Лекция № 6.

Введение в экспертные системы. Объяснительные способности экспертных систем

Экспертные системы

Цель исследований по экспертным системам (ЭС) состоит в разработке программ, которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом.

Исследователи в области ЭС для названия своей дисциплины часто используют также термин "инженерия знаний", введенный Е.Фейгенбаумом и понимаемый как "привнесение принципов и инструментария исследований из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов".

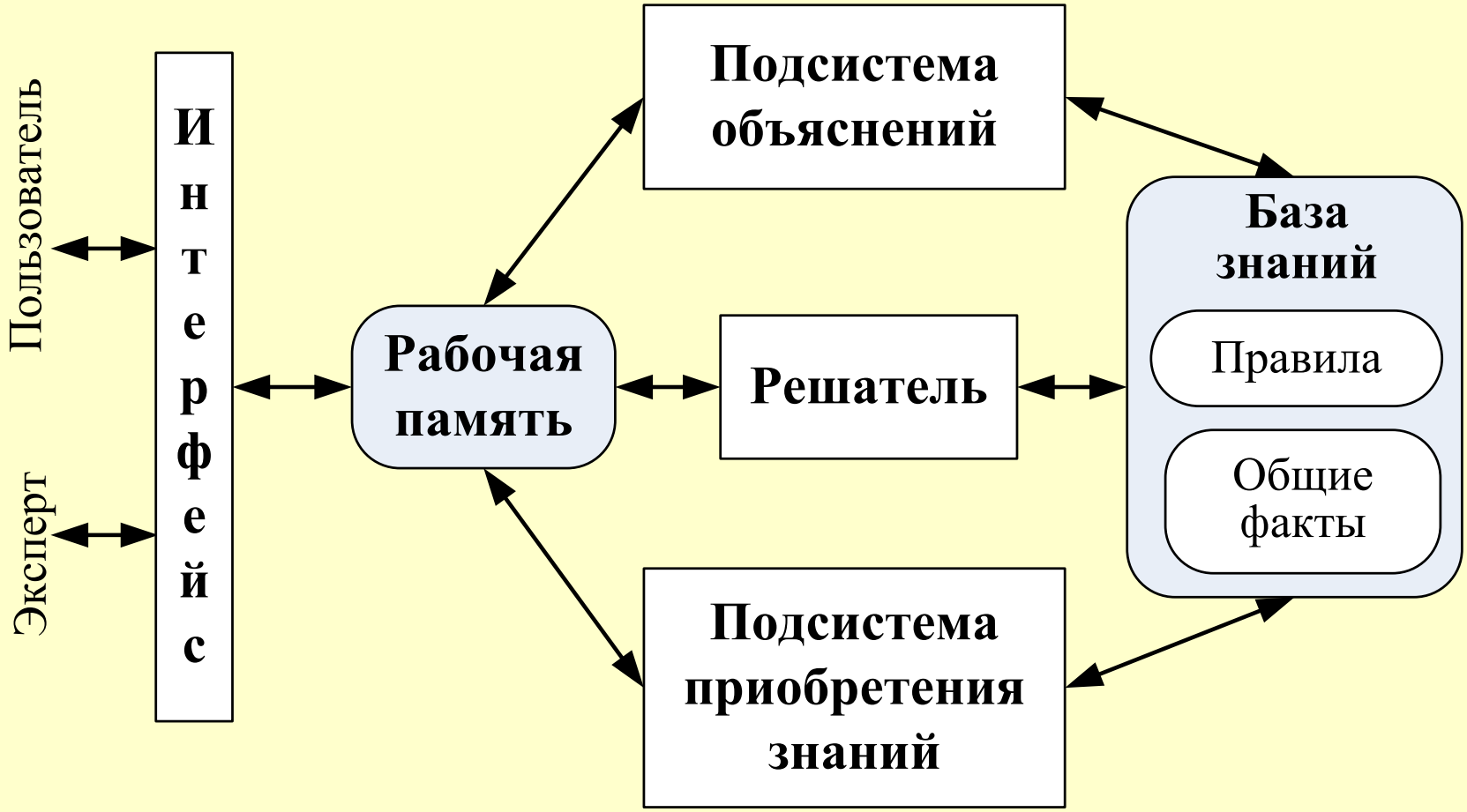
ЭС – это класс программных систем, основанных на знаниях. Их вычислительные возможности определяются в 1-ю очередь наращиваемой базой знаний и только во 2-ю очередь используемыми методами.

