». Используя эти средства, руководитель получает возможность обращаться и к базе данных, и к базе моделей на языке финансового планиро-

вания и фактически конструировать собственные модели, проигрывая на них воображаемые ситуации в интерактивном режиме. Ответы на вопросы типа «Что произойдет, если внести определенные изменения в данные или в модель?» требуют привлечения математических моделей, включающих статистические модели и методы Монте–Карло, методы математического программирования, анализ деревьев решений и др.

Система ISDS (Investment Strategy Decision System — Система Решений по Стратегии Инвестиций) [43] предназначена для руководителей, отвечающих за формирование «портфеля заказов» на научные исследования, разработки, испытания и оценку опытных образцов в крупных организациях. Основной особенностью этой задачи является высокая степень неопределенности конечных результатов планирования, вследствие чего в долгосрочных планах приходится изменять ежегодно почти половину показателей. Система обеспечивает выполнение следующих процедур: предварительный отбор предложений по исследованиям, разработкам и испытаниям; сравнительная оценка новых предложений друг с другом и с уже ведущимися работами; объединение отобранных предложений и продолжающихся работ в инвестиционные группы, каждая из которых формируется в соответствии с программными целями, политикой и бюджетными ограничениями; сравнительный анализ вариантов распределения долгосрочных капиталовложений; представление итоговых данных по различным трендам изменения капиталовложений; представление статистической информации, необходимой для отчетности.

Наряду с основными подсистемами, ориентированными на данные и ориентированными на модели, в составе ISDS имеется подсистема «исторических аналогий», в которой накапливается опыт практического использования системы. Подсистема позволяет руководителю учесть прошлые успехи и неудачи при формировании вариантов планов долгосрочных капитальных вложений, помогает проверить правильность решений «в исторической перспективе», сравнивая их с аналогичными ситуациями в прошлом.

Одной из первых СППР, способных проводить структуризацию решаемой задачи, была система MAUD (MultiAttribute Utility Decomposition — Декомпозиция Многомерной Полезности) [32]. Эта интерактивная система, предназначенная для помощи ЛПР в ситуациях индивидуального выбора, априорно не содержит никаких сведений об исследуемой проблеме. Формулировка задачи, выбор рассматриваемых объектов, назначение критериев и числовых шкал критериальных оценок ведется ЛПР в ходе диалога, инициируемого системой. Система работает во взаимодействии с пользователем, развивая и меняя его представление

о проблеме. Ограничение, накладываемое системой MAUD, требует, чтобы структура и содержание проблемы описывались в терминах многокритериальной оценки альтернативных вариантов.

Работа с системой начинается с краткого описания объектов, между которыми будет делаться выбор. Пользователю предлагается на языке, близком к естественному, дать многокритериальную оценку каждого из рассматриваемых объектов. Система проверяет согласованность информации, получаемой от пользователя, выявляет противоречия и определяет ценность поступающей информации. После ввода информации в систему и оценки объектов выявляются предпочтения пользователя с помощью алгоритмов, основанных на концепциях теории многомерной полезности. На основе предпочтений пользователя система ранжирует объекты, сопровождая упорядоченный список вариантов сведениями о взвешенной важности каждого из критериев оценки.

В ходе работы с системой пользователь может вносить коррективы, вводить и исключать объекты, критерии, изменять свои оценки и предпочтения. Система следит за непротиворечивостью действий пользователя и отправляет его в те стадии процедур, которые необходимо выполнять после внесения изменений. Пользователь может прервать работу с системой практически на любом этапе и продолжить ее в последующий момент.

Система нашла широкое применение в «центрах занятости» в Великобритании для помощи при выборе возможного места работы, основываясь на личных предпочтениях человека о предполагаемом характере работы.

Другим примером СППР для решения задач индивидуального выбора на основе субъективной модели является система НАЗНАЧЕНИЕ [6, 14] для поддержки решения многокритериальной задачи о назначениях. При настройке системы на предметную область производится построение баз исходных данных и знаний, составление перечней оцениваемых объектов и субъектов, выявление их взаимных требований и возможностей, формирование шкал критериев и экспертная оценка объектов и субъектов.

