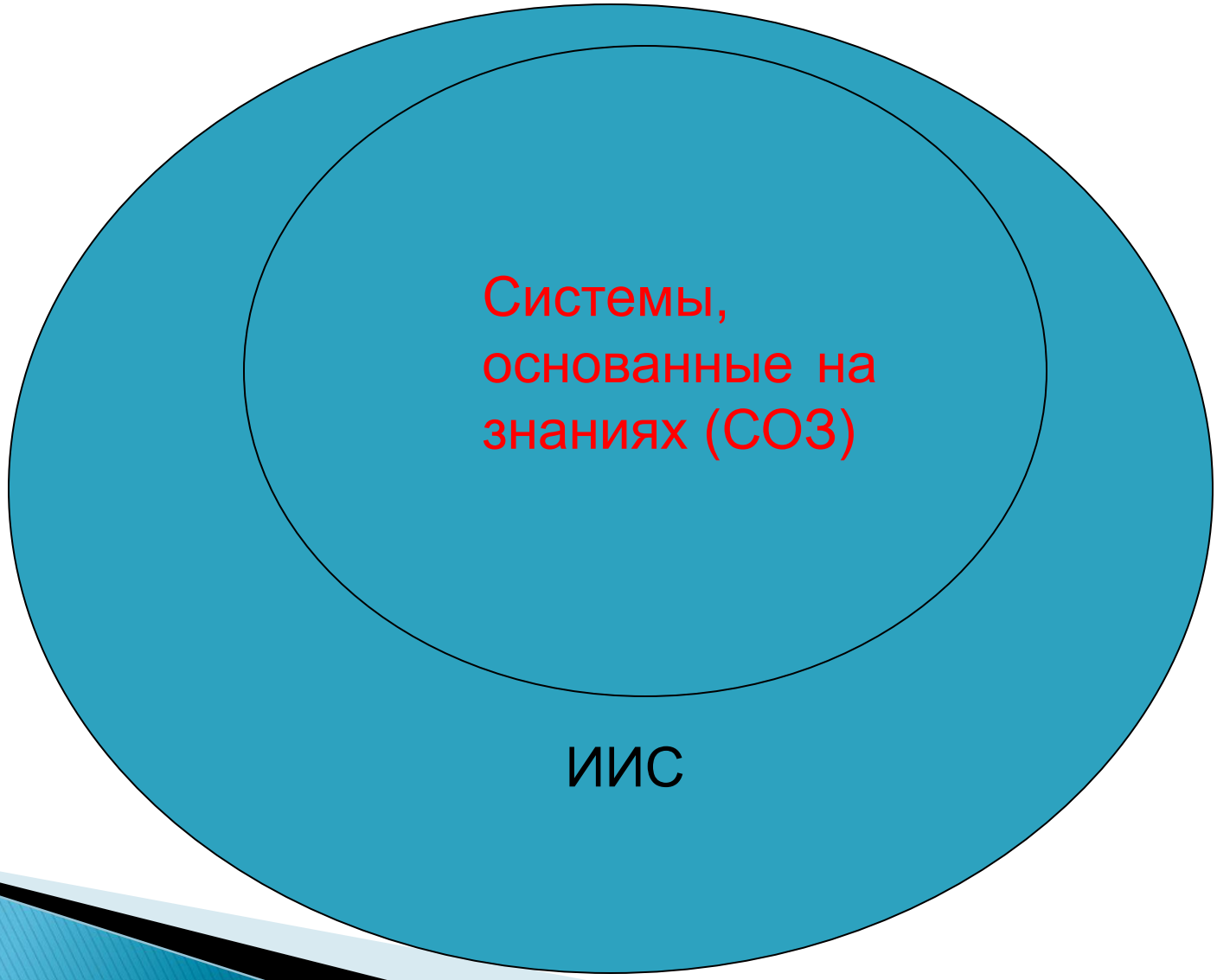
Лекция 12
«Экспертные системы»

Автор: д.т.н Джомартова Ш.А.

Интеллектуальные информационные системы (ИИС)



Данные и знания

- **Данные** – это факты, характеризующие отдельные свойства объектов, явлений и процессов. Получены из наблюдений и измерений.
- **Знания** – закономерности предметной области, связывающие данные и позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Получены в результате практической деятельности и профессионального опыта.
- **Знания** – это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Базы данных и базы знаний

- Для хранения данных используются базы данных **БД**, характеризующиеся **большим объемом** и относительно **небольшой удельной стоимостью** информации.

- Для хранения знаний используются базы знаний **БЗ**, характеризующиеся относительно **небольшим объемом** и **очень высокой стоимостью** информации.

Интеллектуальные информационные системы (ИИС)