Особенности и назначение экспертных систем

ЭС предназначены для решения неформализованных задач и обладают следующими особенностями:

- Алгоритм решения задач не известен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;
- «Прозрачность» (ясность) полученных решений. Т.е. система «осознает» в терминах пользователя, как она получила решение, и может проанализировать и объяснить свои действия и знания;
- Способность приобретения новых знаний от пользователя-эксперта и изменения в соответствии с ними своего поведения;
- Обеспечение «дружественного» интерфейса.

Структура типовой экспертной системы



Структура типовой экспертной системы

Рабочая память (РП) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

База знаний (БЗ) включает универсальные данные (факты), описывающие рассматриваемую область знаний, и множество правил, описывающих целесообразные преобразования данных в этой области.

Решатель, используя исходные данные из РП и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.

Структура типовой экспертной системы

Подсистема приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый, как правило, пользователем-экспертом.

Подсистема объяснений объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату.

Интерфейс обеспечивает дружественное общение с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

В разработке ЭС участвуют

1) **эксперт** – носитель знаний в проблемной области, задачи которой будет решать ЭС;

2) **инженер знаний** - специалист по представлению знаний;

3) **программист** – специалист по программированию.

Следует заметить, что отсутствие среди участников разработки инженеров знаний (т. е. их замена программистами) либо приводит к неудаче процесс создания ЭС, либо значительно удлиняет его.

Режимы работы ЭС

Экспертная система работает в двух режимах:

1) режиме приобретения знаний и
2) в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера знаний) эксперт. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения решать задачи из проблемной области.

Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области.

В режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат решения задачи и, как правило, способ его получения.

Примеры известных ЭС

1. **Система MYCIN** (Мицин).

Самая известная система, прототип многих последующих ЭС.

Назначение: постановка диагноза и определение методов лечения инфекционных заболеваний крови. Она «диагностирует» и «лечит» 100 известных ей заболеваний.

По качеству решений задач MYCIN не уступает человеку-эксперту.

Знания в MYCIN представлены в виде фактов и 400 правил вида «Условие → Действие».

«Условие» - это булево выражение из предикатных функций, применяемых к фактам.

«Действие» - выведенный факт или операция над фактом.

Выведенный факт имеет коэффициент определенности (КО), который вычисляется по КО фактов, входящих в «Условие».

Если КО < Порогового значения, то его значение приравнивается нулю.

В системе есть метаправила, которые могут «включать» и/или «выключать» другие правила.

Примеры известных ЭС

Процедура вывода реализуется в виде исчерпывающего поиска, направляемого целями.

Диалог с пользователем системы MYCIN ведется на ограниченном естественном языке (на основе шаблонов).

В системе MYCIN имеется **подсистема объяснений**, которая отвечает на вопросы ПОЧЕМУ и КАК:

ПОЧЕМУ был использован тот или иной факт.

КАК был получен данный факт.

Система обладает способностями **приобретать** новые и модифицировать имеющиеся **правила**.

На основе MYCIN была создана инструментальная система EMYCIN (Empty MYCIN), т.е пустая MYCIN – с пустой базой знаний.

Такие системы называются **оболочками ЭС.**

EMYCIN является предметно-независимой и так же, как и MYCIN ориентирована на решение задач диагностики. Заполняя ее БЗ новыми знаниями можно получать новые ЭС,

Система MYCIN реализована на языке ЛИСП.

