

# Экспертные системы (ЭС)

# Экспертная система

— это программный комплекс, который оперирует знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем.

ЭС может полностью взять на себя функции эксперта или играть роль ассистента для человека, принимающего решение.

Технология ЭС – одно из направлений *искусственного интеллекта*.

**Экспертная система** – один из немногих видов систем искусственного интеллекта.

**Экспертная система** - совокупность методов и средств организации, накопления, применения информационных ресурсов и знаний для решения сложных задач в определенной предметной области.

**Экспертная система** – компьютерная программа, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации.

**Экспертная система** - набор программ, выполняющий функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области.

**Экспертная система** – направление исследований в области искусственного интеллекта по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов заданной предметной области.

**Экспертная система** – это интеллектуальная компьютерная программа, которая может давать советы, консультировать, проводить анализ и ставить диагноз на уровне специалиста в некоторой узкой предметной области

в отличие от других программных продуктов, **используют при работе не только данные, но еще знания и специальные механизмы вывода решений и новых знаний на основе имеющихся.**

**ЭС особо востребованы** в областях, где наблюдается недостаток специалистов или существует реальная опасность для их жизни (атомные электростанции).

**ЭС находят широкое применение**

- в медицине,
- микроэлектронике,
- геологии,
- военном деле,
- навигации и т.д.

**ЭС предназначены** для так называемых неформализованных задач, таких как:

- 1.Интерпретация
- 2.Прогнозирование
- 3.Диагностика
- 4.Планирование
- 5.Контроль и управление
- 6.Обучение или инструктаж
- 7.Медицинская диагностика

**Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями**

- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью знаний о проблемной области и решаемой задаче;
- большой размерностью пространства решения, т.е. перебор при поиске решения весьма велик;
- динамически изменяющимися данными и знаниями.

# Типовые задачи, решаемые ЭС:

- \* **извлечение информации** из первичных данных (потоков данных, баз данных и т.д.);
- \* **диагностика неисправностей** (как в технических системах, так и в человеческом организме);
- \* **структурный анализ сложных объектов** (например, химических соединений);
- \* **выбор конфигурации сложных многокомпонентных систем** (например, распределенных компьютерных систем);
- \* **планирование последовательности выполнения операций**, приводящих к заданной цели (например, выполняемых промышленными роботами).

# Особенность ЭС

- Экспертные системы и системы искусственного интеллекта отличаются от систем обработки данных тем, что в них в основном используются символьный (а не числовой) способ представления, символьный вывод и эвристический поиск решения (а не исполнение известного алгоритма).
- Решения экспертных систем обладают *"прозрачностью"*, т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне.
- Это качество экспертных систем обеспечивается их способностью рассуждать о своих знаниях и умозаключениях.
- Экспертные системы способны пополнять свои знания в ходе взаимодействия с экспертом.

# Первые ЭС

- В 1965 году в Стэнфордском университете (Stanford University) Эдвард Фейгенбаум, Джошуа Ледерберг начали работы по созданию **первой экспертной системы DENDRAL**.

**Задача** – создать компьютерного помощника, который мог бы определять путем расчета молекулярную структуру химических соединений.

## Проблемы:

- 1) построение гибкой программы, оперирующей с многочисленными знаниями и работающей по правилам логики ("если - то");
- 2) создание базы данных, включающую знания многих специалистов в органической химии;
- 3) отделение механизма логического вывода от базы знаний.

- В 70-е ЭС стали ведущим направлением в области искусственного интеллекта. Создано множество разнообразных экспертных и диагностических систем, большая часть которых действует и сегодня.

Самыми известными из них являются **MYCIN**, служащая для диагностики и лечения инфекционных заболеваний, и **PROSPECTOR**, предназначенная для геологической разведки месторождений полезных ископаемых.

# Классификация ЭС



### **Преимущества ЭС:**

1. Постоянство.
2. Легкость передачи.
3. Устойчивость результатов.
4. Стоимость.