Решение задачи носит интерактивный характер. ЛПР имеет возможности прерывать процесс, возвращаться к отдельным этапам, вносить изменения в исходные данные, критерии и ограничения, модифицировать решающие правила. Ход решения протоколируется системой, и по желанию пользователя может быть выдана информация о текущем состоянии. Система обеспечивает пользователя определенным сервисом, таким как подсказки, инструкции, контрольные примеры. С помощью системы ЛПР может оценить принципиальную возможность

решения задачи при имеющихся исходных данных, быстро проанализировать варианты назначений, различающиеся наборами критериев, оценок, ограничений, оценить влияние изменения своих предпочтений на качество получаемых решений.

Диалоговая система ЗАПРОС (Замкнутые Процедуры у Опорных Ситуаций) [4, 9] предназначена для упорядочения исходной совокупности многокритериальных альтернатив на основе предпочтений ЛПР. Такого рода задачи часто возникают при отборе предложений, поступающих в плановый орган. Каждое предложение характеризуется для планового органа его достоинствами и недостатками, которые оцениваются экспертами с помощью качественных критериев. Для построения решающего правила, на основе которого проводится отбор предложений, использована специальная замкнутая процедура опроса ЛПР, позволяющая выявить предпочтения ЛПР, проверить его ответы на непротиворечивость и устранить обнаруженные неточности.

Построение решающего правила для сравнения многокритериальных альтернатив осуществляется в системе в диалоговом режиме. Диалог с пользователем ведется на приближенном к естественному языку. ЛПР, исходя из своих потребностей, может выбрать различные правила ранжирования альтернатив. В системе предусмотрен блок объяснений, который предоставляет пользователю по его желанию возможность проследить все этапы преобразования и использования полученной от него информации. ЛПР может проанализировать свои ответы, внести изменения в свои предпочтения, исследовать устойчивость итогового ранжирования. Система неоднократно применялась для решения ряда практических задач планирования.

Система поддержки стратегических решений АСТРИДА [3], являющаяся развитием систем MAUD и ЗАПРОС, позволяет структуризовать проблему выбора и обеспечить требуемый анализ и оценку возможных вариантов решения задачи на основе предпочтений ЛПР. ЛПР имеет возможность в диалоговом режиме провести описание рассматриваемой проблемы, выделить альтернативы, задать критерии и вербальные шкалы оценок, оценить альтернативы по критериям, сравнить их и выбрать потенциально лучшую альтернативу. В процессе сравнения ЛПР может доработать описание альтернатив путем декомпозиции и/или агрегации критериев, введения дополнительной информации и т.п. Если никакая из альтернатив не удовлетворяет ЛПР, то система «подсказывает», как можно сконструировать новые альтернативы, которых не было в первоначальном списке и которые могут оказаться предпочтительными. СИПР АСТРИДА была использована для анализа решений по выбору наилучшей трассы газопровода на полуострове Ямал.

СППР КОНКУРС предназначена для оценки, сравнения и отбора конкурсных проектов, описываемых количественными и качественными признаками [13]. Система ориентирована на групповое обсуждение и принятие решений в задачах многокритериального выбора с субъективными моделями. Система КОНКУРС содержит главные компоненты, характерные для концептуальной модели СППР, соответствующей идеологии теории принятия решений. Система имеет удобный для неподготовленного пользователя интерфейс, который позволяет получать ответы на типовые запросы, наиболее часто встречающиеся при проведении конкурсов, а также содержит средства для простой интерпретации модели выбора в привычных для человека терминах. Информационную базу СППР составляют экспертные оценки и фактографические сведения о конкурсных проектах. База моделей формируется в интерактивном процессе работы с системой. Блоки анализа проблемы и принятия решений включают процедуры и методы оценки и сравнения многокритериальных альтернатив, обеспечивающие разбиение объектов на группы на основе предпочтений ЛПР.