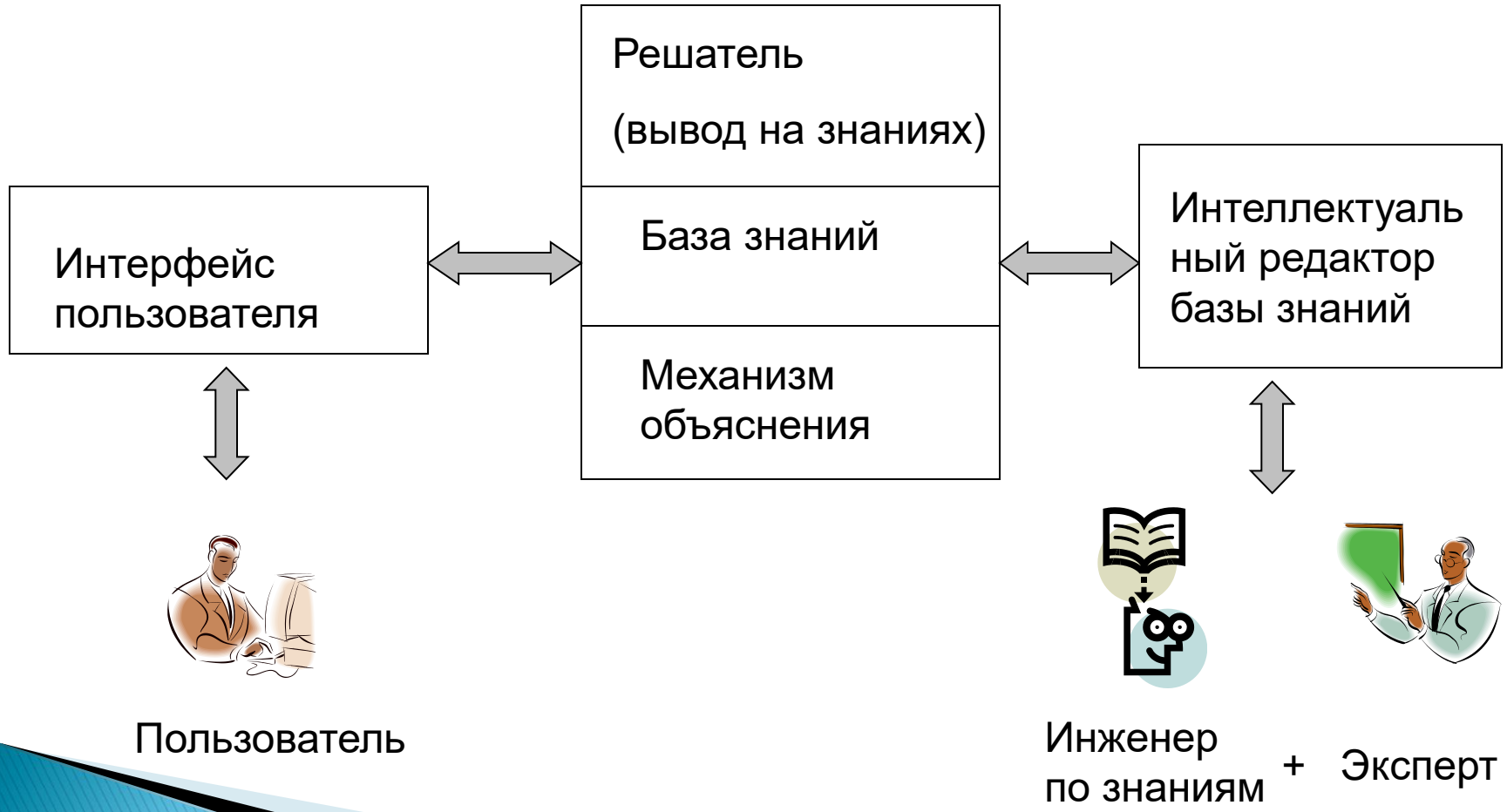
Экспертные системы

- Экспертные системы – сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультации менее квалифицированных пользователей.

Экспертные системы

Системы ИИ	Демонстрируют интеллектуальное поведение (все разнообразие методов ИИ)
Системы, основанные на знаниях (СОЗ)	Используют декларативные (явные) знания, отделенные от остальной части системы
Экспертные системы (ЭС)	Используют экспертные знания для решения сложных задач предметной области

Структура экспертной системы



Экспертная система



Экспертная система - это программа, которая ведет себя подобно эксперту в некоторой проблемной области.

Примеры:

- MYCIN
- PROSPECTOR
- CYC
- Яндекс-Гуру

Функции, выполняемые экспертной системой



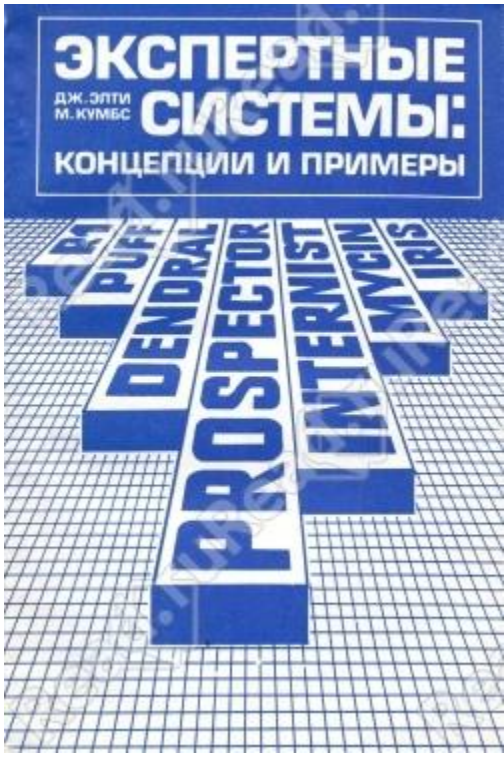
- Применение экспертных систем: медицинская диагностика, локализация неисправностей в оборудовании, интерпретация результатов измерений.
- Информация о поставленной задаче может быть неполной или ненадежной; отношения между объектами предметной области могут быть приближенными.