Примеры известных ЭС

2. **Система PROSPECTOR**.
Промышленная ЭС.
Область знаний – геология.

Назначение: помочь геологу определить наличие месторождения руды заданного вида на основе анализа геологических данных.
По качеству решений задач **PROSPECTOR** не уступает эксперту.

Используется нечеткая математика (нечеткие множества, которые дают меру оценки истинности данного утверждения)
При поиске решений используется как стратегия, направляемая целями, так и стратегия, направляемая данными.

PROSPECTOR обладает всеми свойствами классических ЭС

С помощью было данной ЭС найдено месторождение молибдена, стоимость которого оценивалось в 100 млн $.

На основе **PROSPECTOR** разработана система **KAS** – инструментальная система (ИС), независимая от ПО.

Примеры известных ЭС

3. **Система R1**.
Коммерческая ЭС. Область знаний – вычислительная техника.

Назначение:
На основании заказа пользователя, приобретающего требуемую ему конфигурацию выч. системы VAX-11/780 фирмы DEC выполняет функции:

- Проверяет заказ на совместимость компонент и выявляет недостающие компоненты;

- Выдает в виде диаграммы конечную конфигурацию VAX, которая используется техническими службами при установке системы заказчику;

- Учитывает при построении диаграммы ограничения, накладываемые заказчиком (порядок расположения компонент, тип и длина кабелей и т.п)

Сложность решаемых **R1** задач обусловлена сложностью **VAX** (420 компонент и множество правил их взаимодействия)

По качеству работы превосходит эксперта – человека (2,5 минуты против нескольких часов и допущения ошибок)
Система **R1** разработана средствами ИС **OPS 5**.

Примеры известных ЭС

4. **Система DENDRAL**.

Промышленная ЭС. Область знаний – химия.

Назначение:

Определяет возможные структуры молекулы на основе химической формулы и масс-спектрограммы.

Намного превосходит способности человека.

Создана средствами INTERLISP.

5. **Система MACSYMA**.

Область знаний – математика.

Назначение:

Символьные математические преобразования. Выполняет символьное дифференцирование и интегрирование и упрощает выражения.

Создана средствами LISP.

Классификация экспертных систем

По назначению:

- Решение задач
- Обучение специалистов
- Тиражирование знаний экспертов
- Автоматизация рутинных работ.

По типам задач:

- Интерпретация (символов или сигналов)
- Прогнозирование (предсказание)
- Диагностика
- Конструирование
- Планирование
- Мониторинг (слежение)
- Управление

По изменяемости/неизменяемости данных в ходе решения задачи:

- Статические
- Динамические

Классификация экспертных систем

По степени проработанности и отлаженности:

- Демонстрационный прототип
  (решает часть требуемых задач, демонстрируя применимость метода ЭС)
- Исследовательский прототип
  (решает все задачи, но неустойчив в работе и не полностью оттестирован)
- Действующий прототип
  (надежно решает все задачи, но для решения сложных задач может потребоваться слишком много времени или памяти)
- Промышленная ЭС
  (обеспечивает высокое качество решений всех задач при минимуме затрат времени и памяти; получен из действующего прототипа путем расширения БЗ и/или перепрограммирования на более эффективных языках)
- Коммерческая ЭС
  (хорошо отлажена и документирована и может быть передана сторонним пользователям)