### **Недостатки ЭС:**

1. Здравый смысл.
2. Творческий потенциал.
3. Обучение.
4. Сенсорный опыт.

### **Преимущества ЭС перед человеком – экспертом:**

1. У них нет предубеждений.
2. Они не делают поспешных выводов.
3. Они выбирают наилучшее оптимальное решение из всех возможных.
4. База знаний может быть очень большой.

### **Отличия от других программ:**

1. Компетентность.
2. Символьные рассуждения.
3. Глубина.
4. Самосознание.
5. Использование не только данных , но и знаний.

# Характеристики ЭС

- Помимо выполнения вычислительных операций ЭС формирует определенные *соображения и выводы, основываясь на тех знаниях, которыми она располагает.*
- Знания в ЭС представлены на **специальном языке** и хранятся **отдельно** от программного кода, который и формирует выводы и соображения.
- Этот компонент программы принято называть *базой знаний*.
- ЭС характеризуются *производительностью*, т.е. скоростью получения результата и его **достоверностью (надежностью)**.
- ЭС должна за приемлемое время **найти решение, которое было бы не хуже, чем то, которое может предложить специалист** в этой предметной области.
- ЭС должна обладать способностью **объяснить (обосновать)** принятое решение.

# Структура экспертных систем

- решатель (интерпретатор);
- рабочая память (РП), называемая также базой данных (БД);
- база знаний (БЗ);
- компоненты приобретения знаний;
- объяснительный компонент;
- диалоговый компонент.