Фундаментальные функции

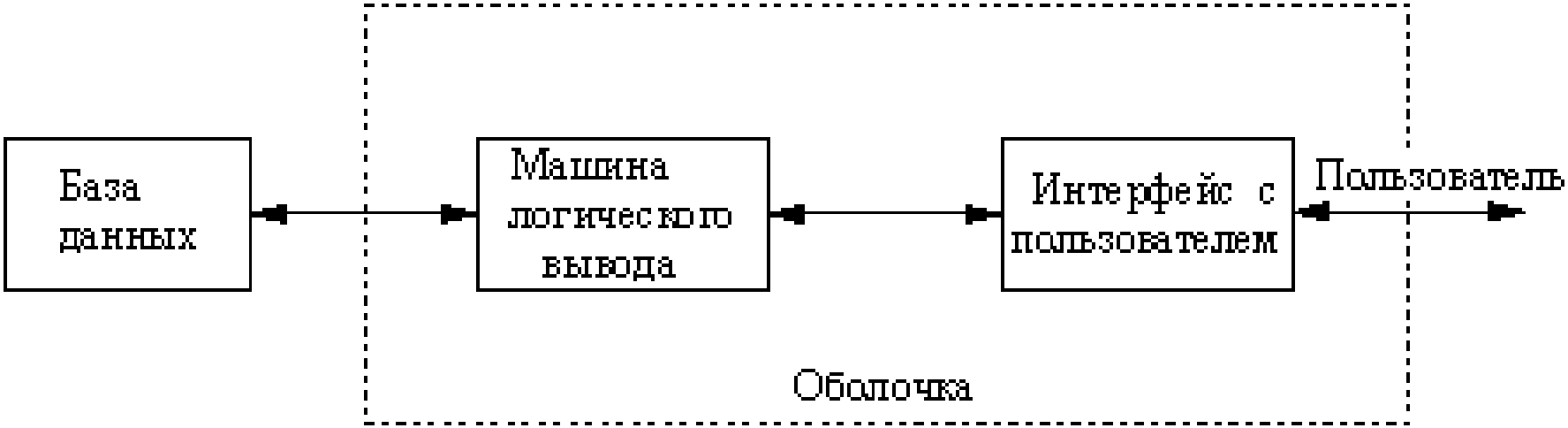
Функций экспертной системы:

- ***решение задач*** с использованием знаний о конкретной предметной области – возможно, при этом возникнет необходимость *иметь дело с неопределенностью*

- ***взаимодействие с пользователем***, включая объяснение намерений и решений системы во время и после окончания процесса решения задачи.

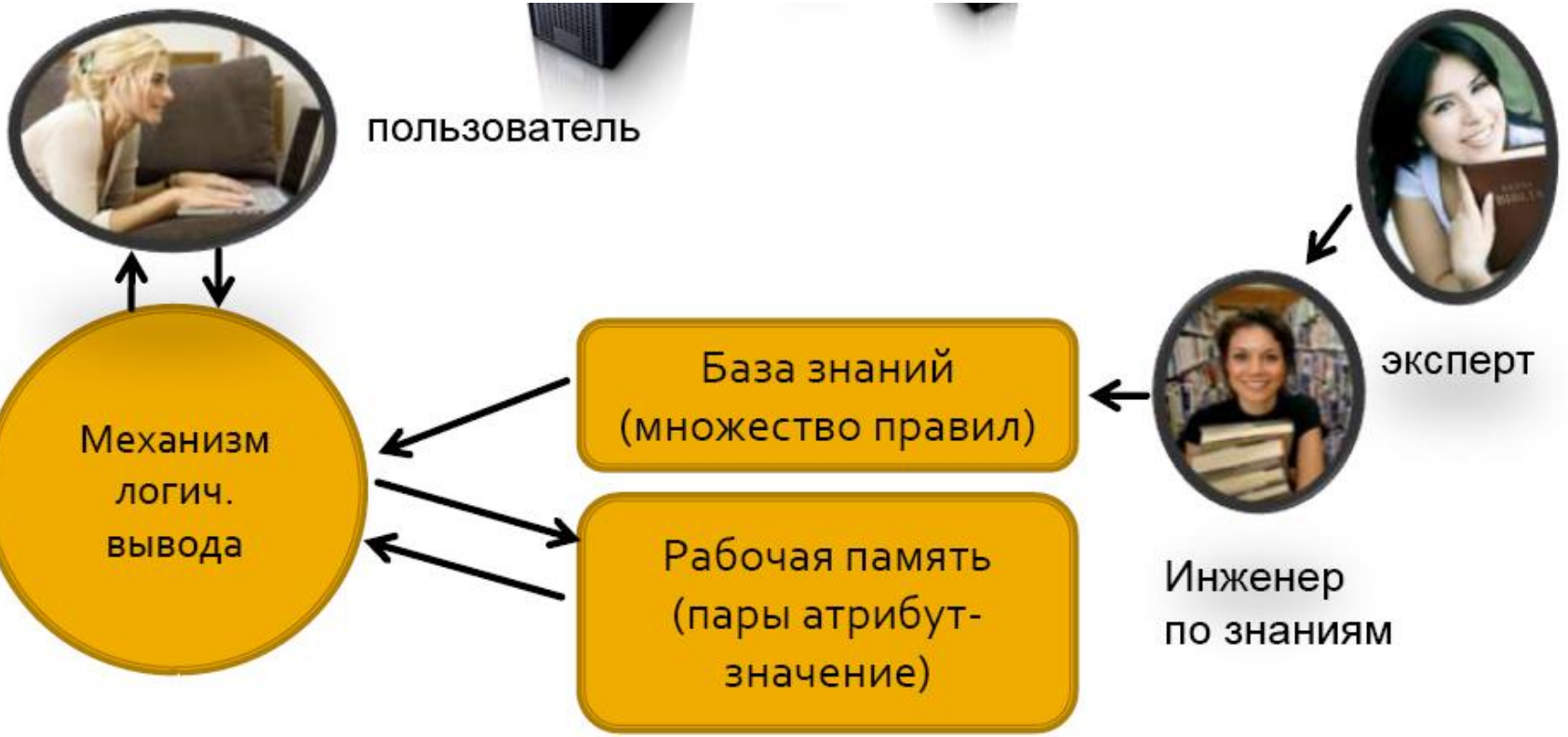


Грубая структура экспертной системы



- **База знаний** содержит знания, относящиеся к конкретной прикладной области
- **Машина логического вывода** умеет активно использовать информацию, содержащуюся в базе знаний.
- **Пользовательский интерфейс** отвечает за бесперебойный обмен информацией между пользователем и системой