Пользователи системы могут в диалоговом режиме формулировать различные решающие правила (варианты политики), задавая те или иные ограничения на значения критериев, проанализировать возможность решения задачи выбора и получить результат. Построение с помощью СППР решающего правила, отражающего определенную политику, позволяет убедительно аргументировать итоги конкурса и объяснить его участникам мотивы принятия или отклонения проектов. Система применялась при конкурсном формировании ряда научных программ.

Еще одним примером СППР с субъективными моделями служит система МЕДИАНА [11], позволяющая решать регулярно повторяющиеся информационно-справочные задачи и аналитические задачи исследовательского характера, в частности, задачи координации работ по научно-технической программе, моделирования информационной структуры научной проблемы и другие. В системе предусмотрена возможность ранжирования на основе предпочтений ЛПР информационной базы, представленной текстовыми документами. Настройка системы на требуемую проблемную область представляет собой процедуру упорядочивания общего массива документов по степени их соответствия проблеме, которая определяется руководителем или экспертом, используя критерии с порядковыми шкалами вербальных оценок.

Используя специальную человеко-машинную процедуру, вычисляется «информационная ценность» каждого документа из исходного массива. Информационная ценность документа определяется количеством информативных лексических единиц (слов или терминов и их

сочетаний) в тексте документа и характеризует релевантность документа информационным потребностям пользователя. В соответствии с их информационной ценностью все документы упорядочиваются по степени их соответствия проблеме. Один и тот же массив может быть разбит на несколько упорядоченных подмассивов, соответствующих разным проблемам.

Выдача документов осуществляется из упорядоченного массива. Поэтому документы, имеющие более высокую степень релевантности, появляются первыми. Проблемно-ориентированная сортировка информационной базы СППР МЕДИАНА помогает руководителю структуризовать его информационные потребности, быстро анализировать большие массивы документов и находить документы, наиболее релевантные его информационным потребностям.

Один из возможных подходов к построению СППР диагностического типа был предложен в работах [7, 15]. Проблема диагностики трактуется в этих системах как задача экспертной классификации многомерных объектов. Каждый из исследуемых объектов описывается набором признаков, имеющих различные степени характерности (выраженности) для разных классов решений (например, видов заболеваний). Предполагается, что значения каждого признака упорядочены экспертом по степени их характерности для класса решений, и этот порядок не зависит от значений остальных признаков.

База знаний в таких системах строится в виде иерархической структуры на основе специальной процедуры опроса эксперта. Процедура включает в себя последовательное рассмотрение состояний исследуемого объекта (определенных наборов симптомов или свойств объекта) и отнесение каждого состояния с разной степенью определенности к одному или нескольким классам решений (заболеваний). Диалог с экспертом ведется в форме меню на привычном для эксперта языке. При проведении опроса систематизируются правила классификации, используемые экспертом, обеспечивается проверка получаемой информации на непротиворечивость, выявление и исправление ошибок. В процедуру опроса встроен алгоритм, минимизирующий число вопросов к эксперту.

В результате опроса строится база экспертных знаний, содержащая полную (в смысле перебора всех гипотетически возможных состояний) и непротиворечивую (согласованность оценок и отсутствие ошибок) классификацию состояний изучаемого объекта. Сформированная таким образом база знаний, отражающая профессиональный опыт высококвалифицированного эксперта, позволяет строить эффективные СППР для дифференциальной диагностики заболеваний. На основе предложенного подхода были разработаны медицинская диагностическая иерархическая

классификационная система МЕДИКС [15] и несколько ее модификаций для некоторых конкретных заболеваний, характерных для моряков дальнего плавания.

### **Перспективы развития СППР**

На ранних стадиях своего развития СППР рассматривалась как компьютеризированное средство для помощи в обработке больших объемов данных с использованием жестко заданных моделей и в представлении результатов обработки данных в заранее определенном виде. При этом явно предполагалось, что решаемая проблема достаточно ясна и понятна.

Развитие современных СППР происходит в следующих направлениях:

интеграция СППР, управленческих информационных систем и систем передачи информации;

сближение СППР и экспертных систем, появление интеллектуальных СППР;

совершенствование технологической базы СППР.