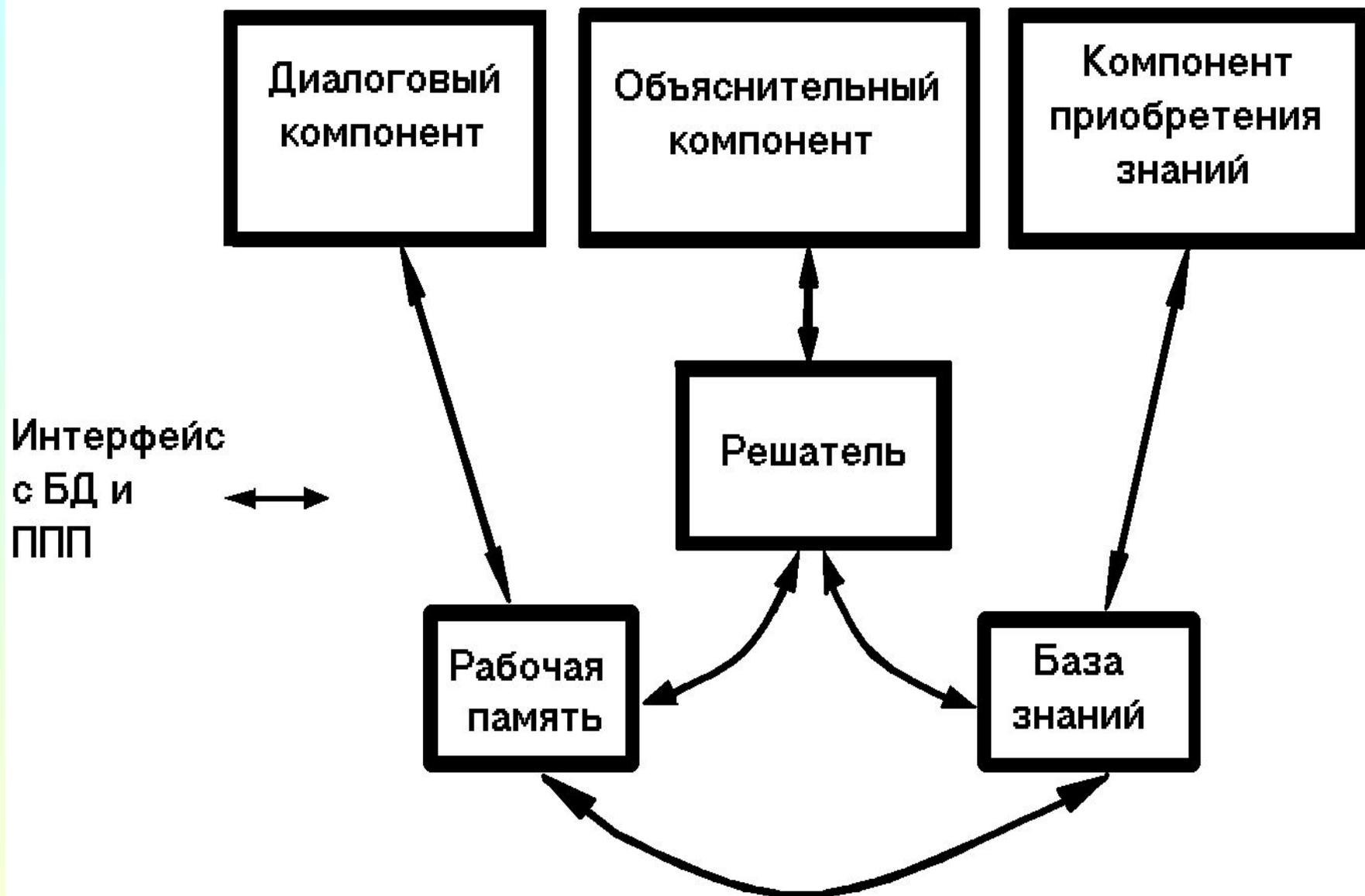


Рис.1. Структура статической ЭС.

ППП – пакеты прикладных программ

- **База данных (рабочая память)** предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.
- **База знаний (БЗ)** в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.
- **Решатель**, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.
- **Компонент приобретения знаний** автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.
- **Объяснительный компонент** 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.
- **Диалоговый компонент** ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

# Режимы функционирования

ЭС может функционировать в 2-х режимах

- **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.
- **Режим консультации (режим использования)**  
— пользователь ведет диалог с ЭС, сообщая ей сведения о текущей задаче и получая рекомендации ЭС.

*В режиме приобретения знаний* общение ЭС осуществляет **эксперт** через посредничество инженера по знаниям.

В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, **наполняет систему знаниями**, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) 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 и (или) способ его получения.

В режиме консультации данные о задаче через интерфейс пользователя **поступают в рабочую память**. На основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил базы знаний с помощью механизма логического вывода **формируется решение задачи**.

ЭС при решении задачи не только **исполняет** предписанную последовательность операций, но и предварительно **формирует** ее.

# Базовые функции ЭС

1. Приобретение знаний
2. Представление знаний
3. Управление процессом поиска решения
4. Разъяснение принятого решения

# 1. Приобретение знаний

- это передача потенциального опыта решения проблемы от некоторого источника знаний и преобразование его в вид, который позволяет использовать эти знания в программе.

Передача знаний выполняется в процессе длительных и пространных собеседований между специалистом по проектированию экспертной системы

Таким методом можно сформировать от двух до пяти "элементов знания" в день - низкая производительность.

# 1. Приобретение знаний : причины низкой производительности

- **Специалисты в узкой области, как правило, пользуются собственным жаргоном.**
- **Факты и принципы, лежащие в основе многих специфических областей знания эксперта, часто не могут быть формализованы**
- **Для того чтобы решить проблему в определенной области, недостаточно просто обладать суммой знаний о фактах и принципах в этой области.**
- **Экспертный анализ включает и многие вещи, кажущиеся эксперту само собой разумеющимися**

## 2. Представление знаний

Исследования направлены на **отыскание методов формального описания больших массивов информации** с целью их последующей обработки.

**Формальное описание** означает **упорядочение** в рамках какого-либо языка, обладающего достаточно четко формализованным **синтаксисом** и **семантикой**, увязывающей смысл выражения с его формой.

Ведется интенсивная работа по созданию **языков представления** (*representation languages*).