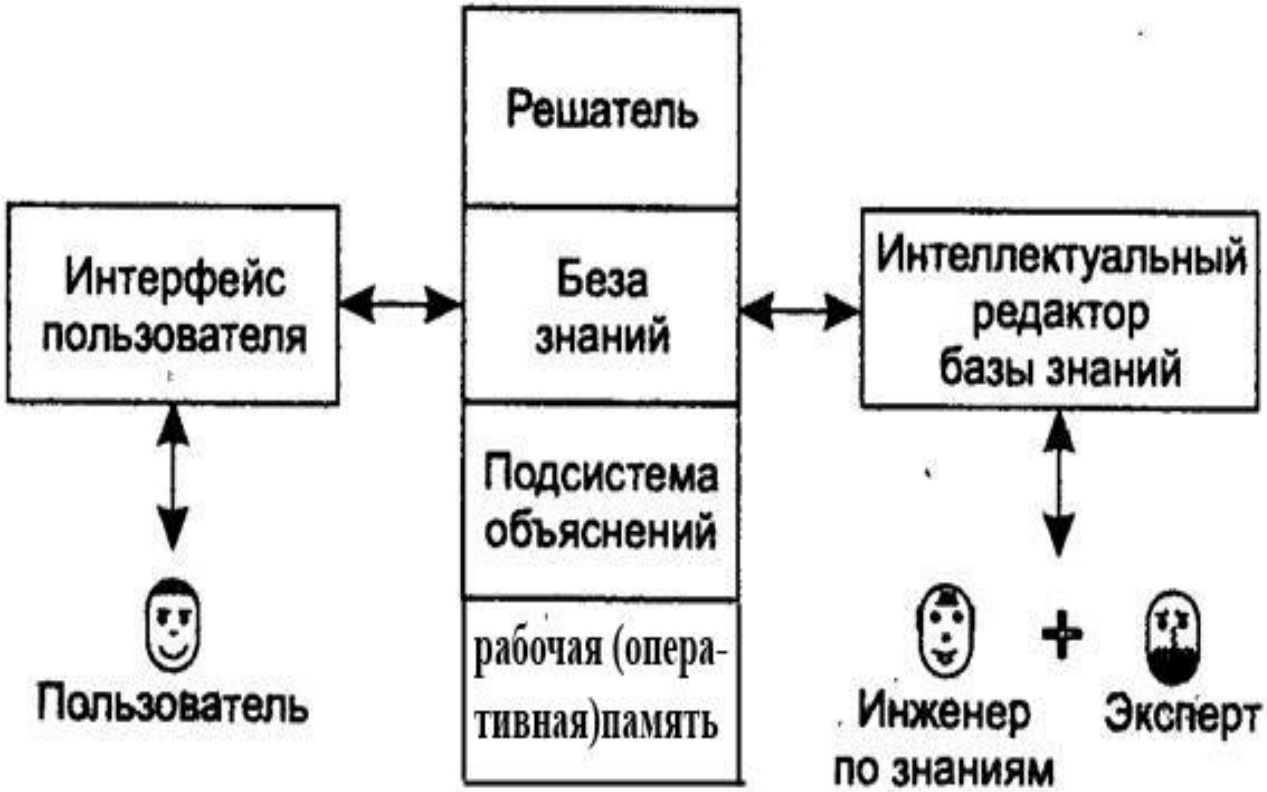
Структура в упрощенном виде…



В классической продукционной экспертной системе:

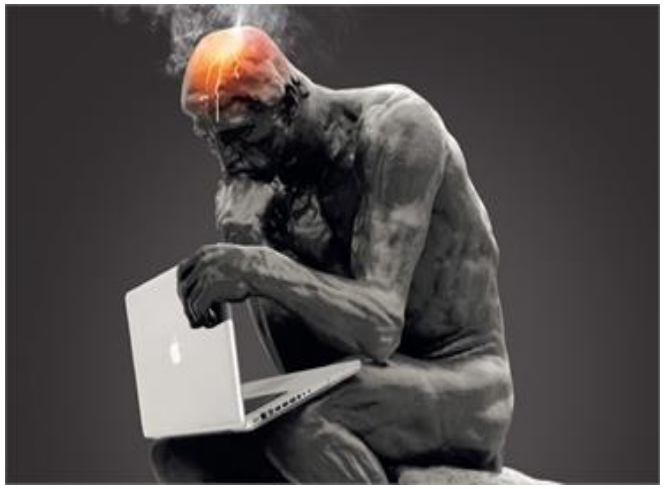
- **База знаний** представляет собой множество правил ЕСЛИ-ТО (продукций)
- **Рабочая память** представляет собой множество пар атрибут-значение (троек объект-атрибут-значение), описывающих состояние решаемой задачи
- **Процесс логического вывода** – это поиск в пространстве состояний множества комбинаций рабочей памяти, переходы в котором задаются правилами.