Информационно-технологическая концепция СППР воплощается в создании интегрированных информационных центров (ИИЦ) [30], предназначенных для крупных организаций и охватывающих все иерархические уровни управления, основные виды производственной деятельности и типы выполняемых функций. Важнейшими компонентами ИИЦ/СППР являются интегрированный словарь данных, методы доступа к информации, средства сбора и обработки данных, модели долгосрочных и повседневных деловых операций.

Однако ИИЦ/СППР представляют собой не просто наборы программных и технических средств. Они являются окружающей технологической средой, обеспечивающей руководителей и управленческий персонал средствами для сбора и объединения многоцелевой информации, получаемой из внутренних и внешних источников; преобразования информации в виды, пригодные для принятия решений; непосредственного и быстрого доступа к необходимой информации; обработки и выдачи информации на привычном для пользователя языке.

ИИЦ/СППР, базирующиеся на использовании сетей рабочих станций и интеллектуальных терминалов, приближают мощь ЭВМ к рабочим местам руководителей и конторских служащих, к их повседневной деятельности по принятию решений, позволяя выполнять ее более эффективно. Подобные системы способны поддерживать также групповое принятие решений, ускоряя этот процесс и обеспечивая более высокую

степень согласованности. Широкое внедрение ИИЦ/СППР, как считает автор работы [30], будет способствовать переходу к безбумажной технологии в сфере управленческой деятельности.

Экспертные системы (ЭС) и интеллектуальные СППР в той или иной мере основаны на использовании знаний [2, 27]. «Целью ЭС является принятие совокупности формальных и эвристических знаний специалистов в данной предметной области и затем использование полученных знаний при решении тех же проблем, с которыми обычно сталкиваются в данной области специалисты» [1]. Таким образом, ЭС — это искусственные системы, призванные эффективно заменить человека — эксперта в конкретной предметной области. Несмотря на то, что цели СППР и ЭС несколько различны, общим для обеих систем является стремление помочь пользователю в решении стоящих перед ним проблем, используя накопленный людьми опыт. Некоторые из концепций ЭС могут быть перенесены в сферу СППР.

Большинство СППР работает с числовыми данными, аналитическими моделями и решает проблемы, которые предварительно описываются на языке таких моделей. Однако СППР может демонстрировать и черты искусственного интеллекта, если в структуру СППР включить базу знаний и использовать механизм (логических) выводов. Механизмы вывода в большинстве случаев основаны на технике эвристического поиска. В этом случае СППР проявляет способность к выводам при неполной исходной информации, вероятностным выводам, выработке суждений и объяснений, которые выдаются пользователю в качестве советов. Это позволяет снять определенную нагрузку с пользователя по сравнению с традиционными СППР.

Сочетание возможностей вычислительной техники с возможностями обработки информации человеком в задачах принятия решений — одно из важнейших требований, предъявляемых к СППР [5]. Человеческие возможности в сложных проблемах выбора существенно ограничены. При решении таких задач ЭВМ может оказать человеку помощь в структуризации проблемы, извлечении информации, построении модели, выполнении анализа, выявлении предпочтений лиц, принимающих решения, и т.д.

Отличительной особенностью интеллектуальных СППР нового поколения является включение в них методов принятия решений и баз знаний руководителей и опытных экспертов. Особое место отводится многокритериальным задачам принятия решений, поскольку именно при их решении в поведении человека наблюдаются такие черты, как нетранзитивность, непоследовательность, стремление к резкому упрощению существа задачи. Подобные системы могут оказать суще-

ственную помощь в принятии как индивидуальных, так и коллективных решений.

Технологическая база СППР развивается стремительно. Каждый год появляются все новые и новые технические и программные средства, открывающие новые, неожиданные перспективы в сфере автоматизации различных областей человеческой деятельности, которые сейчас трудно оценить в полной мере. Внедрение персональных ЭВМ, текстовых процессоров, «интеллектуальных» терминалов, рабочих станций и локальных сетей обмена информацией, включающих различные виды связи (телефон, телекс, телеграф, телевидение), создает новую технологическую среду, которая изменяет характер и содержание управленческого труда.