**Языки представления** - компьютерные языки, ориентированные на организацию описаний объектов и идей.

Основными критериями доступа к представлению знаний являются **логическая адекватность, эвристическая мощьность и естественность, дружелюбность к пользователю.**

### 3. Управление процессом поиска решения

1. Как осуществляется доступ к знаниям и как они используются при поиске решения?
2. Какие знания нужны в той или иной конкретной ситуации? Как ими распорядиться?
3. Какую стратегию выбрать для решения данной задачи?

## 4. Разъяснение принятого решения

Представление информации о поведении экспертной системы важно по многим причинам.

\* *Пользователи*, работающие с системой, нуждаются в подтверждении того, что в каждом конкретном случае заключение, к которому пришла программа, в основном корректно.

\* *Инженеры*, имеющие дело с формированием базы знаний, должны убедиться, что сформулированные ими знания применены правильно, в том числе и в случае, когда существует прототип.

\* *Экспертам в предметной области* желательно проследить ход рассуждений и способ использования тех сведений, которые с их слов были введены в базу знаний. Это позволит судить, насколько корректно они применяются в данной ситуации.

\* *Программистам*, которые сопровождают, отлаживают и модернизируют систему, нужно иметь в своем распоряжении инструмент, позволяющий заглянуть в "ее нутро" на уровне более высоком, чем вызов отдельных языковых процедур.

\* *Менеджер системы*, использующей экспертную технологию, который в конце концов несет ответственность за последствия решения, принятого программой, также нуждается в подтверждении, что эти решения достаточно обоснованы.

**Способность системы объяснить методику принятия решения иногда называют *прозрачностью* системы. Под этим понимается, насколько просто персоналу выяснить, что делает программа и почему.**

**Отсутствие достаточной прозрачности поведения системы не позволит эксперту повлиять на ее производительность или дать совет, как можно ее повысить.**

**Прослеживание и оценка поведения системы — задача довольно сложная и для ее решения необходимы **совместные усилия эксперта и специалиста по информатике.****

## Наиболее известные/распространённые ЭС

- **CLIPS** — весьма популярная оболочка для построения ЭС (public domain).
- **OpenCyc** — мощная динамическая ЭС с глобальной онтологической моделью и поддержкой независимых контекстов.
- **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.

# Особенности работы ЭС

- ЭС при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операции, но и предварительно формирует ее. Если реакция системы не понятна пользователю, то он может потребовать объяснения:
- "Почему система задает тот или иной вопрос?", "как ответ, собираемый системой, получен?".

# Необходимые условия создания ЭС

- 1) существуют эксперты в данной области, которые решают задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты;
- 2) эксперты сходятся в оценке предлагаемого решения, иначе нельзя будет оценить качество разработанной ЭС;
- 3) эксперты способны вербализовать (выразить на естественном языке) и объяснить используемые ими методы, в противном случае трудно рассчитывать на то, что знания экспертов будут "извлечены" и вложены в ЭС;
- 4) решение задачи требует только рассуждений, а не действий;
- 5) задача не должна быть слишком трудной (т.е. ее решение должно занимать у эксперта несколько часов или дней, а не недель);
- 6) задача хотя и не должна быть выражена в формальном виде, но все же должна относиться к достаточно "понятной" и структурированной области, т.е. должны быть выделены основные понятия, отношения и известные (хотя бы эксперту) способы получения решения задачи;
- 7) решение задачи не должно в значительной степени использовать "здоровый смысл" (т.е. широкий спектр общих сведений о мире и о способе его функционирования, которые знает и умеет использовать любой нормальный человек), так как подобные знания пока не удастся (в достаточном количестве) вложить в системы искусственного интеллекта.

# Требования к задачам решаемым ЭС

- 1) задача может быть естественным образом решена посредством манипуляции с символами ;
- 2) задача должна иметь эвристическую, а не алгоритмическую природу, т.е. ее решение должно требовать применения эвристических правил.
- 3) задача должна быть достаточно сложна, чтобы оправдать затраты на разработку ЭС. Однако она не должна быть чрезмерно сложной (решение занимает у эксперта часы, а не недели), чтобы ЭС могла ее решать;
- 4) задача должна быть достаточно узкой, чтобы решаться методами ЭС, и практически значимой.