Структура ЭС интеллектуальных систем

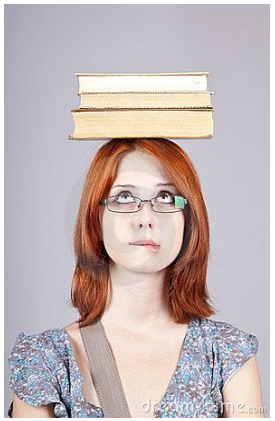




Пользователь



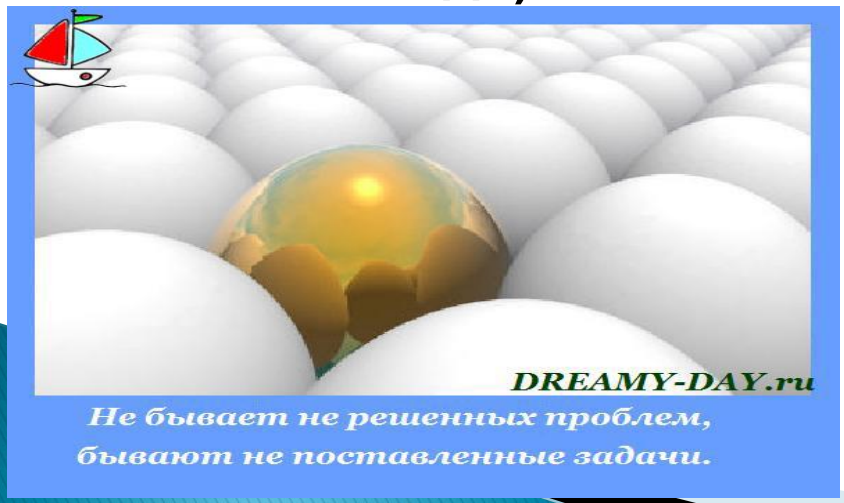
Интеллектуальный редактор базы знаний



Рабочая (оперативная) память



Решатель (механизм вывода)



Подсистема объяснений





- Инженер по знаниям - (англ._knowledge engineer) — специалист по искусственному интеллекту, проектирующий и создающий экспертную систему.

База знаний - (англ. knowledge base) – это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными)



ЭС может функционировать в 2-х режимах:

1. **Режим ввода знаний** — в этом режиме эксперт с помощью инженера по знаниям посредством редактора базы знаний вводит известные ему сведения о предметной области в базу знаний ЭС
2. **Режим консультации** — пользователь ведет диалог с ЭС, сообщая ей сведения о текущей задаче и получая рекомендации ЭС. Например, на основе сведений о физическом состоянии больного ЭС ставит диагноз в виде перечня заболеваний, наиболее вероятных при данных симптомах






Диагностика
Интерпретация данных
Мониторинг
Обучение
Классификация ЭС по связи с реальным временем
Проектирование
Поддержка принятия решений
Прогнозирование
Управление

Классификация экспертных систем

По назначению ЭС делятся на:

- ЭС общего назначения.
- Специализированные ЭС:

По степени зависимости от внешней среды выделяют:

- Статические
- Динамические

По типу использования различают:

- Изолированные
- ЭС на входе/выходе других систем.
- Гибридные

По сложности решаемых задач различают:

- Простые
- Средние
- Сложные

По стадии создания выделяют:

- исследовательский, демонстрационный, промышленный, коммерческий образец ЭС…

Критерии отличия ЭС от прочих программ ИИ

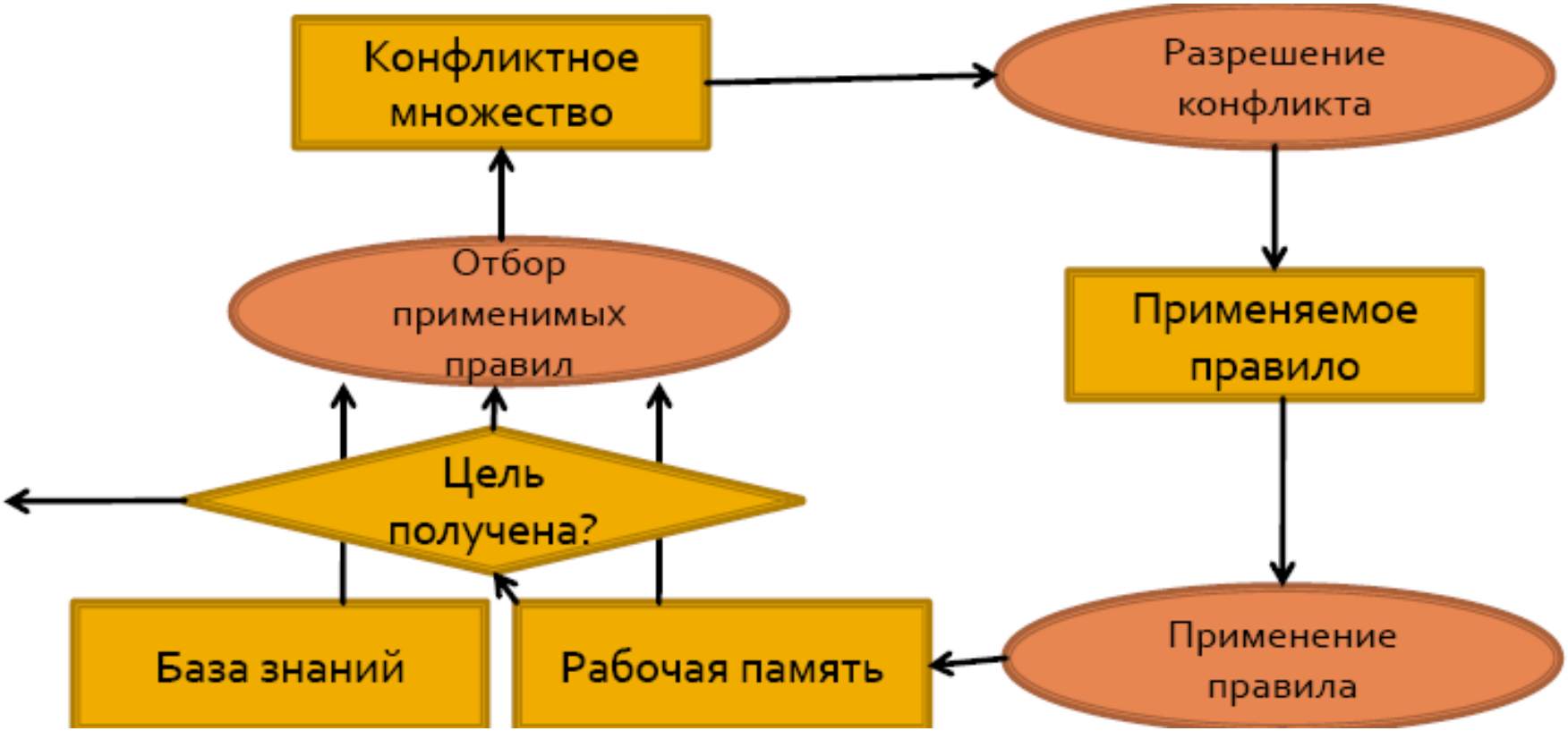
Критериями выделения экспертных систем являются следующие:

1) отражает ли функционирование программы подход к проблемы со стороны человека;
2) может ли программа объяснить свои действия способом понятным человеку;
3) может ли взаимодействовать с оператором посредством диалога, подобного диалогу на естественном языке.

Представление знаний с помощью правил вывода

- Под выводом в ЭС понимается доказательство того, что из множества предположений следует некоторое заключение.
- В целом такие правила представляют собой условные выражения, но они могут иметь разные интерпретации, например, как показано ниже.
  - **if** предварительное условие P **then** заключение C;
  - **if** ситуация S **then** действие A;
  - **if** соблюдаются условия C1 и C2 **then** условие C не соблюдается.

Процесс логического вывода



Механизм логического вывода

Прямой вывод (управляемый фактами)

- Движение по дереву снизу вверх (от фактов)
- Необходимо знание начальных фактов

Обратный вывод (управляемый целями)

- Движение по дереву сверху вниз
- Выдвигаем гипотезу, пытаемся ее доказать
- Пользователю задаются вопросы для уточнения фактов

Комбинированный вывод

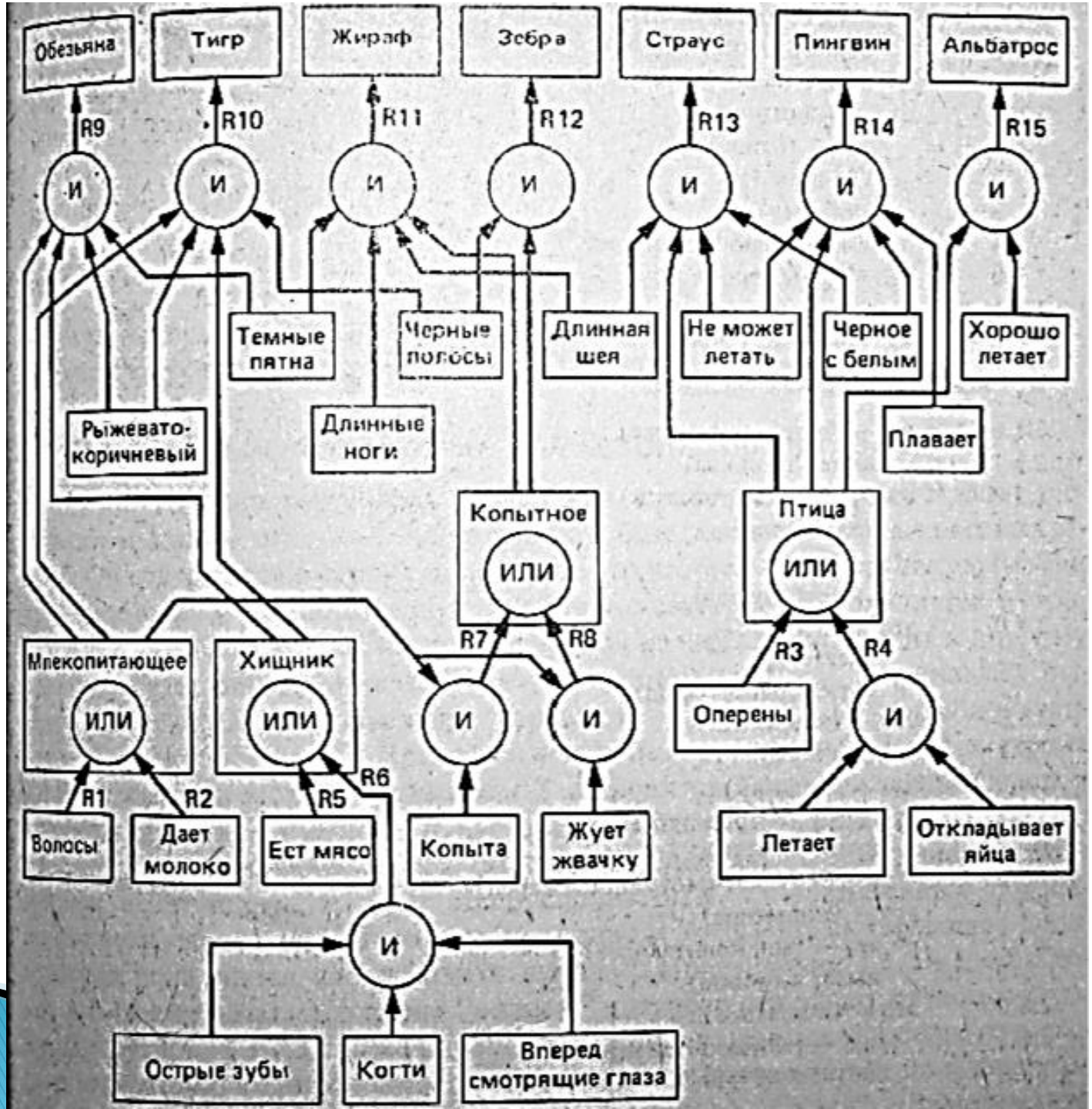
Пример: экспертная система по распознаванию животных