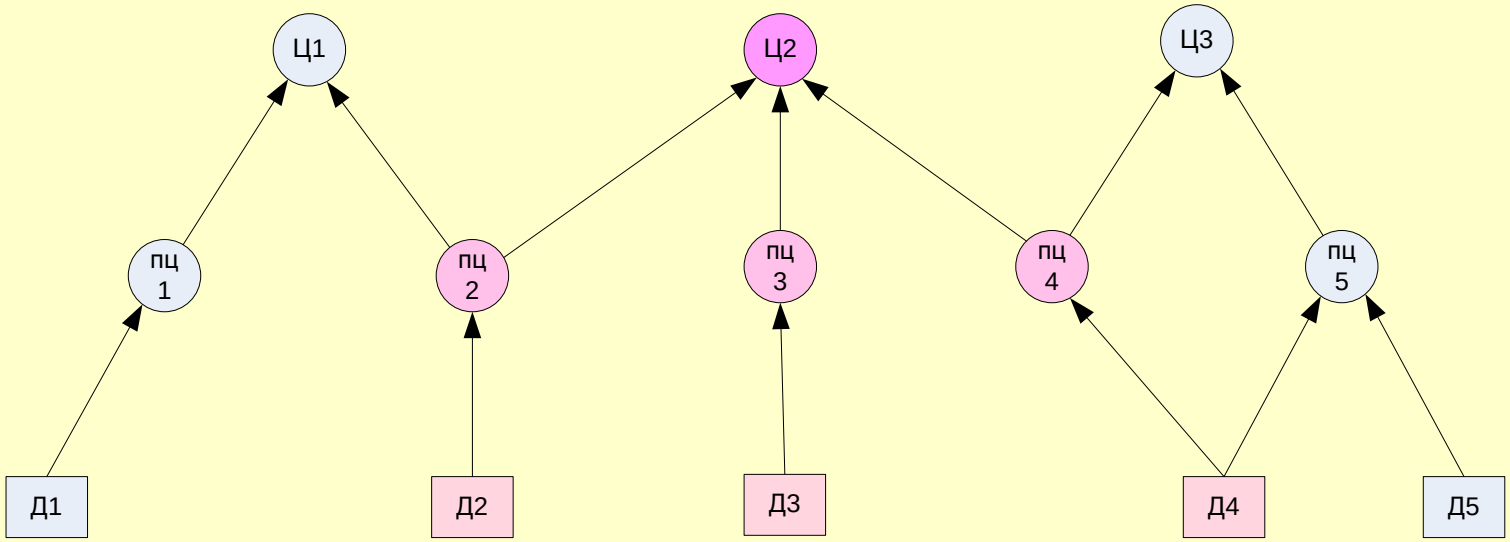
2. Объяснительные способности экспертных систем

Как правило, в ЭС поддерживается три вида объяснений:

1) Объяснение действий (рассуждений) системы в ходе решения задачи;
2) Ответы на вопросы о динамических знаниях системы;
3) Ответы на вопросы о статических знаниях системы.

Объяснение действий (рассуждений)