Революционизирующее влияние на развитие СППР несомненно оказали персональные ЭВМ, созданные в середине 70-х годов. Появление ПЭВМ, дешевых и обладающих большими возможностями, изменило устоявшиеся представления о способах общения человека с машиной, существенно расширило круг пользователей ЭВМ, позволив лицам, не имеющим специальных знаний и навыков программирования, активно использовать вычислительную технику в своей профессиональной деятельности. На базе ПЭВМ могут строиться специализированные индивидуальные системы. ПЭВМ могут объединяться в сети, подсоединяться к существующим сетям и информационным банкам, получая оттуда необходимые пользователю данные. ПЭВМ могут быть использованы в домашних условиях, предоставляя необходимые технические возможности для профессиональной трудовой деятельности.

Обеспечение пользователя простыми и удобными средствами общения с ЭВМ и решения прикладных задач связано с развитием программных средств, реализующих поддержку «дружественного» интерфейса, управление динамическими базами данных, манипулирование моделями, построение баз экспертных знаний.

Другим многообещающим технологическим нововведением является компьютерная графика. Стало банальным утверждение о все возрастающем потоке информации, грозящем превратиться в «информационное безумие», которое может серьезно подорвать способности индивидуума принимать правильные решения и выполнять разумные действия. Существуют пределы человеческой способности воспринимать и перерабатывать разные виды информации. Наиболее информативным является зрительный канал, который пока в общении с ЭВМ используется нерационально.

Представление данных в виде текста и таблиц будет все больше заменяться графическим движущимися изображениями. Возможность манипулирования образами повышает «коммуникабельность» систем,

предоставляет человеку эффективные средства управления, открывающие новые, неизведанные возможности. Пионерами внедрения «иконोगрафии», которая стремительно распространяется в сфере ЭВМ, были создатели компьютеров APPLE. По мнению специалистов, в будущем графический язык может стать новым средством общения людей, способствующим их единству и взаимопониманию.

Основными целями СППР следующего поколения должны стать:

помощь в обеспечении лучшего понимания решаемой задачи (структуризация проблемы; генерирование различных постановок задачи, наборов исходных данных, переменных и ограничений; выявление предпочтений; формулировка критериев оценки);

помощь в решении задачи (генерирование и/или выбор моделей и методов решения; сбор и проверка данных, необходимых для решения; выполнение требуемых вычислений; оформление и выдача результатов);

помощь в анализе решения (объяснение хода решения; анализы типа «что если», «почему не» и другие; поиск и выдача сведений об аналогичных решениях в прошлом и последствиях их реализации).

Будущие системы смогут «индивидуализировать» пользователя, подстраиваться к стилю мышления человека, уровню его знаний и профессиональной подготовки, имитировать приемы его работы, стать как бы продолжением его «Я». СППР становятся новым эффективным средством решения проблем. Важно при этом еще раз подчеркнуть термин «поддержка» в названии системы. СППР сами по себе не могут принимать новые решения, они только помогают людям принимать лучшие решения более эффективным путем. Новые компьютерные средства могут помочь руководителю глубже разобраться в проблеме, найти аргументированное обоснование сделанного выбора, но они не заменяют и не смогут заменить творчески мыслящего человека.

### Литература

1. Алексеева Е. Ф., Стефанюк В. Л. Экспертные системы — состояние и перспективы // Техническая кибернетика, 1984, № 6, с. 163–167.
2. Антонюк Б. Д. Разработка экспертных систем искусственного интеллекта в США. М.: ВНИИСИ, 1986.
3. Беркли Д., Ларичев О. И., Мошкович Е. М., Хамфрис П. Система поддержки принятия стратегических решений АСТРИДА // Проблемы и методы принятия уникальных и повторяющихся решений. М.: ВНИИСИ, 1990, с. 9–25.
4. Гнеденко Л. С., Ларичев О. И., Мошкович Е. М., Фуремс Е. М. Процедура построения квазипорядка на множестве многокритериальных альтернатив на основе достоверной информации о предпочтениях