Условия работы ЭС:

- Каждое животное идентифицируется по уникальному набору присущих ему признаков
- Задавая последовательно вопросы о наличии/отсутствии определенного признака, можно идентифицировать животное.

Представление знаний: Дерево И-ИЛИ

- Каждый узел дерева транслируется в продукционное правило
- ЕСЛИ цвет – рыжевато-коричневый И узор – тёмные пятна И класс – млекопитающее И отряд – хищник ТО животное – обезьяна
- Листья дерева соответствуют элементарным фактам, которые являются исходными для решения задачи


Обезьяна
Тигр
Жираф
Зебра
Страус
Пингвин
Альбатрос
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
И
Темные пятна
Черные полосы
Длинная шея
Не может летать
Черное с белым
Хорошо летает
Рыжевато-коричневый
Длинные ноги
Плавает
Копытное
ИЛИ
Птица
ИЛИ
R7
R8
R3
R4
Млекопитающее
ИЛИ
Хищник
ИЛИ
Оперены
R1
R2
R5
R6
Волосы
Дает молоко
Ест мясо
Копыта
Жует жвачку
Летает
Откладывает яйца
Острые зубы
Когти
Вперед смотрящие глаза

Разработка оболочки

- Животное это млекопитающее :- Животное имеет шерсть; Животное 'кормит детенышей' молоком.
- Животное это хищник :- Животное это млекопитающее, Животное ест мясо. ...

Теперь эта программа сможет подтвердить, что тигр по имени Питер — это действительно тигр, если мы добавим в нее некоторые из свойств Питера (в виде прологовских фактов):

- питер имеет шерсть.
- питер ленив.
- питер большой.
- питер имеет 'рыжевато-коричневый цвет'.
- питер имеет 'черные полосы'.
- питер ест мясо.
- Тогда мы можем спросить:
- ?- питер это тигр.
- yes
- ?- питер это гепард.
- no

- *Пожалуйста, спрашивайте:* **питер это тигр.**
- *Это правда: питер имеет шерсть?* **да.**
- *Это правда: питер ест мясо?* **нет.**
- *Это правда: питер имеет острые зубы?* **да.**
- *Это правда: питер имеет когти?* **почему.**
- *Чтобы проверить по прав3, что питер это хищник,*
- *Чтобы проверить по прав5, что питер это тигр*
- *Это был ваш вопрос*
- *Это правда: питер имеет когти?* **да.**
- *Это правда: питер имеет глаза, направленные вперед?* **да.**
- *Это правда: питер имеет рыжевато-коричневый цвет?* **да.**
- *Это правда: питер имеет черные полосы?* **да.**
- *(питер это тигр) это правда Хотите узнать, как?* **да.**
- *питер это тигр было выведено по прав5 из*
- *питер это хищник, было выведено по прав3 из*
- *питер это млекопитающее было выведено по прав1 из*
- *питер имеет шерсть было сказано и*
- *питер имеет острые зубы было сказано и*
- *питер имеет когти было сказано и*
- *питер имеет глаза, направленные вперед было сказано и*
- *питер имеет рыжевато-коричневый цвет было сказано и*
- *питер имеет черные полосы было сказано*

ЭС с обратным выводом – v.1.0

```
animal(обезьяна) :-
  class(млекопит), type(хищник), color(рыжкор), pattern(темпятна).
animal(тигр) :-
  class(млекопит), type(хищник), color(рыжкор), pattern(темполосы).
% (...)
class(млекопит) :-
  has(волосы); prop(даетмолоко).
% (...)
type(хищник) :- prop(ест_мясо).
type(хищник) :- has(острые_зубы), has(когти), has(вперед_см_глаза).
% (...)
has(X)      :- write('У животного есть '), write(X), write(' (введите
  да/нет): '), read(да).
prop(X)     :- write('Животное обладает тем свойством, что '),
  write(X), write(' (введите да/нет): '), read(да).
pattern(X) :- write('Животное имеет характер окраски: (текстом): '),
  read(X).
color(X)    :- write('Цвет животного (текстом): '), read(X).
...
?- animal(X).
```

В чем недостаток этого решения?