В связи с тем, что ЭС решает задачи с помощью поиска в дереве целей,

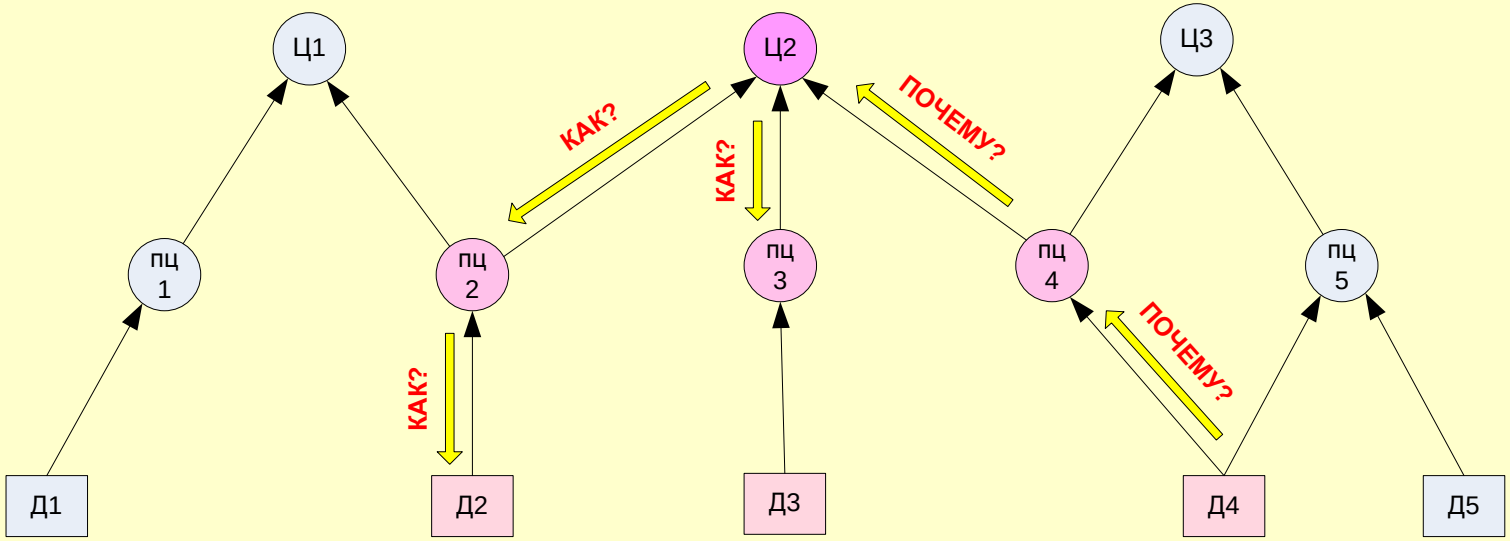


возможны две разновидности вопросов:

1. Вопросы ПОЧЕМУ, т.е. какую текущую цель преследовала система, совершая данное действие.

2. Вопросы КАК X, (где X – ссылка на некоторую цель или подцель), т.е. с помощью каких действий система достигла цели X.

Объяснение действий (рассуждений)



При ответе на вопрос ПОЧЕМУ движение по дереву целей осуществляется вверх от текущей цели к цели, объясняющей, зачем достигается текущая цель (например, ПОЧЕМУ Вас интересует значение температуры?)

При ответе на вопрос КАК X движение идет вниз от указанной цели – для рассмотрения того, как (каким способом) была достигнута цель X.

Объяснение действий (рассуждений)

Вопросы ПОЧЕМУ и КАК могут рассматриваться как средство для просмотра дерева целей. Комбинируя последовательность из вопросов ПОЧЕМУ и КАК , пользователь может получить объяснение на различных уровнях конкретности.

Вопрос ПОЧЕМУ также может иметь параметр, указывающий на сколько шагов осуществляется перемещение по дереву (по умолчанию – на 1 шаг).

Ответы на вопросы о динамических знаниях системы

Ответы на такие вопросы сводятся к поиску соответствующей информации в рабочей памяти ЭС.

Ответы на вопросы о статических знаниях системы

Ответы на вопросы о статических знаниях ЭС требуют поиска всех правил, посылки и действия которых соответствуют обрабатываемому вопросу.
Для этого анализируются списки, связанные с каждым параметром:
в одном списке – перечень правил, использующих данный параметр в посылке,
в другом – перечень правил, использующих параметр в заключении.

Также возможны вопросы о предметной области, о свойствах тех или иных объектов (например, болезнях).

Основные достоинства систем объяснений в ЭС

1) Объяснения помогают пользователю использовать систему для решения своих задач,
2) Т.к. ЭС используются в слабоформализованных областях, где нет четких алгоритмов, то объяснения позволяют пользователю убедится в правильности полученных результатов, повышают его степень доверия к ЭС,
3) Служат для обучения пользователя,
4) Служат для отладки базы знаний ЭС

Основные недостатки систем объяснений в ЭС

1) Запросы на объяснение интерпретируются только в одном узком смысле (вопросы ПОЧЕМУ и КАК интерпретируются только в терминах целей и правил),
2) Не все действия системы могут быть объяснены (например, почему сначала проверялась одна гипотеза, а потом другая),
3) Объяснения, основываются фактически на треке выполнения программы, поэтому при смене интерпретатора необходимо менять и систему объяснений.