- лица, принимающего решения // Автоматика и телемеханика, 1986, № 9, с. 104–113.
5. Ларичев О. И. Проблемы взаимодействия человек — ЭВМ в системах поддержки принятия решений // Процедуры оценивания многокритериальных объектов. М.: ВНИИСИ, 1984, с. 20–28.
  6. Ларичев О. И. Объективные модели и субъективные решения. М.: Наука, 1987.
  7. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. М.: Наука, 1996.
  8. Ларичев О. И., Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. Техническая кибернетика, т. 21. М.: ВИНТИ, 1987, с. 131–164.
  9. Мошкович Е. М. Диалоговая система ЗАПРОС (построения упорядочения многокритериальных альтернатив на основе предпочтения лица, принимающего решения) // Человеко-машинные процедуры принятия решений. М.: ВНИИСИ, 1988, с. 13–21.
  10. Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений для структуризации и анализа качественных альтернатив. Диссертация доктора технических наук. М.: ИСА РАН, 1994.
  11. Петровский А. Б., Путинцев А. Н., Стернин М. Ю., Моргоев В. К., Остроумова Л. М. Интерактивная система поддержки принятия решений для координации научных исследований // Системы и методы поддержки принятия решений. М.: ВНИИСИ, 1986, с. 92–100.
  12. Петровский А. Б., Стернин М. Ю., Моргоев В. К. Системы поддержки принятия решений. М.: ВНИИСИ, 1987.
  13. Петровский А. Б., Шепелев Г. И. Система поддержки принятия решений для конкурсного отбора научных проектов // Проблемы и методы принятия уникальных и повторяющихся решений. М.: ВНИИСИ, 1990, с. 25–31.
  14. Стернин М. Ю. Система поддержки решения задачи о назначениях // Системы и методы поддержки принятия решений. М.: ВНИИСИ, 1986, с. 74–86.
  15. Фуремс Е. М. Система МЕДИКС — медицинская диагностическая иерархическая классификационная система // Системы и методы поддержки принятия решений. М.: ВНИИСИ, 1986, с. 86–92.
  16. Alter S. A. Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges. Reading, Mass.: Addison—Wesley, 1980.
  17. Andriole S. J. Handbook of Decision Support Systems. Blue Ridge Summit, PA: TAB Professional and Reference Books, 1989.

18. *Anthony R. N.* Planning and Control Systems: A Framework for Analysis. Boston: Harvard University. Graduate School of Business Administration, 1965.
19. *Bellew R. K.* Evolutionary Decision Support Systems: An Architecture Based on Information Structure // Knowledge Representation for Decision Support Systems. L. B. Methlie, R. H. Sprague (Eds.). Amsterdam: North-Holland, 1985, p. 147–160.
20. *Bonczek R. H., Hollsapple C. W., Whinston A. B.* Foundation of Decision Support Systems. N. Y.: Academic Press, 1981.
21. *Bonczek R. H., Hollsapple C. W., Whinston A. B.* The Evolution from MIS to DSS: Extention of Date Management to Model Management // Decision Support Systems. M. J. Ginzberg, W. Reitman, E. A. Stohr (Eds.). Amsterdam: North-Holland, 1982, p. 61–78.
22. *Bosman A.* Decision Support Systems, Problem Processing and Coordination // Processes and Tools for Decision Support. H. G. Sol (Ed.). Amsterdam: North-Holland, 1983, p. 79–92.
23. *Bosman A., Sol H. G.* Knowledge Representation and Information Systems Design // Knowledge Representation for Decision Support Systems. L. B. Methlie, R. H. Sprague (Eds.). Amsterdam: North-Holland, 1985, p. 81–91.
24. *Coehlo H.* PROLOG: A Programming Tool for Logical Domain Modelling // Processes and Tools for Decision Support. H. G. Sol (Ed.). Amsterdam: North-Holland, 1983, p. 37–45.
25. *Dehning W., Essig H., Maas S.* The Adaptation of Virtual Man-Computer Interfaces to User Requirements in Dialogues. Berlin: Springer-Verlag, 1981. (в рус. пер.: Денинг В., Эссиг Г., Маас С. Диалоговые системы «человек — ЭВМ». Адаптация к требованиям пользователя. М.: Мир, 1984).
26. *Donovan J. J., Madnik S. E.* Institutional and Ad Hoc Decision Support Systems and Their Effective Use // Data Base, 1977, v. 8, N 3, p. 79–88.
27. *Ford F. N.* Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison // Information and Management, 1985, v. 8, p. 21–26.
28. *Ginzberg M. J., Stohr E. A.* Decision Support Systems: Issues and Perspectives // Decision Support Systems. M. J. Ginzberg, W. Reitman, E. A. Stohr (Eds.). Amsterdam: North-Holland, 1982, p. 9–31.
29. *Gorry G. A. Scott Morton M. S.* A Framework for Management Information Systems // Sloan Management Review, 1971, v. 13, № 1, p. 55–70.
30. *Hansen R. H.* The Why, What and How Decision Support. N. Y.: AMA Management Breefing, 1984.