Пример запуска

Проблема:

При выводе вопросы задаются многократно

(предыдущие ответы пользователя не сохраняются)

```
?- animal(X).
У животного есть волосы (введите да/нет): да.
Животное обладает тем свойством, что ест_мясо (введите да/нет): да.
Цвет животного (текстом): темполосы.
У животного есть острые_зубы (введите да/нет): да.
У животного есть когти (введите да/нет): да.
У животного есть вперед_см_глаза (введите да/нет): да.
Цвет животного (текстом): рыжкор.
Животное имеет характер окраски: (текстом): темполосы.
Животное обладает тем свойством, что даетмолоко (да/нет): нет.
У животного есть волосы (введите да/нет): да.
Животное обладает тем свойством, что ест_мясо (введите да/нет): да.
Цвет животного (текстом): рыжкор.
Животное имеет характер окраски: (текстом): темполосы.

X = тигр
```

ЭС с обратным выводом – v.1.1

```
% ЭС с обратным выводом – v.1.1

:-dynamic fact/1.
:-dynamic nfact/1.

animal(обезьяна) :-
   class(млекопит), type(хищник), color(рыжкор), pattern(темпятна).
animal(тигр) :-
   class(млекопит), type(хищник), color(рыжкор), pattern(темполосы).
% ...
class(млекопит) :- has(волосы); prop(даетмолоко).
type(хищник) :- prop(ест_мясо).
type(хищник) :- has(острые_зубы), has(когти), has(вперед_см_глаза).
% ...
has(X) :- fact(has(X)), !.
has(X) :- nfact(has(X)), !, fail.
has(X) :- write('У животного есть '), write(X), write(' (да/нет): '), read(Z),
   assert_fact(Z, has(X)).

assert_fact(yes, X) :- asserta(fact(X)).
assert_fact(no, X)  :- asserta(nfact(X)).

color(X) :- fact(color(Z)), !, Z=X.
color(X) :- write('Цвет животного (текст): '), read(Z), asserta(fact(color(Z))), !,
   Z=X.

prop(X)    :- write('Животное обладает тем свойством, что '), write(X), write('
   (да/нет): '), read(да).
pattern(X) :- write('Животное имеет характер окраски: (текстом): '), read(X).

%?- animal(X).
```

Результат запуска

Проблема:
При выводе многие факты выводятся повторно,
т.е. промежуточные результаты вывода не сохраняются в рабочей памяти

```
?- animal(X).
У животного есть волосы (да/нет): нет.
Животное обладает тем свойством, что даетмолоко (да/нет): нет.
У животного есть волосы (да/нет): нет.
Животное обладает тем свойством, что даетмолоко (да/нет): нет.
No
```

Этапы разработки ЭС

- *Этап идентификации проблем* — определяются задачи, которые подлежат решению.
- *Этап извлечения знаний* — проводится содержательный анализ проблемной области.
- *Этап структурирования знаний* — выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний.
- Этап формализации — осуществляется наполнение экспертом базы знаний.
- Реализация ЭС — создается один или несколько прототипов ЭС, решающие требуемые задачи
- Этап тестирования — производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом



Сравнение систем

Обычная система	Экспертная система
Знания и обработка объединены в одном блоке	База знаний и механизм обработки — это два отдельных компонента
Программа не допускает ошибок (если только ошибка в программировании)	Экспертная система может допустить ошибку
Система работоспособна только тогда, когда она полностью разработана	Экспертная система постоянно оптимизируется и может быть запущена с небольшим количеством правил
Требуется поэтапное выполнение по фиксированным алгоритмам	Выполнение осуществляется логически и эвристически
Нужна полная информация	Он может быть функциональным при достаточной или недостаточной информации

Преимущества экспертной системы

- Улучшает качество решения
- Сокращает расходы на консультацию экспертов для решения проблем
- Он обеспечивает быстрое и эффективное решение проблем в узкой области специализации.
- Он может собрать дефицитный опыт и эффективно использовать его.
- Предлагает последовательный ответ на повторяющуюся проблему
- Поддерживает значительный уровень информации
- Помогает вам получить быстрые и точные ответы
- Правильное объяснение принятия решения
- Умение решать сложные и сложные задачи
- Экспертные системы искусственного интеллекта могут стабильно работать, не испытывая эмоций, напряжения или усталости.

Ограничения экспертной системы

- Невозможно творчески отреагировать в чрезвычайной ситуации.
- Ошибки в базе знаний могут привести к неправильному решению
- Стоимость обслуживания экспертной системы слишком высока
- Каждая проблема индивидуальна, поэтому решение эксперта-человека также может быть другим и более творческим.

Приложения экспертных систем

- Управление информацией
- Больницы и медицинские учреждения
- Управление справочными службами
- Оценка работы сотрудников
- Анализ кредита
- Обнаружение вирусов
- Полезно для проектов по ремонту и техническому обслуживанию.
- Оптимизация склада
- Планирование и планирование
- Конфигурация изготавливаемых объектов
- Принятие финансовых решений Публикация знаний
- Мониторинг и контроль процесса
- Контролировать работу установки и диспетчера
- Торговля на фондовом рынке
- Расписание рейсов и расписание грузов

WolframAlpha — поисковая система, интеллектуальный «вычислительный движок знаний»
MYCIN — наиболее известная диагностическая система, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях
HASP/SIAP — интерпретирующая система, которая определяет местоположение и типы судов в Тихом океане по данным акустических систем слежения
Акинатор — интернет-игра. Игрок должен загадать любого персонажа, а Акинатор должен его отгадать, задавая вопросы. База знаний автоматически пополняется, поэтому программа может отгадать практически любого известного персонажа







Выводы

- Экспертные системы широко применяются во многих областях
- Любая экспертная система состоит из трех частей: базы знаний, машины логического вывода, интерфейса работы с пользователем.
- Наиболее широко применяемой формой представления знаний в экспертных системах являются правила вывода, или порождающие правила.
- Вывод логических правил может осуществляться в прямом и обратном порядке. Выбор способа вывода зависит от специфики задачи.

Спасибо за внимание!