31. *Henderson J. C., Ingraham R. S.* Prototyping for DSS: A Critical Appraisal // Processes and Tools for Decision Support. H. G. Sol (Ed.). Amsterdam: North-Holland, 1983, p. 79–95.
32. *Humphreys P. C., Wisudha A.* MAUD//Technical Report 82–5, the London School of Economics and Political Science. London: 1982.
33. *Humphreys P. C., Wisudha A.* Building a Decision Problem Structuring Library: a Review of Some Possibilities // Technical Report 88–1, the London School of Economics and Political Science. London: 1988.
34. *Keen P. G. W.* Computer Systems for Top Managers: A Modest Proposal // Sloan Management Review, 1976, v. 10, № 1, p. 1–17.
35. *Keen P. G. W.* Decision Support Systems: A Research Perspective // Decision Support Systems: Issues and Challenges. G. Fick, R. H. Sprague Jr. (Eds.). Oxford: Pergamon Press, 1980, p. 23–44.
36. *Little J. D. C.* Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus // Management Science, 1970, v. 16, № 8, p. B446–B485.
37. *Lois P.* Decision Support Systems: an Idea in Search of an Identity // Computerworld, 1982, v. XVI, № 44, p. 1.
38. *Paprika Z., Kiss I.* Interactions in Decision Support Systems: Division of Labor in DSSs // Engineering Costs and Production Economics, 1985, v. 8, № 4, p. 281–289.
39. *Scott Morton M. S.* Management Decision Systems: Computer Based Support for Decision Making. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1971.
40. *Simon H. A., Newell A.* Heuristic Problem Solving: the Next Advance in Operational Research // Operation Research, 1958, v. 6.
41. *Sol H. G.* Processes and Tools for Decision Support Inferences for Future Developments // Processes and Tools for Decision Support. H. G. Sol (Ed.). Amsterdam: North-Holland, 1983, p. 1–6.
42. *Sprague R. H.* A Framework for Research on Decision Support Systems // Decision Support Systems: Issues and Challenges. By G. Fick, R. H. Sprague Jr. (Eds.). Oxford: Pergamon Press, 1980, p. 5–22.
43. *Stephenson R. W., Stephenson M. K.* Design Requirements for Decision Support Systems for RDTE // Information Processing and Management, 1983, v. 19, № 6, p. 391–397.
44. *Thierauf R. J.* Decision Support Systems for Effective Planning and Control. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1982.
45. *Welsh G. M.* The Information Transfer Specialist in Successful Implementation of Decision Support Systems // Data Base, 1986, v. 18, № 1, p. 32–40.

46. *Wierzbicki A.* Types of Decision Support Systems and Polish Contributions to Their Development // *User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support.* J. Wessels, A. P. Wierzbicki (Eds.). Proceedings. Berlin: Springer-Verlag, 1993, p. 158–175.